UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
CENTRO DE ENERGIA NUCLEAR NA AGRICULTURA

LUCIANA KIMIE SAVAY-DA-SILVA

Produção do beijupirá (*Rachycentron canadum*) visando a rastreabilidade – parâmetros de qualidade ambiental; físico-químicos e microbiológicos da espécie

Piracicaba
2015

LUCIANA KIMIE SAVAY-DA-SILVA

Produção do beijupirá (*Rachycentron canadum*) visando a rastreabilidade – parâmetros de qualidade ambiental; físico-químicos e microbiológicos da espécie

Versão revisada de acordo com a Resolução CoPGr 6018 de 2011

Tese apresentada ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências

Área de Concentração: Química na Agricultura e no Ambiente

Orientadora: Profa. Dra. Marília Oetterer

Piracicaba

2015

AUTORIZO A DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Seção Técnica de Biblioteca - CENA/USP

Savay-da-Silva, Luciana Kimie
Produção de beijupirá (*Rachycentron canadum*) visando a rastreabilidade – parâmetros de qualidade ambiental; físico-químicos e microbiológicos da espécie / Luciana Kimie Savay-da-Silva; orientadora Marília Oetterer. - - versão revisada de acordo com a Resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2015.
174 f.: il.

Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciências. Área de Concentração: Química na Agricultura e no Ambiente) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo.

1. Aquicultura marinha 2. Avaliação nutricional 3. *Nearshore* 4. *Offshore* 5. Qualidade da água 6. Sazonalidade I. Título

CDU 639.32 : 502.51(26)

Ao meu grande amor e amigo Thiago Marques de Brito, que sempre esteve ao meu lado nos melhores e piores momentos de minha vida, e nunca me deixou desistir desse projeto...

DEDICO

A minha família, meu bem mais preciso aqui nesse mundo...

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus pela minha vida, trabalho, família e amigos, que sempre foram uma motivação para finalização dos meus projetos profissionais e pessoais.

À professora Dra. Marilia Oetterer, pela orientação em toda minha carreira acadêmica, pela confiança depositada em mim, dedicação na correção desse trabalho, amizade e paciência.

À Universidade de São Paulo, representada pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" e pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura, na pessoa de seus docentes, pela minha formação acadêmica.

Ao Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição (LAN/ESALQ) pela disponibilização de sua infraestrutura para realização desse trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro concedido para a realização deste trabalho.

Aos professores Dr. Cláudio Rosa Gallo (ESALQ/USP) e Ernani Porto (*in memoriam*) (ESALQ/USP), Dra. Emiko Shinozaki Mendes (UFRPE) e Dr. Ronaldo Oliveira Cavalli (UFRPE), pelo uso de seus laboratórios, orientações e sugestões para melhoria desse trabalho.

Aos professores da minha banca de qualificação: Dr. Jose Eurico Possebon Cyrino, Dra. Regina Teresa Rossim Monteiro e pesquisadora Dra. Fernanda Garcia Sampaio (EMBRAPA/Meio Ambiente), pelas pertinentes correções e sugestões feitas a esse trabalho.

Ao professor Dr. Anderson Castro Soares de Oliveira do Departamento de Estatística da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) e seus estagiários Elianara Martins de Almeida e Waldinei do Prado Lacerda, pelas análises estatísticas realizadas para esse trabalho.

Às técnicas do Departamento de Agroindústria Alimentos e Nutrição (ESALQ) Cleomar Maria de Carvalho, Rosalina de Fátima Ocange e Silvana Albertini, pelo auxílio técnico nas análises laboratoriais, sugestões para aperfeiçoamento das atividades realizadas, e principalmente pela amizade e carinho partilhados nesses anos de convivência.

Aos funcionários do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição: Márcia R. S. Bertarelli, Regina Célia Cardoso Marafon, Ana Paula Meneghetti, Maria Amábile S. Vendemiatti, Jefferson Zambon, Eduardo Giovani Arthuso (Gil), Fabio Luis Bortoleto, Denise de Almeida Leme Baptista, Edimundo Ferreira Costa, Fábio Benedito Rodrigues e Wilson Januário, pelos serviços burocráticos e de manutenção do laboratório necessários durante a realização dos experimentos.

Aos estagiários do Grupo de Estudo e Extensão de Inovação Tecnológica e Qualidade do Pescado (GETEP): Priscila Eloi Martins (K-loi), Luiz Gustavo Franzini Travagin (Jaule), Aline Cristina de Camargo (Sem Parar), Aline Gomes Oliveira (Sete), Iris Gabrielle Alves Barbosa (Pupila), Maira Oliveira Silva (Remati), Tammye Grassi Morais (C-reia), Amanda de Freitas Vieira (Limpeza), Ana Carolina Ebert Tímaco (Ser-v-jada), Ana Carolina Ebert Tímaco (D-li-v-ri), Carla Paes Cardoso Cagliari Martins (Cu-k), Júlia Santos Vasconcelos (31) e Eddie Enrique Sanjuanelo Garcia, pelo auxílio fundamental nas coletas, processamento das amostras, análises laboratoriais, e, principalmente, pelos momentos de descontração e pela amizade. E em especial, as alunas e amigas Camila Cichito Bessi e Taciana Lunelli, que, além disso, foram bolsistas de projetos relacionados a esse trabalho, meu braço direito e esquerdo durante toda a realização das atividades práticas e escrita, sem vocês eu estaria perdida.

Às queridas amigas Raquel Cavadas Tavares Mesquita e Laura Arnt Silva, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), que também ajudaram nas atividades laboratoriais deste projeto, durante o tempo que permaneceram no GETEP.

Aos estagiários da Equipe de Resíduos do GETEP: Bruna Eveline Domingos Petrini, Mariana Finotti, Marcella Melleiro Rheinboldt (K-ntada), Mariana Brochine Lanzotti (Ativa) e Ana Paula Scivittaro Cruz (Sózia), pelo auxílio na separação, organização, rotulagem e descarte dos resíduos químicos gerados durante as análises laboratoriais.

Aos alunos da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE): Ricardo Oliveira, Thales Ramón, Carol Costa, Leilane Gomes, Carol Notaro, Sueli, Victor Andrade; e a aluna da Universidade Federal do Rio Grande (FURG) Ana Paula Klein, por toda ajuda e companhia durante a primeira fase desse projeto.

Aos produtores Cláudio e Luciana Yuri Sato, pela ajuda nas coletas, disponibilização de informações sobre a produção, companhia e conversas.

Às bibliotecárias Marilia R.G. Henyei e Adriana Bueno Moretti, pela revisão e correção da formatação e referências da tese, pelo profissionalismo e pela imensa disposição em me atender.

Aos secretários da pós-graduação (CENA): Daiane Vieira e Fábio Antônio de Souza Oliveira, por estarem sempre dispostos a me ajudar, pela atenção e profissionalismo.

À Faculdade de Nutrição e ao Departamento de Alimentos e Nutrição, da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), na pessoa de seus professores, e em especial a professora Dra. Tania Regina Kinasz, por toda compreensão, incentivo e apoio que me deram para finalização desse projeto. E não poderia deixar de agradecer ao colega de departamento e amigo professor Dr. Danilo Brugnera, pela paciência, apoio, gentileza em me ajudar a organizar os períodos de aulas e pela amizade verdadeira.

Aos meus queridos alunos do curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos (UFMT), pela paciência e apoio na fase final desse trabalho.

Aos amigos queridos Rafael Colmanetti, Silvana Guarnieri e Antônio Bianchi pela ajuda com tradução dos resumos.

À Lia Ferraz de Arruda Sucazas e Ligianne Din Shirahigue Viani pelo auxílio nas atividades desse trabalho.

À amiga Érika da Silva Maciel, por todo incentivo, carinho e pela amizade.

À amiga Juliana Antunes Galvão, pela ajuda e sugestões feitas a este trabalho, assim como pela amizade e carinho eternos.

À minha mais nova amiga Janessa Sampaio de Abreu Ribeiro, pelas correções e sugestões dos parâmetros de qualidade de água e que em tão pouco tempo já se mostrou parceira, verdadeira e tão querida.

Aos meus amigos verdadeiros e tão queridos, de longe e de perto, que sempre me apoiam moralmente e torcem para que eu realize conquistas pessoais e profissionais, além de sempre estarem presentes, mesmo que virtualmente, para ouvir minhas reclamações, meus lamentos, por me distraírem para aliviar a tensão e pela amizade sincera: Amanda Daniela Moré Cerchiaro (Amãdita), Douglas Cerchiaro, Bruna Nicolosi Franzini Silva Travagin (K-loria), Bárbara Belodi dos Santos (P-lot), Maria Fernanda Calil Angelini, Débora Rosche Ferreira Planello (Roxê), Marcos Planello, Ricardo Delfino (Locuthor), Patricia Miguel (D-k), Érica Rovai de Souza, Cristian Queiróz, Juliana Fabris, Samuel, Alex Cazzonatto (Sufoco), Taciana Lunelli (Taci), Afonso Rauh, Paula Poeta, Rodrigo Moraes de Souza (Paxuxu) e tantos outros que sempre me enviam energia positiva.

Ao meu esposo, amigo, eterno namorado e parceiro de bar, Thiago Marques de Brito, por ser tão especial, meu psicólogo particular e minha base para realização de projetos.

Aos meus amados pais – Vilson Serafim Gonçalves da Silva e Helena Kioko Savay Sato, por toda dedicação, amor, carinho e renúncia aos desejos pessoais feitos para que eu chegasse até aqui.

Aos meus amados avôs - Inésio Gonçalves da Silva e Ana Paulella da Silva (*in memoriam*), pelo exemplo de dedicação à família e ao trabalho, honestidade, simplicidade e dignidade com que conduzem suas vidas; por terem me dado os primórdios da educação e por serem responsáveis pelo que sou.

Às minhas queridas irmãs Josiane Katsue Savay Campos e Patricia Yassue Savay da Silva por sempre estarem ao meu lado, por serem tudo na minha vida e por sempre acreditarem em mim e me apoiarem em todas as decisões.

Aos meus queridos cunhados Marcelo Campos e João Guilherme Silveira Limiro, pela amizade e apoio a tudo que realizo.

Aos meus tios – Vilma Aparecida Gonçalves da Silva, Wagner Gonçalves da Silva e Luciana Perpétua da Silva por sempre acreditarem na minha capacidade.

Aos meus primos queridos: Karen Thauana Gonçalves da Silva e Matheus Henrique Gonçalves da Silva por me alegrarem nos finais de semana.

Aos meus sobrinhos pelos quais tenho amor incondicional: Maria Eduarda Savay Limiro (Duda) e Gabriel (que ainda está por vir), por encherem meu coração de amor, carinho e desejo de partilhar.

Aos queridos Isael Francisco de Brito e Geni Marques de Brito, pelas orações e carinho.

A todos os pesquisadores do Brasil que acreditam e praticam suas pesquisas com seriedade e amor e por isso me inspiram a continuar nessa caminhada.

“Tenho a impressão de ter sido uma criança brincando à beira-mar, divertindo-me em descobrir uma pedrinha mais lisa ou uma concha mais bonita que as outras, enquanto o imenso oceano da verdade continua misterioso diante de meus olhos”.

(Isaac Newton)

RESUMO

SAVAY-DA-SILVA. L. K. **Produção do beijupirá (*Rachycentron canadum*) visando a rastreabilidade – parâmetros de qualidade ambiental; físico-químicos e microbiológicos da espécie.** 2015. 174 p. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

Atualmente, o beijupirá é a espécie nativa que reúne o maior número de características em comum com outras espécies aquáticas cultivadas comercialmente, sendo assim, indicada para ser a espécie pioneira na piscicultura marinha brasileira. No entanto, sua criação é incipiente. Neste trabalho, foram realizados dois estudos pontuais: um para monitorar a criação de beijupirás em gaiolas, sistema *offshore*, no litoral de Pernambuco; e outro para monitorar a criação de beijupirás em tanques-redes, sistema *nearshore*, no litoral de São Paulo. O objetivo foi aferir parâmetros ambientais de qualidade da água de criação, físico-químicos e microbiológicos do beijupirá, que possam ser utilizados na elaboração de um sistema modelo de rastreabilidade da cadeia produtiva dessa espécie. Em ambos os estudos foram realizadas quatro coletas em diferentes meses do ano, com o intuito de se avaliar as possíveis correlações existentes entre os parâmetros ambientais – índice pluviométrico e temperatura do ar – e os parâmetros de qualidade avaliados na água de criação – oxigênio dissolvido, temperatura, demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, salinidade, amônia, nitrito, nitrato, fosfato, carbono orgânico total, turbidez, transparência, CO_2, pH, clorofila *a* e contagem microbiológica – e nos peixes – biometria, rendimento, composição centesimal, ácidos graxos, aminoácidos, pH, bases voláteis totais e contagem microbiológica. Verificou-se que a maioria dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos avaliados na água de criação, estavam em conformidade com a legislação brasileira vigente ou dentro dos limites sugeridos pela literatura para criação dessa espécie. Todavia, esses parâmetros apresentaram variação nos diferentes meses de coleta, principalmente no estudo realizado no sistema *nearshore*, o que dificulta afirmar as possíveis interferências desses parâmetros na qualidade e desempenho dos animais. Os peixes amostrados apresentaram baixo desenvolvimento zootécnico, se comparado ao peso total final previsto na literatura para essa espécie. No entanto, o rendimento em filé apresentou-se satisfatório, principalmente no sistema *nearshore*, aproximadamente 40%. Todas as amostras de filés de beijupirás avaliadas apresentaram conformidade microbiológica, frescor e qualidade nutricional, principalmente no que se refere à composição dos seus aminoácidos e ácidos graxos, com destaque para presença de lisina e ácidos graxos Eicosapentaenoico (EPA) e Docosahexaenoico (DHA), sendo, estas informações úteis para efeitos de *marketing* na divulgação e estimulo do consumo dessa espécie. O mesmo foi observado para o resíduo gerado após o processamento dos filés, o que sugere a possibilidade de elaboração de coprodutos com qualidade nutricional, tornando a cadeia produtiva dessa espécie mais rentável e sustentável. Os alimentos fornecidos aos animais, não eram adequados para satisfazer as exigências nutricionais dos mesmos, sendo a falta no mercado de rações elaboradas com formulações específicas um entrave para o sucesso dessa atividade. Conclui-se que os parâmetros, temperatura da água de criação; rendimento em filé, destreza do filetador; quantidade e tipo de resíduo gerado na filetagem; frescor e qualidade microbiológica dos filés; assim como, composição centesimal dos filés, resíduos e alimento fornecido aos animais, especificamente composição em aminoácidos e ácidos graxos, devam ser monitorados no sistema de rastreabilidade. Quando implementado, o sistema de rastreabilidade permitirá uma tomada de decisão mais consciente a respeito das condições de criação ideais do beijupirá, no intuito de dispor respostas práticas e aplicadas ao setor produtivo quanto ao atendimento às exigências da legislação, do mercado e do consumidor final.

Palavaras-chave: Maricultura. *Offshore. Nearshore*. Qualidade de água. Qualidade nutricional. Beijupirá. Rastreabilidade.

ABSTRACT

SAVAY-DA-SILVA. L. K. **Cobia production (*Rachycentron canadum*) for traceability-environmental quality, physico-chemical and microbiological parameters of the species**. 2015. 174 p. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

Currently, cobia is the native species with the largest number of characteristics in common with other aquatic species commercially farmed; therefore, it is indicated as the pioneer species in Brazilian marine fish farming. However, its rearing is incipient. In this work, there were two specific studies: one to monitor cobia rearing in cages offshore on the coast of Pernambuco State, Brazil; and another to monitor cobia rearing in nearshore cages on the coast of São Paulo State. The objective was to measure farm water quality, physico- chemical and microbiological parameters of cobia that can be used in the preparation of a model system traceability of the production chain of this species. In both studies, four collections were performed in different months of the year to evaluate possible correlations between environmental parameters, such as rainfall and environment air temperature, and the quality parameters evaluated in the water rearing, such as dissolved oxygen, temperature, biochemical oxygen demand, chemical oxygen demand, salinity, ammonia, nitrite, nitrate, phosphate, total organic carbon, turbidity, transparency, CO_2, pH, chlorophyll *a* and microbiological contamination, as well as fish, such as biometrics, yield, proximate composition, profile of fatty acids and amino acids, pH, totals volatile bases and microbiological contamination. Most of the physico-chemical and microbiological parameters evaluated in the rearing water were in line with the current Brazilian law or within the threshold suggested in the literature for rearing this kind of species. However, these parameters showed great variation for different months of collection, especially in the study conducted in a nearshore system, making it difficult to state the possible interference of these parameters on the quality and performance of the animals. The sampled fish had low livestock development, compared to growth rates reported in the literature for this species. However, fillet yield was satisfactory, especially in the nearshore system, close to 40%. All samples of cobia fillets showed microbiological compliance, freshness and nutritional quality, especially in terms of composition of its amino acids and fatty acids, mainly in the presence of lysine and fatty acids, respectively, Eicosapentaenoic (EPA) and Docosahexaenoic acid (DHA). This information can be used as an excellent marketing tool to disseminate and stimulate consumption of this species. The same was observed for the waste generated after processing the fillets, suggesting the possibility of developing by-products with nutritional quality, making the supply chain of cobia more sustainable and profitable. The feed provided to the animals was not adequate to meet their nutritional requirements, and the short supply of prepared feed with specific formulations is an obstacle to the success of this activity. We conclude that the parameters of water temperature, fillet yield, skill of take fillet, amount and type of waste generated in filleting, freshness and microbiological quality of steaks, as well as chemical composition of fillet, waste and feeding for the animals, mainly amino acid composition and fatty acids, should be monitored in the traceability system. When implemented, the traceability system regarding the decision-making process for the ideal conditions of cobia production, providing practical answers, and it can be applied to the productive sector as a way to comply with requirements of legislation, market and consumers.
Keywords: Mariculture. Offshore. Nearshore. Water quality. Nutritional quality. Cobia. Traceability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Localização da Rede de Estação Meteorológica de superfície automática do INMET de Recife-PE, da qual foram obtidos os índices pluviométricos e temperatura média ambiente dos meses de coleta 40
Figura 2.2 - (a) Área interna do barco e materiais utilizados para coleta de amostras. (b) Embarcação utilizada para coleta de amostras. (c) Lancha operacional utilizada para acesso às gaiolas de criação dos beijupirás 41
Figura 2.3 – Distribuição dos tanques de criação e pontos amostrais (estações de coleta) da pesquisa, Recife-PE. 42
Figura 2.4 – Distribuição das diferentes Estações de coleta de água, Recife-PE 43
Figura 2.5– Índices pluviométricos (mm) registrados no ano de 2011 em Recife-PE (valores médios) 46
Figura 2.6 – Temperaturas mínimas e máximas (°C) do ar, registradas no ano de 2011 em Recife- PE (valores médios) 47
Figura 2.7 – Transparência da água (disco de *Secchi*) registrado na Estação X (centro das gaiolas de criação de beijupurás), nos diferentes meses de coleta do ano de 2011, em Recife-PE. N=3. 58
Figura 3.1 – Tanques-rede para criação de beijupirá em tanques-rede, localizados na cidade de Ubatuba/SP 92
Figura 3.2 – Localização dos tanques-rede de criação de beijupirá na praia do Peres, Ubatuba/SP 93
Figura 3.3 – Despesca de beijupirás criados em tanques-rede, localizados em Ubatuba, SP .. 96
Figura 3.4 – Insensibilização e abate de beijupirás criados em tanques-rede, localizados em Ubatuba, SP 96
Figura 3.5 – Fluxograma do processamento dos beijupirás 98
Figura 3.6 – Processamento dos beijupirás: (a) evisceração; (b) filetagem; (c) despeliculamento; (d) filés acondicionados em bandejas de isopor 99
Figura 3.7 – Análises biométricas dos beijupirás: (a) mensuração do comprimento total; (b) largura total; (c) tamanho da cabeça; (d) espessura do lombo 100
Figura 3.8 – Avaliação do rendimento em filés: (a) pesagem do peixe inteiro; (b) pesagem dos filés; (c) medição da espessura do filé; (d) medição do comprimento total do filé 101
Figura 3.9 – Quantificação dos resíduos gerados: (a) pesagem da cabeça; (b) pesagem da carcaça; (c) pesagem da pele 101

Figura 3.10 – Coleta de amostra microbiológica na superfície externa de beijupirás criados em tanques-rede em Ubatuba, SP 105
Figura 3.11 – Placas Petrifilm™ incubadas em estufa, para determinação de micro-organismos em beijupirás criados em tanques-rede em Ubatuba-SP 106
Figura 3.12 – Índices pluviométricos (mm) medidos no ano de 2012 em Ubatuba-SP. 110
Figura 3.13 – Temperaturas mínimas, médias e máximas (°C) do ar, registradas no ano de 2012 em Ubatuba-SP (valores médios)..... 110
Figura 3.14 - Boias de sustentação dos tanques-rede cobertas por fezes de aves..... 128

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Valores de p para o Teste de Moran para avaliar a dependência espacial das variáveis medidas 48
Tabela 2.2– Temperaturas (°C) da água de criação de beijupirás, registradas em diferentes meses do ano de 2011, na cidade de Recife- PE (valores médios)..... 49
Tabela 2.3 – Temperatura da água de criação dos beijupirás, registrada em cada estação de coleta, em diferentes meses do ano de 2011, em Recife-PE 49
Tabela 2.4 – Níveis de oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$) registrados em cada Estação de coleta, em diferentes meses do ano de 2011, em Recife-PE (valores médios) 51
Tabela 2.5 – Valores de pH registrados nas estações de coleta, em diferentes meses do ano de 2011, em Recife-PE (valores médios) 53
Tabela 2.6 – Salinidade registrada em cada estação de coleta, em diferentes meses do ano de 2011, em Recife-PE (valores médios). 56
Tabela 2.7 – Biometria e rendimento em filé de beijupirás coletados em diferentes meses, na estação experimental de Recife-PE, no ano de 2011 (valores médios; ±Desvio Padrão) 61
Tabela 2.8 – Composição centesimal ($g.100g^{-1}$) (± desvio padrão) de beijupirás coletados em diferentes meses, na estação experimental de Recife-PE, no ano de 2011 e da ração utilizada na alimentação, em base úmida (valores médios) 65
Tabela 2.9 – Composição em ácidos graxos ($g.100g^{-1}$) de filés de beijupirá coletados em diferentes meses do ano e da ração utilizada na alimentação dos mesmos (base úmida). 70
Tabela 3.1 – Parâmetros físicos de qualidade da água de criação de beijupirás em tanques-rede, Ubatuba-SP 111
Tabela 3.2 – Temperaturas (°C) da água de criação de beijupirás em tanques-rede e do ar, registradas em diferentes meses de coleta, no ano de 2012, na cidade de Ubatuba- SP (valores médios) 112
Tabela 3.3 –Parâmetros de qualidade da água de criação de beijupirás, em tanques-rede, localizados na cidade de Ubatuba, SP, no ano de 2012..... 114
Tabela 3.4 – Coliformes totais e *E.coli* em amostras de água de criação de beijupirás em tanques-rede, coletadas em diferentes meses, na cidade de Ubatuba-SP, no ano de 2012..... 126
Tabela 3.5 – Biometria de beijupirás coletados em diferentes meses, em tanques-rede, na cidade de Ubatuba-SP, no ano de 2012 (valores médios; ±Desvio Padrão)..... 129

Tabela 3.6 – Rendimento e quantificação de resíduos gerados no processamento de beijupirás coletados em diferentes meses, em tanques-rede, na cidade de Ubatuba-SP, no ano de 2012 (valores médios; ±Desvio Padrão) 131
Tabela 3.7 – Resíduos gerados no processamento do beijupirá criados em tanques-rede e coletados em diferentes meses, na cidade de Ubatuba-SP, no ano de 2012. 135
Tabela 3.8 – BNVT e pH de filés de beijupirás criados em tanques-rede e coletados em diferentes meses, na cidade de Ubatuba-SP, no ano de 2012 (médias) 136
Tabela 3.9 – Aminoácidos nos filés, alimentação e resíduos de beijupirás criados em tanques-rede e coletados em diferentes meses, na cidade de Ubatuba-SP, no ano de 2012..... 146
Tabela 3.10 – Ácidos graxos nos filés, alimentação e resíduos de beijupirás criados em tanques-rede e coletados em diferentes meses, na cidade de Ubatuba-SP, no ano de 2012 .. 150
Tabela 3.11 – Micro-organismos, na pele de beijupirás criados em tanques-rede e coletados em diferentes meses, na cidade de Ubatuba-SP, no ano de 2012 155
Tabela 3.12 – Micro- organismos em filés de beijupirás criados em tanques-rede e coletados em diferentes meses, na cidade de Ubatuba-SP, no ano de 2012 156

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL 23
1.1 Aquicultura no Brasil 23
1.2 Beijupirá 24
1.3 Rastreabilidade 27
REFERÊNCIAS 30
2 ESTUDO DE CASO: PARÂMETROS DE QUALIDADE AMBIENTAL E FÍSICO-QUÍMICOS DA ESPÉCIE, PARA PRODUÇÃO EM GAIOLAS (*OFFSHORE*) DO BEIJUPIRÁ (*Rachycentron canadum*) VISANDO A RASTREABILIDADE 32
Resumo 32
Abstract 34
2.1 Introdução 36
2.2 Material e Métodos 39
2.2.1 Local das coletas e características da criação em gaiolas 39
2.2.2 Índices pluviométricos e temperatura do ar 40
2.2.3 Monitoramento da qualidade da água 41
2.2.4 Análises físico-químicas na matéria prima e ração 43
2.2.5 Análise estatística 45
2.3 Resultados e discussão 46
2.3.1 Parâmetros ambientais: índice pluviométrico e temperatura do ar 46
2.3.1 Parâmetros de qualidade da água de criação dos beijupirás 48
2.3.1.1 Temperatura da água 48
2.3.1.2 Oxigênio dissolvido 50
2.3.1.3 pH 53
2.3.1.4 Salinidade 55
2.3.1.5 Transparência 58
2.3.2. Análises físico-quimicas da matéria prima 60
2.3.2.1 Avaliação biométrica e de rendimento em filé 60
2.3.2.2 Avaliação da composição centesimal dos beijupirás e da ração 64
2.3.2.3 Avaliação dos ácidos graxos dos beijupirás e da ração 68
2.3.3. Produção de beijupirás em sistemas *offshore versus* sustentabilidade 74
2.4 Conclusões 76
2.5 Referências 77

3 ESTUDO DE CASO: PARÂMETROS DE QUALIDADE AMBIENTAL, FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS DA ESPÉCIE, PARA A PRODUÇÃO EM ENCOSTAS (*NEARSHORE*), DO BEIJUPIRÁ (*Rachycentron canadum*) VISANDO A RASTREABILIDADE 84
Resumo 84
Abstract 86
3.1 Introdução 88
3.2 Material e métodos 91
3.2.1 Local das coletas e características da criação dos animais 91
3.2.2 Índices pluviométricos e de temperatura do ar 93
3.2.3 Monitoramento da qualidade da água 93
3.2.3.1 Análises físico-químicas da água 94
3.2.3.2 Análises microbiológicas da água 94
3.2.4 Despesca, abate e transporte dos animais 96
3.2.5 Processamento dos beijupirás 97
3.2.6 Análises físico-químicas 99
3.2.6.1 Análises biométricas, rendimento e quantificação dos resíduos gerados 99
3.2.6.2 Mensuração de pH 102
3.2.6.3 Bases Nitrogenadas Voláteis Totais (BNVT) 102
3.2.6.4 Composição centesimal e valor calórico 103
3.2.6.5 Aminoácidos e ácidos graxos 103
3.2.6.5.1 Aminoácidos 104
3.2.6.5.2 Ácidos graxos 104
3.2.7 Análises microbiológicas 105
3.2.7.1 Peixes inteiros 105
3.2.7.2 Filés 108
3.2.8 Análise estatística 109
3.3 Resultados e discussão 109
3.3.1 Índices pluviométricos e temperatura do ar 109
3.3.2 Monitoramento da qualidade da água 111
3.3.2.1 Parâmetros físicos 111
3.3.2.2 Temperatura da água 111
3.3.2.3 Parâmetros físico-químicos 113
3.3.2.3.1 Oxigênio dissolvido 115
3.3.2.3.2 Salinidade 116
3.3.2.3.3 pH e gás carbônico 117
3.3.2.3.4 Turbidez e clorofila *a* 119
3.3.2.3.5 Carbono orgânico total 120

3.3.2.3.6 Demanda química de oxigênio e demanda bioquímica de oxigênio 121
3.3.2.3.7 Fosfato 122
3.3.2.3.8 Nitrito, nitrato e amônia..... 123
3.3.2.4 Análises microbiológicas da água 126
3.3.3 Análises físico-químicas dos filés, ração e resíduos 129
3.3.3.1 Análises biométricas..... 129
3.3.3.2 Rendimento em filé 130
3.3.3.3 Resíduos gerados 134
3.3.3.4 Análises de frescor: pH e Bases Nitrogenadas Voláteis Totais (BNVT) 136
3.3.3.5 Composição centesimal e valor calórico 138
3.3.3.6 Aminoácidos e ácidos graxos 145
3.3.3.6.1 Aminoácidos..... 145
3.3.3.4.2 Ácidos graxos 149
3.3.4 Análises microbiológicas dos beijupirás 154
3.3.4.1 Peixes inteiros – técnica de *swab* e filés..... 154
3.3.5 Rastreabilidade na cadeia produtiva do beijupirá..... 158
3.4 Conclusões..... 161
3.5 Referências 162
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS 173

1 INTRODUÇÃO GERAL

A aquicultura pode ser apontada como um dos caminhos mais eficientes para a redução do déficit entre a demanda e a oferta de pescado no mercado mundial. A *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) apontou um incremento de 3,9% da participação da aquicultura na produção pesqueira mundial em 1970 (FAO, 2007). A mesma instituição apresentou dados recentes onde pode ser observado um incremento superior a 400% da produção oriunda da aquicultura quando comparados os últimos 10 anos, de 12,6 milhões de t em 2002 (FAO, 2007) para 66,6 milhões de t em 2012 (FAO, 2014 a).

Em 2012, dos 158 milhões de t de pescado produzidas no mundo, 57,8%, 91,3 milhões de t, foram provenientes da pesca extrativista e 42,2%, 66,6 milhões de t, foram oriundos da aquicultura (FAO, 2014 a).

1.1 Aquicultura no Brasil

No caso do Brasil, os últimos dados apresentados pelo Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), referentes ao ano de 2011, mostram que dos 1,4 milhões de t de pescado produzidos no país, 56,1% foram provenientes da pesca extrativista e 43,9% da aquicultura (BRASIL, 2013).

Nota-se que a cada ano, diminui a diferença da quantidade de pescado obtido em cada sistema. A redução da pesca extrativista deve-se, principalmente à diminuição dos estoques pesqueiros nos oceanos, poluição dos rios e lagos e, no caso do Brasil, em particular, à falta de investimentos das empresas na aquisição de embarcações mais eficientes, que possuam tecnologia de ponta para esse tipo de atividade.

O aumento da quantidade de pescado produzido pela aquicultura, por sua vez, pode ser atribuído aos crescentes e constantes incentivos governamentais oferecidos, tanto para as empresas privadas como para as instituições de pesquisa nacionais, visando o desenvolvimento de novas tecnologias de melhoramento genético das principais espécies produzidas, licenciamento ambiental e aprimoramento das tecnologias de manejo. Sendo esta última, cada vez mais difundida, principalmente após o advento da *internet*, que tem propagado as informações de forma rápida e eficiente.

Com isso, percebe-se que produtores e empresários de outras áreas têm se interessado em investir também na aquicultura, e, em alguns casos, até mesmo trocar o seu ramo de atividade atual para se dedicar exclusivamente a esse agronegócio promissor.

A maior parcela da produção aquícola brasileira é oriunda da aquicultura continental, na qual se destaca a piscicultura continental, representando 86,6% da produção total nacional em 2011. A produção aquícola de origem marinha, por sua vez, é pouco expressiva, representou apenas 13,4% da produção total no mesmo ano, sendo esta basicamente provinda da malacocultura, que se refere à produção de moluscos, e da carcinicultura, que se refere à produção de crustáceos. Desses, a carcinicultura concentra a maior parte da produção nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará, tendo sido responsável por aproximadamente 78% do total produzido em 2011 (BRASIL, 2013).

O Brasil, segundo alguns autores, dispõe de recursos naturais, humanos e de capital para o desenvolvimento da piscicultura marinha, tanto em termos de áreas, espécies e condições climatológicas disponíveis, como infraestrutura e atmosfera socioeconômica favoráveis à consolidação de novas cadeias produtivas de alimento de origem aquática (NUNES; MADRID; PINTO, 2014).

O desenvolvimento da piscicultura marinha poderia ser uma alternativa para suprir a demanda crescente dessa proteína animal, tanto no mercado interno como no externo. Isso poderia ser uma solução para equilibrar a balança comercial de pescado brasileira, que, segundo o MPA, no ano de 2011, apresentou exportações de US$ 271.193.147 e importações de US$ 1.262.888.212, ou seja, um déficit de aproximadamente US$ 991 milhões, representando uma elevação de 32,5% em relação ao déficit computado em 2010, que foi de, aproximadamente, US$ 748 milhões (BRASIL, 2013).

Além disso, o histórico das operações comerciais demonstra que o saldo da balança comercial nacional de pescado tem apresentado resultado negativo, desde 2006, tanto em valores monetários quanto em volume comercializado (BRASIL, 2013).

1.2 Beijupirá

O beijupirá é a espécie nativa que reúne um maior número de pontos em comum com outras espécies aquáticas atualmente produzidas no Brasil (NUNES; MADRID; PINTO, 2014), sendo assim, indicada para ser a espécie *start* para piscicultura marinha comercial brasileira.

Essa é uma espécie carnívora, e entre as características que tornam o beijupirá atraente para criação em cativeiro estão a facilidade de se obter desovas naturais em confinamento; alta fecundidade; rusticidade, com alta resistência a doenças e variações de taxas de salinidade; rápida adaptabilidade a dietas artificiais; alta taxa de crescimento; e carne apreciável (LIAO; SU; CHANG, 2001; ARNOLD; KAISER; HOLT, 2002). Na produção em cativeiro, reporta-se que a espécie pode atingir de 4 a 6 kg, em um ano, com taxa de sobrevivência superior a 90%, apresentando carne apreciada, principalmente pela culinária japonesa para elaboração de *sashimis* (CHOU; SU; CHEN, 2001).

Essa já é uma espécie produzida em cativeiro em escala comercial em diversos países Asiáticos, incluindo China, Taiwan, Vietnã e Filipinas. Nas Américas e no Caribe, tem havido iniciativas para a produção comercial da espécie nos Estados Unidos, Porto Rico, Bahamas, Belize, República Dominicana, México e Panamá (NUNES; MADRID; PINTO, 2014).

A produção dessa espécie através da aquicultura tem crescido a cada ano. Em 2012, foi estimada uma produção mundial de 41.774 t (FAO, 2014b), sendo os principais produtores a China e Taiwan (NHU; NGUYEN; LE, 2011).

No Brasil, há projetos de engorda dessa espécie na Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Rio de Janeiro e São Paulo, com indicação de interesse na expansão desse tipo de agronegócio por parte do MPA (CAVALLI; DOMINGUES; HAMILTON, 2011).

A produção de pescado por aquicultura pode ser realizada em tanques escavados, tanques de alvenaria, tanques-rede ou gaiolas. E ainda, para cada um desses locais de produção pode-se classificar os sistemas de produção de extensivo, intensivo, semi-intensivo ou super-intensivo, dependendo da quantidade de peixes (biomassa) colocado por ha ou m^3.

No Vietnã, a criação do beijupirá e de outros peixes marinhos é realizado, em quase sua totalidade, em gaiolas posicionadas em enseadas e baías abrigadas no mar, em áreas muito próximas à costa (NUNES; MADRID; PINTO, 2014), sendo esse sistema de produção denominado *nearshore*. Entretanto, as gaiolas também podem estar localizadas em mar aberto, ou seja, longe da costa, sendo o sistema denominado *offshore*.

A denominação de gaiolas é empregada às unidades de criação fabricadas com material e contenção rígidos, geralmente telas de aço, ou quando todo o perímetro da estrutura é rígido, mesmo usando material flexível para o fechamento das laterais e do fundo. Já os tanques-rede, utilizam para a contenção dos peixes, materiais que se comportem como uma rede na hora da despesca, ou seja, são flexíveis (ONO; KUBTIZA, 2003). Em ambas as estruturas, o importante é permitir a troca completa e constante da água de criação dos animais, para que sejam removidos os metabólitos gerados por eles e para que seja garantida

uma concentração de oxigênio dissolvido nessa água, onde os peixes estão confinados, em um nível adequado para o desenvolvimento dos mesmos.

Está evidente que, no Brasil, há ainda a necessidade de realização de novos estudos e aprofundamentos nas pesquisas já existentes com relação à criação do beijupirá em cativeiro. Estudos em temas considerados de entrave ou de questionamento em relação à criação comercial dessa espécie, em particular nas áreas de nutrição, sanidade e mercado, ainda são necessários, de forma a apontar para um cenário mais positivo visando atrair investimentos do setor privado (NUNES; MADRID; PINTO, 2014).

Recentemente, a *Aquaculture Stewardship Council* (ASC), informou que um padrão de normas para a criação do beijupirá em cativeiro está sendo elaborado e este documento se juntará as normas de produção brasileiras já em discussão para as espécies: tilápia, pangasius, salmão, camarão, truta, moluscos bivalves e abalone. A ASC irá coordenar estudos em fazendas de beijupirá em várias regiões do mundo, que tem como objetivo garantir um padrão de produção para essa espécie por meio da aplicação de normas pré-estabelecidas. Os resultados desses estudos serão utilizados para elaboração de um manual de auditoria, que irá guiar certificadores e aquicultores na forma como a norma deverá ser aplicada. Essas normas pretendem abordar os impactos ambientais e sociais negativos oriundos da criação do beijupirá, incluindo a preservação de habitats locais e da biodiversidade; a conservação e avaliação da qualidade da água de criação; origem dos ingredientes das rações; uso mínimo de fitoterápicos e antibióticos nos animais; e o cuidado com os funcionários das pisciculturas marinhas (SEAFOOD, 2015).

Sendo assim, apesar do inegável potencial de criação do beijupirá, o conhecimento de vários aspectos da cadeia produtiva ainda é insuficiente. Para promover um salto tecnológico na piscicultura marinha brasileira, é estratégico o atendimento de algumas demandas do setor produtivo, com foco na oferta de rações ambientalmente seguras que promovam o máximo de rendimento zootécnico, com redução do custo de produção e da carga orgânica no ambiente; obtenção de alevinos de boa qualidade, via melhoramento genético; identificação e controle sanitário integrados aos sistemas de produção e cujo manejo e gestão ambiental adotem Boas Práticas de Manejo para assegurar a produção de alimentos de qualidade passíveis de processamento agroindustrial.

1.3 Rastreabilidade

Uma estratégia para concretizar e viabilizar o sucesso da produção do beijupirá por aquicultura, seria a implementação de um sistema de rastreabilidade em toda cadeia produtiva dessa espécie, de forma a transmitir maior confiança nessa cadeia e nos produtos gerados, tanto para os investidores como para os consumidores finais.

Atualmente, os consumidores desejam transparência nos métodos de produção e impactos ambientais; alguns estão dispostos a pagar mais por produtos elaborados através de métodos ecológicos (SOBRAL et al., 2004; AGRICULTURE AND AGRI-FOOD CANADA, 2005; FIESP; ITAL, 2010; JIANG, 2010). Estão interessados em informações relativas ao certificado de origem do produto; manejo; condições de criação; atributos sensoriais e nos programas de qualidade utilizados durante e após o processamento, de forma a afirmar que a segurança desses alimentos pode ser garantida durante a produção, transporte e armazenamento.

Para que os consumidores possam ter informações mais precisas a respeito do pescado adquirido, é preciso que essas informações a respeito do produto sejam registradas de forma recuperável ao longo da sua cadeia de produção. Com isso, a rastreabilidade pode ser definida não como a informação sobre o produto ou o processo em si, mas pode ser denominada como uma ferramenta que possibilita o acesso a essas informações em uma data posterior, no futuro. Essas informações podem estar relacionadas a três áreas: no âmbito das atividades empresariais internas; ao longo da cadeia de suprimentos; ou dentro de um setor específico (DONNELLY; OLSEN, 2012).

A rastreabilidade é definida pela União Europeia, como a capacidade de detectar a origem e de seguir o caminho percorrido por um gênero alimentício, de um alimento para animais, de um animal produtor de gênero alimentício ou de uma substância, destinada a ser incorporada em gêneros alimentícios ou alimentos para animais, ou com probabilidade de o ser ao longo de todas as fases da produção, transformação e distribuição (CEN, 2002).

Exigências cada vez mais rigorosas para a segurança dos alimentos, bem como uma crescente procura de alimentos caracterizados por uma certa identidade (geneticamente modificados, geneticamente não modificados, orgânicos, baixa emissão de carbono, sujeitas a restrições religiosas, entre outros), impulsionam o desenvolvimento de sistemas de rastreabilidade cada vez mais eficientes. Tal eficiência pode ser melhorada através da orientação e incentivo a políticas de gestão dos alimentos. No entanto, sabe-se que a rastreabilidade, por si só, não pode prover qualidade e segurança dos produtos alimentares,

todavia, pode ser um elemento importante no esquema geral de controle de produção e distribuição. Um sistema de rastreabilidade, juntamente com outras ferramentas (Sistema de Análises de Perigos e Pontos Críticos de Controle - APPCC, planejamento de produção, logística), pode, de fato, levar a melhorias significativas no desempenho de toda a cadeia de abastecimento (DABBENE; GAY; TORTIA, 2014).

A rastreabilidade é uma das ferramentas que podem auxiliar a assegurar a procedência e a qualidade do pescado, até a destinação do resíduo gerado pela cadeia produtiva, pois permite localizar, por *feed back*, as causas dos problemas, e então, agir corretivamente, retirando ou recolhendo todos os produtos que não são seguros, além de disponibilizar dados no intuito de dar respostas ao setor produtivo pesqueiro quanto a variáveis que podem otimizar a produtividade em todas as instâncias (GALVÃO et al., 2010).

Por isso, a rastreabilidade tem se tornado uma grande preocupação nas indústrias da pesca, especialmente pelas atuais exigências do comércio internacional e, mais recentemente, pelo crescimento do varejo de peixes em redes de supermercados de alimentos, o que facilita o acesso do consumidor ao produto (JIANG, 2010).

Com a implementação de um sistema de rastreabilidade seria possível obter informações mais precisas e rápidas de todos os elos da cadeia de produção do beijupirá. E assim vislumbrar uma otimização dos processos, o que poderia permitir um aproveitamento integral da espécie, estabelecendo padrões de qualidade e menores custos de produção de produtos e coprodutos. Além de minimizar a geração de resíduos não aproveitáveis, maximizar a produtividade e aumentar os lucros na comercialização. Para isso, inúmeros produtos poderiam ser produzidos, desde os tradicionais filés congelados ou peixes inteiros eviscerados até produtos mais elaborados como defumados, empanados, embutidos e até mesmo coprodutos como silagem e peptona.

Entende-se, portanto, que o pescado rastreado poderá permitir uma tomada de decisão mais consciente a respeito das condições mais propicias de produção, visando obter o melhor rendimento e atendimento às exigências do consumidor. Sendo assim, esta poderá ser uma ferramenta chave para o sucesso da aquicultura no país (GALVÃO, 2011).

A rastreabilidade do pescado, no caso o beijupirá, por sua vez, só se tornará viável se houver disponibilidade de dados referentes às condições ambientais, qualidade de água, parâmetros zootécnicos e qualidade nutricional dos peixes ao longo do período de criação.

Dessa forma, o objetivo principal desta pesquisa foi eleger e padronizar parâmetros que visem o fornecimento de dados sobre a produção, bem como informações sobre a matéria prima a ser fornecida para indústria de processamento. Para isso, estudou-se o efeito da

sazonalidade em relação aos aspectos nutricionais, físico-químicos e microbiológicos da matéria prima, bem como, da água de criação de dois locais de produção, um localizado no nordeste do Brasil, na cidade de Recife-PE (*offshore*) e outra na região Sudeste, na cidade de Ubatuba-SP (*nearshore*).

Esta pesquisa compõe dois projetos temáticos: "Desenvolvimento de tecnologias sustentáveis para a criação do beijupirá no Brasil: sistemas de produção, qualidade ambiental e processamento", MCT/CNPq/CT-Agronegócio/MPA n° 36/2009; e "Gestão e sustentabilidade do agronegócio do pescado marinho com foco na reciclagem e utilização dos resíduos – ações de natureza ambiental e tecnológica para minimizar o impacto adverso dos descartes", Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, no âmbito do Edital Ciências do Mar, nº 23038.051665/2009-04.

O trabalho foi estruturado em:

1. Introdução geral.

2. Estudo de caso: parâmetros de qualidade ambiental e físico-químicos da espécie, para produção em gaiolas (*offshore*) do beijupirá (*Rachycentron canadum*) visando a rastreabilidade.

3. Estudo de caso: parâmetros de qualidade ambiental; físico-químicos e microbiológicos da espécie, para a produção em encostas (*nearshore*) do beijupirá (*Rachycentron canadum*) visando a rastreabilidade.

4. Considerações finais.

REFERÊNCIAS

AGRICULTURE AND AGRI-FOOD CANADA. **Canadian food trends to 2020**: a long ranger consumer outlook. Ottawa: Agriculture and Agri-Food Canada, 2005. 113p. Disponível em: <http:www4.agr.grc.ca/resources/prod/dpc/agr/pdf/ft-ta_e.pdf>. Acesso em: 8 dez. 2014.

ARNOLD, C.R.; KAISER, J.B.; HOLT, G.J. Spawning of cobia (*Rachycentron canadum*) in captivity. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 33, n. 2, p. 205-208, 2002.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2011.** Brasília, DF: MPA 2013. Disponível em: http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes_e_Estatisticas/Boletim%20MPA%202011FINAL2.pdf. Acesso em: 5 dez. 2014.

CAVALLI, R.O.; DOMINGUES, E.C.; HAMILTON, S. Desenvolvimento da produção de peixes em mar aberto no Brasil: possibilidades e desafios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, p. 155-164, 2011.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION - CEN. **Traceability of fishery products**: specifications of the information to be recorded in captured fish distribution chains. Brussel, 2002. Disponível em: <http://193.156.107.66/ff/po/EUTrace/WGCaptured/WGC_StandardFinal.doc > Acesso em: 10 dez. 2014.

CHOU, R.L.; SU, M.S.; CHEN, H.Y. Optimal dietary protein and lipid levels for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 193, p. 81-89, 2001.

DABBENE, F.; GAY, P.; TORTIA, C. Traceability issues in food supply chain management: a review. **Biosystems Engineering**, Heidelberg, v. 120, p. 65-80, 2014.

DONNELLY, K.A.-M.; OLSEN, P. Catch to landing traceability and the effects of implementation–A case study from the Norwegian white fish sector. **Food Control**, Kidlington, v. 27, n. 1, p. 228-233, 2012.

FAO. **The state of world fisheries and aquaculture 2005**. Rome, 2007.

_____. **The state of fisheries world and aquaculture:** opportunities and challenges. Rome, 2014a.

_____. **Cultured Aquatic Species Information Programme (CASIP):** *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766). Rome, 2014b. Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Rachycentron_canadum/en>. Acesso: 11 dez. 2014.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - FIESP. **Brasil food trends 2020**. São Paulo: FIESP/ITAL, 2010. 173 p. Disponível em: <www.brasilfoodtrends.com.br/brasil_food_trends/index.html>. Acesso em: 10 dez. 2014.

GALVÃO, J.A.; MARGEIRSSON, S.; GARATE, C.; VIDARSSON, J.R.; OETTERER, M. Traceability system in cod fishing. **Food Control**, Kidlington, v. 21, n. 10, p. 1360–1366, 2010.

GALVÃO, J.A. **Rastreabilidade da cadeia produtiva do pescado**: avaliação de parâmetros ambientais e sua interferência na qualidade da matéria prima destinada à indústria. 2011. 202 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba São Paulo, 2011.

JIANG, S.T. The quality control status of cobia, *Rachycentron canadum*, and grouper, *Epinephelus malabaricus*, in Taiwan. **Journal of the World Aquaculture Society,** Baton Rouge, v. 41, n. 2. p. 266-273, 2010.

LIAO, I.C.; SU, H.M.; CHANG, E.Y. Techniques in finfish larviculture in Taiwan. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 200, n. 1, p. 1-31, 2001.

NHU, V.C.; NGUYEN, Q.H.; LE, T.L. et al. Cobia *Rachycentron canadum* aquaculture in Vietnam: recent developments and prospects. **Aquaculture,** Amsterdam, v. 315, p. 20-25, 2011.

NUNES, A.J.P.; MADRID, R.M.; PINTO, R.C.C.O cultivo de peixes marinhos tropicais, com ênfase no beijupirá, *Rachycentron canadum.* In: NUNES, A.J.P. **Ensaios com o Beijupirá:** *Rachycentron canadum*: resultados e experiências do projeto Nutrição, Sanidade e Valor do Beijupirá, *Rachycentron canadum*, cultivado no Nordeste do Brasil. Brasília, DF: Ministério da Pesca e Aquicultura/CNPQ/UFC, 2014. cap 1, p. 1-20.

ONO, E.; KUBITZA, F. **Cultivo de peixes em tanques-rede.** 3. ed. Jundiaí: ACQUA IMAGEM, 2003. 112 p.

SEAFOOD BRASIL. **Novo padrão da ASC para beijupirá pode fazer testes no Brasil**. São Paulo, Disponível em: <http://seafoodbrasil.com.br/novo-padrao-da-asc-para-bijupira-pode-fazer-testes-brasil/>. Acesso em: 21 fev. 2015.

SOBRAL, M.CM. et al. Gerenciamento dos riscos ambientais em indústria de cerâmica esmaltada. In: SIMPÓSIO LUSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 11., 2004, Natal. **Anais...** Natal: ABES, 2004. p. 137.

2 ESTUDO DE CASO: PARÂMETROS DE QUALIDADE AMBIENTAL E FÍSICO-QUÍMICOS DA ESPÉCIE, PARA PRODUÇÃO EM GAIOLAS (*OFFSHORE*) DO BEIJUPIRÁ (*Rachycentron canadum*) VISANDO A RASTREABILIDADE

Resumo

A aquicultura tem sido considerada uma importante fonte de alimento de origem animal no Brasil e no mundo. Dentre as espécies marinhas com potencial para piscicultura, o beijupirá tem se destacado pelas suas características zootécnicas e qualidade nutricional. O objetivo desse estudo foi aferir os parâmetros ambientais de qualidade da água de criação e físico-químicos do beijupirá, que possam ser utilizados na elaboração de um sistema modelo de rastreabilidade da cadeia produtiva do pescado produzido em sistema *offshore*. As coletas foram realizadas nos meses de fevereiro, abril, junho e setembro de 2011, em uma unidade experimental de criação de beijupirás, localizada na região de Boa Viagem, Recife-PE. Índices pluviométricos e de temperatura do ar foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Na água foram avaliados: oxigênio dissolvido, temperatura, salinidade, pH e transparência. No pescado foi feita a caracterização biométrica e análises de rendimento em filé, composição centesimal e em ácidos graxos. Na coleta de abril foi registrado o maior índice de chuvas (647,4 mm) e no mês de setembro, o menor (35,7 mm). O mês de abril apresentou as mais altas temperaturas (média de 29,8°C) e setembro as mais baixas (média 26,2°C). Quando realizado o teste de Moran para verificar a dependência espacial das variáveis temperatura da água de criação dos peixes, oxigênio dissolvido, pH e salinidade (5%), observou-se que não há dependência espacial para as variáveis testadas. Quanto às exigências legais, os teores de salinidade das águas amostradas e os valores médios registrados para oxigênio dissolvido, exceto o valor médio da Estação D30 (5,39 $mg.L^{-1}$), no mês de fevereiro, estavam em concordância ao estabelecido pela legislação vigente. Por outro lado, observa-se que apenas 68,75 % das amostras apresentaram valores de pH dentro da faixa sugerida como ideal, pela mesma legislação. Os valores de transparência da água variaram de 6,0 a 14,5 metros, sendo registrado o menor valor no mês de menor índice pluviométrico (setembro). Verificou-se, para os parâmetros biométricos e de rendimento, que os maiores valores foram obtidos nas amostras coletadas no mês de setembro. Quanto à composição centesimal, apenas para a análise de proteína não houve diferença estatística significativa (p = 0,3395), entre os valores médios das amostras avaliadas, sendo apresentado o maior valor

médio para as amostras coletadas no mês de fevereiro, 18,77g.100g^{-1}. Ocorreu tendência de diminuição dos teores de proteína durante o crescimento dos peixes. Sendo estes valores inversamente proporcionais aos apresentados pela análise de lipídeos, que se apresentaram em maior quantidade nas amostras de setembro, 11,92 g.100g^{-1}. Na caracterização da composição em ácidos graxos, detectou-se concentrações mais elevadas de ácido linoleico, oleico e palmítico. O ácido Eicosapentaenóico (EPA) e o Docosahexaenóico (DHA) foram observados em quantidades representativas em todas as amostras, e ainda com um acréscimo no seu valor à medida que os peixes foram ganhando peso durante a criação. Conclui-se que em sistemas de produção de beijupirá tipo *offshore*, parâmetros como temperatura da água de criação, rendimento em filé, destreza do manipulador, teores de proteína, lipídeos e ácidos graxos no filé devem ser monitorados em um sistema de rastreabilidade, pois podem inferir a qualidade da matéria prima encaminhada à indústria.

Palavras-chave: maricultura; qualidade da água; beijupirá; biometria; proteínas; ácidos graxos; *offshore*; rastreabilidade.

Case study: Environmental quality and physico-chemical parameters of cobia species (*Rachycentron canadum*) for production in cages (*offshore*) aiming traceability.

Abstract

Aquaculture has been considered an important source of food of animal origin in Brazil and worldwide. Among the marine species with potential for fish farming, cobia has stood out for its husbandry characteristics and nutritional quality. The aim of this study was to assess water quality for fish farming and cobia physico-chemical environmental parameters, which can be used in the development of a traceability model system of the productive chain of fish produced *offshore*. Samples were collected in February, April, June and September of 2011, in an experimental unit for cobia raring, located in the region of Boa Viagem, Recife-PE. Rainfall and ambient air temperature were provided by the National Institute of Meteorology (INMET). Regarding water, we evaluated dissolved oxygen, temperature, salinity, pH and transparency. Regarding the fish, we applied biometric characterization and performance analysis in fillet, proximate composition and fatty acids. Regarding sample collections, April recorded the highest rainfall index (647.4 mm) and September had the lowest (35.7 mm). The highest temperatures (average 29.8°C) were registered in April and the lowest in September (average 26.2°C). The Moran test was performed to check the spatial dependence of the variables: water temperature for fish rearing, dissolved oxygen, pH and salinity (5%), and we observed no spatial dependence of the tested variables. Regarding law requirements, salinity levels of the sampled water and the mean values recorded for dissolved oxygen, except for the average D30 Station (5.39 $mg.L^{-1}$) in February, were in agreement to the current law. On the other hand, we observed that only 68.75% of the samples had pH values within the range suggested as ideal by the law. Water transparency values ranged from 6.0 to 14.5 meters, and the lowest value was recorded in the month with lowest rainfall (September). Regarding biometric parameters and yield, the highest values were obtained from samples collected in September. As for chemical composition, only the protein analysis showed no statistically significant difference ($p = 0.3395$) between the mean values of the samples, the highest average value for samples collected was found in February, 18,77g $.100g^{-1}$. A decreasing trend of protein content during the growth of fish was observed, inversely proportional to the values presented by the lipids analysis, which were present in greater quantities in September samples, 11.92 $g.100g^{-1}$. The characterizing the fatty acids profile showed higher concentrations of linoleic, oleic and palmitic acid. Eicosapentaenoic acid (EPA) and

Docosahexaenoic acid (DHA) were observed in representative amounts in all samples and with an increase in value as the fish were gaining weight during the production. In conclusion, in *offshore* production systems of cobia, parameters such as temperature of rearing water, fillet yield, skill of take fillet, protein, lipids and fatty acids in the fillet should be monitored in a traceability system, because they can affect quality of raw material for industry.

Keywords: mariculture; water quality; cobia; biometrical; proteins; fatty acids; *offshore*; traceability.

2.1 Introdução

Em um mundo onde quase 30% da humanidade sofre de desnutrição e mais de 70% do planeta é coberto por água, os alimentos aquáticos representam um componente essencial da cesta alimentar global para prover nutrição, saúde e bem-estar a todos os povos (TACON; METIAN, 2013).

Sendo assim, a aquicultura tem sido considerada uma importante fonte de alimento de origem animal no Brasil e no mundo. A crescente importância desta atividade baseia-se no fato de ser uma alternativa à pesca, a qual chegou ao seu limite máximo sustentável (FAO, 2007).

Dentre as espécies nativas com potencial para criação em cativeiro em nosso país destaca-se o beijupirá, *Rachycentron canadum* (CAVALLI; HAMILTON, 2007), espécie nerítica e epipelágica, de hábito natatório ativo, devido à ausência da vesícula gasosa, e comportamento migratório (SHAFFER; NAKAMURA, 1989).

O interesse no desenvolvimento da aquicultura desta espécie reside, principalmente, na sua alta taxa de crescimento (LIAO; LEAÑO, 2007), sendo capaz de alcançar peso médio entre 4 e 6 kg em um ano de criação (ARNOLD; KAISER; HOLT, 2002), e entre 8 e 10 kg em 16 meses (SU; CHIEN; LIAO, 2000; LIAO et al., 2004). Além disso, o beijupirá também apresenta uma série de outras características interessantes, incluindo a facilidade para desovar em cativeiro (CAYLOR et al., 1994; ARNOLD; KAISER; HOLT, 2002; FAULK; HOLT, 2006), relativa tolerância às variações de salinidade (FAULK; HOLT, 2006), resposta positiva à vacinação (LIN et al., 2006), adaptabilidade ao confinamento, aceitação de dietas extrusadas (CRAIG et al., 2006), e carne de sabor apreciado, principalmente na culinária oriental (LIAO et al., 2004; LIAO; LEAÑO, 2005; CRAIG et al., 2006).

A pesca extrativa mundial do beijupirá em 2009 foi de 10.133 t, sendo o Paquistão o maior produtor, com 2.581 t, ficando o Brasil com a quarta posição, com 976 t (FAO, 2011). De acordo com as estatísticas de pesca marítima do Brasil, esta espécie é capturada com linha-de-mão, covos e rede de emalhar, não havendo uma tecnologia apropriada para captura desse tipo de peixe, que não forma cardumes, o que justifica a baixa produção brasileira. O beijupirá também é capturado durante atividades recreativas de caça submarina, as quais, normalmente, não são incluídas nas estatísticas oficiais (IBAMA, 2007; CAVALLI; DOMINGUES; HAMILTON, 2011).

A produção em cativeiro dessa espécie, todavia, tem sido muito estimulado em várias regiões do mundo, principalmente no continente asiático. Estima-se, segundo dados da FAO

(2014b), que a produção de beijupirá por aquicultura cresceu cerca de 1.640 % em 10 anos, passando de 2.399 t no ano de 2002, a 41.774 t no ano de 2012.

Existem também relatos sobre o desenvolvimento de estudos sobre a produção desta espécie nos Estados Unidos, Bahamas (BENETTI et al., 2008b), Porto Rico, Belize (SAMPAIO, 2006), México (SEGOVIA-VALLE et al., 2006), Ilhas Reunião (SCHWARZ et al., 2006), Japão (NAKAMURA, 2007) e Indonésia (WAHJUDI; MICHEL, 2007). No Brasil, há projetos de engorda dessa espécie na Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Rio de Janeiro e São Paulo, com indicação de interesse na expansão desse tipo de agronegócio por parte do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) (CAVALLI; DOMINGUES; HAMILTON, 2011).

A região Nordeste apresenta amplo potencial ambiental, econômico e tecnológico para o desenvolvimento da piscicultura marinha. Mesmo que essa atividade ainda se encontre pouco difundida no Brasil, as técnicas de desova, larvicultura e engorda de uma variedade de peixes marinhos já estão bem estabelecidas em outros países, e poderiam servir de modelo. Em nível global, a criação de peixes marinhos já se posiciona como o setor aquícola que mais cresce, tanto em volume e valor, como em número de espécies cultivadas comercialmente (NUNES; MADRID; PINTO, 2014),

Por outro lado, há autores que afirmam que mesmo havendo grandes perspectivas e anseios para que o beijupirá seja a primeira espécie de peixe marinho a ser produzida em escala comercial no Brasil, o caminho a ser explorado para que isso se torne realidade ainda é longo.

Embora haja relatos a respeito da facilidade na obtenção de desovas em cativeiro, a produção de alevinos de beijupirá em larga escala no Brasil ainda é limitada. Além disso, é preciso enfrentar outros desafios, tais como: necessidade de investimentos na área de *marketing* e propaganda para divulgação das características sensoriais e nutricionais da carne do beijupirá, a fim de que seja uma espécie melhor valorizada e comercializada; falta de mão de obra especializada; equipamentos e insumos nacionais destinados à piscicultura marinha; necessidade de adequação da legislação vigente e a falta de rações comerciais adequadas para essa espécie (CAVALLI; DOMINGOS; HAMILTON, 2011).

Os estudos na área de maricultura, no Brasil, ainda são recentes, sendo assim, as descobertas de seus problemas e as possibilidades de correção destes fazem parte de um processo de construção de uma metodologia voltada para o alcance da sustentabilidade tão desejada atualmente (FREITAS; COSTA; SILVESTRI, 2009).

Nas últimas décadas, observa-se um interesse mundial em explorar o potencial de produção tipo *offshore* (mar aberto), e os EUA surgiram como um dos líderes no desenvolvimento e demonstração de tecnologias para a produção de peixes nesse sistema. Pesquisas em pequena escala desenvolvidas nesse país demonstram que a produção *offshore* é realmente viável e tem um grande potencial para expansão. Todavia, uma série de técnicas, estudos econômicos e desafios políticos devem ser abordados antes que esse tipo de produção possa ser desenvolvida em larga escala (LANGAN, 2008).

Outra questão a ser levantada é o fato de ser paradoxal a relação entre a profícua aquicultura brasileira e a tímida comercialização de pescado qualificado. Embora a aquicultura tenha crescido de forma exponencial nos últimos anos, a qualidade do produto no mercado é deficitária. O beneficiamento de pescado é um dos principais gargalos da cadeia produtiva aquícola, fazendo com que os produtores vendam seus produtos *in natura* sem qualidade e sem valor agregado. Os produtores ressentem-se da falta de desenvolvimento de técnicas para a produção em cativeiro, abate e o processamento, bem como de desenvolvimento de produtos que atendam às necessidades do mercado consumidor atual. Isso tanto para o beijupirá como para muitas outras espécies marinhas e também de água doce.

Para mudar esse cenário, é indispensável a organização de todos os elos dessa cadeia produtiva. Faz-se necessário o levantamento, análise e divulgação de dados, históricos, relatos e informações a respeito da qualidade microbiológica e físico-química da água de criação dos animais; efetividade das técnicas de captura e abate; transporte; qualidade da matéria prima que chega à indústria de beneficiamento; processamento e distribuição dos produtos acabados.

E para essa capacidade de traçar a história de um produto alimentar, coletando informações a respeito do seu deslocamento ao longo da sua cadeia produtiva, de forma rigorosa e formalizada dá-se o nome de rastreabilidade, que há algum tempo tem sido notada como essencial para as empresas modernas. Para tal, diversos fatores estão envolvidos, dentre eles, o estabelecimento de normas e certificações internacionais; necessidade de comprovação da origem do produto, sua identidade e qualidade; implementação de estratégias e programas de *marketing*; e, principalmente, a necessidade de se dispor de métodos eficazes para reagir contra a propagação de problemas de surtos sanitários (DABBENE; GAY; TORTIA, 2014).

Nos últimos anos, a rastreabilidade tem sido reconhecida como uma ferramenta essencial para garantir a segurança e a qualidade dos alimentos. Porém, o conceito a respeito desse sistema precisa ser repensado e reorganizado em toda a cadeia de abastecimento de alimentos (DABBENE; GAY; TORTIA, 2014).

É preciso que o sistema de rastreabilidade seja sempre integrado com outras ferramentas de qualidade, como Boas Práticas de Manejo (BPM), Boas Práticas de Fabricação (BPF), Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), normas ISO ou outros, pois, por si só, a rastreabilidade não pode garantir a segurança de um alimento. O sistema de rastreabilidade irá agrupar informações a respeito de todas as etapas pelas quais esse alimento transitou, organizando essas informações de forma sistemática para que as mesmas sejam prontamente acessadas quando necessário.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi aferir os parâmetros ambientais de qualidade da água de criação e físico-químicos do beijupirá, que possam ser utilizados na elaboração de um sistema modelo de rastreabilidade da cadeia produtiva do beijupirá produzido em mar aberto (*offshore*), na cidade de Recife-PE, a fim de agregar valor à matéria prima oriunda da piscicultura marinha, contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável desta espécie.

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Local das coletas e características da criação em gaiolas

As coletas foram realizadas nos meses de fevereiro, abril, junho e setembro do ano de 2011, em unidade de criação experimental de beijupirás (*Rachycentron canadum*), localizada na região de Boa Viagem, Recife-PE, sob a responsabilidade do Laboratório de Piscicultura Marinha, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). As gaiolas de criação localizavam-se em mar aberto, sistema *offshore*, na plataforma continental do Estado de Pernambuco, a uma distância de cerca de 5 Km da costa e 9 Km do Porto do Recife (08°09'07,14" S e 034°50º48'41,52" W), com profundidade média de 22 m.

Aproximadamente 15 mil juvenis de beijupirás, com peso médio de 150 g, foram distribuídos, a uma densidade média de 3 peixes/m^3, em quatro gaiolas, com volume útil de 1200 m^3 cada, estando estes dispostos lado a lado, a uma distância de 12 m, e fixados por sistema de fundeio.

O ciclo de produção dos peixes se deu por 10 meses (dezembro de 2010 a setembro de 2011). Durante este período, o arraçoamento dos peixes se deu através de ração comercial de produção nacional com formulação experimental para esta espécie. O arraçoamento foi realizado duas vezes ao dia, no início da manhã e ao entardecer.

2.2.2 Índices pluviométricos e temperatura do ar

Os valores dos índices pluviométricos, que informam o total de precipitação de água da chuva no mês em milímetros (mm), e médias das temperaturas do ar (°C) correspondentes aos meses de coleta foram obtidos a partir de dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2013), através da Estação 82900-Recife (Curado)-PE (Latitude: -8,05; e Longitude: -34,95; Altitude: 10m) (Figura 2.1).

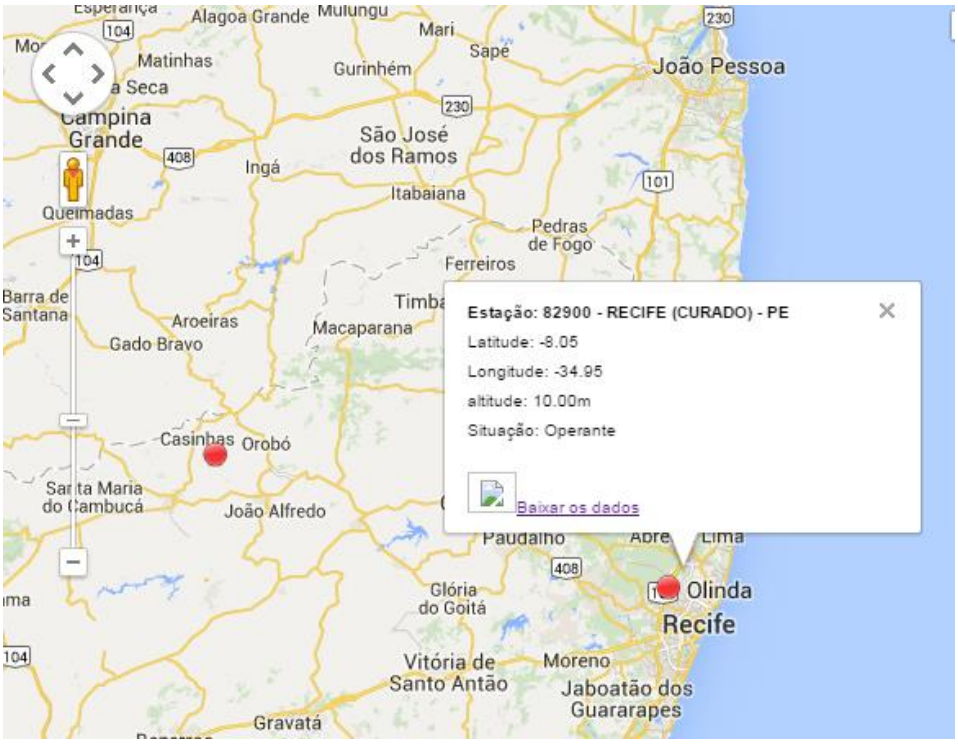

Figura 2.1 – Localização da Rede de Estação Meteorológica de superfície automática do INMET de Recife-PE, da qual foram obtidos os índices pluviométricos e temperatura média ambiente dos meses de coleta

2.2.3 Monitoramento da qualidade da água

O deslocamento até as unidades de criação, para coleta das amostras de água, foi realizado por meio de embarcações da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) (Figura 2.2).

Figura 2.2 - (a) Área interna do barco e materiais utilizados para coleta de amostras. (b) Embarcação utilizada para coleta de amostras. (c) Lancha operacional utilizada para acesso às gaiolas de criação dos beijupirás
Fonte: KLEIN, 2012

As amostras foram coletadas, conforme descrito por Klein (2012), em oito diferentes estações de coleta (pontos de coleta) pré-estabelecidas, a saber: 30 m (A30), 80 m (A80) e 100 m (A100) das gaiolas em direção à orla da praia (Oeste); e a 30 m (D30), 80 m (D80) e 100 m (D100) das gaiolas em direção ao alto mar (Leste); além dos pontos: X (centro das quatro gaiolas = 0 metros) e Controle (D200), que ficava a 200 m das gaiolas em direção ao alto mar (Leste) (Figura 2.3 e 2.4).

As amostras de água foram coletadas em três diferentes profundidades (da superfície em direção ao fundo do mar) em cada estação de coleta: 1 m (S = superfície), 10 m (M = meia água) e 20 m (F = fundo), sendo essas amostras consideradas como repetições (blocos) no momento de submeter os dados de cada estação à análise estatística.

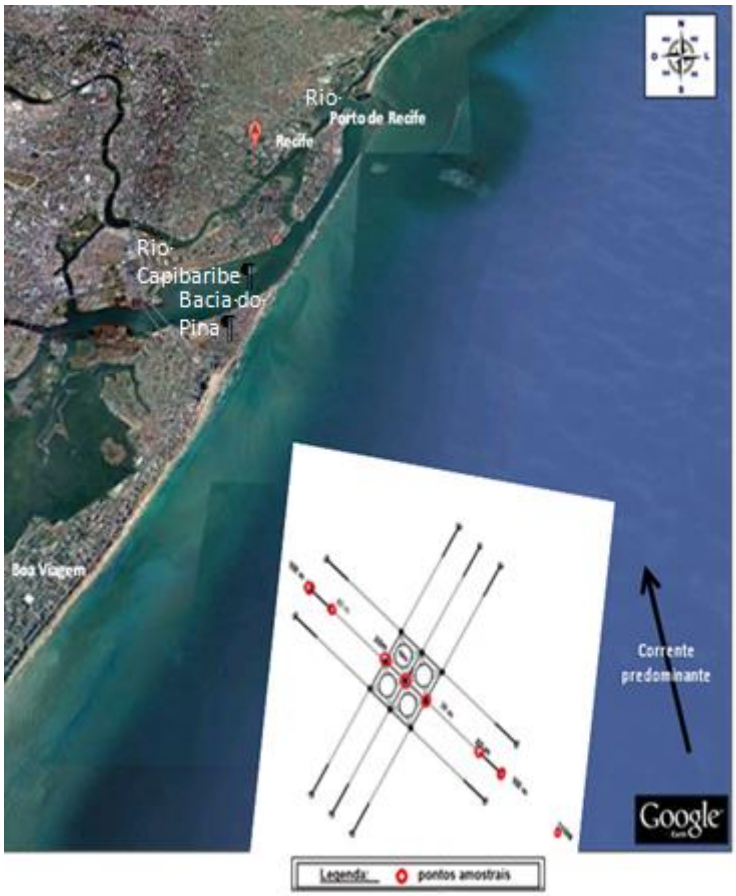

Figura 2.3 – Distribuição dos tanques de criação e pontos amostrais (estações de coleta) da pesquisa, Recife-PE.
Fonte: KLEIN, 2012

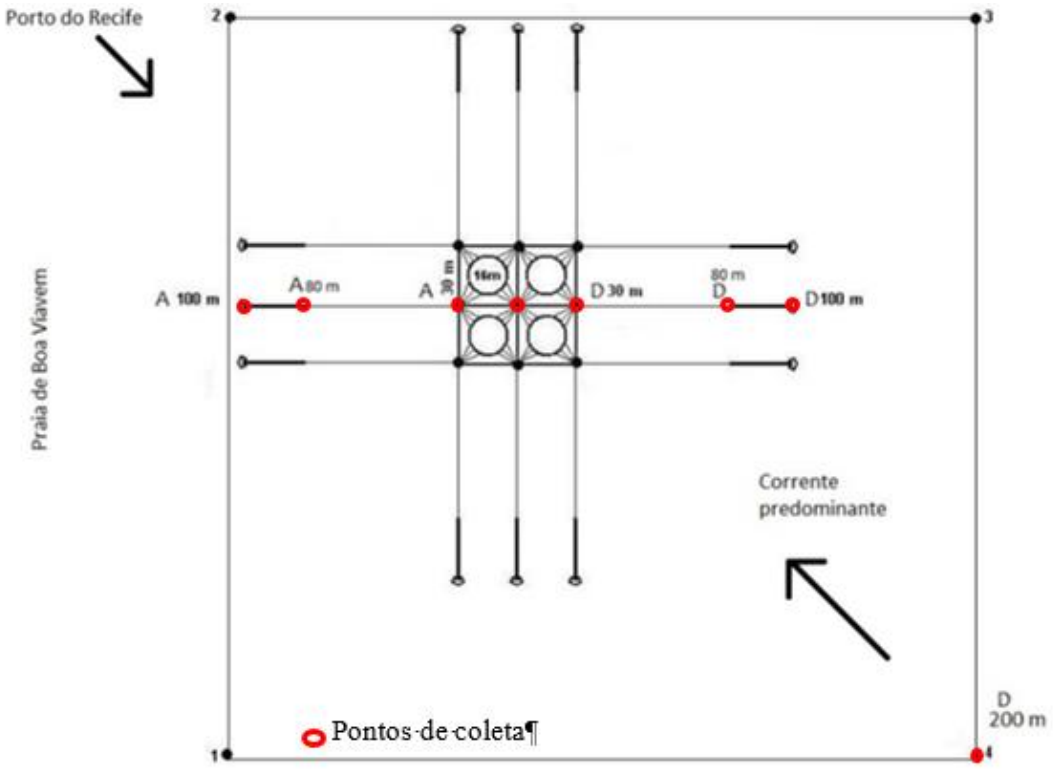

Figura 2.4 – Distribuição das diferentes Estações de coleta de água, Recife-PE

As estações foram escolhidas de forma a viabilizar as coletas e garantir que estas sempre ocorressem no mesmo local. Os pontos escolhidos localizavam-se próximos às boias e cabos das estruturas das gaiolas, o que garantia melhor visualização dos pontos, tanto pelos tripulantes do barco, como pelos mergulhadores. As coletas realizadas na direção da costa (Oeste/pontos A) estavam alinhadas com a corrente predominante, e as coletas realizadas em direção ao oceano (Leste/pontos D), na direção oposta à corrente predominante.

Os parâmetros físico-químicos da qualidade da água de criação dos peixes foram avaliados *in locu*, com o auxílio de um medidor multiparâmetro YSI®, a saber: oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$), temperatura (°C), salinidade e pH. A transparência da água foi estimada por meio de disco de *Secchi* (m) apenas no ponto central dos tanques, não sendo viável realizar essa avaliação nas outras estações de coleta devido às dificuldades decorrentes da alta agitação do mar.

2.2.4 Análises físico-químicas na matéria prima e ração

Para caracterização biométrica e de rendimento em filé, foram coletados 30, 28, 30 e 31 peixes nos meses de fevereiro, abril, junho e setembro, respectivamente, sendo as análises

processadas segundo Savay-da-Silva (2009). Os peixes foram insensibilizados por termonarcose, proporção gelo: peixe de 1:1, e abatidos por asfixia, ainda na embarcação, logo após captura.

Em seguida, os mesmos foram transportados em caixas com gelo para o Laboratório de Piscicultura Marinha da UFRPE, em Recife-PE, onde foram realizadas as avaliações biométricas e de rendimento de filé.

Os filés foram então embalados em sacos plásticos, congelados (-25º C) e transportados, via aérea, em caixas térmicas com gelo reutilizável (bolsas térmicas/termogel) até o Laboratório de Tecnologia do Pescado da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba, SP, onde foram realizadas as análises de físico-químicas das amostras.

Para avaliação da composição centesimal da matéria prima foram analisadas 03 amostras compostas de cada coleta (N=3), sendo que cada uma dessas amostras foi elaborada por matéria prima de mais de um animal da mesma coleta. Para ração, foram avaliadas 03 amostras (N=3) do mesmo lote, visto que a ração fornecida aos animais foi a mesma durante todo ciclo de produção. Os parâmetros avaliados foram: **a) umidade**: determinada por perda de peso da amostra em estufa a 105º C, até peso constante (PREGNOLATTO; PREGNOLATTO, 1985); **b) proteína bruta:** através da determinação do nitrogênio total, pelo método de Microkjeldahl, e conversão em proteína, multiplicando o valor obtido pelo fator 6,25 (JOHNSON; ULRICH, 1974); **c) Cinza**: determinada por calcinação da matéria orgânica em forno mufla a 550º C (PREGNOLATTO; PREGNOLATTO, 1985; WINTERS; TENNYSON, 2005); **d) lipídeos totais**: determinados através do método de *Soxhlet*, utilizando hexano como solvente extrator (PREGNOLATTO; PREGNOLATTO, 1985). Os cálculos dos resultados foram expressos em base úmida.

Para avaliação da composição em ácidos graxos, tanto para matéria prima (N = 1 amostra composta por coleta) como para ração (N=1), os ésteres metílicos foram obtidos, conforme metodologia descrita por Hartman e Lago (1973). No processo de esterificação, o óleo foi extraído segundo método de Folch, Lees e Stanley (1957). No material a ser analisado foi adicionado 5 mL de NaOH metanólico, seguido de aquecimento em chapa a 65 -70º C por 15 minutos. À solução quente foram adicionados 10 mL do reagente de esterificação, composto de solução de cloreto de amônia e ácido sulfúrico em metanol. Em seguida, o material foi retornado ao aquecimento por mais 10 minutos. Após resfriamento, foram adicionados 10 mL de hexano, foi feita a agitação leve e aguardada a separação de fases. Foi

descartada a fase inferior; a fase superior foi filtrada em papel de filtro com sulfato de sódio anidro. As amostras foram armazenadas em frascos âmbar até a leitura em cromatógrafo.

A composição em ácidos graxos foi realizada através de cromatrógrafo gasoso (Konic – Modelo HRGC 4000A) com detector de chama, em coluna cromatográfica de sílica fundida-CP Sil 88 Tailor Made FAME (Chrompak) 50m x 0,25mm id, filme 0,2µm. A cromatografia gasosa foi realizada conforme previsto no *Official methods and recommended practices of the Americam Oil Chemists Society* (AOCS) – método Ce 1-62; Ce 1b-89; Ce 1c-89 (FIRESTONE, 1998). A temperatura da coluna foi aferida para a faixa de 180º C a 225º C, com taxa de aquecimento de 5º C por minuto, enquanto que a temperatura do detector e do injetor foi fixada em 300 e 270º C, respectivamente. A vazão do gás de arraste (hidrogênio) foi de 0,5 mL/minuto e o volume de injeção de 0,5µL.

2.2.5 Análise estatística

Para os parâmetros ambientais e para a variável ácidos graxos, realizou-se uma análise estatística descritiva dos resultados.

Para as variáveis temperatura da água, oxigênio dissolvido, pH e salinidade, avaliou-se os resultados, considerando-se que o experimento foi instalado segundo um esquema fatorial com um delineamento em blocos casualizados em que os fatores foram 4 meses e 8 estações de coleta e os blocos foram 3 profundidades (1 m, 10 m e 20 m). As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o *software* R (2013). Para avaliar a dependência espacial das variáveis medidas foi utilizado o teste de Moran, com matriz de pesos pelo inverso da distância entre os pontos. Utilizou-se a ANOVA, para verificar a significância dos fatores avaliados. Para verificar a pressuposições da ANOVA, foram realizados o teste de *Kolmogorv-Smirnov* para normalidade dos erros e o teste de *Durbin-Watson* para independência dos erros. Quando detectada a significância dos fatores na ANOVA foi utilizado o teste de *Scott-Knott* para comparação de médias. Foi detectada a ausência de normalidade dos resíduos para as variáveis oxigênio e salinidade, portanto, foi realizada transformação de *box-cox* dos dados.

Utilizou-se o mesmo *software* estatístico para submeter os resultados obtidos nas análises biométricas, de rendimento e composição centesimal, à análise de variância - ANOVA, para verificar a significância dos fatores avaliados, com relação aos diferentes

meses de coleta. Para verificar a pressuposição da ANOVA, foi realizado o teste de *Kruskal-Wallis*, com um nível de significância previamente estabelecido de 5% ($p<0,05$).

2.3 Resultados e discussão

2.3.1 Parâmetros ambientais: índice pluviométrico e temperatura do ar

Analisando-se os índices pluviométricos (mm) registrados no ano de 2011, em Recife-PE, verifica-se uma grande variação dos valores observados nos diferentes meses de coleta (±216,8 mm). Sendo que, na coleta de abril, registrou-se o maior índice de chuvas ou precipitação de água (647,4 mm), enquanto em setembro o menor (35,7 mm) (Figura 2.5).

A literatura indica que os índices de precipitações podem gerar diversas consequências ao meio ambiente aquático. Além dos níveis de poluição, podem favorecer a diminuição da turbidez, consequentemente, aumento da transparência, temperatura, condutividade, sólidos em suspensão e oxigênio dissolvido da água (SILVA et al., 2008).

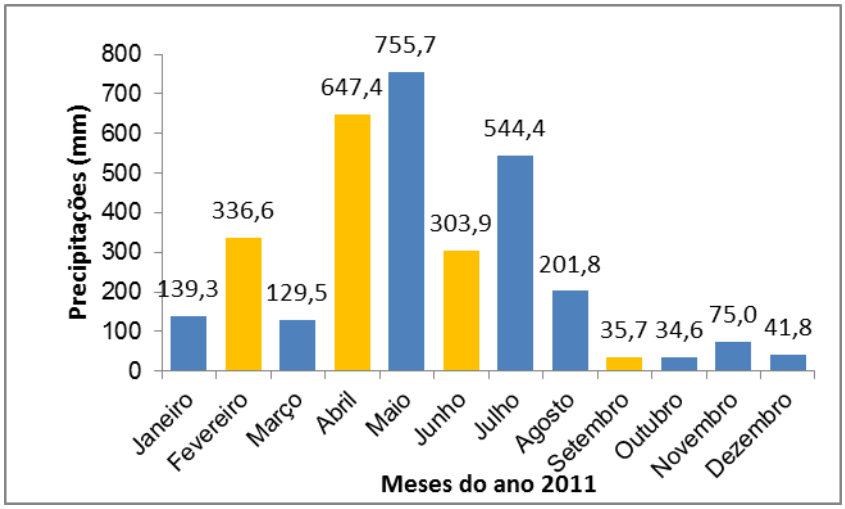

Figura 2.5– Índices pluviométricos (mm) registrados no ano de 2011 em Recife-PE (valores médios)
Fonte: Estação Meteorológica 82900-Recife (Curado)-PE (INMET, 2013).

Na Figura 2.6, estão representadas as médias das temperaturas máximas e mínimas do ar, registradas pela Estação Meteorológica do INMET, em Recife-PE, no ano de 2011.

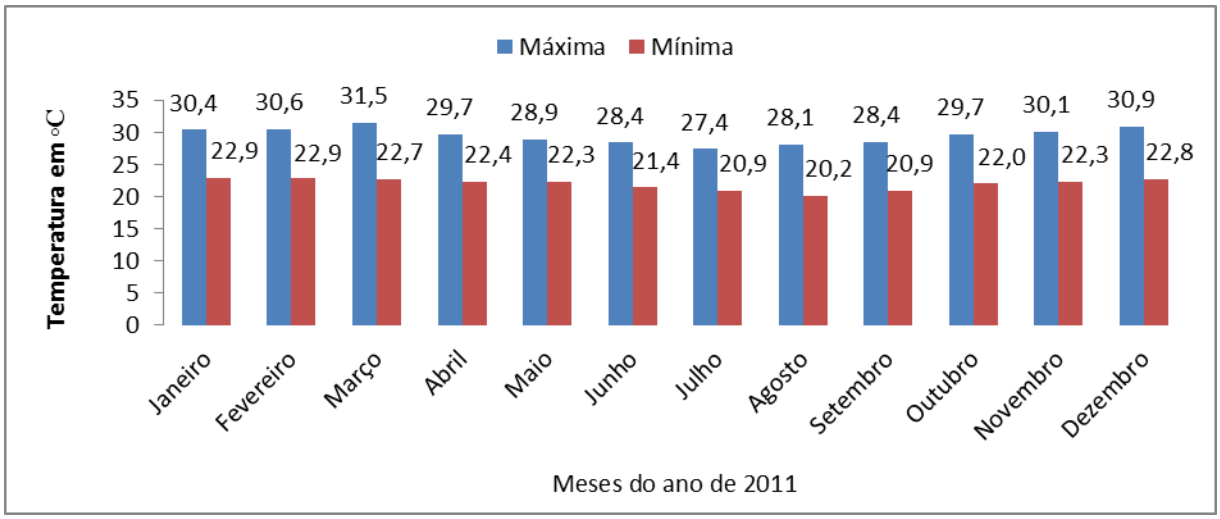

Figura 2.6 – Temperaturas mínimas e máximas (°C) do ar, registradas no ano de 2011 em Recife- PE (valores médios)
Fonte: Estação Meteorológica 82900-Recife (Curado)-PE (INMET, 2013).

As médias das temperaturas máximas e mínimas do ar aferidas nos meses de coleta apresentaram pouca variação (Figura 2.6), com desvio padrão de ±0,9 e ±0,7 para máximas e mínimas, respectivamente. Devido a essa baixa variação das temperaturas do ar registradas nos diferentes meses de coleta, supõe-se que essa variável pouco influenciou nos resultados obtidos para temperatura da água de criação dos peixes, onde foram observadas, no entanto, maiores variações.

Em estudo realizado em Daya Bay-China, entretanto, a temperatura da água dos tanques de criação ao ar livre foi fortemente afetada pela temperatura do ar, devido ao restrito volume de água nos tanques (SUN; CHEN; HUANG, 2006).

Sabe-se ainda que a maricultura, tipo *offshore*, tem sido identificada como uma potencial opção para o aumento da produção de pescado, sendo foco internacional das atenções por mais de uma década. No entanto, a produção em mar aberto requer uma abordagem de engenharia completamente nova, porque os equipamentos e os métodos utilizados atualmente para a produção de peixes, crustáceos e moluscos em sistemas tipo *nearshore*, áreas protegidas ou em áreas continentais, são impróprias para o sistema *offshore* (LANGAN, 2008).

Outro desafio a ser superado são as interferências ambientais, ou suas consequências, que pouco podem ser controladas nesse tipo de sistema de produção como, por exemplo, volume de chuvas e temperatura ambiente. Nesse caso, esses fatores exercem muito mais influência na qualidade da água de produção dos peixes do que em outros tipos de sistemas, como tanques escavados, por exemplo, onde é possível corrigir algumas alterações da

composição físico-química da água ocasionadas por intempéries ambientais, tais como uso de aeradores para aumento da taxa de oxigênio dissolvido na água ou adição de calcário para diminuir a turbidez.

2.3.1 Parâmetros de qualidade da água de criação dos beijupirás

Quando realizado o teste de Moran para verificar a dependência espacial das variáveis, temperatura da água de criação dos peixes, oxigênio dissolvido, pH e salinidade, em nível de 5% de significância, observou-se que não há dependência espacial para as variáveis testadas, indicando que os valores encontras foram obtidos aleatoriamente (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 – Valores de p para o Teste de Moran para avaliar a dependência espacial das variáveis medidas

Variáveis	***p*-valor***
Oxigênio	0,4656
pH	0,2231
Temperatura	0,2219
Salinidade	0,6292
Condutividade	0,4125

*Valores de $p \leq 0,05$: indicam dependência espacial.

2.3.1.1 Temperatura da água

Verificou-se que, com relação a variável temperatura da água de criação dos peixes, a análise de variância não detectou interação entre meses e estações de coleta (p = 0,9998), assim como também não há diferença estatística significativa entre os resultados apresentados pelas diferentes estações de coleta (p = 0,6926), indicando uma estabilidade da temperatura da água no local onde as gaiolas foram instaladas, o que é um fato interessante para a aquicultura. Além disso, há diferença estatística entre a média de todos os resultados apresentados para essa variável nos diferentes meses de coleta, ao nível de 5% de significância (p = <0,0001) (Tabela 2.2). Porém, embora esses valores tenham variado

significativamente entre si (5%), ainda ficaram dentro do indicado como adequado para um bom desempenho dessa espécie.

Na Tabela 2.2 verificam-se as médias dos valores apresentados em cada mês de coleta, e na Tabela 2.3, as médias dos valores apresentados em cada estação de coleta nos diferentes meses monitorados.

Tabela 2.2– Temperaturas (°C) da água de criação de beijupirás, registradas em diferentes meses do ano de 2011, na cidade de Recife- PE (valores médios)

Meses de coleta	**Temperaturas (º C)**
Fevereiro	29,0[a]
Abril	29,8[b]
Junho	27,1[c]
Setembro	26,2[d]

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si em nível de 5% de significância. Utilizou-se o teste de *Scott-Knott* para comparação das médias de temperatura da água de criação dos beijupirás. N=3

Tabela 2.3 – Temperatura da água de criação dos beijupirás, registrada em cada estação de coleta, em diferentes meses do ano de 2011, em Recife-PE

Meses/2011	**Estações de coleta**							
	A30	**A80**	**A100**	**X**	**D30**	**D80**	**D100**	**D200**
Fevereiro	28,9	29,0	29,0	28,1	29,1	29,0	29,0	29,0
Abril	29,7	29,9	29,8	29,8	29,8	29,8	29,8	29,7
Junho	27,1	27,1	27,2	27,2	27,2	27,2	27,2	27,1
Julho	26,2	26,1	26,2	26,2	26,2	26,2	26,2	26,2

X = centro das gaiolas; A30 = 30 m, A80 = 80 m e A100 = 100 m das gaiolas de criação em direção a orla da praia; D30 = 30 m, D80 = 80 m e D100 = 100 m das gaiolas de criação em direção ao alto mar; D200 = controle - 200 m das gaiolas em direção ao alto mar. N=3.

A temperatura da água é um dos principais fatores que afetam o crescimento dos peixes em ambientes naturais (YU; UENG, 2007). O crescimento, sobrevivência e conversão alimentar do beijupirá são máximos em águas com faixa de temperatura entre 27 a 29ºC (SUN, CHEN; HUANG, 2006; NAKAMURA, 2007; CAVALLI; DOMINGUES; HAMILTON, 2011). Outros autores relatam que a taxa de crescimento dessa espécie atinge os valores mais elevados em temperaturas entre 28,6 a 30,5 °C (YU; UENG, 2007), que neste presente experimento correspondeu à faixa de temperatura média registrada nos meses de

fevereiro e abril (Tabela 2.2). Entretanto, temperaturas entre 22 a 32º C ainda podem ser consideradas propícias para criação desta espécie (CHANG et. al., 1999), que na natureza é encontrada em águas mornas, com temperaturas de 16,8º C a 32º C (SHAFFER; NAKAMURA, 1989). Sendo assim, os valores observados em todas as estações de coleta apresentaram-se propícios para criação dessa espécie (Tabela 2.3).

A literatura relata ainda que, os beijupirás param de se alimentar em temperaturas entre 16º C e 17º C, quando as taxas de mortalidade começam a aumentar (ATWOOD et al., 2004), sendo que essa espécie tem ainda maior sensibilidade a temperatura, quando criados em gaiolas no mar, cessando sua alimentação a temperaturas abaixo de 18º C (NHU; NGUYEN; LE, 2011). Nesta pesquisa, todavia, observou-se que todas as temperaturas registradas para água de criação dos beijupirás estavam acima desses valores, e por isso não representaram risco de mortalidade aos animais.

A variação da temperatura da água nos diferentes meses de coleta pode ainda ser justificada pela variação dos índices de chuvas detectados nesse mesmo período (Figura 2.5). O aumento da temperatura da água no mês em que ocorreu o maior índice de precipitação, 647,4 mm em abril, e diminuição da mesma no mês de menor índice de precipitação, 35,7 mm em setembro, confirmam as observações feitas por Silva et al. (2008).

2.3.1.2 Oxigênio dissolvido

Para a variável “oxigênio dissolvido” na água de criação dos peixes, a análise de variância detectou interação, ao nível de 5% de significância, entre todos os fatores analisados: meses e estações de coleta (p = 0,0494); diferentes estações de coleta (p = 0,0013); e meses de coleta (p = <0,0001).

Ao se avaliar cada estação de coleta, observou-se que na Estação A100, apenas o valor médio de oxigênio dissolvido, 7,79 $mg.L^{-1}$, registrado no mês de setembro diferiu estatisticamente dos valores registrados nos outros meses. Assim como o valor médio, 7,64 $mg.L^{-1}$, apresentado no mesmo mês de setembro na Estação D200. Já para a Estação D30, foi o valor médio apresentado para o mês de fevereiro, 5,39 $mg.L^{-1}$, que mostrou-se diferente estatisticamente, dos valores apresentados nos outros meses de coleta na mesma estação.

Se levado em consideração apenas o fator “meses de coleta”, verifica-se que no mês de fevereiro, o valor apresentado pela Estação D30 foi o único que apresentou diferença estatística significativa (5%) dos demais valores registrados nas outras estações no mesmo

mês. E no mês de setembro, as Estações X, D30, D80 e D100 não apresentaram diferença estatística entre si, mas apresentaram diferença com relação aos valores registrados nas demais estações, sendo ainda os menores valores registrados nesse mês. Nos meses de abril e junho, nenhum dos valores médios apresentados pelas diferentes estações apresentou diferença estatística significativa entre eles em nível de 5% (Tabela 2.4).

Todos os valores médios registrados, exceto o valor médio da Estação D30, no mês de fevereiro, estão de acordo com o recomendado pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, Resolução 357 de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005), para águas salinas da classe 1, destinadas a aquicultura e a atividade de pesca. Essa resolução especifica, como recomendado, valores iguais ou superiores a 6 $mg.L^{-1}$ de oxigênio dissolvido na água para esse tipo de atividade (Tabela 2.4).

Tabela 2.4 – Níveis de oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$) registrados em cada Estação de coleta, em diferentes meses do ano de 2011, em Recife-PE (valores médios)

Estações de coleta	**Meses de coleta/2011**			
	Fevereiro	**Abril**	**Junho**	**Setembro**
A30	$7{,}06^{Aa}$	$7{,}31^{Aa}$	$7{,}38^{Aa}$	$7{,}63^{Aa}$
A80	$7{,}01^{Aa}$	$7{,}14^{Aa}$	$7{,}28^{Aa}$	$7{,}52^{Aa}$
A100	$7{,}21^{Ab}$	$7{,}24^{Ab}$	$7{,}10^{Ab}$	$7{,}79^{Aa}$
X	$6{,}85^{Aa}$	$7{,}21^{Aa}$	$7{,}20^{Aa}$	$6{,}85^{Ba}$
D30	$5{,}39^{Bb}$	$7{,}25^{Aa}$	$7{,}14^{Aa}$	$6{,}99^{Ba}$
D80	$7{,}03^{Aa}$	$7{,}22^{Aa}$	$7{,}28^{Aa}$	$7{,}29^{Ba}$
D100	$7{,}15^{Aa}$	$7{,}32^{Aa}$	$7{,}23^{Aa}$	$7{,}36^{Ba}$
D200	$7{,}10^{Ab}$	$7{,}26^{Ab}$	$7{,}25^{Ab}$	$7{,}64^{Aa}$

Teste de *Scott-Knott* para comparação de médias. A30 = 30 m, A80 = 80 m e A100 = 100 m das gaiolas de criação em direção a orla da praia; X = centro das gaiolas; D30 = 30 m, D80 = 80 m e D100 = 100 m das gaiolas de criação em direção ao alto mar; D200 = controle - 200 m das gaiolas em direção ao alto mar. Média seguida de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de significância. As letras minúsculas (linha) referem-se à comparação dos meses dentro de cada estação, já as letras maiúsculas (coluna) a comparação das estações dentro de cada mês. N=3.

Alguns trabalhos apontam que o beijupirá não é uma espécie muito resistente ao estresse e requer níveis elevados de oxigênio dissolvido, pois produz altas taxas metabólicas devido ao seu comportamento ativo (LIAO et al., 2004). Além disso, o oxigênio dissolvido pode ser um fator limitante na produtividade dos sistemas aquícolas, uma vez que, concentrações abaixo de 4 $mg.L^{-1}$ geralmente causam estresse aos peixes, reduzindo o

consumo de alimento e a resistência a doenças (MASSER; CICHIRA; GILBERT, 1993). Todavia, a maioria dos valores observados neste experimento foram superiores a 6 $mg.L^{-1}$, o que não representa problema para esse tipo de atividade.

A literatura mostra correlação positiva entre precipitação e taxa de oxigênio dissolvido na água (SILVA et al., 2008). Nesta presente pesquisa, todavia, o mês que apresentou menor índice de precipitação, 35,7 mm em setembro, foi o que apresentou maiores níveis de oxigênio dissolvido na água para a maioria, ou seja, 75% das estações monitoradas, exceto para X e D30.

Pesquisas objetivando estudar o impacto ambiental da criação de beijupirás em gaiolas instaladas em mar aberto no litoral de Pernambuco, Brasil, verificaram que, ao longo de todo o período de criação, os valores de oxigênio dissolvido da água mantiveram-se sempre acima de 5 $mg.L^{-1}$(KLEIN, 2012).

Verifica-se que grande parte dos valores de oxigênio dissolvido, registrados (Tabela 2.4) nesse experimento, estão próximos dos níveis relatados na maioria dos experimentos encontrados na literatura, $\geq$ 7,0 $mg.L^{-1}$ (MAI et al., 2009; LIU et al., 2013). No entanto, também há experimentos que citam níveis menores, a partir de 6,0 $mg.L^{-1}$, como satisfatórios para a criação dessa espécie (SUN; CHEN; HUANG, 2006; SUN; CHEN, 2009).

A literatura descreve que a criação de beijupirá ocorreu adequadamente com os seguintes parâmetros ambientais: 29,3º C ± 0,3º C (n = 580) de temperatura da água; e 5,98 ± 0,28 $mg.L^{-1}$ (n = 580) de oxigênio dissolvido na água (NUNES et al., 2014). Esse último valor está bem próximo aos 5,39 $mg.L^{-1}$ de oxigênio dissolvido, registrado nesse trabalho, na Estação D30, no mês de fevereiro. O que sugere que mesmo sendo um valor menor do que o estabelecido como ideal pela legislação vigente (BRASIL, 2005), ainda é viável a criação de beijupirás nessas condições.

Além disso, níveis elevados de oxigênio na água de gaiolas de criação de beijupirás podem ser mantidos com a ajuda de fortes correntes, que renovam a água das gaiolas, eliminando os resíduos excretados pelos animais (MAI et al., 2009). Nos dias de coleta, percebeu-se grande agitação do mar durante todo tempo de execução das atividades. Klein (2012), durante um monitoramento realizado em gaiolas de beijupirás instaladas na mesma região, no período de setembro/2010 a dezembro/2011, registrou velocidade média das correntes de 0,26 m/s, e o valor máximo de 0,78 m/s, valores considerados elevados. O autor ainda destaca que o mar encontrou-se agitado na maior parte do período avaliado. Isso explica os altos valores de oxigênio dissolvido encontrados na maioria das amostras de água avaliadas. Os menores valores de oxigênio dissolvido foram registrados nas amostras das

Estações X e D30. A Estação X era o ponto central entre as gaiolas, e a Estação D30 logo após as mesmas, sendo assim, provavelmente, a força da correnteza pode ter diminuído nesses pontos, justamente por causa das próprias gaiolas.

2.3.1.3 pH

Com relação ao pH registrado na água de criação dos peixes, a análise de variância detectou interação, em nível de 5% de significância, entre os fatores "meses e estações de coleta" (p = 0,0001) e entre os diferentes meses de coleta (p = <0,0001). Não sendo detectada diferença estatística significativa entre as estações (p = <0,8411) no mesmo mês de coleta (Tabela 2.5).

Tabela 2.5 – Valores de pH registrados nas estações de coleta, em diferentes meses do ano de 2011, em Recife-PE (valores médios)

Estações de coleta	**Meses de coleta**			
	Fevereiro	**Abril**	**Junho**	**Setembro**
A30	$6,73^{Ac}$	$8,51^{Ab}$	$8,69^{Ab}$	$8,96^{Aa}$
A80	$6,59^{Ac}$	$8,57^{Ab}$	$8,67^{Ab}$	$8,91^{Aa}$
A100	$6,63^{Ac}$	$8,52^{Ab}$	$8,71^{Ab}$	$8,93^{Aa}$
X	$6,54^{Ac}$	$8,70^{Ab}$	$8,70^{Ab}$	$8,98^{Aa}$
D30	$6,01^{Ac}$	$8,83^{Ab}$	$8,68^{Ab}$	$9,05^{Aa}$
D80	$6,62^{Ac}$	$8,52^{Ab}$	$8,74^{Ab}$	$8,98^{Aa}$
D100	$6,57^{Ac}$	$8,56^{Ab}$	$8,74^{Ab}$	$9,00^{Aa}$
D200	$6,67^{Ac}$	$8,50^{Ab}$	$8,77^{Aa}$	$8,86^{Aa}$

Teste de *Scott-Knott* para comparação de médias. A30 = 30 m, A80 = 80 m e A100 = 100 m das gaiolas de criação em direção a orla da praia; X = centro das gaiolas; D30 = 30 m, D80 = 80 m e D100 = 100 m das gaiolas de criação em direção ao alto mar; D200 = controle - 200 m das gaiolas em direção ao alto mar. Média seguida de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de significância. As letras minúsculas (linha) referem-se à comparação dos meses dentro de cada estação, já as letras maiúsculas(coluna) a comparação das estações dentro de cada mês. N=3.

O pH da água do mar tende a ser levemente alcalino, com valores normalmente entre 7,5 e 8,4 (AMINOT; CHAUSSEPIED, 1983). Nenhum dos valores de pH registrados ao longo deste presente experimento encontra-se nessa faixa. Os valores registrados em todas as

estações de coleta no mês de fevereiro são inferiores, e nos demais meses superiores a essa faixa de pH relatada na literatura como normal para águas do mar.

Da mesma forma, todos os valores observados (Tabela 2.5) na coleta de setembro e os valores registrados nos meses de fevereiro e abril para a Estação D30 estão em desacordo com os limites estabelecidos pela legislação vigente (BRASIL, 2005) para prática da atividade de criação de peixes em águas salinas. Esta resolução especifica que o pH da água de criação deve estar entre 6,5 e 8,5, não devendo haver alteração superior a 0,2 unidades nesse valor. Observou-se que 68,75 % das amostras apresentaram valores de pH em conformidade com a legislação vigente.

Verifica-se ainda que houve certa regularidade nos valores de pH, registrados nas diferentes estações, dentro de cada mês de coleta.

Essa estabilidade dos valores de pH apresentados em cada mês, pode ser justificada pelo efeito tampão natural existente nas águas oceânicas (KLEIN, 2012).

Na criação de organismos aquáticos, o controle do pH é importante, uma vez que este pode afetar o desenvolvimento e crescimento dos mesmos e até as formas dos nutrientes dissolvidos (VINATEA, 1997). Modificações nas concentrações de CO_2, devido às atividades de respiração, fotossíntese e trocas entre a atmosfera e oceano, podem modificar os valores do pH (AMINOT; CHAUSSEPIED, 1983).

Nesta pesquisa, verifica-se que os maiores valores de pH foram observados no mês de setembro, que apresentou o menor índice pluviométrico, 35,7 mm. Silva et al. (2008), no entanto, relataram uma correlação positiva entre precipitação de chuvas e pH da água.

Pode-se justificar os menores valores de pH observados no mês de fevereiro como devidos ao maior número de peixes presentes nas gaiolas, no início do ciclo de produção, quando ainda não haviam sido retiradas amostras de peixes para as análises previstas no projeto, o que provavelmente ocasionou maior liberação de gás carbônico na água, devido à maior taxa de respiração dos animais e consequente diminuição do pH.

Quanto maior a quantidade de excretas liberadas pelos animais e maior a quantidade de ração na água, haverá maior quantidade de amônio e menor será o pH do meio (TOVAR et al., 2000), o que também pode ter contribuído para os menores valores de pH registrados no mês de fevereiro, visto que, novamente, por haver maior número de peixes nas gaiolas nesse mês, maior era a quantidade de ração fornecida e, consequentemente, maior era a quantidade de excretas eliminadas pelos animais.

Na literatura, encontra-se que beijupirás apresentaram bom desenvolvimento em águas de mar com valores de pH entre 7,92 e 8,16 (BENETTI et al., 2008a), ou seja, uma faixa de pH bem próxima à da maioria dos valores encontrados neste presente trabalho.

Em um experimento no qual o intuito era testar diferentes dietas na criação de beijupirás, os autores registraram que o pH da água dos tanques onde os animais eram alimentados com a dieta comercial foi mais elevado, 7,90 ± 0,12, em relação aos alimentados com as dietas com 12 e 25% de substituição de farinha de salmão, 7,82 ± 0,18 e 7,83 ± 0,18, respectivamente (PINTO et al., 2014). Esses valores foram maiores apenas que os valores encontrados nas amostras de fevereiro deste presente experimento.

Em um estudo a respeito do impacto ambiental da criação de beijupirás em gaiolas instaladas em mar aberto no litoral de Pernambuco, o autor relata que ao longo de todo o período de criação, os valores de pH da água variaram entre 8,5 e 9,5 (KLEIN, 2012). Sendo esses valores também próximos aos encontrados neste experimento (Tabela 2.5).

2.3.1.4 Salinidade

Para as taxas de salinidade da água de criação dos peixes, a análise de variância detectou interação, em nível de 5% de significância, entre os fatores “meses e estações de coleta” (p = 0,0222) e entre os diferentes meses de coleta (p = <0,0001) na mesma estação. No entanto, não foi detectada diferença estatística significativa entre as estações de coleta (p = <0,0987) dentro do mesmo mês de coleta.

Todos os valores médios observados (Tabela 2.6) para salinidade, independente do mês ou estação de coleta, estão em concordância com a classificação estabelecida pelo CONAMA (BRASIL, 2005) para águas salinas, que estabelece valores superiores a 30 para atividade de piscicultura.

No que diz respeito ao parâmetro salinidade, os sais correspondem à maioria dos elementos em dissolução no meio marinho, sendo assim estão diretamente relacionados com essa propriedade da água. Tradicionalmente, a salinidade é medida em partes por mil (^{o}/oo) ou $g.L^{-1}$, ou seja, é medida a quantidade em g de sal por litro de água. Hoje, com a possibilidade de se medir a salinidade pela condutividade de uma amostra de água em comparação com uma medida-padrão, a salinidade passou a não ter mais unidades de medida, ficando adimensional (MDMAT, 2014).

Tabela 2.6 – Salinidade registrada em cada estação de coleta, em diferentes meses do ano de 2011, em Recife-PE (valores médios).

Estação de coleta	**Meses de coleta**			
	Fevereiro	**Abril**	**Junho**	**Setembro**
A100	36,77^{Aa}	36,94^{Aa}	35,32^{Ab}	35,86^{Ab}
A30	36,99^{Aa}	37,21^{Aa}	36,18^{Aa}	35,55^{Aa}
A80	36,77^{Aa}	37,16^{Aa}	35,29^{Ab}	35,56^{Ab}
X	36,41^{Ab}	37,25^{Aa}	34,22^{Ac}	35,85^{Ab}
D100	33,84^{Ab}	36,98^{Aa}	35,64^{Ab}	35,83^{Ab}
D200	36,75^{Aa}	37,21^{Aa}	36,08^{Ab}	35,66^{Ab}
D30	36,99^{Aa}	36,71^{Aa}	35,72^{Ab}	35,55^{Ab}
D80	36,77^{Aa}	36,98^{Aa}	35,59^{Ab}	35,62^{Ab}

Teste de *Scott-Knott* para comparação de médias. A30 = 30 m, A80 = 80 m e A100 = 100 m das gaiolas de criação em direção a orla da praia; X = centro das gaiolas; D30 = 30 m, D80 = 80 m e D100 = 100 m das gaiolas de criação em direção ao alto mar; D200 = controle - 200 m das gaiolas em direção ao alto mar. Média seguida de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de significância. As letras minúsculas (linha) referem-se a comparação dos meses dentro de cada estação, já as letras maiúsculas (coluna) a comparação das estações dentro de cada mês. N=3.

Espera-se que a água do mar tenha uma faixa de salinidade entre 26 e 34 (BENETTI et al., 2008a). No entanto, verificou-se que todos os valores registrados nesse experimento estão acima dessa faixa (Tabela 2.6).

Na literatura, quanto à criação do beijupirá, encontra-se como recomendado uma ampla faixa de salinidade, de 4 a 35 (CHANG et al., 1999) e até de 8 a 44 (KAISER; HOLT, 2005). Sendo assim, todos os valores de salinidade observados nas amostras de água avaliadas, nesta pesquisa, estão dentro da faixa dita, pela literatura, como propícia para criação dessa espécie.

Para beijupirás juvenis, foi observado que os mesmos requerem, para um bom desenvolvimento e alta taxa de sobrevivência, níveis de salinidade e temperatura da água maiores que 8 e maiores que 12,9 ° C, respectivamente (ATWOOD et al., 2004).

Não existe, todavia, uniformidade nos valores de salinidade, sugeridos como ideais para criação de beijupirás. Há trabalhos que afirmam que a criação de beijupirás em gaiolas no mar foi bem sucedida, quando a faixa de salinidade da água encontrava-se entre 24 e 26 (MAI et al., 2009). Outros relatam a criação dessa espécie em águas onde a salinidade alcançou uma média de 41 (NUNES et al., 2014).

A salinidade pode variar segundo as condições climáticas, apresentando-se mais elevada em épocas com menores índices de chuvas e maiores temperaturas (KLEIN, 2012). Verificou-se, entretanto, que os valores mais elevados de salinidade foram observados, em sua maioria, no mês de abril, o qual apresentou o maior índice pluviométrico, 647,4 mm e temperatura máxima média de 29,7º C. Os menores valores de salinidade foram registrados, na maioria das vezes, nas coletas realizadas no mês de junho, que também não apresentou o maior índice de chuvas, 303,9 mm, mas apresentou um dos menores valores médios de temperatura máxima, 28,4º C.

Experimentos demonstram que a salinidade da água de criação tem influência sobre o crescimento e a sobrevivência de beijupirás juvenis (RIBEIRO et al., 2014). Os autores relataram que maiores taxas de sobrevivência foram observadas nos peixes criados em tanques cuja água apresentava níveis de salinidade iguais a 7 e 15, ou seja, bem menores do que os níveis de salinidade encontrados nesse experimento. Esses autores ainda afirmaram que os tanques com valores de salinidade de 35; 25 e 4, apresentaram taxa de sobrevivência de 45,83%; 37,5%; e 12,5% , respectivamente.

Em outro experimento, é relatado que o comprimento, o peso médio final e a taxa de crescimento específica de beijupirás juvenis, criados a uma salinidade de 5, foram significativamente menores do que os mesmos parâmetros nos peixes criados em salinidades iguais a 15 e 30, tendo sido diretamente proporcionais à salinidade (DENSON et al., 2003). Segundo os autores, as taxas de crescimento específico foram de 0,51%/dia em salinidade igual a 5; 1,98%/dia em salinidade igual a15 e 2,46%/dia em salinidade igual a 30.

Com base nessa informação, supõe-se que os níveis de salinidade encontrados em todas as estações de coleta de água, são favoráveis ao aumento do peso final dos animais deste experimento.

Diferentemente do encontrado por Denson et al. (2003), nos experimentos de Resley, Webb e Holt (2006), o ganho médio de peso e a taxa de crescimento específico foram significativamente melhores para os peixes mantidos em águas com valores de salinidade iguais a 5 do que os peixes mantidos em taxas de salinidade mais elevadas.

Para o presente estudo, verifica-se que os animais continuaram ganhando peso, mesmo no mês de setembro, quando foram registrados valores mais baixos de salinidade.

2.3.1.5 Transparência

Quanto ao parâmetro transparência da água, entende-se que seu valor será menor quando houver redução da penetração da luz na água, devido à presença de matéria em suspensão ou substâncias coloidais (LACERDA; LAGE-FILHO, 2003). Para este parâmetro não há especificações na legislação brasileira, para o tipo de água avaliada, mas percebeu-se que os valores de transparência da água medidos através do disco de *Secchi* variaram de 6,0 a 14,5 metros (Figura 2.7).

O menor valor de penetração da luz (menor transparência) ocorreu no mês de menor índice pluviométrico (setembro) (Figura 2.5), concordando com Silva et al. (2008) que afirmaram ser a quantidade de chuva um dos fatores responsáveis pela transparência da água. Para esses autores, quanto menor o índice de precipitação de chuvas, menor será a transparência da água. Como setembro foi o mês em que foi registrado o menor índice pluviométrico, 35,7 mm, essa correlação torna-se plausível.

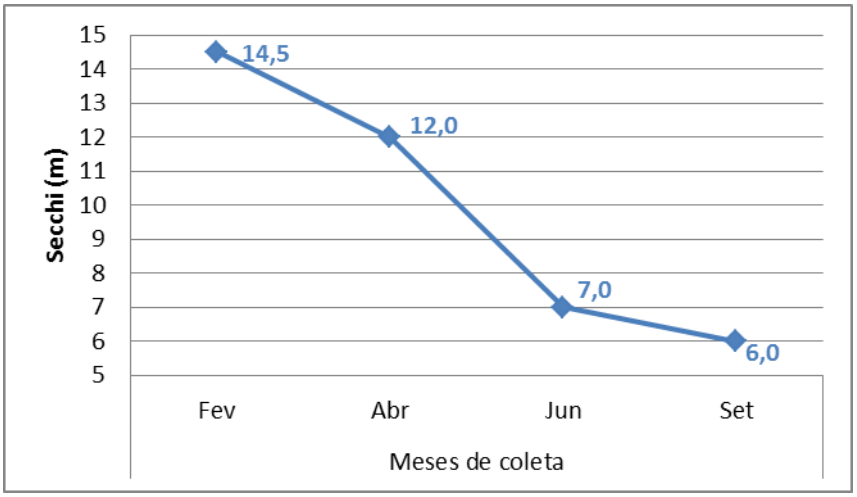

Figura 2.7 – Transparência da água (disco de *Secchi*) registrado na Estação X (centro das gaiolas de criação de beijupurás), nos diferentes meses de coleta do ano de 2011, em Recife-PE. N=3.

Em uma pesquisa onde foram realizadas coletas de fitoplâncton, durante aproximadamente 17 meses, em uma área de maricultura do município da Penha, em Santa Catarina, observou-se valores de transparência da água predominantemente maiores do que 2,5 m, em 75% dos dias amostrados. Segundo os autores, com esse valor ou maior, existe luz em toda a coluna de água, fato que implica, por exemplo, na possibilidade de desenvolvimento de algas bentônicas (RÖRIG et al., 1998). Todos os valores registrados ao longo dessa pesquisa foram maiores que este.

Os mesmos autores afirmam que altos índices de transparência na água podem ser um indicativo de baixa turbulência da água (com menor turbulência há menos material em suspensão), situação que favorece a acumulação de dinoflagelados na superfície da água, pois possibilita movimentação flagelar que em situações turbulentas não é significativa (RÖRIG et al., 1998).

Sendo assim, para aquicultura em água doce, a transparência é também um bom indicativo da densidade planctônica na água dos tanques e dos viveiros. Águas com valores de transparência inferiores a 30 cm indicam um excessivo enriquecimento em nutrientes e em plânctons, podendo gerar problemas, como baixos níveis de oxigênio dissolvido (TOLEDO; CASTRO, 2001). Sendo assim, esse parâmetro pode ser um bom indicador de qualidade, principalmente no que se refere à possibilidade de presença de espécies de cianobactérias produtoras de toxinas (GALVÃO, 2011).

Neste experimento, entretanto, o maior, 14,5 m, e o menor, 6,0 m, valor de transparência foram registrados para os meses de fevereiro e setembro, respectivamente, os quais apresentaram a mesma taxa de oxigênio dissolvido na água (6,85 $mg.L^{-1}$) na Estação X (Tabela 2.4), indicando pouca influência da transparência da água no que diz respeito às níveis de oxigênio dissolvido.

O parâmetro transparência da água parece ser mais importante para aquicultura em águas doces. Na maricultura são poucos os experimentos encontrados na literatura que relatam aferição dessa variável. Esse parâmetro só foi aferido na Estação X, uma vez que era a única estação que proporcionava condições viáveis para realização dessa análise. O mar agitado, as precárias condições das embarcações usadas no experimento, assim como, o despreparo das pessoas que realizavam as análises, pesquisadores, alunos, professores e alguns pescadores, no que diz respeito à permanência durante longo tempo em alto mar, foram alguns dos motivos dessa inviabilidade.

Relatos encontrados na literatura afirmam que ao se realizar um monitoramento ambiental, não é possível detectar acúmulo de impactos na qualidade da água e do solo do fundo do mar em torno de locais onde estão instaladas gaiolas de criação de beijupirás (*offshore*). Esses autores relatam que isso é o esperado já que as gaiolas são implantadas em áreas onde as correntes variam de 0,5 a 1,5 nós, o que propicia a dissipação de nutrientes, provindos da ração não consumida pelos peixes e outros produtos residuais dessas fazendas de criação. E que, quando corretamente localizada, planejada e gerida, a atividade de aquicultura no oceano pode ter alta produtividade e produzir peixes de qualidade, sem causar impactos ambientais significativos (BENETTI et al., 2008b).

Está claro que o monitoramento dos parâmetros ambientais é essencial para melhorar a gestão, produtividade e rentabilidade de fazendas de criação de beijupirás. Assim, é possível prever eventuais problemas decorrentes do desequilíbrio desse ecossistema e agir a tempo com medidas de controle e corretivas. Porém, quando se trata de fazendas instaladas em sistemas *offshores*, esse monitoramento é dificultado pela falta de estrutura física, equipamentos e mão de obra especializada para enfrentar as adversidades ocasionadas pela movimentação do mar. Tudo isso, impossibilita a aferição desses parâmetros com regularidade e repetibilidade satisfatória e necessária para implementação de um sistema de rastreabilidade efetivo e confiável.

2.3.2. Análises físico-quimicas da matéria prima

2.3.2.1 Avaliação biométrica e de rendimento em filé

Com relação à biometria e rendimento em filé dos beijupirás, verifica-se que para os parâmetros comprimento total dos peixes, tamanho total da cabeça, largura total do peixe, peso total do peixe e peso dos filés, os valores médios obtidos em cada mês de coleta diferiram estatísticamente entre eles , em nível de 5%. Para o parâmetro rendimento em filé, os valores médios obtidos no mês de fevereiro e abril não diferiram estatisticamente (5%) entre eles, mas diferiram dos valores obtidos nos meses de junho e setembro, sendo esses últimos estatisticamente semelhantes (Tabela 2.7).

Tabela 2.7 – Biometria e rendimento em filé de beijupirás coletados em diferentes meses, na estação experimental de Recife-PE, no ano de 2011 (valores médios; ±Desvio Padrão)

Mês (N)	Comprimento (cm)	Cabeça (cm)	Largura (cm)	Peso Total (g)	Filés (g)	Rendimento (%)
Fevereiro (30)	33,82[a] (±1,93)	6,89[a] (±0,49)	3,49[a] (±0,40)	200,63[a] (±53,99)	54,22[a] (±26,13)	26,00[a] (±6,85)
Abril (28)	29,98[b] (±1,74)	7,73[b] (±0,51)	3,72[b] (±0,21)	347,04[b] (±55,85)	95,10[b] (±19,43)	27,38[a] (±3,43)
Junho (30)	40,60[c] (±3,75)	8,71[c] (±1,47)	4,74[c] (±0,85)	647,04[c] (±250,78)	211,85[c] (±116,67)	30,78[b] (±15,95)
Setembro (31)	50,66[d] (±4,28)	11,40[d] (±1,21)	7,90[d] (±1,18)	1360,19[d] (±381,40)	481,41[d] (±194,81)	35,39[b] (±13,55)

N = número de amostras (peixes). Valores seguidos por letras iguais entre si não diferem estatisticamente a 5 % pelo teste de *Kruskal-Wallis*. Entretanto, valores seguidos por letras diferentes entre si, diferem. Para todas as variáveis p <0,0001.

Observa-se que para todos os parâmetros avaliados, os maiores valores foram obtidos nas amostras coletas no mês de setembro (Tabela 2.7).

Além disso, os dados de peso final total não estão de acordo com os apresentados na literatura para crescimento do beijupirá produzido em cativeiro, que indicam um ganho médio de 4,2 Kg/ano (SAMPAIO et al., 2011), ou até 6 a 10 Kg/ano (MIAO et al., 2009). Observa-se que em 10 meses de criação, os peixes apresentaram pesos totais inferiores ao esperado.

Destaca-se que não foram encontrados, na literatura consultada, artigos publicados, tanto em revistas nacionais como internacionais, que relatem claramente as características biométricas e de rendimento de beijupirás em tamanho comercial. Há, no entanto, algumas dissertações de mestrado, resumos de congressos e capítulos de livros (referentes a resultados de projetos) que, na sua maioria, descrevem pequenos experimentos, com amostragem reduzida ou avaliações incompletas. E, praticamente todos, usaram como amostra beijupiras juvenis.

Alguns autores confirmam essa informação ao relatarem que, até o momento, nenhum estudo relacionado com as características morfometrias, rendimento no processamento e composição de filé de beijupirá foi publicado no Brasil. Segundo eles, esses dados são importantes, pois podem fornecer subsídios às indústrias de processamento e a

potenciais piscicultores de beijupirá já que possibilitarão estimar seus ganhos econômicos com o processamento da espécie (GONÇALVES et al., 2014).

Em uma despesca de 223 beijupirás, criados em gaiolas em sistema *offshore* no litoral de Pernambuco, obteve-se média de peso total e comprimento de 1974,66 g (± 603,82 g) e 55,37 cm (± 6,35 cm), respectivamente. Os indivíduos variaram 37 cm a 64 cm de comprimento e de 415 g a 4.085 g de peso total, variabilidade esta que enfatiza a falta de tecnologias consolidadas para criação desta espécie no Brasil (OLIVEIRA, 2012).

Espécimes de beijupirá, criados em viveiros escavados, no final de um ciclo de engorda foram avaliados após despesca e observou-se comprimento total entre 43 e 55 cm para peixes com peso de 1,3 a 1,7 kg, respectivamente (GONÇALVES et al., 2014), maiores que os valores obtidos neste experimento para a mesma faixa de peso e comprimento total.

No entanto, sabe-se que parâmetros como comprimento total, tamanho total da cabeça e largura total do peixe podem variar não apenas com o estágio de vida em que eles se encontram no momento da captura ou despesca, mas também conforme a espécie a ser analisada, sexo do animal e ainda podem ser manipuladas através de programas de melhoramento genético das espécies, visto que alguns desses parâmetros têm influência direta no rendimento de filés.

O maior valor de rendimento em filés, verificado neste presente trabalho, foi observado na fase terminal do ciclo de produção, mês de setembro, na qual as amostras provenientes da despesca total das gaiolas apresentaram peso médio de 1,3 Kg e rendimento médio de 35,39 % (±13,55). Esse rendimento está acima do obtido em outros trabalhos para beijupirás entre 1,3 a 1,7 Kg, nos quais foram observados rendimentos de 31% para filés sem pele e, também relatados, outros tipos de cortes e seus respectivos rendimentos, a saber, 65% para peixes inteiros eviscerados e descabeçados; 62% para peixes inteiros eviscerados, descabeçados e sem cauda; 54% para peixes espalmados com pele; 51% para postas; e 40% para filés com pele (GONÇALVES et al., 2014).

O rendimento em filé de um peixe é outro fator que também depende do peso corporal, sexo, composição corporal (gordura visceral), características anatômicas do corpo e tamanho da cabeça (relação cabeça/corpo), grau de mecanização na filetagem, método de filetagem, destreza do operador e peso da pele e nadadeiras (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994; MACEDO-VIEGAS; SOUZA, 2004). Dentre esses fatores, é importante relatar que neste experimento a filetagem dos beijupirás foi realizada pelos próprios pesquisadores que participavam da pesquisa, e por isso não houve padronização do procedimento, visto que os

mesmos não apresentaram destreza para tal, o que provavelmente influenciou nos valores de rendimento observados.

Na literatura, encontra-se que os valores de rendimento de filetagem dependem da espécie de peixe avaliada, podendo variar de 25 a < 42 % (CLEMENT; LOVELL, 1994). Sendo assim, para maior precisão, é importante que a comparação dos valores de rendimento em filé seja feita com espécies que apresentam formato do corpo semelhante ao do beijupirá, já que para essa espécie são raros os trabalhos que apresentam esse tipo de informação.

Para isso, é importante levar em consideração que o beijupirá possui cabeça grande e achatada; corpo alongado e fusiforme; e nadadeira caudal truncada nos jovens e lunada nos adultos; com o lobo superior ligeiramente mais longo que o inferior (SHAFFER; NAKAMURA, 1989; FAO, 2014).

Sabe-se que peixes da família *Scombridae,* como atuns (*Thunnus sp*) e da família *Clupeidae,* como as sardinhas (*Sardinella brasiliensis)* também são classificados como peixes fusiformes, no entanto, geralmente essas espécies não são utilizadas industrialmente na forma de filés, sendo o rendimento desses espécies nesse tipo de corte também pouco divulgado, por isso não seriam espécies mais adequadas para realizar comparações com o beijupirá.

Por outro lado, os peixes da ordem *Siluriformes,* como o pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) e o cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*), também conhecidos como surubins (*Pseudoplatystoma sp*), são comumente comercializados na forma de filés. E ainda, são espécies com grande semelhança no formato do corpo dos beijupirás, sendo classificados de espécies com formato fusiforme deprimido, ou seja, com corpo alongado e roliço e cabeça deprimida (ROTTA, 2003).

Ao avaliar o rendimento em filé no processamento de surubins criados em tanques-rede, com pesos entre 1.280 e 1.340 g, foi registrado um rendimento médio em filés de 47,79 % (± 2,33) (BURKERT et al.; 2008), superior aos 35,39 % (±13,55) observados nas amostras de beijupirás, deste experimento, no mês de setembro, quando o peso médio dos animais estava próximo aos pesos observados para os surubins.

Por outro lado, em uma pesquisa que avaliou o rendimento cárneo das principais espécies de peixes comercializados no Estado do Amazonas, Brasil, observou-se que para os peixes da ordem *Siluriformes* avaliados, o rendimento dos surubins (*Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766)) apresentou-se na faixa de 25,48 a 28,01 %, ou seja, menor do que os observados para os beijupirás. Da mesma forma, para os piramutabas (*Brachyplatystoma vaillantii* (Valenciennes, 1840)), foram observados baixos valores de rendimento, de 24,04 a 24,92 %. Para os maparás (*Hypophythalmus edentatus*), entretanto, o rendimento em filé

observado foi de 38,68 a 39% (SOUZA; INHAMUNS, 2011), superior aos encontrados para os beijupirás no mês de setembro e aos encontrados para as outras espécies avaliadas pelos mesmos autores.

O *Cod Fish* é outra espécie que apresenta semelhanças ao beijupirá no que diz respeito ao formato do corpo, podendo também ser utilizado para comparações de rendimento com a espécie beijupirá. A literatura indica que essa espécie apresenta rendimento em filé de aproximadamente 49% (GALVÃO et al., 2010), sendo superior aos valores encontrados para as amostras de beijupirá avaliadas neste experimento.

2.3.2.2 Avaliação da composição centesimal dos beijupirás e da ração

Na avaliação da composição centesimal dos beijupirás (Tabela 2.8), observou-se que apenas para a análise de proteína não houve diferença estatística significativa (p = 0,3395), entre os valores médios das amostras de peixes avaliados nos diferentes meses de criação, sendo apresentado o maior valor médio para as amostras coletas no mês de fevereiro, 18,77g.100g^{-1}.

No que se refere à qualidade nutricional, produtos alimentares aquáticos têm sido uma parte integrante da dieta do ser humano desde que a humanidade dominou a atividade da pesca nos oceanos e passou a produzir alimentos através da aquicultura. A procura por estes produtos é tão elevada que são comercializados mundialmente mais produtos alimentares de origem animal aquática do que todos os produtos de carne bovina, suína e de aves (TACON; METIAN, 2013). Observa-se que as amostras avaliadas apresentaram valores (Tabela 2.8) adequados em sua composição centesimal, com destaque para o alto valor proteico, requisito que atende a demanda atual dos consumidores e agrega valor ao produto final.

Tabela 2.8 – Composição centesimal ($g.100g^{-1}$) (± desvio padrão) de beijupirás coletados em diferentes meses, na estação experimental de Recife-PE, no ano de 2011 e da ração utilizada na alimentação, em base úmida (valores médios)

Amostra	**Umidade ($g.100g^{-1}$)**	**Proteína ($g.100g^{-1}$)**	**Lipídeos ($g.100g^{-1}$)**	**Cinza ($g.100g^{-1}$)**
Fevereiro	$77,46^{a}$ (±0,54)	$18,77^{a}$ (±1,70)	$2,54^{a}$ (±0,05)	$1,36^{a}$ (±0,02)
Abril	$75,44^{b}$ (±0,47)	$18,01^{a}$ (±2,19)	$4,11^{b}$ (±0,44)	$1,17^{b}$ (±0,02)
Junho	$76,01^{b}$ (±0,16)	$17,44^{a}$ (±0,29)	$4,57^{c}$ (±0,04)	$1,36^{a}$ (±0,18)
Setembro	$70,82^{c}$ (±0,78)	$16,63^{a}$ (±0,82)	$11,92^{d}$ (±0,38)	$0,91^{c}$ (±0,01)
Ração	8,45 (±0,17)	38,23 (±0,86)	7,26 (±0,14)	11,44 (±0,06)

Valores seguidos por letras iguais entre si não diferem estatisticamente a 5 % pelo teste de *Kruskal-Wallis*. Entretanto, valores seguidos por letras diferentes entre si, diferem. Umidade: p=0,01879; proteína: p=0,3395; lipídeos: p=0,01556; cinza: p=0,02374. Filés: n = 03 amostras compostas em cada coleta. Ração: n =03 amostras.

Ocorreu tendência de diminuição dos teores de proteína durante o crescimento dos peixes. Sendo estes valores inversamente proporcionais aos apresentados pela análise de lipídeos, que se apresentaram em maior quantidade nas amostras de setembro, 11,92 $g.100g^{-1}$, época em que os peixes apresentaram maior valor médio de peso total, 1.360,19 g. Foi detectada pelo teste de *Kruskal-Wallis*, diferença estatística significativa (5%) para todos os valores médios de lipídeos apresentados pelas amostras dos diferentes meses de coleta. Embora a literatura indique que filés de beijupirás são ricos em ácidos graxos insaturados e proteínas de alto valor biológico, grandes variações nos teores desses nutrientes não são desejadas, principalmente pelas indústrias de processamento, pois essa variação pode prejudicar a padronização de produtos elaborados com essas matérias primas.

Com esses dados e tendo em vista que a composição nutricional da ração foi a mesma ao longo de todo o experimento (Tabela 2.8), sugere-se que no início do ciclo de produção, mês de fevereiro, os animais convertiam grande parte do alimento consumido em proteína, e com o passar do tempo, o excesso dos nutrientes consumidos passou a ser convertido em gordura.

Verifica-se que para os beijupirás avaliados, a maior parte da composição das amostras é umidade, variando de 70,82 a 77,46 g.100g^{-1}; e a menor cinza, 0,91 a 1,36 g.100g^{-1}. Para umidade, apenas os valores médios das amostras dos meses de abril e junho não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si, em nível de 5%, bem como as amostras de fevereiro e junho para minerais totais.

Os valores encontrados para composição centesimal dos beijupirás estão de acordo com o esperado para pescado, que, segundo a literatura, varia entre 70 e 85 g.100g^{-1}de umidade, 15 a 25 g.100g^{-1}de proteína, 1 a 10 g.100g^{-1}de lipídeos, e 1 a 1,5 g.100g^{-1} de cinza (BEIRÃO et al., 2000).

Os teores de umidade encontrados também estão de acordo com os apresentados na literatura, onde experimentos demonstraram que o filé do beijupirá apresenta em média 74,9 (± 0,87) g.100g^{-1} de umidade (GONÇALVES et al., 2014). As amostras analisadas também apresentaram resultados de teores de cinza de acordo com o esperado para peixes marinhos, na faixa de 1 a 2 g.100g^{-1} (GONÇALVES; MENEGASSI, 2011).

Em um estudo realizado para comparar as características de produção e composição centesimal de juvenis de beijupirás criados até atingir o tamanho comercial (< 2 Kg), em sistemas de recirculação, em três diferentes densidades com uma biomassa final de 10, 20, e 30 kg/m^3, observaram-se, respectivamente, teores de proteína bruta de 18,7; 18,2; 18,3 mg.100g^{-1}; lipídeos totais de 16,1; 14,6; 14,1 g.100g^{-1}; cinza de 1,5; 1,5; 1,0 g.100g^{-1}; e umidade de 64,8; 65,1; 65,8 g.100g^{-1} (RICHE; WEIRICH, 2013). Observa-se que os valores de umidade, encontrados por esses autores, foram menores e os teores de lipídeos totais maiores do que os encontrados nesta presente pesquisa. Os valores de cinza e proteína bruta, todavia, foram semelhantes.

A diferença estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$) dos componentes avaliados, segundo o mês de coleta, comprova que a composição centesimal do pescado é variável conforme a sazonalidade e nível de desenvolvimento do peixe. Além disso, deve-se levar em consideração, as diferenças intrínsecas de cada espécie, índice de qualidade do peixe, bem como parte do corpo a ser analisado (BEIRÃO et al., 2000; SAVAY-DA SILVA, 2009; GALVÃO, 2011).

Beijupirás criados em cativeiro, 2 Kg, e provenientes da pesca, 3,5 Kg, mostrou resultados de lipídeos de 4,41 g.100g^{-1}, quando analisadas amostras de lombo; e 16,70 g.100g^{-1}, quando analisadas amostras da parte abdominal; versus 0,22 g.100g^{-1} das amostras de lombo; e 1,23 g.100g^{-1} da parte abdominal, respectivamente para os beijupirás provenientes de criação em cativeiro e de pesca (MADRID; NUNES, 2014).

Sendo assim, a variação da quantidade dos nutrientes presentes nas amostras avaliadas neste experimento, provavelmente se deve à diferença de peso total dos peixes amostrados, idade, e teor de ácidos graxos dessas amostras, como já apresentado anteriormente. Destaca-se novamente que a composição de nutrientes da ração utilizada foi igual em todas as fases de criação dos peixes. Sendo assim, com relação aos macronutrientes, a composição centesimal da ração pouco interferiu nos valores médios apresentados pelas amostras de beijupirá coletadas nos diferentes meses de criação.

O beijupirá, como qualquer outro animal, necessita de uma dieta equilibrada para manter sua saúde e crescimento. Essas necessidades dietéticas, em uma criação, devem ser supridas com o conteúdo energético da ração fornecida aos peixes. Mas, geralmente, os estudos a respeito de rações completas são desenvolvidos para juvenis (FRASER; DAVIES, 2009), o que gera escassez de informações a respeito do que possa ser feito, na fase de engorda, para otimizar o aumento de peso do produto destinado à comercialização e, consequente, agregar valor ao produto no mercado e aumentar o lucro aos produtores.

A estimativa inicial de exigências em proteína para beijupirás juvenis atingirem o crescimento máximo em um estudo polinomial foi de 44,5 $g.100g^{-1}$, enquanto a exigencia mínima de lipideos totais foi estimada em 5,76 $g.100g^{-1}$ (CHOU; SU; CHEN, 2001). Sendo assim, a quantidade de proteina, 38,23 $g.100g^{-1}$, presente na ração fornecida aos peixes deste experimento, embora seja alta, ainda foi insuficiente para o melhor desempenho de crescimento dessa espécie; já a quantidade de lipídeos totais, 7,26 g/100g, atende as exigências (Tabela 2.8). Talvez esse tenha sido o motivo do baixo desempenho, no que se refere às taxas de crescimento e peso final dos animais, que não atingiram os valores médios apresentados na literatura, conforme pode ser verificado na Tabela 2.7.

A ração é considerada um dos pontos de estrangulamento para o desenvolvimento mais acelerado da piscicultura marinha no mundo inteiro. Ao contrário da maioria dos peixes de água doce, os peixes marinhos de interesse para criação em cativeiro apresentam hábito alimentar predominantemente carnívoro. Isto significa que a ração precisa apresentar altos teores de proteína, gordura e energia digestível, fazendo o uso de grandes quantidades de ingredientes de origem marinha para composição das dietas. Esta condição, no entanto, eleva os preços da ração (NUNES; MADRID; PINTO, 2014).

Alguns estudos têm verificado a eficiência de ingredientes alternativos para substituir o óleo de peixe das rações comerciais desenvolvidas para beijupirás e outras espécies, uma vez que esse ingrediente é um dos mais caros e de acesso limitado.

Experimentos onde os autores testaram, na ração fornecida para juvenis de beijupirás, a substituição do óleo de peixe por óleo vegetal (soja), em concentrações crescentes de 0, 25, 50, 75 e 100%, verificou-se para a composição centesimal realizada na carcaça dos peixes, os seguintes valores: 72,4 a 77,4 $g.100g^{-1}$ de umidade; 16,7 a 21,4 $g.100g^{-1}$ de proteína; 1,1 a 2,4 $g.100g^{-1}$ de lipídeos e 4,6 a 7,9 $g.100g^{-1}$ de cinza. Os autores não observaram diferenças significativas nas concentrações de proteína bruta e cinza para os peixes dos diferentes tratamentos, mas verificaram essa diferença para os teores de umidade e lipídeos totais, sendo o maior teor de lipídeos, 2,4 $g.100g^{-1}$, verificado para as amostras nas quais a substituição do óleo de peixe foi realizada em 100% pelo óleo de soja (SILVA JÚNIOR et al., 2011). Esse valor, no entanto, é menor que a maioria dos valores encontrados nesse presente trabalho.

Dessa forma, verifica-se que, com um maior investimento em pesquisas, seria possível diminuir o custo de produção de rações para criação de beijupirás em cativeiro. Sendo essa ainda muito onerosa quando comparada às rações comercializadas para outras espécies. E, no que se refere ao Brasil, destaca-se que ainda é inexistente a produção de rações específicas para essa espécie.

Atualmente, o menor custo para produção do beijupirá já alcançado pela *Marine Farms Vietnam*, empresa privada de criação de beijupirás localizada no Vietnam, foi de US$ 4,70/kg. No entanto, o cálculo médio fica perto dos US$ 6.00/kg, ou seja, o dobro necessário para a criação do salmão. O que confirma que o beijupirá ainda necessita de rações com alto conteúdo de farinha de peixe (> 50% da composição) ou outros componentes alternativos para diminuição dos seus custos de produção (MADRID; NUNES, 2014).

2.3.2.3 Avaliação dos ácidos graxos dos beijupirás e da ração

Com relação a composição em ácidos graxos, sabe-se que os produtos alimentares provenientes do pescado contêm uma maior concentração de cadeia longa omega-3 (n-3), ácidos graxos polinsaturados, do que quaisquer outros produtos alimentares, incluindo ácido eicosapentaenóico (EPA) e ácido docosahexanóico (DHA) (TACON; METIAN, 2013).

Por isso, o consumo de pescado está sempre associado à redução do risco de óbito por doenças do coração, e há estudos que indicam que o consumo desse alimento por mulheres reduz o risco de desenvolvimento de problemas neuronais em sua prole. Além disso, o consumo de pescado também está associado à redução do risco de outros problemas de saúde, incluindo acidente vascular cerebral isquêmico, eventos não fatais de doença cardíaca, insuficiência cardíaca congestiva, fibrilação atrial, declínio cognitivo, depressão, ansiedade e doenças inflamatórias (FAO; WHO, 2011).

Na caracterização da composição em ácidos graxos das amostras provenientes dos diferentes meses de coleta, detectou-se concentrações mais elevadas dos ácidos graxos: ácido linoleico, oleico, e palmítico (Tabela 2.9).

Tabela 2.9 – Composição em ácidos graxos ($g.100g^{-1}$) de filés de beijupirá coletados em diferentes meses do ano e da ração utilizada na alimentação dos mesmos (base úmida).

Ácidos Graxos	**Fevereiro**	**Abril**	**Junho**	**Setembro**	**Ração**
	$g.100g^{-1}$	**$g.100g^{-1}$**	**$g.100g^{-1}$**	**$g.100g^{-1}$**	**$g.100g^{-1}$**
C12:0 - Ácido Láurico	ND	0,002	ND	0,008	ND
C14:0 - Ácido Miristico	0,015	0,098	0,149	0,403	0,162
C14:1 - Ácido Miristoleico	0,004	0,003	0,004	0,008	ND
C15:0 - Ácido Pentadecanóico	0,002	0,014	0,017	ND	ND
C15:1 - Ácido 10-Pentadecenóico	ND	ND	0,002	0,044	0,019
C16:0 - Ácido Palmítico	0,641	0,751	1,100	2,784	0,969
C16:1 - Ácido Palmitoleico	0,143	0,139	0,223	0,736	0,229
C17:0 - Ácido Margárico	0,004	0,017	0,022	0,057	0,017
C17:1 - cis-10 - Ácido Heptadecenóico	0,003	ND	ND	0,025	ND
C18:0 - Ácido Esteárico	0,163	0,274	0,384	0,908	0,379
C18:1n9t - Ácido Elaidico	0,003	ND	0,022	ND	ND
C18:1n9c - Ácido Oleico	1,156	1,009	1,482	3,025	1,383
C18:2n6t - Ácido Linolelaidico	ND	0,005	0,006	ND	ND
C18:2n6c - Ácido Linoleico	0,931	0,806	1,177	3,321	1,609
C18:3n6 - Ácido Gama-Linolênico	0,005	0,004	0,007	0,038	0,006

continua

conclusão

Ácidos Graxos	Fevereiro	Abril	Junho	Setembro	Ração
	g.100g^{-1}	g.100g^{-1}	g.100g^{-1}	g.100g^{-1}	g.100g^{-1}
C18:3n3 - Ácido Alfa Linolênico LNA	0,044	0,069	0,097	0,340	0,201
C20:0 - Ácido Araquídico	0,007	0,013	0,020	0,033	0,014
C20:1n9 - Ácido Cis-11-Eicosenóico	0,009	0,046	0,062	0,078	0,037
C21:0 - Ácido Heneicosanóico	ND	0,002	0,010	0,010	ND
C20:2 cis-11,14- Ácido Eicosadienóico	0,000	0,002	0,003	0,109	0,041
C20:3n6 - 8,11,14-Ácido Eicosatrienóico	0,003	0,004	0,007	0,031	0,008
C20:4n6 - Ácido Araquidonico AA	0,007	0,014	0,020	ND	ND
C20:3n3 - Ácido 11,14,17-Eicosatrienóico	ND	0,004	0,005	ND	ND
C22:0 Ácido Behenico	0,002	0,008	0,011	0,025	0,013
C22:1n9 Ácido Eurico	ND	0,005	0,007	0,010	ND
C20:5n3-5,8,11,14,17-Eicosapentaenóico-EPA	0,001	0,037	0,049	0,502	0,365
C23:0 - Ácido Tricosanóico	0,002	0,004	0,005	ND	0,021
C22:2 - Ácido 13,16-Docosadienóico	0,000	ND	ND	0,061	0,024
C24:0 - Ácido Lignocérico	0,004	0,004	0,006	0,016	0,007
C24:1n9 - Ácido Nervonico	ND	0,012	0,015	0,031	0,007
C22:6n3-4,7,10,13,16,19-Docosahexaenóico-DHA	0,002	0,143	0,148	0,778	0,599

ND = não identificado. Limite de detecção do método: 1g/100g para as amostras com ND (teor < 1 g/100g).

Ácidos graxos como o miristico, palmítico, linoleico, alfa linolenico – LNA, oléico, esteárico, Eicosapentaenóico (EPA) e Docosahexaenóico (DHA), foram observados em quantidades representativas em todas as amostras, e com acréscimo no seu valor à medida que os peixes foram ganhando peso durante a criação.

Em amostras de beijupirás criados em cativeiro, na China, foram identificados dezoito ácidos graxos. Semelhante a este presente experimento, os ácidos graxos mirístico, palmítico, e esteárico, foram os principais ácidos saturados encontrados nas amostras de beijupirás chinesas. Os autores ainda observaram que os ácidos graxos palmitoleico, e o oleico, foram os principais ácidos graxos monoinsaturados detectados nas amostras; e o EPA e DHA os principais ácidos graxos polinsaturados (LIU et al., 2009).

O elevado teor de ácido linoleico pode estar relacionado ao seu fornecimento via dieta, pois os peixes não sintetizam este ácido graxo (OLIVEIRA, 2012). Destaca-se ainda a quantidade elevada de ácidos graxos poli-insaturadas da série n-3, principalmente o EPA e o DHA, nas amostras de ração. Esses ácidos graxos são essenciais aos peixes marinhos, e devem ser fornecidos na dieta, visto que os peixes não conseguem sintetizá-los a partir do ácido linolênico (BELL; SARGENTE, 2003).

Os ácidos graxos n-3 são também indispensáveis na saúde infantil, particularmente para os recém-nascidos por representarem um terço da estrutura de lipídeos no cérebro; carências destas substâncias podem ocasionar redução da produção de enzimas relacionadas às funções do aprendizado em crianças. Além de seu papel nutricional na dieta, os ácidos graxos n-3 podem ajudar a prevenir ou tratar várias doenças, incluindo as do coração, câncer, artrite, doenças comuns da pele, eczemas e psoríase, depressão e mal de Alzheimer, entre outros (LEDERLE, 1991).

Esses ácidos graxos n-3, principalmente EPA e DHA, extremamente importantes para a saúde humana, são facilmente encontrados em peixes marinhos (LIU et al., 2009).

Também é possível observar a presença de ácidos graxos da série n-6, na maioria das amostras de peixe e ração. Os ácidos graxos da série n-6 mais importantes são o linoléico e o araquidônico (PIMENTEL; FRANCKI; GOLLÜCKE, 2005).

Os ácidos graxos n-3, entretanto, devem ser consumidos numa proporção equilibrada com os ácidos graxos n-6. A FAO e a Organização Mundial da Saúde (OMS) acreditam que uma proporção ideal seria a de aproximadamente de 5:1 de n-6 para n-3, contudo, quanto menor for essa proporção melhor (LEDERLE, 1991; LIU et al., 2009).

No experimento chinês citado anteriormente, n-6 e n-3, estavam presentes em quantidades de 2,6 a 3,2 $g.100g^{-1}$ e 12 a 18 $g.100g^{-1}$ do total de ácidos graxos, respectivamente. Sendo assim, a razão de n-6/n-3, nas amostras de filés de beijupirás, estava na faixa de 0,22 a 0,18 (LIU et al., 2009).

Já para este presente experimento, se calculado a razão de n-6/n-3, para os principais ácidos graxos n-6 (ácido linolelaidico, ácido linoleico, ácido gama-linolênico, ácido eicosatrienóico, ácido araquidônico) e n-3 (ácido alfa linolênico, ácido eicosatrienóico, ácido eicosapentaenóico-EPA, ácido docosahexaenóico-DHA) observados na Tabela 2.9, verifica-se os seguintes resultados: 20,13; 3,29; 4,07 e 2,09, respectivamente para as amostras de filés coletadas nos meses de fevereiro, abril, junho e setembro. O que demonstra que, quanto maior o tempo de criação, mais próximo do ideal recomendado se encontra os valores obtidos para a razão n-6/n-3, e apenas as amostras de beijupirá coletadas no mês de fevereiro, apresentaram uma proporção de n-6:n-3 , maior que a recomendada como benéfica para a saúde. Para a ração, calculou-se um valor de 1,39 da razão n-6/n-3, se considerada a mesma necessidade dos animais, com relação aos seres humanos, esse valor é bem adequado.

A ingestão total recomendada de EPA e DHA, para manutenção da saúde dos seres humanos e prevenção de algumas doenças, é na faixa de 0,3-0,4 g/dia. A literatura diz ainda que a ingestão diária de cerca de 2 g de n-3, pode satisfazer totalmente as necessidades diárias do organismo humano (PEREDI, 1995).

Na Tabela 2.9, nota-se que o consumo de pelo menos 100g de peixes provenientes da coleta de setembro forneceria aproximadamente 1,28 g de EPA e DHA, o que seria pelo menos três vezes a necessidade diária recomendada desses ácidos graxos. E 150 g da mesma amostra forneceria a quantidade necessária (2,43 g) de n-3, considerando LNA, EPA e DHA, para satisfazer totalmente as necessidades diárias do organismo humano.

A caracterização da composição lipídica dos peixes também pode variar se eles forem provenientes de criação em cativeiro ou captura. Existem trabalhos que relatam que beijupirás de criação em cativeiro têm o dobro do conteúdo de lipídeos daqueles provenientes da captura, ou seja, apresenta uma maior quantidade de ácidos graxos altamente insaturados de cadeia longa, incluindo os do tipo ômega- 3. Sendo essa característica bem apreciada para elaboração de preparações tradicionais de origem japonesa (*sashimi* e *sushi*), hoje limitada aos salmões, atuns e robalos (MADRID et al., 2014).

Por isso, a qualidade nutricional das dietas fornecidas para peixes marinhos, em cativeiro, deve levar em consideração não somente o fornecimento de energia na forma de lipídios, mas também a quantidade e a qualidade dos ácidos graxos fornecidos, uma vez que as informações sobre a exigência desses nutrientes ainda são limitadas para o *Rachycentron canadum* (FRASER; DAVIES, 2009).

2.3.3. Produção de beijupirás em sistemas *offshore versus* sustentabilidade

Confirma-se com este estudo que a produção de beijupirás em mar aberto é uma atividade ainda incipiente. Sabe-se que a empresa *Snapperfarm* em conjunto com o Programa de Aquicultura da Universidade de Miami foram os pioneiros nessa atividade na região. Com o uso de alevinos provenientes de um Centro de Aquicultura na Florida, EUA, a empresa vem realizando testes de criação de beijupirás em mar aberto na costa de Culebra, Porto Rico, desde 2002. Desde então, a atividade de aquicultura do beijupirá tem sido rapidamente desenvolvida, apresentando um crescente número de fazendas em vários países, como Bahamas, México, Belize, República Dominicana, Brasil e Panamá (BENETTI et al., 2008b).

O ideal de uma aquicultura sustentável encontra-se em uma fase inicial no Brasil, onde os erros estão sendo avaliados e estudados de forma que novas técnicas de gerenciamento possam ser adequadas visando um menor efeito no equilíbrio do ecossistema (FREITAS; COSTA; SILVESTRI, 2009).

Apesar destes desafios, há justificativas suficientes para prosseguir o desenvolvimento da produção *offshore*. Características favoráveis das águas abertas do oceano incluem um amplo espaço para expansão, enorme capacidade de carga, potencial de reduzir alguns dos impactos ambientais negativos da criação de peixes em fazendas no litoral, e as condições ambientais ideais para produção de uma ampla variedade de espécies marinhas (LANGAN, 2008).

Sendo assim, o desenvolvimento de maricultura *offshore*, rentável e sustentável é uma tarefa complexa, que exige parcerias público-privadas, investimentos significativos em pesquisa interdisciplinar, desenvolvimento de novas tecnologias, estudo de viabilidade econômica e responsabilidade nas práticas ambientais (LANGAN, 2008).

A falta de leis que regulamentam a criação de peixes em gaiolas em mar aberto é outro problema encontrado, não apenas no Brasil. Em Taiwan, essa é uma das dificuldades para consolidação da atividade, relatada em trabalhos da literatura. A falta de regulamentação

e consequente fiscalização da aquicultura nos oceanos, em Taiwan, resultou na descontrolada proliferação de fazendas marinhas nesse país, propiciando a proliferação de doenças, ainda sem controle sanitário, que acabam diminuindo a produtividade dessa atividade (LIAO et al., 2004).

Ao contrário do que se especula, tanto as larviculturas de camarão marinho no Brasil como as empresas atuantes no segmento de ração possuem capacidade e *know-how* para produzir insumos específicos para a piscicultura marinha com pequenas mudanças em sua estrutura produtiva e fabril. Há, contudo, um grande desconhecimento quanto a este novo segmento produtivo, sua rentabilidade, mercado, espécies alvo, além da escassez de pessoal capacitado e treinado para atuar na produção de alevinos e na engorda. Existe também ceticismo e certa acomodação do setor produtivo em atuar em uma nova cadeia produtiva, em especial, no desenvolvimento de novos canais de comercialização de pescado (NUNES; MADRID; PINTO, 2014).

Sendo assim, a rastreabilidade de dados referentes às condições ambientais, qualidade de água, parâmetros biométricos, de rendimento e qualidade nutricional dos peixes, ao longo da criação, poderia permitir uma tomada de decisão mais consciente a respeito das condições de criação ideais para beijupirás no Brasil, e consequentemente propiciar a implementação de fazendas de criação produtivas e rentáveis. Além de ser um mecanismo para fornecimento de respostas práticas e aplicadas ao setor produtivo no que se refere a valores de rendimento e atendimento às exigências do mercado e do consumidor – particularmente quanto à qualidade do produto como matéria prima alimentar.

Verificou-se neste experimento que o tempo de monitoramento da maioria dos parâmetros ambientais foi insuficiente para inferir qualquer correlação destes com a qualidade da carne. A falta de equipamentos e pessoal qualificado nesse tipo de atividade também foram outros fatores que dificultaram o monitoramento e registro de informações durante as coletas e consequentemente a elaboração de um sistema modelo de rastreabilidade para a cadeia produtiva do beijupirá.

Dentre os parâmetros avaliados, a transparência da água de criação, todavia, foi um dos parâmetros que claramente não precisa ser monitorado em um sistema de rastreabilidade a ser implementado, pois não trouxe informações importantes e que pudessem ser correlacionadas com a qualidade da matéria prima a ser fornecida a indústria de processamento. Sendo ainda constado, na literatura, que este parâmetro é mais importante no monitoramento da qualidade de água de criação em pisciculturas continentais.

O parâmetro destreza do manipulador, por sua vez, foi um parâmetro que neste experimento não foi levado em consideração e que pode ter influenciado no rendimento em filé das amostras analisadas.

Outras variáveis como teores de proteína, lipídeos e ácidos graxos, quando monitorados podem fornecer informações que servirão de subsídio para escolha de produtos, à base de filés de beijupirá, que serão elaborados pela indústria de processamento.

2.4 Conclusões

Todas as variáveis ambientais monitoradas encontraram-se adequadas à produção de beijupirás em cativeiro, segundo dados da literatura ou legislação brasileira vigente, mas nem todas forneceram informações suficientes no que diz respeito à correlação destes parâmetros com os dados obtidos para as características do beijupirá como matéria prima para a industrialização.

Os parâmetros temperatura da água de criação, assim como, rendimento em filé, destreza do filetador, teores de proteína, lipídeos e ácidos graxos no filé devem ser eleitos para monitoramento em um sistema de rastreabilidade a ser implementado, pois apresentaram resultados que podem inferir a qualidade da matéria prima encaminhada à indústria.

Para os demais parâmetros, o monitoramento dos mesmos deve ser realizado por um período maior, de forma a caracterizar todo ciclo de produção e não apenas as etapas finais.

Embora os peixes não tenham atingido os índices de desenvolvimento previstos na literatura, apresentaram rendimento satisfatório em filés e adequada qualidade nutricional da carne, com destaque para os teores de proteína e ácidos graxos linoleico e oleico, assim como, valores representativos de EPA e DHA, podendo o beijupirá ser uma alternativa eficaz ao fornecimento desses nutrientes na alimentação humana.

Sendo assim, a implantação de sistema de rastreabilidade na produção do beijupirá poderá permitir uma tomada de decisão mais consciente a respeito das condições de criação ideais, no intuito de dispor respostas práticas e aplicadas ao setor produtivo quanto ao atendimento às exigências da legislação, do mercado e do consumidor final.

Referências

AMINOT, A.; CHAUSSEPIED, M. **Manuel des analyses chimiques en milieu marin**. Brest: CNEXO, 1983. 379 p.

ARNOLD, C.R.; KAISER, J.B.; HOLT, G.J. Spawning of cobia (*Rachycentron canadum*) in captivity. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 33, n. 2, p. 205-208, 2002.

ATWOOD, H.L. et al. Resistance of cobia, *Rachycentron canadum*, juveniles to low salinity, low temperature, and high environmental nitrite concentrations. **Journal of Applied Aquaculture**, London, v. 15, n. 3-4, p. 191-195, 2004.

BEIRÃO, L.H.; TEIXEIRA, E.; MEINERT, E.M.; SANTO, M.L.P.E. Processamento e industrialização de moluscos. In: SEMINÁRIO E WORKSHOP "TECNOLOGIA PARA APROVEITAMENTO INTEGRAL DO PESCADO", 2000, Campinas. **Resumos...** Campinas: ITAL, 2000. p. 38-84.

BELL, J. G.; SARGENT, J. R. Arachidonic acid in aquaculture feeds: current status and future opportunities. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 218, p. 491–499, 2003.

BENETTI, D.D. et al. Intensive larval husbandry and fingerling production of cobia *Rachycentron canadum*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 281, n. 1, p. 22-27, 2008a.

_____. Advances in hatchery and grow-out technology of cobia *Rachycentron canadum* (Linnaeus). **Aquaculture Research**, Oxford, v. 39, n. 7, p. 701-711, 2008b.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 53, 18 mar. 2005. p. 58-63. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/praias/res_conama_357_05.pdf>. Acesso: 10 dez. 2014.

BURKERT, D. et al. Rendimentos do processamento e composição química de filés de surubim cultivado em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 7, p. 1137-1143, 2008.

CAVALLI, R.O.; HAMILTON, S. Piscicultura marinha no Brasil: afinal, quais as espécies boas para cultivar? **Panorama da Aquicultura,** Rio de Janeiro, v. 17 n. 104, p. 50-55, 2007.

CAVALLI, R.O.; DOMINGUES, E.C.; HAMILTON, S. Desenvolvimento da produção de peixes em mar aberto no Brasil: possibilidades e desafios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, p. 155-164, 2011.

CAYLOR, R.E.; BIESIOT, P.M.; FRANKS, J.S. Culture of cobia (*Rachycentron canadum*): cryopeservation of sperm and induced spawning. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 125, p. 81-92, 1994.

CHANG, C.-L.; XIE, J.-S.; ZHOU, R.-L.; SU, M.-S. Propagation and culture of cobia *Rachycentron canadum*. **Fish World Magazine,** Dawes Point, v. 270, p. 14-26, 1999.

CHOU, R.L.; SU, M.S.; CHEN, H.Y. Optimal dietary protein and lipid levels for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 193, p. 81-89, 2001.

CLEMENT, S.; LOVELL, R.T. Comparison of culture Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 119, n. 2/3, p. 299-310, 1994.

CONTRERAS-GUZMÁN, A. **Bioquímica do pescado e derivados**. Jaboticabal: FUNESP, 1994. 409 p.

CRAIG, S.R.; SCHWARZ, M.H.; MCLEAN, E. Juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) can utilize a wide range of protein and lipid levels without impacts on production characteristics. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 261. p. 384-391, 2006.

DABBENE, F.; GAY, P.; TORTIA, C. Traceability issues in food supply chain management: a review. **Biosystems Engineering**, Heidelberg, v. 120, p. 65-80, 2014.

DENSON, M.R.; STUART, K.R.; SMITH, T.I.J.; WEIRICH, C.R.; SEGARS, A. Effects of salinity on growth, survival, and selected hematological parameters on juvenile cobia, *Rachycentron canadum*. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 34, p. 496-504, 2003.

FAO. **The state of world fisheries and aquaculture 2005**. Rome, 2007.

_____. **Fishstat plus**: universal software for fishery statistical time series; version 2.3.2000. Rome, 2011.

_____. **The state of world fisheries and aquaculture:** opportunities and challenges. Rome, 2014a. 223 p.

_____. **Cultured aquatic species information programme:** *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766). Rome, 2014b. Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Rachycentron_canadum/en>. Acesso em: 11 dez. 2014.

_____. **Report of the Joint Expert Consultation on the Risks and Benefits of Fish Consumption**. Rome: FAO/WHO, 2011. 50 p. (FAO Fishery and Aquaculture Report, 978).

FAULK, C.K.; HOLT, G.J. Responses of cobia *Rachycentron canadum* larvae to abrupt or gradual changes in salinity. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 254, p. 275–283, 2006.

FIRESTONE, D. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists Society**. 4. ed. Champaign: AOCS, 1998. (Método Ce 1-62).

FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G.H.S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry,** Baltimore, v. 22, p. 497-509, 1957.

FRASER, T.W.K.; DAVIES, S.J. Nutritional requirements of cobia, *Rachycentron canadum* (Linnaeus): a review. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 40, n. 11, p. 1219-1234, 2009.

FREITAS, R.R.; COSTA, K.G.; SILVESTRI, F. Maricultura e meio ambiente: tecnologias, impactos e sustentabilidade. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 4, n. 3, p.107-113, 2009.

GALVÃO, J.A.; MARGEIRSSON, S.; GARATE, C.; VIDARSSON, J.R.; OETTERER, M. Traceability system in cod fishing. **Food Control**, Kidlington, v. 21, n. 10, p. 1360–1366, 2010.

GALVÃO, J.A. **Rastreabilidade da cadeia produtiva do pescado**: avaliação de parâmetros ambientais e sua interferência na qualidade da matéria prima destinada à indústria. 2011. 202 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

GONÇALVES, A.A.; MENEGASSI, M. Composição química e valor calórico das principais espécies de pescado do Brasil. In: GONÇALVES, A.A. (Ed.). **Tecnologia do pescado**: ciência, tecnologia, inovação e legislação. São Paulo: Atheneu, 2011. p. 573-582.

GONÇALVES, A.A. et al. Rendimento de cortes e qualidade da carne do beijupirá, *Rachycentron canadum*, sujeito a diferentes gradientes de salinidade da água de cultivo. In: NUNES, A.J.P. **Ensaios com o Beijupirá:** *Rachycentron canadum* - resultados e experiências do projeto Nutrição, Sanidade e Valor do Beijupirá, *Rachycentron canadum*, cultivado no Nordeste do Brasil. Brasília, DF: Ministério da Pesca e Aquicultura/CNPQ/UFC, 2014. cap. 10, p. 155-165.

HARTMAN, L.; LAGO, R.C.A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, London, v. 22, p. 475-477, 1973.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE - IBAMA. **Estatística da pesca 2005**. Brasília, DF, 2007. 108p.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Dados históricos.** Brasília, DF, 2013. Disponível em: < http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso: 2 dez. 2013.

JIANG, S.T. The quality control status of cobia, *Rachycentron canadum*, and grouper, *Epinephelus malabaricus*, in Taiwan. **Journal of the World Aquaculture Society**. Baton Rouge, v. 41, n. 2. p. 266-273, 2010.

JOHNSON, C.M.; ULRICH, A. Analytical methods. In: SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ-LCE, 1974. p. 4-10.

KAISER, J.B; HOLT, G.J. **Species profile cobia.** Stoneville: South Region Aquaculture Center, 2005. 6p. (Publication. South Region Aquaculture Center, 7202).

KLEIN, A.P. **Avaliação do impacto ambiental da criação do beijupirá (*Rachycentron canadum*) em tanques-rede instalados em mar aberto em Pernambuco.** 2012. 68 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2012.

LACERDA, B.F.C.; LAGE-FILHO, F.A. Contribuição para a avaliação de parâmetros de qualidade do reservatório do Guarapiranga. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 119, p. 1-16, 2003.

LANGAN, R. The role of marine aquaculture in meeting the future demand for animal protein. **Journal of Food Service**, Malden, v. 19, n. 4, p. 227-233, 2008.

LEDERLER, J. **Enciclopédia moderna de higiene alimentar**. São Paulo: Manole, 1991.

LIAO, I.C.; LEAÑO, E.M. **Cobia aquaculture in Taiwan**. Baton Rouge: World Aquaculture Society, 2005.

LIAO, I.C.; LEAÑO, E.M. **Cobia aquaculture**: research, development and commercial production. Taipei: Asian Fisheries Society, 2007. 178p.

LIAO, I.C. et al. Cobia culture in Taiwan: current status and problems. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 237, n. 1, p. 155-165, 2004.

LIN, J.H.; CHEN, T.; CHEN, M.; CHEN, H.; CHOU, R.; CHEN, T.; SU, M.; YANG, H. Vaccination with three inactivated pathogens of cobia (*Rachycentron canadum*) stimulates protective immunity. **Aquaculture,** Amsterdam, v. 255, n.1-4, p. 125-132, 2006.

LIU, S.C. et al. Cholesterol, lipid content, and fatty acid composition of different tissues of farmed cobia (*Rachycentron canadum*) from China. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 86, n. 12, p. 1155-1161, 2009.

LIU, K. et al. Dietary manganese requirement for juvenile cobia, *Rachycentron canadum* L. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 19, n. 4, p. 461-467, 2013.

MACEDO-VIÉGAS, E.M.; SOUZA, M.L.R. Pré-processamento e conservação do pescado produzido em piscicultura. In: CYRINO, J.E.P. et al. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. cap. 14, p. 405-480.

MADRID, R.M.; NUNES, A.J.P. Cultivo do beijupirá, *Rachycentron canadum*, no vietnã: lições para o Brasil. In: NUNES, A.J.P. **Ensaios com o beijupirá:** *Rachycentron canadum*: resultados e experiências do projeto Nutrição, Sanidade e Valor do Beijupirá, *Rachycentron canadum*, cultivado no Nordeste do Brasil. Brasília, DF: Ministério da Pesca e Aquicultura/CNPQ/UFC, 2014. cap. 2, p. 21-28.

MADRID, R.M. et al. Análise de aceitação do beijupirá cultivado, *Rachycentron canadum*, no mercado local. In: NUNES, A.J.P. **Ensaios com o beijupirá:** *Rachycentron canadum* - resultados e experiências do projeto Nutrição, Sanidade e Valor do Beijupirá, *Rachycentron canadum*, cultivado no Nordeste do Brasil. Brasília, DF: Ministério da Pesca e Aquicultura/ CNPQ/UFC, 2014. cap. 14, p. 225-284.

MAI, K. et al. Dietary choline requirement for juvenile cobia, *Rachycentron canadum*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 289, n. 1, p. 124-128, 2009.

MASSER, M.P.; CICHIRA, E.; GILBERT, R.J. **Fee-fishing ponds**: management of food fish and water quality. Stoneville: South Regional Aquaculture Center, 1993. 8p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Salinidade do ambiente marinho**. Porto Alegre, 2014. Disponível em: <http://mdmat.mat.ufrgs.br/acqua/Textos/concentracao.htm>. Acesso em: 17 dez. 2014.

MIAO, S. et al. Ecological and economic analysis for cobia *Rachycentron canadum* commercial cage culture in Taiwan. **Aquaculture International**, London, v. 17, n. 2, p. 125-141, 2009.

NAKAMURA, H. Cobia culture in Okinawa. In: LIAO, I.C.; LEAÑO, E.M. (Ed.). **Cobia aquaculture:** research, development and commercial production. Taipei: Asian Fisheries Society, 2007. p. 97-103.

NHU, V.C. et al. Cobia *Rachycentron canadum* aquaculture in Vietnam: recent developments and prospects. **Aquaculture,** Amsterdam, v. 315, p. 20-25, 2011.

NUNES, A.J.P. et al. Implantação e validação de uma unidade experimental para pesquisas de nutrição com juvenis de peixes marinhos no LABOMAR/UFC. In: NUNES, A.J.P. **Ensaios com o beijupirá:** *Rachycentron canadum* - resultados e experiências do projeto Nutrição, Sanidade e Valor do Beijupirá, *Rachycentron canadum*, cultivado no Nordeste do Brasil. Brasília, DF: Ministério da Pesca e Aquicultura/CNPQ/UFC, 2014. cap. 3, p. 29-47.

NUNES, A.J.P.; MADRID, R.M.; PINTO, R.C.C. O cultivo de peixes marinhos tropicais, com ênfase no beijupirá, *Rachycentron canadum.* In: NUNES, A.J.P. **Ensaios com o beijupirá:** *Rachycentron canadum*: resultados e experiências do projeto Nutrição, Sanidade e Valor do Beijupirá, *Rachycentron canadum*, cultivado no Nordeste do Brasil. Brasília, DF: Ministério da Pesca e Aquicultura/CNPQ/UFC, 2014. cap. 1, p.1-20.

OLIVEIRA, R.L.M. **Morfometria, rendimento de carcaça e composição do filé do beijupirá (*Rachycentron canadum*) cultivado em tanques-rede em mar aberto no litoral de Pernambuco**. 2012. 64 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.

PEREDI J. Fats and health. **Olaj, Szappan, Kozmetika**, Budapest, v. 44, p. 45-53, 1995.

PIMENTEL, B.M.V.; FRANCKI, M.; GOLLÜCKE, B.P. **Alimentos funcionais**: introdução às principais substâncias bioativas em alimentos. São Paulo: Varella, 2005.

PINTO, R.C.C. et al. Redução do custo da composição de dietas balanceadas para o cultivo do beijupirá, *Rachycentron canadum*, através de aminoácidos sintéticos e misturas alimentares com perfil nutricional melhorado. In: NUNES, A.J.P. **Ensaios com o beijupirá:** *Rachycentron canadum* - resultados e experiências do projeto Nutrição, Sanidade e Valor do Beijupirá, *Rachycentron canadum*, cultivado no Nordeste do Brasil. Brasília, DF: Ministério da Pesca e Aquicultura/CNPQ/ UFC, 2014. cap. 5, p. 63-83.

PREGNOLATTO, W.; PREGNOLATTO, N.P. (Coord.). **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz:** métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. 533 p.

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

RIBEIRO, F.A.S. et al. Influência da salinidade no desempenho do beijupirá, *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766) e avaliação da engorda em viveiros escavados. In: NUNES, A.J.P. **Ensaios com o beijupirá:** *Rachycentron canadum*: resultados e experiências do projeto Nutrição, Sanidade e Valor do Beijupirá, *Rachycentron canadum*, cultivado no Nordeste do Brasil. Brasília, DF: Ministério da Pesca e Aquicultura/ CNPQ/UFC, 2014. cap. 7, p. 98-116.

RICHE, M.A.; WEIRICH, C.R. Stocking density effects on production characteristics and body composition of market size cobia, *Rachycentron canadum*, reared in recirculating aquaculture systems. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 44, n. 2, p. 259-266, 2013.

RÖRIG, L.R. et al. Monitorização de microalgas planctônicas potencialmente tóxicas na área de maricultura da enseada de Armação de Itapocoroy-Penha-SC. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 71-79, 1998.

ROTTA, M.A. **Ictiômetro para biometria de surubins (pintado e cachara).** Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 4p. (Comunicado Técnico, 28).

SAMPAIO, L.A. Marine fish culture in Latin America: current trends. In: WORLD AQUACULTURE SOCIETY ANNUAL MEETING**,** Florence, 2006. Baton Rouge: WAS, 2006.

SAMPAIO, L.A.; MOREIRA, C.B.; MIRANDA-FILHO, K.C.; ROMBENSO, A.N. Culture of cobia *Rachycentron canadum* (L), in near-shore cages off the Brazilian coast. **Aquaculture Research,** Oxford, v.42, p. 832-834, 2011

SAVAY-DA-SILVA, L.K. **Desenvolvimento do produto de conveniência:** tilápia (*Oreochromis niloticus*) refrigerada minimamente processada embalada a vácuo; padronização para a rastreabilidade. 2009. 322 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

SCHWARZ, M.H. et al. Global overview of cobia *Rachycentron canadum* production and 2005 Virginia Tech/IISBA research review. In: WORLD AQUACULTURE SOCIETY ANNUAL MEETING, 2006, Florence. Baton Rouge: WAS, 2006.

SEGOVIA-VALLE, E. et al. Study of growth in oceanic plataform of *Rachycentron canadum* in Yucatan peninsula. In: WORLD AQUACULTURE SOCIETY ANNUAL MEETING, 2006, Florence. Baton Rouge: WAS, 2006.

SHAFFER, R.V.; NAKAMURA, E.L. **Synopsis of biological data on the cobia *Rachycentron canadum* (Pisces: Rachycentridae)**. Washington, DC: US Department of Commerce, 1989. 21p.

SILVA, A.E.P.; ANGELIS, C.F.; MACHADO, L.A.T.; WAICHAMAN, A.V. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. **Acta Amazônica,** Manaus, v. 38, n. 4, p. 733-742, 2008.

SILVA JÚNIOR, R.F. et al. Substituição do óleo de peixe por óleo de soja em dietas para beijupirá (*Rachycentron canadum*): replacement of fish oil by soybean oil in diets for cobia (*Rachycentron canadum*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 63, n. 4, p. 980-987, 2011.

SOUZA, A.F.L.; INHAMUNS, A.J. Análise de rendimento cárneo das principais espécies de peixes comercializadas no Estado do Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica,** Manaus, v. 41, n. 2, p. 289–296, 2011.

SU, M.S.; CHIEN, Y.H.; LIAO, I.C. Potential of marine cage aquaculture in Taiwan: cobia culture. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CAGE AQUACULTURE IN ASIA, 1., 2009, Tungkang. **Proceedings…** Manila: Asian Fisheries Society, 2000.

SUN, L.; CHEN, H.; HUANG, L. Effect of temperature on growth and energy budget of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 261, n. 3, p. 872-878, 2006.

SUN, L.; CHEN, H. Effects of ration and temperature on growth, fecal production, nitrogenous excretion and energy budget of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 292, n. 3, p. 197-206, 2009.

TACON, A.G.J.; METIAN, M. Fish matters: importance of aquatic foods in human nutrition and global food supply. **Review in Fisheries Science**, London, v. 21, n. 1, p. 22-38, 2013.

TOLEDO, J.J.; CASTRO, J.G.D. Parâmetros físico-químicos da água em viveiros da estação de piscicultura de Alta Floresta, Mato Grosso. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 1, n. 3, p. 2-10, 2001

TOVAR, A. et al. Environmental impacts of intensive aquaculture in marine waters. **Water Research**, London, v. 34, n. 1, p. 334-342, 2000.

VINATEA, L. **Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura**: uma revisão para peixes e camarões. Florianópolis: EDUFSC, 1997. 166p.

WAHJUDI, B.; MICHEL, A. Cobia culture in Indonesia. In: LIAO, I.C.; LEAÑO, E. M. (Ed.). **Cobia aquaculture**: research, development and commercial production. Taipei: Asian Fisheries Society, 2007. p. 105-114.

WINTERS, S.; TENNYSON, J. Fish and other marine products: aish of seafood. In: HORWITZ, W. (Ed.). **Official methods of analysis of AOAC International.** 18. ed. Gaithersburg: AOAC International, 2005. chap. 35, p. 8.

YU, S.L.; UENG, P.S. Impact of water temperature on growth in cobia, *Rachycentron canadum*, cultured in cages. **The Israeli Journal of Aquaculture**, Haifa, v. 59, n. 1, p. 47-51, 2007.

3 ESTUDO DE CASO: PARÂMETROS DE QUALIDADE AMBIENTAL, FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS DA ESPÉCIE, PARA A PRODUÇÃO EM ENCOSTAS (*NEARSHORE*), DO BEIJUPIRÁ (*Rachycentron canadum*) VISANDO A RASTREABILIDADE

Resumo

O rápido crescimento da aquicultura brasileira, nos últimos anos, tem impulsionado a atividade a se expandir também para a piscicultura marinha, sendo o beijupirá a espécie eleita para essa empreitada, devido ao seu desempenho em cativeiro e às suas características nutricionais e sensoriais. O objetivo desse estudo foi aferir os parâmetros ambientais de qualidade da água de criação e físico-químicos e microbiológicos do beijupirá, que possam ser utilizados na elaboração de um sistema modelo de rastreabilidade da cadeia produtiva dessa espécie produzida em sistema *nearshore*. As coletas foram realizadas nos meses de junho, julho, agosto e setembro do ano de 2012, em uma unidade comercial, localizada na cidade de Ubatuba-SP. Os animais foram criados em tanques-rede e alimentados com rejeito de pesca e ração comercial. Índices pluviométricos e de temperatura do ar foram fornecidos pelo Centro Integrado de Informações Agrometeorologicas. Nas amostras de água foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas e nos peixes, a caracterização biométrica dos animais, análises microbiológicas da pele, peixe inteiro e rendimento em filé. Para os filés, alimento fornecido aos animais e resíduo gerado no processamento dos filés foram realizadas análises de composição centesimal, ácidos graxos e aminoácidos. Para os filés realizou-se as análises de pH, Bases Voláteis Totais e análises microbiológicas. Para os parâmetros ambientais, aminoácidos, ácidos graxos e análises microbiológicas, realizou-se, uma análise descritiva dos resultados. Os demais resultados foram submetidos à análise de variância – ANOVA e teste de *Kruskal-Wallis* ($p < 0,05$). Verificou-se que julho foi o mês que apresentou o maior índice de chuvas, 129, 3 mm e agosto, o menor, 26,3 mm. Os meses de coleta foram os meses mais frios do ano de 2012. O valor de pH e os parâmetros físicos avaliados visualmente na água de criação dos beijupirás apresentaram conformidade com a legislação brasileira vigente. No entanto, os demais parâmetros físico-químicos avaliados em laboratório apresentaram grande variação nos diferentes meses de coleta. Mesmo assim, somente os valores de demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio e carbono orgânico total estavam acima do recomendado pela literatura, principalmente para as amostras coletadas nos meses de agosto e setembro. As temperaturas da água de criação

estavam abaixo das faixas de temperatura indicada para criação dessa espécie em cativeiro, de 20 a 21º C. As amostras de água apresentaram baixas contagens dos micro-organismos analisados. Os animais amostrados na coleta de setembro apresentaram maiores medições biométricas, quando comparados às amostras de junho, mas os pesos finais não foram os mesmos relatados na literatura. O rendimento em filé ficou próximo a 40%, sendo a cabeça e a carcaça os principais resíduos gerados no processo de filetagem, 70%. Todas as amostras de filés apresentaram valores médios abaixo dos limites máximos tolerados pela legislação brasileira no que se refere às análises de frescor e microbiológicas. Para as análises do peixe inteiro, pele, observou-se baixas contagens para os micro-organismos analisados, exceto para mesófilos. Entretanto, essas altas contagens não foram observadas nas amostras de filés, o que sugere que a contagem microbiológica externa do peixe pouco influenciou na contagem microbiológica dos filés. Além dos teores de proteína adequados, as amostras de filés de beijupirás também apresentaram elevada umidade e baixos teores de cinza e valor calórico. Os teores de lipídeos da ração devem ter influenciado os teores de lipídeos dos filés. Nenhuma das amostras do alimento fornecido aos animias atendiam as exigências da espécie para teor de proteína, mas as amostras dos meses de agosto, 10,12 $g.100g^{-1}$ e setembro, 6,68 $g.100g^{-1}$ atenderam as exigências mínimas para teor de lipideos. Notou-se que o ácido glutâmico, a lisina e os ácidos graxos Eicosapentaenoico (EPA) e Docosahexaenoico (DHA), foram os componentes nutricionais que se destacaram em todas as amostras analisadas. Conclui-se que em sistemas de produção de beijupirá tipo *nearshore,* parâmetros como temperatura da água de criação; rendimento em filé, destreza do filetador; quantidade e tipo de resíduo gerado na filetagem; frescor e qualidade microbiológica dos filés; assim como, composição centesimal dos filés, resíduos e alimento fornecido aos animais, especificamente composição em aminoácidos e ácidos graxos, devem ser eleitos para monitoramento em um sistema de rastreabilidade.

Palavras-chave: maricultura; *nearshore;* qualidade da água; frescor; lisina; beijupirá; ácidos graxos insaturados; rastreabilidade.

Case study: Environmental quality, physico-chemical and microbiological parameters of the species, for cobia (*Rachycentron canadum*) production, near the coast (*nearshore*), aiming traceability.

Abstract

The rapid growth of the Brazilian aquaculture in recent years has expanded to marine fish farming, and cobia was the chosen species for this activity because of their performance in captivity and their nutritional and sensory characteristics. The aim of this study was to assess water quality and physico-chemical and microbiological environmental parameters of cobia, which can be used in the development of a traceability model system of the production chain of this species reared in nearshore systems. Samples were collected in the months of June, July, August and September of 2012, in commercial marine fish farming, in Ubatuba, SP, Brazil. The animals were reared in cages and fed with fishing tailings and commercial feed. Rainfall and ambient air temperature indexes were provided by the Centro Integrado de Informações Agrometeorologicas. In water samples, we performed physico-chemical and microbiological analyses and fish: biometric characterization of the animals, microbiological skin analysis, whole fish, and fillet yield. For fillet, feed and waste generated in fillet processing were performed analyses of chemical composition, fatty acids and amino acids. For the fillets, we conducted analyses of the pH, Total Volatile Bases and the microbiological analysis. For environmental parameters, amino acids, fatty acids and microbiological analyses were held a descriptive analysis of the results. The other results were submitted to the analysis of variance - ANOVA and Kruskal-Wallis test ($p < 0.05$). July was the month with the highest rainfall index, 129.3 mm, and August with the lowest, 26.3 mm. The collection months were the coldest months of the year 2012. The pH value and visually evaluated physical in water parameters of cobia rearing complied with the Brazilian legislation. However, the physico-chemical parameters evaluated in laboratory showed great variation for different collection months. Still, only the values of biochemical oxygen demand, chemical oxygen demand and total organic carbon were above the threshold prescribed in the literature, especially for samples collected in August and September. The water temperatures in the rearing system were below the ranges indicated for the rearing of this species in captivity (20 to 21°C). Water samples showed low scores of the analyzed microorganisms. The animals sampled collected in September showed higher biometric measurements compared with June samples, but the growth rates were not the same reported in the literature. The fillet yield was close to 40%,

and 70% of the generated residue was head and carcass. All samples fillets showed average values below the threshold established by the Brazilian legislation for freshness and microbiological analyses. The analysis of whole fish (skin) showed low levels for the microorganisms analyzed, except for mesophilic. However, these high scores were observed in fillet samples, suggesting that external fish contamination had little influence on fillet contamination. In addition to the high protein contents, samples of cobia fillets also showed high moisture and low ash and calorific value. The dietary lipid levels seem to have influenced lipids levels of fillets. None of the feed samples met the requirement for the protein, but feed samples of August, 10.12 $g.100g^{-1}$, and September, 6.68 $g .100g^{-1}$, met the minimum requirements for lipid. Glutamic acid, lysine and fatty acids Eicosapentaenoic (EPA) and Docosahexaenoic (DHA) were the nutritional components that excelled in all samples. In conclusion, in cobia nearshore production systems, parameters such as temperature of rearing water, fillet yield, skill of take fillet, amount and type of waste generated in filleting, freshness and microbiological quality of fillet, as well as chemical composition of fillets, waste and food provided to the animals, specifically amino acid composition and fatty acids, should be monitored in a traceability system.

Keywords: mariculture; *nearshore*; water quality; freshness; lysine; cobia; polyunsaturated acids.

3.1 Introdução

Pesquisas demonstram que a produção de pescado deverá desempenhar um papel importante no cumprimento da demanda futura por proteína animal. No entanto, o crescimento da maricultura, como praticada atualmente, ainda é incipiente no que se refere ao meio ambiente (LANGAN, 2008).

Sistematicamente, ao longo dos anos, a aquicultura tem sido a principal responsável pela diminuição do déficit entre a demanda e a oferta de pescado no mercado mundial (CAVALLI; DOMINGOS; HAMILTON, 2011).

Indiscutivelmente o Brasil possui muitas espécies com potencial para a maricultura, mas no cenário atual não há recursos financeiros, humanos e de infraestrutura para o desenvolvimento de projetos com piscicultura marinha. Existem poucos grupos de pesquisa dedicados a esta área, e o caminho para reverter estes esforços de pesquisa em resultados práticos para a indústria, ainda é longo (NUNES; MADRID; PINTO, 2014).

Nos últimos anos, o beijupirá, tem sido indicado para a produção em cativeiro de grande escala. Isso devido às suas características de possuir alto valor comercial, rápido crescimento, capacidade de adaptação em cativeiros e considerável resistência a doenças. Essa espécie tem se tornado uma peça chave na maricultura das águas costeiras do mar do sul da China, por exemplo (SUN; CHEN; HUANG, 2006).

O beijupirá, *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766) é um peixe teleósteo da Ordem Perciformes e a única espécie da família Rachycentridae. Em ambiente natural, os indivíduos podem atingir 60 kg e medir 2 m de comprimento. Essa espécie possui escamas pequenas, corpo alongado e subcilíndrico com cabeça grande e achatada. A coloração é marrom escura, sendo o ventre amarelado, apresentando duas faixas prateadas ao longo do corpo (NUNES; MADRID; PINTO, 2014).

Além disso, é uma espécie carnívora, alimentando-se, principalmente, de peixes, crustáceos e cefalópodes (FRANKS; GARBER; WARREN, 1996). Dependendo das espécies e da abundância delas no local, o beijupirá pode variar sua preferência alimentar, de peixes para crustáceos, incluindo, também, outros itens como elasmobrânquios, bivalves e hidrozoários (ARENDT; OLNEY; LUCY, 2001).

É um peixe que apresenta textura firme e “sabor refinado” tornando a espécie uma opção aos consumidores (MADRID et al., 2014) adeptos à culinária oriental, sendo um dos preferidos para elaboração de pratos como *shushi* e *sashimi*.

Outra importante característica do beijupirá é a de ser uma espécie de ampla distribuição nas águas do Oceano Indo-Pacífico até o sul do Oceano Atlântico. Em Taiwan, é considerada uma espécie ideal para criação em gaiolas, devido ao seu alto valor de mercado, tanto doméstico como internacional. Além disso, nessa região, a tecnologia para sua criação desenvolveu-se rapidamente nos últimos anos, incluindo desova natural de reprodutores em cativeiro, técnicas de criação de larvas, produção de berçário em tanques, lagoas e sistemas de gaiolas *nearshore* (área costeira abrigada), com engorda em gaiolas no sistema *offshore* (mar aberto) (LIAO et al., 2004).

No Vietnã, a criação do beijupirá e de outros peixes marinhos é realizada, em quase a totalidade, em gaiolas posicionados em enseadas e baías abrigadas no mar, em áreas muito próximas à costa (*nearshore).* Na Ásia, em geral, a instalação de gaiolas nesse sistema *nearshore* oferece a vantagem do uso de estruturas de criação de baixo custo, fabricadas de forma artesanal. Estas estruturas de criação adotam um baixo nível tecnológico e são frequentemente operadas por famílias de pescadores. As gaiolas são na maioria, de pequeno volume, entre 27 (3 x 3 x 3 m, largura, comprimento, altura) a 108 m^3 (6 x 6 x 3 m) (NUNES; MADRID; PINTO, 2014).

A instalação de sistemas *offshore*, por outro lado, requer maiores gastos com tecnologias de implantação, pois as estruturas precisam resistir às adversidades naturais existentes no mar aberto, como fortes correntezas da água, ondas de grande volume, ventos, entre outras. E ainda, nesse tipo de sistema, é preciso pessoal capacitado para trabalhar nessas condições, o que torna o monitoramento do sistema de criação uma tarefa árdua e onerosa. Por estas razões, esse tipo de sistema ainda é pouco difundido em todo o mundo.

Dessa forma, a instalação de fazendas marinhas em locais que tenham condição geográfica e geomorfológica de ilhas oceânicas, com recortes de enseadas e baías abrigadas, é o mais indicado para essa modalidade de criação, proporcionado boa qualidade de água, temperatura, luminosidade e fluxo de corrente adequado (RIBEIRO et al., 2014). E também o mais indicado para países ou empresas com pouca experiência nessa modalidade.

A realização do monitoramento e correção de variáveis relacionadas às condições físico-químicas da água, entretanto, é viável em sistemas de produção em tanques (em terra) com alta circulação de água. Quando se trata de sistemas de produção em gaiolas, tipo *offshore* e mesmo *nearshore,* que estão localizadas no mar, o monitoramento ainda é possível,

mas a correção de taxas fora do considerado normal é dificultada pelas próprias condições do sistema, onde a renovação da água das gaiolas, na maioria das vezes, depende exclusivamente da força das correntezas do mar.

E isso é um fator preocupante, visto que o rápido crescimento da aquicultura nos últimos anos já é uma realidade. Esse crescimento se deve a vários fatores, um deles é o fato da aquicultura possibilitar uma produção animal muito mais diversificada do que a produção animal terrestre, ou seja, existem mais de 600 espécies a serem produzidas pela aquicultura, enquanto menos de 100 em terra. Outra questão, é que a preferência do consumidor também mudou nos últimos anos, com base, em grande parte, nos benefícios à saúde pelo consumo de pescado divulgados na mídia. A utilização dos recursos é outra questão relevante; na produção animal terrestre usa-se mais água, energia e terras aráveis para a produção de grãos destinados à elaboração de rações animais. E por fim, peixes e crustáceos também são muito mais eficientes na conversão dos alimentos ingeridos em carne comestível. A conversão alimentar média ou FCR, para os peixes e crustáceos é em torno de 1,5: 1. Por comparação, o FCR para bovinos de corte é de 8: 1; suínos, 3: 1; e aves 2: 1 (LANGAN, 2008).

Uma vez havendo essa perspectiva de expansão, uma questão a ser discutida são as possíveis alterações que a maricultura em larga escala pode causar ao ambiente, uma vez que, estudos indicam que, se o sistema de criação não for conduzido de forma adequada, a quantidade de impactos ambientais negativos se sobressai aos impactos positivos. Sendo assim, cada vez mais, o ideal de uma maricultura integralmente sustentável deve ser colocado em prática, melhorando o manejo das áreas utilizadas para implantação dos sistemas de criação, empregando alternativas ambientalmente coerentes e que estejam sendo cuidadosamente estudadas para que eliminem ou diminuam os impactos negativos já comprovados (FREITAS; COSTA; SILVESTRI, 2009).

Para isso, a implementação de um sistema de rastreabilidade em toda cadeia produtiva do beijupirá, constitui-se em uma alternativa viável para produção eficiente e sustentável dessa espécie. Entretanto, essa ferramenta só terá sucesso se todos os elos da cadeia se conscientizarem do importante papel que cada um deles deve desempenhar nesse sistema, e que a comunicação entre eles é vital.

Tanto a rastreabilidade como o sistema de rastreabilidade se referem à habilidade de garantir que produtos “em movimento” na cadeia de abastecimento alimentar (*Food supply chain*) podem ser monitorados (*tracked*) e rastreados (*traced*). Sendo o monitoramento (*tracking*) a capacidade de acompanhar o caminho pelo qual o produto percorre ao longo da cadeia e abastecimento (jusante); enquanto o rastreio (*tracing*) refere-se à capacidade de se

determinar a origem e as características de um determinado produto, obtidos por referência a registros mantidos a montante da cadeia de suprimentos (DABBENE; GAY; TORTIA, 2014).

De forma mais simplificada, o rastreamento é o ato de rastrear, identificar a origem de um produto em qualquer momento do seu processo de transformação e de distribuição. Significa identificar o seu percurso pela cadeia de abastecimento desde o produtor até o consumidor. Em muitas regiões do mundo, a rastreabilidade é empregada com maior sucesso devido à pressão de mercados consumidores mais maduros e também como estratégia de diferenciação mercadológica e garantia da qualidade (ECKSCHMIDT et al., 2009).

Aliado a isso, a crescente globalização da distribuição de alimentos, combinada com os recentes surtos de doenças transmitidas por alimentos (DTA), tem aumentado as preocupações sobre questões de segurança alimentar em todo o mundo. E em resposta a estas preocupações crescentes, tanto por parte do governo como dos consumidores, muitos países têm apostado na rastreabilidade dos alimentos como um meio para restaurar a confiança na cadeia de distribuição dos alimentos e limitar a venda e distribuição de produtos não seguros (THOMPSON; SYLVIA; MORRISSEY, 2005).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi aferir os parâmetros de qualidade da água e da matéria prima, beijupirá, que possam ser utilizados na elaboração de um sistema modelo de rastreabilidade da cadeia produtiva do beijupirá produzido em sistema *nearshore*, na cidade de Ubatuba-SP, a fim de agregar valor à matéria prima oriunda da piscicultura marinha, contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável desta espécie.

3.2 Material e métodos

3.2.1 Local das coletas e características da criação dos animais

As coletas foram realizadas nos meses de junho, julho, agosto e setembro do ano de 2012, em uma piscicultura marinha comercial, de pequeno porte, de beijupirás (*Rachycentron canadum*), localizada na praia do Peres (Lagoinha), na cidade de Ubatuba-SP. Os animais foram criados em tanques-rede de baixo volume, construídos artesanalmente pelo próprio proprietário, com medidas médias de 5m de comprimento x 5m de largura x 2,5m de profundidade (Figura 3.1).

Figura 3.1 – Tanques-rede para criação de beijupirá em tanques-rede, localizados na cidade de Ubatuba/SP

A piscicultura tinha pouco tempo de atividade. Ainda em fase de teste, não tinha recursos tecnológicos e contava apenas com a mão de obra do proprietário, que também é pescador artesanal, sua esposa e, às vezes, com a ajuda de algumas pessoas da comunidade local. Todavia, o proprietário relatou não haver presença expressiva de mortalidade por doenças nos animais durante todo o ciclo de produção. As eventuais mortalidades ocorreram por intemperes ambientais como tempestade e agitação excessiva do mar.

O início do ciclo de criação se deu em abril do ano de 2011, onde cerca de 500 alevinos foram adquiridos de um laboratório comercial de alevinagem localizado na cidade de Ilha Bela, SP. Estes alevinos foram distribuídos em dois tanques-rede, e foram alimentados com rejeito de pesca (peixes pequenos e camarão), provenientes de rede de arrasto de barcos de captura de camarões e cercos flutuantes que mantinham suas atividades na mesma região de Ubatuba, SP. Exceto no último mês de coleta, quando os peixes receberam ração comercial (40% de proteína), uma vez que, segundo relatos do produtor, não foi possível adquirir o rejeito de pesca.

No primeiro mês de coleta, ou seja, 14 meses após o início da criação, o proprietário relatou ter cerca de 100 unidades de peixes em sua piscicultura (cerca de 50 unidades em cada tanque-rede), todos já em tamanho de abate comercial. Nessa fase, o arraçoamento foi realizado a uma quantidade média de 28 Kg/dia, a uma frequência de duas vezes ao dia (manhã e ao entardecer).

Destaca-se ainda que, os tanques de criação não estavam localizados em uma área de mar aberto (*offshore*). Eles foram implementados em área costeira abrigada (Figura 3.2) próxima à orla da praia (*nearshore)*, a fim de se minimizar a influência dos ventos e agitação do mar, garantindo maior segurança e fixação dos mesmos.

Figura 3.2 – Localização dos tanques-rede de criação de beijupirá na praia do Peres, Ubatuba/SP

3.2.2 Índices pluviométricos e de temperatura do ar

Os valores dos índices pluviométricos correspondentes aos meses de coleta foram obtidos a partir de dados fornecidos pelo Centro Integrado de Informações Agrometeorologicas (CIIAGRO), que fornece informações a respeito, principalmente, das temperaturas máxima e mínima do ar e precipitação diária, de diversas regiões do Estado de São Paulo. Os dados meteorológicos foram obtidos de estações meteorológicas, tanto automáticas como mecânicas, pertencentes à Secretaria de Agricultura e Abastecimento, coordenadas e operadas pelo Instituto Agronômico de Campinas e Centro Integrado de Informações Agrometeorologicas (IAC/CIIAGRO) com apoio do Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas (PEMBH) e diversas entidades parceiras, públicas ou privadas, de âmbito estadual e federal (CIIAGRO, 2014).

3.2.3 Monitoramento da qualidade da água

O deslocamento até as unidades de criação, para coleta das amostras de água, foi realizado por meio de embarcação de pequeno porte, barco a motor.

As coletas de água foram efetuadas em três locais distintos, para composição de três amostras – repetições (N=3), que foram definidos seguindo a disponibilidade e a disposição dos tanques no local de criação. As coletas foram realizadas com o auxílio de uma garrafa de *Van dorn*, previamente higienizada, que foi mergulhada a cerca de 1,5 m de profundidade

para coleta das amostras. Após retorná-la à superfície, as amostras foram imediatamente transferidas para garrafas de polietileno estéreis de 1 L, previamente identificadas, e que foram então, armazenadas em caixas térmicas com gelo para serem transportadas até o local das análises físico-químicas e microbiológicas.

3.2.3.1 Análises físico-químicas da água

Ainda no local de coleta, através de observação visual, foram avaliados os parâmetros físicos de qualidade da água de criação dos peixes, conforme previsto na Resolução CONAMA N° 357, a saber: a) materiais flutuantes; b) óleos e graxas; c) substâncias que produzem odor e turbidez; d) corantes provenientes de fontes atrópicas; e) resíduos sólidos (BRASIL, 2005).

No momento da coleta de água, também foi mensurado a temperatura (°C) da água, com o auxílio de um termômetro (marca INCOTERM), tanto nos pontos de coleta como no tanque-rede onde os peixes a serem capturados se encontravam.

Além disso, foram realizadas as seguintes análises físico-químicas: oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$); demanda química de oxigênio (DQO) ($mg.L^{-1}$); demanda bioquímica de oxigênio (DBO) ($mg.L^{-1}$); salinidade; amônia ($mg.L^{-1}$); nitrito ($mg.L^{-1}$); nitrato ($mg.L^{-1}$); fosfato ($mg.L^{-1}$); carbono orgânico total (COT) ($mg.L^{-1}$); turbidez (NTU); gás carbônico (CO_2) ($mg.L^{-1}$); e clorofila *a* ($\mu g.L^{-1}$), conforme descrito no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 22ª Edição (APHA, 2012).

A mensuração do pH foi realizada diretamente nas amostras de água, através da imersão do eletrodo do potenciômetro digital TECNAL, modelo TEC3-MP, em 100 mL de amostra, a 25º C, seguindo as instruções do manual de uso do equipamento (TECNAL, 1999?).

3.2.3.2 Análises microbiológicas da água

As análises microbiológicas foram realizadas no prazo máximo de 24h após as coletas, conforme recomendado pela resolução número 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005), no laboratório de Microbiologia de Alimentos, do Departamento de

Agroindústria, Alimentos e Nutrição da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP), localizado na cidade de Piracicaba, SP.

As três amostras de água de cada coleta (N=3) foram submetidas à análise para determinação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e *E.coli*, através do uso do teste rápido Colilert®, da Idexx Laboratories Inc., descrito e validado na 18º Edição do *Official Methods of Analysis* (AOAC, 2005).

Para realização da análise, primeiramente abriu-se duas ampolas do substrato de cultura (Colilert®), disponível comercialmente já esterilizado e, assepticamente, adicionou-se o conteúdo dessas ampolas a 200 mL de água destilada esterilizada. Após homogeneização, alíquotas dessa solução, contendo substrato, foram transferidas para 20 tubos de ensaio estéreis (5 tubos para cada série de tubos analisada), na quantidade de 10 mL por tubo.

Em seguida, para cada amostra coletada, foram transferidos 100 mL de água bruta para um erlenmyer estéril. Para formação da 1ª série de tubos, transferiu-se 10 mL da água bruta para cada um dos 5 tubos de ensaio, já contendo o substrato de cultura (Colilert®), pertencentes a essa série. Da mesma água bruta, ainda foi transferido 1 mL de amostra para outros 5 tubos de ensaio com substrato (1 mL por tubo), formando-se a 2ª série de tubos. Para formação da 3ª série de tubos, 10 mL da água bruta foram transferidos para uma garrafa já contendo 90 mL de água destilada esterilizada. Após homogeneização, 1 mL dessa amostra diluída foi transferida para outros 5 tubos de ensaio (1 mL por tubo) contendo substrato. O mesmo ocorreu para a 4ª série de tubos, quando primeiramente foi transferido 1 mL da amostra diluída da 3ª série para outra garrafa contendo 90 mL de água destilada esterilizada, e dessa mistura, após homogeneização, foi transferido 1 mL para cada um dos 05 tubos de ensaio da 4ª série de tubos, já com substrato. Todos os tubos foram incubados a 35 ±1 ºC, por 24h para posterior leitura dos resultados.

Considerou-se positiva a presença de coliformes totais, quando, após o período de incubação, os tubos apresentaram coloração amarela a olho nu. E confirmativo da presença de *E. coli* para os tubos que apresentaram fluorescência azulada sob lâmpada de luz ultravioleta, 6 watts e ondas longas, 365nm. A quantificação de ambos os micro-organismos foi determinada conforme a tabela do NMP (NMP/100 mL).

Essa metodologia utiliza nutrientes indicadores que produzem cor e podem fluorescer quando metabolizados por coliformes termotolerantes ou *E. coli*. À medida que os coliformes se reproduzem no Colillert®, eles utilizam ß-galactosidase para metabolizar o indicador de nutriente ONPG (orto-nitrofenil-galactopiranosídeo) e alterá-lo de incolor para

amarelo. A *E. coli* utiliza ß-glucuronidase para metabolizar MUG (4-methyl-umbelipheril-b-D-glucuronide) e criar fluorescência (IDEXX, 2015).

3.2.4 Despesca, abate e transporte dos animais

Em cada dia de coleta, foram capturados 10 animais (N=10) com o auxílio de um puçá (Figura 3.3). Imediatamente após a despesca, os beijupirás foram colocados, ainda vivos, em uma caixa de isopor com água e gelo potáveis, onde sofreram insensibilização por termonarcose e foram abatidos por asfixia (Figura 3.4).

Figura 3.3 – Despesca de beijupirás criados em tanques-rede, localizados em Ubatuba, SP

Figura 3.4 – Insensibilização e abate de beijupirás criados em tanques-rede, localizados em Ubatuba, SP

Em seguida, os peixes foram acomodados nas caixas térmicas plásticas em camadas gelo:peixe (1:1), sendo a última camada de gelo, e assim transportados até a Universidade de São Paulo (USP), Campus de Piracicaba, SP, com monitoramento da temperatura durante o transporte.

3.2.5 Processamento dos beijupirás

O processamento dos beijupirás procedeu-se na Planta Piloto de Procesamento do Laboratório de Tecnologia de Pescado, do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP), Campus de Piracicaba, SP, a uma temperatura média de 15º C, visando reproduzir condições industriais (adaptado de SAVAY-DA-SILVA, 2009).

Durante o processamento, foram realizadas as operações descritas nas Figuras 3.5 e 3.6.

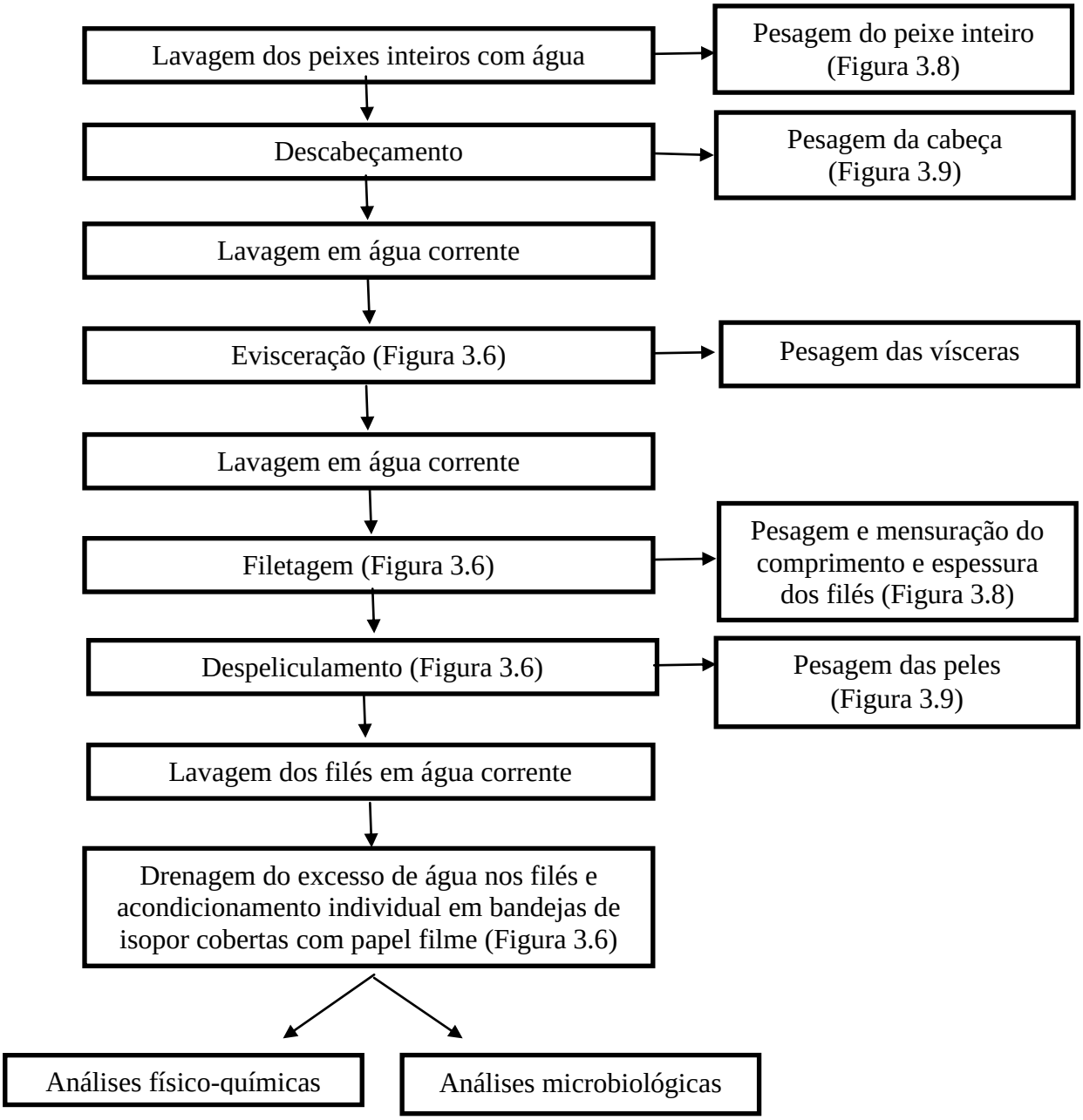

Figura 3.5 – Fluxograma do processamento dos beijupirás

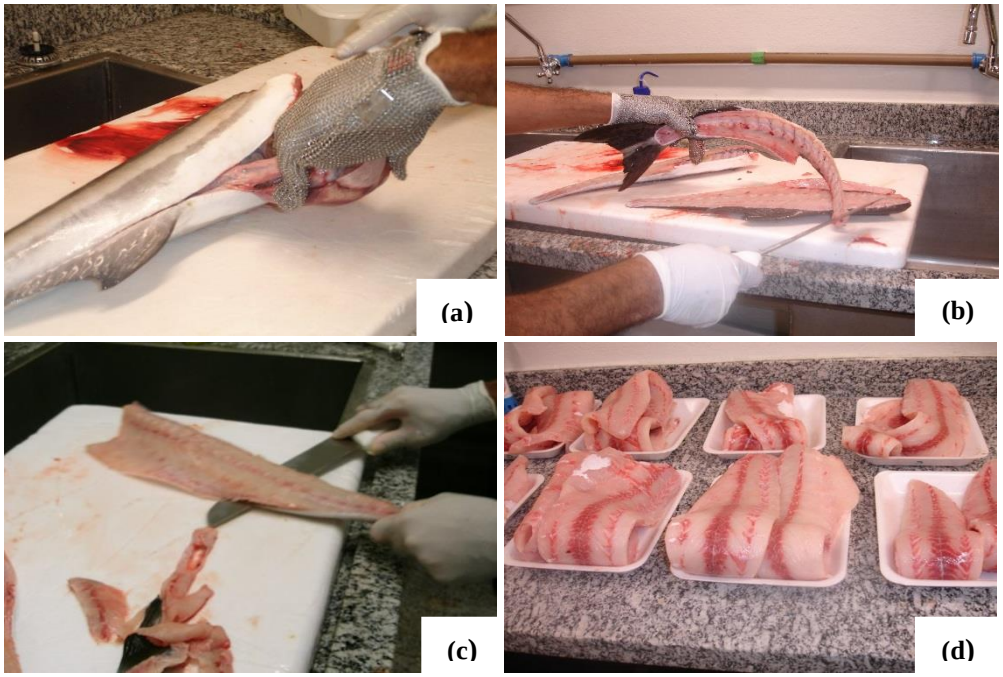

Figura 3.6 – Processamento dos beijupirás: (a) evisceração; (b) filetagem; (c) despeliculamento; (d) filés acondicionados em bandejas de isopor

Antes do início do processamento e durante o processamento dos peixes, os utensílios e bancadas foram higienizados com água clorada, sabão e álcool a 70 %.

Ao final do processamento, os filés de cada um dos 10 peixes coletados (N=10), em cada coleta, foram porcionados e destinados ao laboratório de Tecnologia do Pescado (ESALQ-USP), onde foram submetidos às análises laboratoriais.

3.2.6 Análises físico-químicas

3.2.6.1 Análises biométricas, rendimento e quantificação dos resíduos gerados

Antes do processamento propriamente dito, para cada um dos beijupirás coletados (N=10), foram realizadas as determinações biométricas, em cm, de comprimento total, largura total, comprimento da cabeça, e espessura do lombo, utilizando-se uma fita métrica e paquímetro, previamente higienizados com álcool 70% (Figura 3.7).

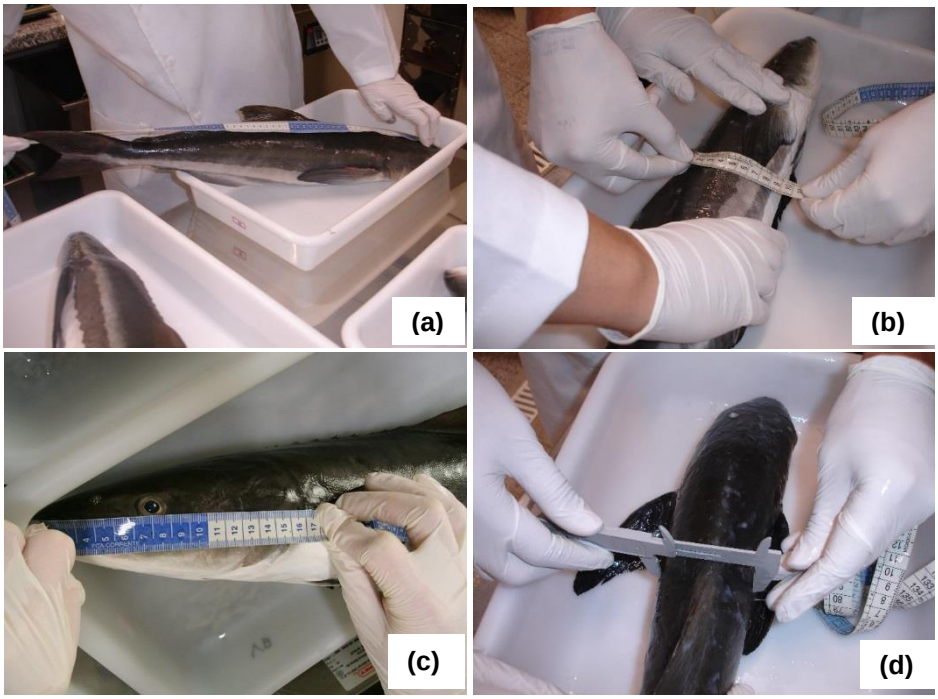

Figura 3.7 – Análises biométricas dos beijupirás: (a) mensuração do comprimento total; (b) largura total; (c) tamanho da cabeça; (d) espessura do lombo

Foi realizada a pesagem dos peixes inteiros e dos seus respectivos filés (g) a fim de se obter o rendimento (%) do processo de filetagem. Também foi avaliado a espessura e comprimento (cm) dos filés obtidos (Figura 3.8) e mensurados, ao longo do processamento dos peixes, os pesos (g) dos resíduos gerados para cabeça, vísceras, carcaça e pele (Figura 3.9).

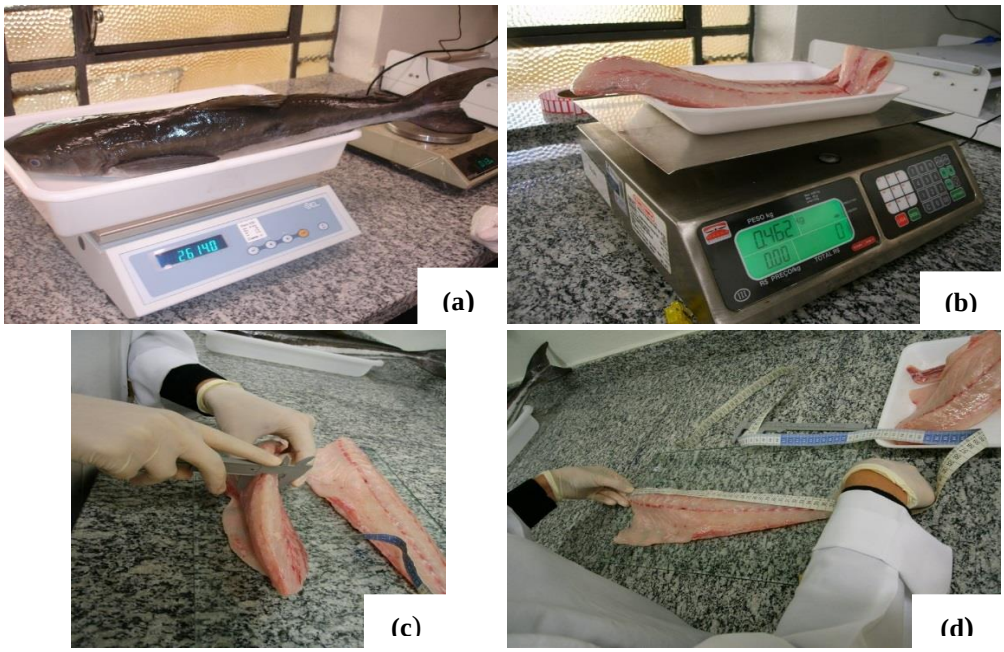

Figura 3.8 – Avaliação do rendimento em filés: (a) pesagem do peixe inteiro; (b) pesagem dos filés; (c) medição da espessura do filé; (d) medição do comprimento total do filé

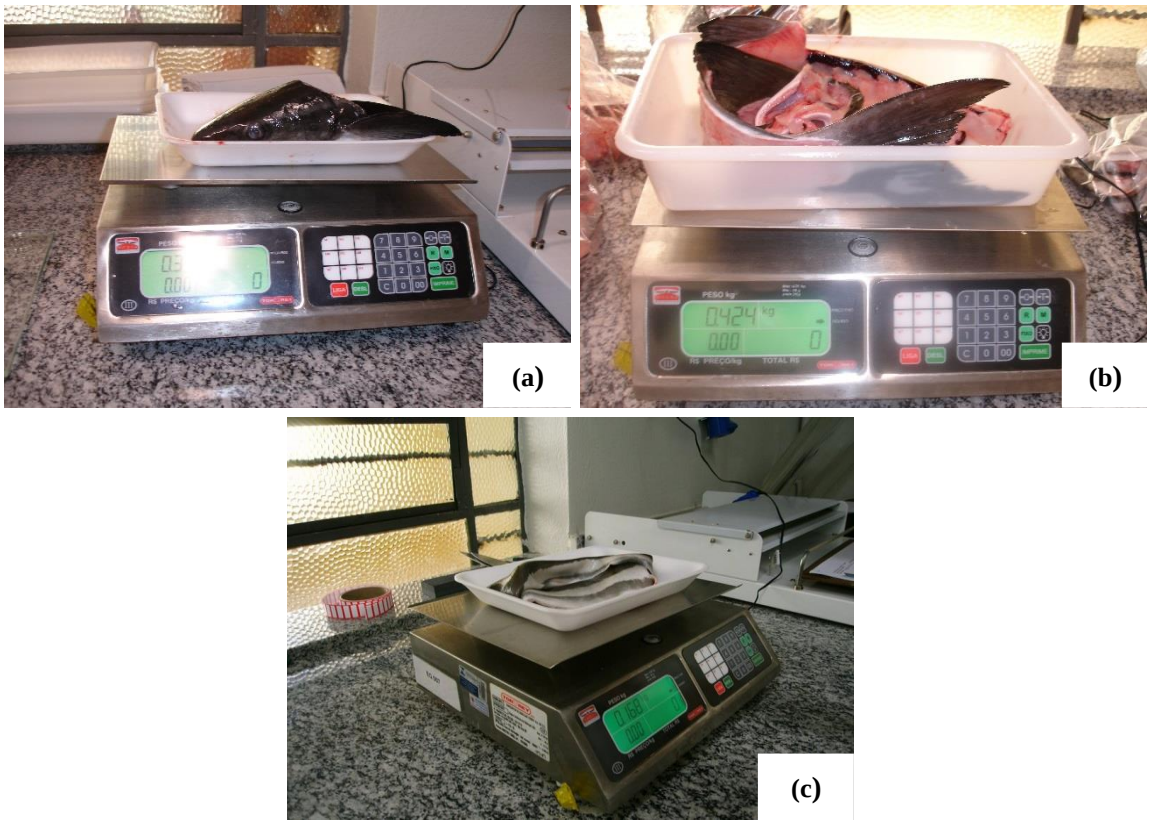

Figura 3.9 – Quantificação dos resíduos gerados: (a) pesagem da cabeça; (b) pesagem da carcaça; (c) pesagem da pele

3.2.6.2 Mensuração de pH

A mensuração do pH foi realizada, individualmente, em cada peixe coletado (N=10), através do potenciômetro digital TECNAL, modelo TEC3-MP, seguindo as instruções do manual de uso do equipamento (TECNAL, 1999?). O preparo da amostra procedeu-se com a adição de 100 mL de água destilada, a 25º C, em 10 g de amostra previamente porcionada em pedaços pequenos. Em seguida, realizou-se a homogeneização dessa amostra com um bastão de vidro e deixou-se que a mesma descansasse por 30 minutos, agitando-se a amostra ocasionalmente, (PREGNOLATTO; PREGNOLATTO, 1985), quando então, foram feitas as leituras do pH.

3.2.6.3 Bases Nitrogenadas Voláteis Totais (BNVT)

A avaliação das BNVT foi realizada, individualmente, em cada peixe coletado (N=10). Para realização das análises, foram homogeneizados 50 g de amostra com 150 mL de ácido tricloroacético (5%), durante 1 minuto em liquidificador, para precipitação do nitrogênio proteico. Em seguida, filtrou-se a amostra, e transferiu-se 10 mL do filtrado, contendo o nitrogênio volátil, para um tubo de macro digestão, onde foram adicionados 20 mL de água destilada e 1g de óxido de magnésio, O tubo foi acoplado a um destilador de nitrogênio total e a amostra destilada até recolhimento de 100 mL. O destilado foi recolhido em um erlenmyer de 125 mL contendo 20 mL de ácido bórico (4%) com 5 gotas de indicador misto (vermelho de metila + verde de bromocresol). O destilado foi titulado com solução de ácido sulfúrico 0,01 N, padronizado, até ponto de viragem, quando o verde/azul passa para lilás/rosa (SAVAY-DA-SILVA et al., 2008). O resultado foi calculado através da equação abaixo. Essa análise de frescor também foi realizada individualmente para cada peixe coletado.

$$\text{BNVT em mg N/100 g} = \frac{14 \times (150 + A) \times V \times f \times N \times 100}{Va \times P}$$

Onde: N= normalidade da solução do ácido sulfúrico;

V= mL de ácido sulfúrico gastos na titulação;

F= fator de correção de solução de ácido sulfúrico 0,01N;

Va= volume da alíquota em mL (10 mL do filtrado);

P= massa da amostra em gramas (50 g);

A= conteúdo de água na amostra expressa em mL/100 g.

Pode-se considerar que o conteúdo médio de água na carne de pescado é de 80%. Quando se utilizar 150 mL de ácido tricloroacético e 50 g da amostra, a expressão será 190 (150+40). Ao utilizar 300 mL de ácido tricloroacético e 100 g de amostra a expressão passa a ser 380 (300 +80).

3.2.6.4 Composição centesimal e valor calórico

Estas análises foram realizadas tanto para os beijupirás coletados como para os alimentos ofertados a esses animais, obtidos diretamente com o produtor no mesmo dia da coleta. E também para os resíduos gerados durante o processamento dos filés, a fim de verificar o seu potencial para desenvolvimento de coprodutos. Para as amostras do alimento ofertado aos animais e resíduos do processamento as análises foram realizadas em triplicata (N=3). Para os peixes, as análises foram realizadas em cada animal coletado (N=10).

As análises realizadas para determinação da composição centesimal foram: **a) umidade**: determinada por perda de peso da amostra em estufa a 105º C, até peso constante (PREGNOLATTO; PREGNOLATTO, 1985); **b) proteína bruta:** através da determinação do nitrogênio total, pelo método de Microkjeldahl, e conversão em proteína, multiplicando o valor obtido pelo fator 6,25 (JOHNSON; ULRICH, 1974); **c) Cinza**: determinada por calcinação da matéria orgânica em forno mufla a 550º C (PREGNOLATTO; PREGNOLATTO, 1985; WINTERS; TENNYSON, 2005); **d) lipídeos totais**: determinados através do método de *Soxhlet*, utilizando hexano como solvente extrator (PREGNOLATTO; PREGNOLATTO, 1985); **e) valor calórico**: obtido multiplicando-se o teor de lipídeos por 9 e o teor de proteínas e carboidrato por 4 (BRASIL, 2001a). Os cálculos dos resultados foram expressos em base úmida.

3.2.6.5 Aminoácidos e ácidos graxos

As análises de aminoácidos e ácidos graxos foram realizadas para caracterização das amostras. Sendo assim, em cada coleta, utilizou-se uma amostra de peixe (N=1), composta por matéria prima de mais de um animal, uma amostra do alimento (N=1) ofertado aos beijupirás e uma amostra do resíduo (N=1) gerado no processamento dos filés.

3.2.6.5.1 Aminoácidos

As análises de aminoácidos foram realizadas por cromatografia líquida de alta eficiência em fase reversa (CLAE-FR), em colunas de troca catiônica e derivação pós-coluna com ninhidrina, em auto analisador. Para qualificação de aminoácidos, as amostras foram hidrolisadas com HCl 6N com 3% de fenol, por 24 horas, a 110º C (MOORE; STEIN, 1963). O triptofano foi determinado após hidrólise enzimática, com Pronase a 40º C por 24 horas, seguido de reação calorimétrica com 4-dimetil-aminobenzaldeído (DAB) em ácido sulfúrico 21,2N e leitura a 590 nm, sendo seu teor calculado a partir da curva padrão (SPIES, 1967).

3.2.6.5.2 Ácidos graxos

Os ésteres metílicos foram obtidos, conforme metodologia descrita por Hartman e Lago (1973). No processo de esterificação, o óleo foi extraído segundo método de Folch, Lees e Stanley (1957). No material a ser analisado foi adicionado 5 mL de NaOH metanólico, seguido de aquecimento em chapa a 65 -70º C por 15 minutos. À solução quente foram adicionados 10 mL do reagente de esterificação (solução de cloreto de amônia e ácido sulfúrico em metanol). Em seguida, o material foi retornado ao aquecimento por mais 10 minutos. Após resfriamento, foram adicionados 10 mL de hexano, foi feita a agitação leve e aguardada a separação de fases. Foi descartada a fase inferior; a fase superior foi filtrada em papel de filtro com sulfato de sódio anidro.

A composição em ácidos graxos foi realizada através de cromatrógrafo gasoso (Konic – Modelo HRGC 4000A) com detector de chama, em coluna cromatográfica de sílica fundida-CP Sil 88 Tailor Made FAME (Chrompak) 50m x 0,25mm id, filme 0,2µm. A cromatografia gasosa foi realizada conforme previsto no *Official methods and recommended practices of the Americam Oil Chemists Society* (AOCS) – método Ce 1-62; Ce 1b-89; Ce 1c-89 (FIRESTONE, 1998). A temperatura da coluna foi aferida para a faixa de 180º C a 225º C, com taxa de aquecimento de 5º C por minuto, enquanto que a temperatura do detector e do injetor foi fixada em 300 e 270º C, respectivamente. A vazão do gás de arraste (hidrogênio) foi de 0,5 mL/minuto e o volume de injeção de 0,5µL.

3.2.7 Análises microbiológicas

3.2.7.1 Peixes inteiros

Após a despesca dos beijupirás, três animais de cada coleta (N=3), foram selecionados aleatoriamente para caracterização microbiológica da sua superfície externa. Para isso, logo que os animais foram retirados do tanque-rede, foi realizado uma coleta, através da técnica de *swab*, com o auxílio de um molde de cartolina (2 cm x 5 cm), previamente esterilizado, para delimitar o espaço da coleta em 10 cm^2, e um tubo contendo um amostrador de *swab* 3M™ (Figura 3.10).

O tubo foi esfregado por toda superfície de amostragem, e o mesmo era girado conforme era passado pelo espaço delimitado (Figura 3.10). Logo após a coleta, o amostrador de *swab* foi imediatamente recolocado no tubo, que continha caldo de enriquecimento, água peptonada tamponada. Realizou-se uma breve agitação do tubo e o armazenamento do mesmo foi conduzido em caixas térmicas com gelo para transporte até o local das análises.

Figura 3.10 – Coleta de amostra microbiológica na superfície externa de beijupirás criados em tanques-rede em Ubatuba, SP

No Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição (ESALQ-USP), as amostras foram submetidas às análises de quantificação de micro-organismos mesófilos, coliformes totais, *E. coli* e Estafilococos *aureus* coagulase positivo, através do uso de Petrifilm™ da 3M™, específico para cada micro-organismo avaliado (AOAC, 2005). Foi verificada também a presença ou ausência de *Salmonella* spp, através do kit 1-2 teste da *Biocontrol System INC* (cod. 10107) (WALLACE; HAMMACK, 2005; BIOCONTROL SYSTEM, 2012).

Os tubos de amostradores, contendo as amostras coletadas, foram considerados, no momento da análise, como as amostras da diluição 10^{-1}. As análises foram feitas até a diluição 10^{-6} para micro-organismos mesófilos, coliformes totais e *E. coli*; e até 10^{-4} para Estafilococos *aureus* coagulase positivo. Para preparo da diluição 10^{-2}, 1 mL da diluição 10^{-1} foi transferido, para um tubo de ensaio contendo 9 mL de água salina peptonada. Após homogeneização, 1 mL da diluição 10^{-2} foi transferido, para outro tubo de ensaio contendo 9 mL de água salina peptonada, elaborando-se assim a diluição 10^{-3}. Esse procedimento se repetiu até elaboração da última diluição desejada (SILVA; JUNQUEIRA; SILVEIRA, 2007).

Nas análises realizadas com Petrifilm™, as placas foram posicionadas em superfícies planas e em local asséptico; o filme superior foi lentamente levantado; e 1 mL do inóculo, foi adicionado, com o auxílio de uma pipeta automática, no centro do filme inferior. Em seguida, o filme superior foi solto sobre o inóculo, e com o auxílio de um difusor, que acompanha cada *kit* de *petrifilm* foi realizada uma leve pressão sobre o inóculo, para distribuição do mesmo na área circular delimitada pelo difusor ou pela própria placa. Aguardou-se pelo menos 1 minuto para solidificação do gel, e depois as placas, com o lado transparente para cima, foram colocadas em estufas com temperaturas e tempo de armazenamento específicos para cada micro-organismo analisado (Figura 3.11).

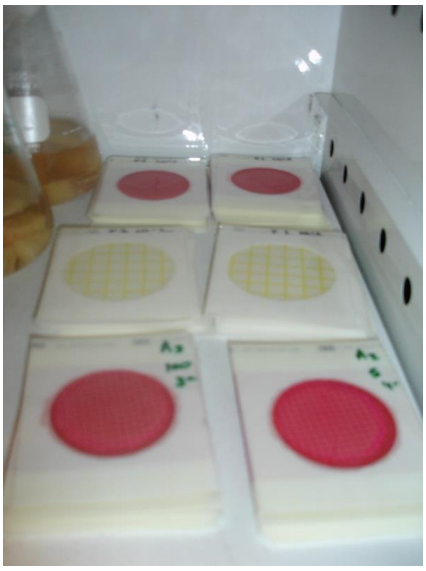

Figura 3.11 – Placas Petrifilm™ incubadas em estufa, para determinação de micro- organismos em beijupirás criados em tanques-rede em Ubatuba-SP

Para os micro-organismos mesófilos, as placas inoculadas foram armazenadas em estufas a 35º C ± 1º C, por 48 h ± 3 h. No momento da leitura, foram consideradas todas as colônias vermelhas, independentemente do tamanho ou intensidade da cor.

Para contagem de coliformes totais e *E.coli*, as placas foram incubadas em estufas também de 35º C ± 1º C, mas por 24 h ± 2 h. Sendo consideradas colônias de coliformes totais todas as colônias com gás, vermelhas e azuis, e *E. coli* apenas as colônias azuis com gás. Não havendo, em 24 h, presença de *E. coli*, incubou-se novamente as placas e nova leitura foi realizada após 48h ± 2 h de incubação.

Para contagem de Estafilococos *aureus* coagulase positivo, as placas foram incubadas em estufas a 35º C ± 1º C, por 24 h ± 2 h. E consideradas as colônias vermelho-violetas. Nas placas em que foram detectadas a presença de colônias de outra cor, pretas ou azuis esverdeadas, utilizou-se o disco Petrifilm™ *Staph Express*. Para isso, o filme superior foi novamente levantado, o disco posicionado na área inoculada, de forma que sua aba ficasse para fora, e então o filme superior foi solto e levemente pressionado com os dedos do analista, até garantir um contato uniforme do disco com o gel, eliminando-se todas as bolhas. As placas foram novamente incubadas a 35º C ± 1º C por mais 3 h, quando foram contados como Estafilococos *aureus* coagulase positivo todos os halos rosados, tendo ou não colônias presentes.

O cálculo da contagem total dos micro-organismos foi realizado multiplicando-se o número de colônias encontradas pelo inverso da diluição da placa contada. Sendo o resultado expresso em UFC/cm^2.

Para identificação de presença ou ausência de *Salmonella* spp, através do *kit* 1-2 teste da *Biocontrol System INC* (cod. 10107), primeiramente, o tubo contendo o amostrador de *swab* foi armazenado em estufa a 35º C ± 1º C por 24 h ± 2 h, para pré-enriquecimento da amostra em água peptonada tamponada, presente no próprio tubo. Em seguida, incubou-se novamente as amostras agora em meio seletivo de caldo tetrationato, adicionado de solução de verde brilhante e iodo-iodeto, em tubos de ensaio que foram colocados em banho- maria a 42º C, de 6 a 8 h, sendo então as amostras transferidas para o *kit* 1, 2- *Test*, que em seguida foram incubados em estufa a 35º C ± 1º C, durante 14 a 30 h. A presença de *Salmonella* spp foi detectada quando no *kit* se formava uma imunobanda, na forma de guarda-chuva invertido, na metade superior do gel da tampa branca. O resultado foi expresso em ausência ou presença em 25 g.

3.2.7.2 Filés

Para os filés, foram realizadas as análises microbiológicas previstas pela Agencia Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para pescado resfriado não consumido cru, através da RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001b): contagem de Estafilococos *aureus* coagulase positivo, através do uso de Petrifim™ da 3M™ específico para esse micro-organismo (AOAC, 2005) e presença de *Salmonella* spp, através do *kit* 1-2 Teste da *Biocontrol System* INC (cod. 10107) (WALLACE; HAMMACK, 2005; BIOCONTROL SYSTEM, 2012). Foram também realizadas as contagens para coliformes totais e *E.coli*, e micro-organismos psicrotróficos, através do uso de Petrifilm™ da 3M™ específicos para esses micro-organismos (AOAC, 2005).

Essas análises também foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição (ESALQ-USP). Em cada coleta, compuseram-se três amostras (N=3) utilizando-se matéria prima de mais de um animal, até se obter a quantidade de matéria prima necessária para realização das análises. Assim, com material dos peixes 1, 2 e 3, elaborou-se a amostra 1; com material dos peixes 4, 5 e 6 a amostra 2; e com material dos peixes 7, 8 e 9 a amostra 3.

Para o preparo das diluições, pesou-se 25 g de cada amostra, que em seguida foram adicionadas a 225 mL de solução salina peptonada a 0,1% (P/V). A solução foi homogeneizada durante cerca de 30 segundos, obtendo-se uma diluição 10^{-1}. Depois foi inoculado 1 mL do homogeneizado em um tubo de ensaio contendo 9 mL de água salina peptonada a 0,1%, obtendo-se a diluição 10^{-2}. Após homogeneização da diluição 10^{-2}, foi inoculado 1 mL da diluição 10^{-2} em outro tubo de ensaio contendo 9 mL de água salina peptonada a 0,1%, obtendo-se a diluição 10^{-3}. Tal procedimento se repetiu até a obtenção da diluição 10^{-6} (SILVA; JUNQUEIRA; SILVEIRA, 2007).

A realização das análises microbiológicas que utilizaram as placas de Petrifilm™, foram efetuadas conforme descrito no item 3.2.7.1, exceto para quantificação de micro-organismos psicrotróficos. Para quantificação desse último micro-organismo, foram utilizadas as placas específicas para contagem de aeróbicos, e o procedimento da análise se deu conforme previsto para quantificação de micro-organismos mesófilos (descrito no item 3.2.7.1), no entanto, as placas inoculadas foram incubadas em estufas a 20º C ± 1º C, por 48h.

Para determinação da presença/ausência de *Salmonella* spp. nas amostras de filés, primeiramente, pesou-se, em condições assépticas, 25 g de amostra que foram adicionados a 225 mL de caldo lactosado. Em seguida, essas amostras foram incubadas por 24 h em estufa a

35º C ± 1º C. Após o pré-enriquecimento, as amostras foram submetidas ao enriquecimento em meio seletivo de caldo tetrationato e inoculadas no kit 1-2 Teste da *Biocontrol System INC* (cod. 10107), conforme descrito no item 3.2.7.1.

3.2.8 Análise estatística

Para os parâmetros ambientais e para as variáveis aminoácidos, ácidos graxos e análises microbiológicas, realizou-se, uma análise descritiva dos resultados.

Os resultados obtidos nas análises biométricas, de rendimento e composição centesimal, foram submetidos à análise de variância - ANOVA, para verificar a significância dos fatores avaliados, com relação aos diferentes meses de coleta. Para verificar a pressuposição da ANOVA, foi realizado o teste de *Kruskal-Wallis*, com um nível de significância previamente estabelecido de 5% ($p<0,05$). As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software R (2013).

3.3 Resultados e discussão

3.3.1 Índices pluviométricos e temperatura do ar

Verifica-se que, dentre os meses de coleta, julho foi o mês que apresentou o maior índice de chuvas, 129, 3 mm, e agosto, o menor, 26,3 mm (Figura 3.12).

A literatura indica que os índices de precipitações podem gerar diversas consequências ao meio ambiente aquático. Além dos níveis de poluição, podem favorecer a diminuição da turbidez, consequentemente, aumento da transparência, temperatura, condutividade, sólidos em suspensão e oxigênio dissolvido da água (SILVA et al., 2008)

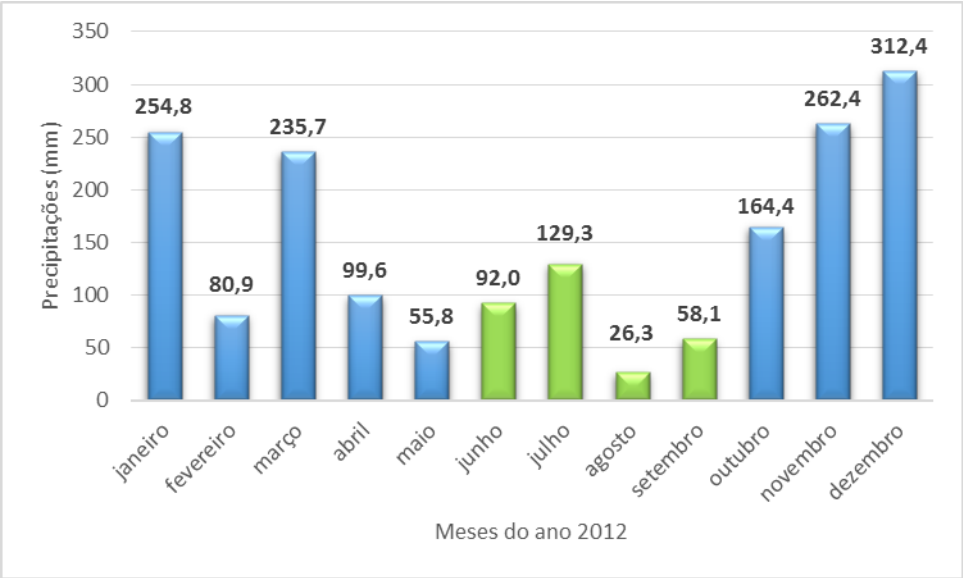

Figura 3.12 – Índices pluviométricos (mm) medidos no ano de 2012 em Ubatuba-SP.
Fonte: CIIAGRO, 2014.

Observa-se, quanto aos valores médios de temperatura registrados nos meses de coleta, que houve pouca variação entre os valores registrados (desvio padrão = ± 0,7), e que esses meses foram os mais frios do ano de 2012, com temperatura média de: 19,6º C; 19,5º C; 19.6º C e 20,9º C, respectivamente para junho, julho, agosto e setembro (Figura 3.13).

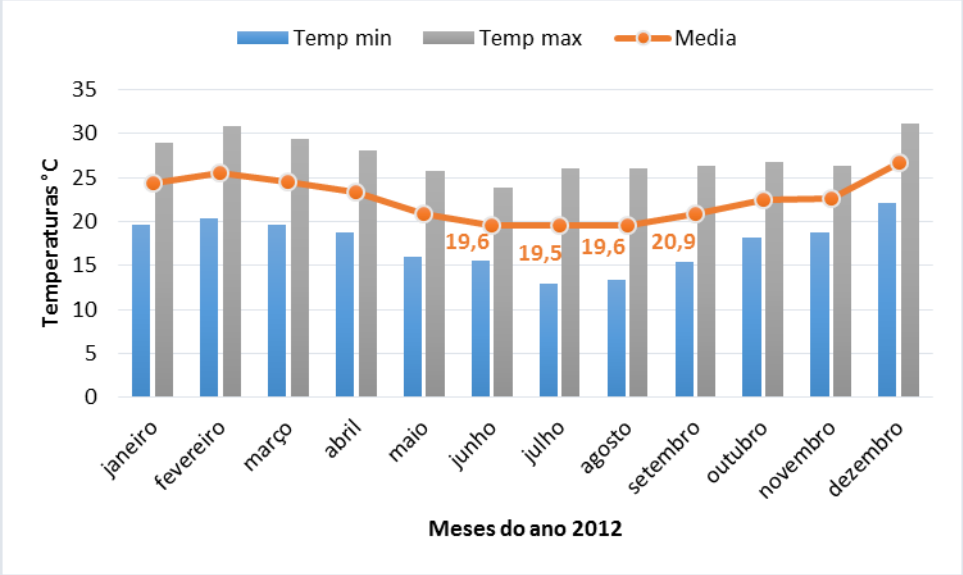

Figura 3.13 – Temperaturas mínimas, médias e máximas (°C) do ar, registradas no ano de 2012 em Ubatuba-SP (valores médios)
Temp Min = temperatura mínima mensal; Temp max = temperatura máxima mensal;
Fonte: CIIAGRO, 2014.

3.3.2 Monitoramento da qualidade da água

3.3.2.1 Parâmetros físicos

A primeira avaliação da qualidade da água realizada, ainda no próprio local das coletas, foi a verificação, através de observação visual, de alguns parâmetros físicos, conforme previsto na Resolução CONAMA N° 357 (BRASIL, 2005). Os resultados foram os mesmos em todas as coletas, e podem ser verificados na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Parâmetros físicos de qualidade da água de criação de beijupirás em tanques-rede, Ubatuba-SP

Parâmetros físicos avaliados	Resolução CONAMA*	Resultado	Nível de conformidade
Materiais flutuantes	Visualmente ausentes	Visualmente ausentes	100%
Óleos e graxas	Visualmente ausentes	Visualmente ausentes	100%
Substâncias que produzem odor e turbidez	Visualmente ausentes	Visualmente ausentes	100%
Corantes provenientes de fontes atrópicas	Visualmente ausentes	Visualmente ausentes	100%
Resíduos sólidos	Visualmente ausentes	Visualmente ausentes	100%

*Resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005).

Verifica-se que, para os parâmetros físicos avaliados, foi observado 100% de conformidades no que se refere ao estabelecido em legislação. Podendo ser considerado adequado o local onde os tanques de criação foram instalados, no que diz respeito a esses parâmetros físicos.

3.3.2.2 Temperatura da água

Verifica-se que as temperaturas médias da água de criação dos peixes pouco diferiram das médias registradas para temperatura do ar, nos respectivos meses de coleta (Tabela 3.2), o que indica que a temperatura da água em tanques de criação, em sistemas *nearhore*, é fortemente afetada pela temperatura do ar, conforme relatado na literatura (SUN; CHEN; HUANG, 2006).

Tabela 3.2 – Temperaturas (°C) da água de criação de beijupirás em tanques-rede e do ar, registradas em diferentes meses de coleta, no ano de 2012, na cidade de Ubatuba- SP (valores médios)

Meses de coleta	**Temperaturas (º C) do ar**	**Temperaturas (º C) da água de criação**
Junho	19,6	20,0
Julho	19,5	20,0
Agosto	19,6	21,0
Setembro	20,9	21,0

Na Tabela 3.2, observa-se que todos os valores registrados para temperatura da água de criação de beijupirás em Ubatuba, foram inferiores às temperaturas ideais, ou mesmo, com relação à faixa de temperatura indicada para criação dessa espécie em cativeiro. Estudos demonstram que, tanto o crescimento como a eficiência máxima de conversão alimentar são otimizados a uma temperatura intermédia na faixa de 27-29 °C, para beijupirás juvenis (SUN; CHEN; HUANG, 2006). Além disso, os autores desse trabalho concluíram que, para essa espécie, temperaturas mais elevadas são menos adequadas do que uma menor temperatura dentro da faixa experimental de 23-35 °C.

No entanto, segundo relatos do produtor, os animais deste experimento apresentaram considerável ganho de peso; crescimento, em comprimento; e consumo de alimentos nesses meses de coleta, não diferindo, visualmente, dos meses anteriores, nos quais as temperaturas estavam maiores. Ressalta-se, todavia, que o produtor não tinha nenhuma planilha de monitoramento dessas variáveis, o que dificulta a confirmação dessas informações e afirma a necessidade de implementação de um sistema efetivo de monitoramento das variáveis ambientais, para que se possa ter certeza das reais influências delas no sistema de criação de beijupirás.

Na literatura, encontra-se que o beijupirá prefere águas quentes, em torno de 27 a 29ºC (SUN; CHEN; HUANG, 2006; SUN; CHEN, 2009). Em Penghu, Taiwan, onde as médias de temperatura são mais baixas, quando a temperatura nos sistemas de criação abaixou para 20 ou 21º C, foi registrado que a atividade alimentar dos beijupirás diminuiu e cessou totalmente aos 19º C, sendo que abaixo de 16º C houve mortalidade massiva (MIAO et al., 2009). Outros experimentos relatam que o beijupirá deixa de se alimentar em águas com temperaturas abaixo de 18° C. E já foi relatado que temperaturas da água abaixo de 15 ° C, por mais de cinco semanas, causaram mortalidade em massa desses peixes em gaiolas no mar, incluindo reprodutores (NHU et al., 2011).

Como relatado anteriormente, neste experimento, foram registradas temperaturas de 20 a 21º C na água de criação, inclusive dentro do tanque-rede, mas, segundo o produtor, visualmente não foi observado diminuição da atividade alimentar dos animais, o que se opõe às informações encontradas na literatura.

Na literatura também são encontradas informações a respeito da faixa de temperatura ideal da água para desova de beijupirás, mas todas elas também ficam acima da faixa de temperatura encontrada nesse experimento. Para a espécie beijupirá, as desovas espontâneas ocorrem ao longo do ano, em temperaturas da água em torno de 23º a 27º C, com picos na primavera e no outono. A fertilização dos ovos acontece em 21 a 37 horas e em temperatura da água de 22º a 31º C. Além disso, o crescimento larval é rápido, e as larvas são mais resistentes a adversidades ambientais quando comparadas com as larvas de outros peixes marinhos (LIAO et al., 2004).

Baixas temperaturas da água são normalmente associadas a condições de mar agitado, que acabam influenciando o manejo alimentar e a manutenção do sistema de criação (NHU et al., 2011). Entretanto, também não se pode utilizar essa afirmação encontrada na literatura para justificar os baixos valores de temperatura da água encontrados neste presente experimento, visto que os tanques-rede estavam localizados em uma enseada, em um local protegido das fortes correntezas e agitação do mar aberto.

Em uma pesquisa onde os autores estudaram a influência da precipitação de chuvas na qualidade do Rio Purus, localizado no Estado do Amazonas, verificou-se que os resultados mostraram correlação positiva entre precipitação e temperatura (SILVA et al., 2008). Essa correlação também não pode ser afirmada neste experimento, pois na coleta do mês de julho foi observado o maior índice pluviométrico (129,3 mm) e uma temperatura menor (20º C) que no mês de agosto (21º C), no qual foi observado o menor índice pluviométrico (26,3 mm).

3.3.2.3 Parâmetros físico-químicos

Na Tabela 3.3, observa-se os demais parâmetros físico-químicos da água monitorados durantes as coletas, no local onde se realizou este trabalho.

Não foi possível realizar uma análise estatística para os parâmetros ambientais monitorados, uma vez que os resultados de algumas variáveis analisadas apresentaram-se inferiores aos limites de detecção estabelecidos pelos métodos laboratoriais utilizados, mesmo que mais de uma amostra tenha sido analisada em cada coleta.

Tabela 3.3 –Parâmetros de qualidade da água de criação de beijupirás, em tanques-rede, localizados na cidade de Ubatuba, SP, no ano de 2012

Amostras	Oxig. Diss. ($mg.L^{-1}$)	DQO ($mg.L^{-1}$)	DBO ($mg.L^{-1}$)	Salinidade	Amônia ($mg.L^{-1}$)	Nitrato ($mg.L^{-1}$)	Nitrito ($mg.L^{-1}$)	Fosfato ($mg.L^{-1}$)	COT ($mg.L^{-1}$)	Turbidez (NTU)	CO_2 ($mg.L^{-1}$)	pH	Clorofila *a* ($\mu g.L^{-1}$)
Junho/2012													
N1	8,42	139,80	61,51	35,6	<0,1	<0,5	<0,02	-*	<2,5	2,4	-*	8,17	<3,0
N2	8,57	139,40	59,11	35,8	<0,1	<0,5	<0,02	-*	<2,5	2,8	-*	8,12	<3,0
N3	9,04	147,00	65,86	35,6	<0,1	<0,5	<0,02	-*	<2,5	0,59	-*	8,18	<3,0
Média (DP)	**8,68 (±0,32)**	**142,07 (±4,28)**	**62,16 (±3,42)**	**35,67 (±0,12)**	**<0,1**	**<0,5**	**<0,02**	**-***	**<2,5**	**1,93 (±1,18)**	**-***	**8,16 (±0,03)**	**<3,0**
Julho/2012													
L1	7,35	12,40	6,82	13,10	0,30	1,15	nd	1,30	2,20	3,18	27,28	8,00	<3,0
L2	7,71	16,50	9,08	13,00	0,50	1,00	nd	1,50	2,10	3,08	26,40	8,00	<3,0
L3	7,88	17,60	9,68	13,00	0,35	0,80	nd	1,60	2,50	3,55	15,84	8,00	<3,0
Média (DP)	**7,65 (±0,27)**	**15,50 (±2,74)**	**8,53 (±1,51)**	**13,03 (±0,06)**	**0,38 (±0,10)**	**0,98 (±0,18)**	**nd**	**1,47 (±0,15)**	**2,27 (±0,21)**	**3,27 (±0,25)**	**23,17 (±6,37)**	**8,00 (±0,00)**	**<3,0**
Agosto/2012													
A1	5,40	1551,70	842,57	10,10	Nd	nd	nd	nd	12,20	0,49	7,92	8,02	<3,0
A2	5,35	1522,50	881,52	10,50	Nd	nd	nd	nd	12,20	0,49	7,92	8,01	11,0
A3	5,43	1470,00	799,68	10,90	Nd	nd	nd	nd	16,90	0,54	7,92	8,01	11,0
Média (DP)	**5,39 (±0,04)**	**1514,73 (±41,40)**	**841,26 (±40,94)**	**10,50 (±0,40)**	**Nd**	**nd**	**nd**	**nd**	**13,77 (±2,71)**	**0,51 (±0,03)**	**7,92 (±0,00)**	**8,01 (±0,01)**	**-***
Setembro/2012													
S1	5,90	1433,40	759,70	12,20	Nd	0,30	nd	nd	16,70	2,61	9,68	8,07	<3,0
S2	5,80	1365,00	750,75	11,60	Nd	0,40	nd	nd	19,00	3,07	8,80	8,11	<3,0
S3	5,30	1325,50	729,06	12,30	Nd	0,35	nd	2,18	15,60	3,12	8,80	8,11	<3,0
Média (DP)	**5,67 (±0,32)**	**1374,63 (±54,59)**	**746,50 (±15,76)**	**12,03 (±0,38)**	Nd	**0,35 (±0,05)**	nd	**-***	**17,10 (±1,73)**	**2,93 (±0,28)**	**9,09 (±0,51)**	**8,10 (±0,02)**	<3,0

N = 03 amostras por coleta; Oxig. Diss. = oxigênio dissolvido; DQO = demanda química de oxigênio; DBO = demanda bioquímica de oxigênio; COT = carbono orgânico total; CO_2 = gás carbônico; DP = desvio padrão; nd = não detectado ou menor que o limite de detecção; * parâmetro não analisado. N1, 2 ,3 = amostras coletadas em junho; L1 ,2 ,3 = amostras coletadas em julho; A1, 2, 3 = amostras coletadas em agosto; S1, 2, 3 = amostras coletadas em setembro.

3.3.2.3.1 Oxigênio dissolvido

Para a variável oxigênio dissolvido, todos os valores registrados nos meses de junho, 8,42 a 9,04 $mg.L^{-1}$ e julho, 7,35 a 7,88 $mg.L^{-1}$, estão de acordo com a legislação vigente (BRASIL, 2005), que especifica como recomendado valores iguais ou superiores a 6 $mg.L^{-1}$ de oxigênio dissolvido na água para esse tipo de atividade.

Por outro lado, todos os valores observados nos meses de agosto, 5,35 a 5,43 $mg.L^{-1}$ e setembro, 5,30 a 5,90 $mg.L^{-1}$, estavam abaixo desse valor recomendado como ideal, segundo a legislação (Tabela 3.3). Segundo Boyd (1990), todavia, concentrações a partir de 5 $mg.L^{-1}$ de oxigênio dissolvido são considerados adequados para a aquicultura costeira.

Para alguns autores, o oxigênio pode ser um fator limitante na produtividade dos sistemas aquícolas, principalmente quando seu nível está abaixo de 4 $mg.L^{-1}$, pois a esse nível, já foi observado que algumas espécies ficam em maior estado de estresse, reduzindo o consumo de alimento e a sua resistência a doenças (MASSER; CICHIRA; GILBERT, 1993).

Quanto ao beijupirá, alguns autores relatam que essa não é uma espécie muito resistente ao estresse e requer altos níveis de oxigênio dissolvido na água de criação, pois produz altas taxas metabólicas devido ao seu comportamento ativo (LIAO et al., 2004).

Ao estudar o impacto ambiental da criação de beijupirás em gaiolas instaladas em mar aberto (*offshore*) no litoral de Pernambuco, Brasil, registrou-se baixas níveis de oxigênio dissolvido, valores de 5,62 e 5,76 $mg.L^{-1}$, como as encontradas nesta presente pesquisa, todavia, segundo o autor, estas não foram prejudiciais aos animais (KLEIN, 2012). Valores médios de 5,98 ± 0,28 $mg.L^{-1}$, também foram observados, em gaiolas com cerca de 580 animais (NUNES et al., 2014).

Semelhante ao encontrado neste presente experimento, grandes variações no nível de oxigênio dissolvido, de 3,20 a 5,61 $mg.L^{-1}$, foram verificadas ao longo da criação de beijupirás alimentados com diferentes dietas (PINTO et al., 2014). O mesmo foi observado em gaiolas de criação em mar aberto (*offshore*) no Vietnã, onde se registrou, durante diferentes meses do ano, níveis de oxigênio dissolvido que variaram de 4,0 a 9,61 $mg.L^{-1}$ (NGUYEN et al., 2013).

Os meses de junho e julho apresentaram os maiores índices pluviométricos, 92,0 mm e 129,3 mm, respectivamente e os maiores valores médios de oxigênio dissolvido na água de criação dos animais, 8,68 $mg.L^{-1}$ e 7,65 $mg.L^{-1}$, respectivamente. Enquanto isso, os menores valores de oxigênio dissolvido foram observados nos meses em que foram registrados os

menores índices pluviométricos, meses de agosto, 5,39 $mg.L^{-1}$ e 26,3 mm, e setembro, 5,67 $mg.L^{-1}$ e 58,1 mm, o que confirma a correlação positiva existente entre precipitação e taxa de oxigênio dissolvido na água (SILVA et al., 2008).

Além disso, os maiores níveis de oxigênio dissolvido nos meses de junho e julho podem ser justificadas pelo aumento do nível do mar e pelas ondas mais altas, capazes de dissolver o oxigênio do ar na água (NGUYEN et al., 2013), já que nesses meses registou-se altos índices pluviométricos, e provavelmente maior agitação do mar.

3.3.2.3.2 Salinidade

Com relação à salinidade das amostras avaliadas, apenas as amostras da primeira coleta (junho), apresentaram-se coerentes com a classificação estabelecida pela legislação (BRASIL, 2005), que preconiza valores superiores a 30. Nessas amostras, o valor médio observado foi de 35,67 (±0,12).

É considerado normal que a água do mar apresente uma faixa de salinidade entre 26 e 34 (BENETTI et al., 2008a). Sendo assim, todos os valores observados para as amostras dos outros meses de coleta, julho, agosto e setembro, 13,03 (±0,06), 10,50 (±0,40) e 12,03 (±0,38), respectivamente, podem ser considerados muito abaixo dos valores geralmente encontrados na literatura e do recomendado na legislação para a atividade de maricultura (Tabela 3.3).

Ressalta-se, entretanto, que o mês de julho foi o que apresentou maior índice pluviométrico, 129,3 mm, o que pode ter contribuído para diluição das taxas de salinidade (Tabela 3.3).

Na literatura, todavia, quanto à criação do beijupirá, encontra-se como recomendado uma ampla faixa de salinidade, de 4 a 35 (CHANG et al., 1999) e até de 8 a 44 (KAISER; HOLT, 2005). Por isso, mesmo os valores mais baixos observados neste experimento ainda estão propícios para a criação dessa espécie.

Outros experimentos relatam que, para criação de beijupirás, já foram registradas temperaturas da água que variaram de 28,5 a 32° C e salinidade da água do mar de 24 a 26 (MAI et al., 2009). Também são encontrados relatos de valores de salinidade e temperatura da água que alcançaram a média de 41 e 29,3º C, respectivamente (NUNES et al., 2014). Assim, observa-se que todos esses valores citados em outros estudos são consideravelmente superiores aos encontrados, para as mesmas variáveis, neste presente estudo.

Faixas de salinidades muito extremas, sejam elas muito elevadas ou muito baixas, entretanto, podem prejudicar a criação de beijupirás. Existem estudos em que foram observadas altas taxas de mortalidade dessa espécie em tratamentos com valores de salinidade entre 35 e 45. Alguns dos sintomas observados nestes animais foram associados a um estresse hipersalino. Dentre estes sinais, observou-se magreza, nadadeiras erodidas, feridas na pele e descoloração atípica nos peixes mantidos nas salinidades mais altas. Ocorreu também infestação pelo ectoparasita do gênero *Amyloodinium*, o que resultou em alta mortalidade nos peixes mantidos em salinidade mais alta quando comparados aos demais. Por outro lado, e no mesmo trabalho, em tratamentos cuja taxa de salinidade foi de 4, também foi detectada altas taxas de mortalidade. Segundo os autores, esta água possivelmente não atendia às necessidades de sais exigidas pela espécie qualitativa e quantitativamente (RIBEIRO et al., 2014).

O baixo desempenho zootécnico de beijupirás criados em águas cuja taxa de salinidade era de 4 foi atribuído a insuficiência de sódio e cloreto na água, já que essa água apresentou menores proporções desses íons, sabidamente os mais abundantes na água do mar. Os melhores resultados de crescimento e sobrevivência para juvenis de beijupirá, ocorreram nas salinidades intermediárias. Este fato indica que a melhor amplitude de salinidade para produção do beijupirá, com água proveniente da mistura de poço salobro com água hipersalina, está entre 7 e 15 (RIBEIRO et al., 2014), sendo esses valores mais próximos dos encontrados neste presente estudo, para os três últimos meses de coleta, julho, agosto e setembro.

3.3.2.3.3 pH e gás carbônico

A legislação brasileira vigente (BRASIL, 2005) especifica que o pH da água para prática da atividade de criação de peixes em águas salinas deve estar entre 6,5 a 8,5, não devendo haver alteração superior a 0,2 unidades nesse valor. Como pode ser observado na Tabela 3.3, 100% dos valores observados nas amostras de água dos diferentes meses de coleta estão dentro desse limite estabelecido. Em todas as amostras, foi observado um valor de pH levemente alcalino (valores médios próximos a 8).

Essa estabilidade dos valores de pH encontrados para as amostras dos diferentes meses de coleta, contradizem o sugerido na literatura de que os índices de precipitação de chuvas apresentam correlação positiva com a variável pH (SILVA et al., 2008), pois mesmo

no mês de julho, onde o índice pluviométrico registrado foi maior, 129,3 mm, o valor de pH variou menos de 0,2 unidades, com relação aos demais meses de coleta.

Na criação de organismos aquáticos, o controle do pH é importante, uma vez que este pode afetar o desenvolvimento e crescimento dos mesmos e até as formas dos nutrientes dissolvidos (VINATEA, 1997). Modificações nas concentrações de CO_2, devido às atividades de respiração, fotossíntese e trocas entre a atmosfera e oceano podem modificar os valores do pH (AMINOT; CHAUSSEPIED, 1983).

Destaca-se ainda, que os maiores valores de CO_2, 15,84 a 27,28 $mg.L^{-1}$, foram observados no mês de julho, onde ocorreu o maior índice pluviométrico registrado, enquanto os menores valores, 7,92 $mg.L^{-1}$, foram observados no mês de agosto, no qual se registrou o menor índice pluviométrico.

Os valores de pH podem variar durante o dia em função da atividade fotossintética e respiratória das comunidades aquáticas, diminuindo em função do aumento na concentração de gás carbônico na água (ARANA, 2004). Contudo, avaliando a Tabela 3.3, verifica-se que os valores de pH nesse estudo não foram influenciados pelas concentrações de gás carbônico presentes nas amostras de água analisadas, visto que os valores observados, para esta última variável, não permaneceram estáveis nas amostras avaliadas, enquanto o pH pouco se alterou. Foram encontrados valores médios de 23,17 ± 6,37 $mg.L^{-1}$, 7,92 ±0,00 $mg.L^{-1}$ e 9,09 ±0,51 $mg.L^{-1}$, respectivamente, para as amostras dos meses de julho, agosto e setembro. Ressalta-se que as amostras do mês de junho não foram avaliadas com relação a esse parâmetro, devido a problemas de logística para encaminhamento das amostras ao laboratório onde as análises foram realizadas.

O gás carbônico é de fundamental importância para o metabolismo das algas e de outros vegetais fotossintetizantes, mas a distribuição desse gás na massa de água é inversamente proporcional aos níveis de oxigênio dissolvido (SIPAÚBA-TAVARES, 1995). Essa afirmação, entretanto, não pode ser confirmada nos resultados na Tabela 3.3, pois o maior valor médio observado para CO_2, 23,17 $mg.L^{-1}$, foi o encontrado nas amostras de julho, nas quais os níveis de oxigênio dissolvido também apresentaram-se altas, 7,65 $mg.L^{-1}$. E ainda, nos meses seguintes, foi verificada diminuição dos valores de CO_2 nas amostras analisadas, bem como, diminuição dos níveis de oxigênio dissolvido.

As principais fontes de CO_2 são os processos respiratórios das algas, dos peixes, das plantas aquáticas e do plâncton, além dos processos microbiológicos de decomposição de matéria orgânica (PEREIRA; MERCANTE, 2005). Se for considerado que nos primeiros meses de coleta, o número de animais nos tanques-rede era maior, e consequentemente, maior

era a taxa de respiração dos animais e a quantidade de matéria orgânica, proveniente da ração fornecida aos animais, estão coerentes os maiores valores de CO_2 observados no mês de julho. Sendo sugerido, então, que os altos níveis de oxigênio dissolvido encontradas nas amostras de água desse mês de coleta podem ser resultantes de outra questão, como por exemplo, a intensidade das correntezas da água, por exemplo, que poderia estar renovando rapidamente os níveis de oxigênio dissolvido naquele ambiente.

Valores de CO_2 superiores a 25 $mg.L^{-1}$ podem afetar o desempenho e causar mortalidade dos peixes, exceto quando a concentração de oxigênio dissolvido estiver adequada (ROSS; ROSS, 1983). Dessa forma, justifica-se porque não houve problemas de mortalidades dos beijupirás desse experimento no mês de julho, pois mesmo tendo sido observados valores de CO_2 de 27,28 e 26,40 $mg.L^{-1}$ nas amostras analisadas, nesse mês também foram registrados altos valores de oxigênio dissolvido, 7,35 a 7,88 $mg.L^{-1}$.

3.3.2.3.4 Turbidez e clorofila *a*

Outro parâmetro a ser avaliado em estudos sobre a influência da criação de peixes no meio ambiente aquático é a quantidade de sólidos suspensos, que, em grandes quantidades nos efluentes de aquicultura, são um dos mais importantes problemas ambientais deste tipo de atividade (TOVAR et al., (2000). No presente estudo, os sólidos suspensos foram medidos indiretamente através da turbidez da água.

Os maiores valores de turbidez foram encontrados para as amostras coletadas no mês de julho, cujo valor médio foi de 3,27 (±0,25) NTU, e os menores para as amostras coletadas no mês de agosto, cujo valor médio foi de 0,51 (±0,03) NTU. Esses foram, respectivamente, os meses que apresentaram maior e menor índice pluviométrico. Sendo esses dados divergentes do encontrado na literatura de que existe uma correlação negativa entre precipitação de chuvas e turbidez da água (SILVA et al., 2008).

Aferiu-se também, que os valores de turbidez, nas amostras avaliadas, variaram opostamente aos valores encontrados para clorofila *a*. Observou-se, apenas no mês de agosto, valores representativos, da ordem de 11,00 $\mu.L^{-1}$ para clorofila *a* em duas das três amostras analisadas. Em todas as demais amostras o valor de clorofila *a* observado foi $<3,0$ $\mu.L^{-1}$.

Foi relatado na literatura que a transparência da água de criação de beijupirás em sistema *offshore,* variou opostamente aos valores de biomassa fitoplanctônica, ou seja, quando ocorreram picos de clorofila *a*, os valores de transparência caíram, e, consequentemente, os de

turbidez aumentaram, uma vez que as células do fitoplâncton diminuem a penetração da luz solar na coluna d`água, reduzindo a transparência da mesma (KLEIN, 2012). Já no presente experimento, observou-se que a taxa de clorofila *a* e turbidez foram inversamente proporcionais. Um fato que pode ter contribuído para isso foi o alto índice pluviométrico observado no mês de julho, que provavelmente provocou um aumento de partículas em suspensão na água, contribuindo assim para o aumento da turbidez.

Em um estudo realizado no Vietnã, a concentração de clorofila *a* em amostras de água de criação de beijupirás em gaiolas em mar aberto, foi considerada alta nas amostras coletadas no mês de junho, 1,38 ± 0,01 $\mu g.L^{-1}$ e baixa nas amostras coletadas no mês de agosto, 0,39 ± 0,11 $\mu g.L^{-1}$. Esses autores descrevem que, segundo o Guia de Qualidade de Água Doce e Marinha publicado na Nova Zelândia/Austrália no ano de 2002, o padrão de clorofila *a* para a aquicultura costeira é 0,1-0,4 $\mu g.L^{-1}$ (NGUYEN et al., 2013). Observa-se que a maioria das amostras avaliadas neste presente experimento apresentaram valores abaixo dos encontrados e recomendados por esses autores, exceto duas amostras coletadas no mês de agosto, que apresentaram valores superiores, 11,0 $\mu g.L^{-1}$.

3.3.2.3.5 Carbono orgânico total

Outro parâmetro avaliado foi o carbono orgânico total (COT), que é constituído pelo carbono proveniente dos organismos autotróficos e heterotróficos, além dos detritos suspensos na água (STRICKLAND, 1960). As maiores concentrações de COT encontradas neste estudo, foram observadas nas amostras coletadas nos meses de agosto, valor médio de 13,77 ±2,71 $mg.L^{-1}$ e setembro, valor médio de 17,10 ±1,73 $mg.L^{-1}$. Destaca-se que todos os valores das amostras avaliadas desses meses estão em desacordo com o limite máximo tolerado pela legislação vigente (BRASIL, 2005), para este tipo de ambiente, que delimita valor máximo de concentrações de até 3,0 $mg.L^{-1}$ de COT. Já os valores observados nas amostras coletadas nos meses de junho e julho, com valores médios < 2,5 $mg.L^{-1}$ e 2,27 (±0,21) $mg.L^{-1}$, respectivamente, estão dentro dos limites recomendados.

Klein (2012), encontrou em amostras de água de criação de beijupirás em mar aberto valores de COT ainda maiores, alcançando o valor máximo de 131 $mg.L^{-1}$. Os valores elevados obtidos por esse autor podem ser explicados devido ao fato da zona de estudo receber influência da descarga de diversos rios, sendo alguns deles considerados com níveis elevados de poluição, o que pode ter interferido nos resultados obtidos. Mesmo assim, esse

autor relata que esses altos índices de COT não influenciaram negativamente na criação dos animais.

3.3.2.3.6 Demanda química de oxigênio e demanda bioquímica de oxigênio

Com relação às demais variáveis químicas analisadas nas amostras de água, percebe-se que não ocorreu homogeneidade ou tendência nos valores obtidos (Tabela 3.3). A variação das respostas, com relação aos diferentes meses de coleta, foi alta, como, por exemplo, para os valores de Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). Para essas análises, os maiores valores médios foram observados nas amostras do mês de agosto, 1514,73 ±41,40 $mg.L^{-1}$ e 841,26 ±40,94 $mg.L^{-1}$, respectivamente para DQO e DBO; enquanto os menores foram observados no mês de julho, 15,50 ±2,74 $mg.L^{-1}$ e 8,53 ±1,51 $mg.L^{-1}$, respectivamente para DQO e DBO.

Em um estudo realizado no Vietnã, na criação de beijupirás em gaiolas *offshore*, observou-se, nas amostras de água coletadas em diferentes meses, valores de DBO que variaram de 0,23-1,47 $mg.L^{-1}$ (NGUYEN et al., 2013). Sendo esses valores muito menores que os apresentados pelas amostras analisadas nesse presente experimento. No entanto, os autores desse trabalho vietnamita, relataram que os valores de DBO registrados por eles também apresentaram grandes variações entre um mês de coleta e outro, assim como observado na Tabela 3.3.

A DBO é um indicador que determina indiretamente a concentração de matéria orgânica biodegradável através da demanda de oxigênio exercida por micro-organismos através da respiração. E a DQO é um indicador de matéria orgânica baseado na concentração de oxigênio consumido para oxidar a matéria orgânica, biodegradável ou não, em meio ácido e condições energéticas por ação de um agente químico oxidante forte (VALENTE; PADILHA; SILVA, 1997).

Amostras de água com elevados valores de DBO e/ou DQO ou que contenham populações bacterianas em suas composições podem apresentar concentrações menores de oxigênio dissolvido e, ainda, sugerir alterações como poluição, escassez de oxigênio e eutrofização do ambiente aquático. Consequentemente, isso pode provocar estresse e asfixia dos animais, levando-os à morte, quando essas concentrações são muito elevadas (COSTA et al., 2008; BERTI; DÜSMAN; SOARES, 2009).

Isso pode ser confirmado na Tabela 3.3, onde nota-se que nos meses de agosto e setembro foram observados os maiores valores de DBO e DQO e os menores valores de oxigênio dissolvido.

Na legislação brasileira não há um valor considerado padrão ou limite para os parâmetros de DBO e/ou DQO, no que se refere à atividade de aquicultura em águas salinas. No entanto, a resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005), estabelece valores de até 5 $mg.L^{-1}$ para DBO em águas doces, classe 2, destinadas à aquicultura e à atividade de pesca. Esse valor é muito menor do que os valores encontrados nas amostras de água avaliadas neste presente experimento, o que pode sugerir excesso de matéria orgânica e/ou poluentes nas amostras avaliadas, uma vez que os valores de COT também foram altos, principalmente nas amostras de agosto e setembro.

3.3.2.3.7 Fosfato

Para a análise de fostato, também não foi possível avaliar as amostras provenientes da primeira coleta. E não foram detectados valores, dentro do limite de detecção do método analítico utilizado, para as amostras coletadas nos meses de agosto e setembro, exceto para uma amostra do mês de setembro, que apresentou-se com o valor de 2,18 $mg.L^{-1}$. Sendo assim, apenas as amostras coletadas no mês de julho apresentaram valores de fosfato para as três amostras analisadas, sendo o valor médio de 1,47 (±0,15) $mg.L^{-1}$.

Toda forma de fósforo presente em águas naturais encontra-se sob a forma de fosfatos (ESTEVES, 1998). O fósforo e o nitrogênio totais são nutrientes essenciais para o metabolismo dos seres vivos. O fósforo é importante para o armazenamento de energia e para a estruturação da membrana celular, e sua deficiência pode levar a uma redução da taxa de crescimento, da eficiência alimentar e da mineralização dos ossos. Já o nitrogênio é importante na formação das proteínas. Porém, em excesso, esses dois nutrientes são os principais responsáveis pela fertilização do meio, produtividade primária e eutrofização do ambiente aquático (PILLAY, 2004; TUNDISI; TUNDISI; ROCHA, 2002).

Na literatura pode-se verificar concentrações de fósforo total em águas de criação de beijupirás em mar aberto de 0,34 ± 0,02 mgL^{-1} a 0,08 ± 0,05 mgL^{-1}, em diferentes meses de amostragem. Segundo os autores, a concentração de fósforo total considerada padrão para a aquicultura costeira, pelo Departamento de Controle de Poluição (DCP) do Ministério dos Recursos Naturais e do Meio Ambiente da Tailândia, é de 0,4 $mg.L^{-1}$ (NGUYEN et al., 2013),

valor este menor do que o observado nas amostras do mês de julho deste presente experimento.

O incremento de fosfato no meio aquático tem efeito direto sobre a densidade de microalgas, podendo ser responsável por processos de eutrofização que geram *blooms* fitoplanctônicos, sendo que estes, eventualmente, podem produzir toxinas e/ou simplesmente afetar o uso recreativo do ambiente aquático, além de gerar mudanças estruturais/funcionais nas comunidades já estabelecidas (SAMOCHA; LAWRENCE, 1997).

Analisando a criação de salmonídeos em lagos, observou-se, que, aproximadamente, 66% do fósforo disponível na ração aportada aos peixes ficam acumulados no sedimento logo abaixo dos tanques-rede (TEMPORETTI; PEDROZO, 2000).

Pode-se então sugerir que as baixas concentrações de fostato detectadas no presente estudo devem-se também à forma como as amostras foram obtidas, pois foram analisadas as concentrações do elemento dissolvido na coluna d`água, e não no sedimento do fundo do mar (KLEIN, 2012). Na literatura encontra-se que as concentrações de fósforo disponível na coluna d'água são mínimas, ocorrendo um incremento de 50% na concentração de fósforo abaixo dos tanques, aderido no sedimento (APOSTOLAKI et al., 2007).

3.3.2.3.8 Nitrito, nitrato e amônia

Para os parâmetros nitrito, nitrato e amônia, foram encontrados baixos valores destes compostos nas amostras de água analisadas. Nenhum destes parâmetros apresenta limite ou recomendação, na legislação brasileira vigente, para o tipo de atividade em questão.

Foram detectados valores de nitrito somente nas amostras provenientes da primeira coleta, mês de junho, sendo estes < 0,02 $mg.L^{-1}$. Para todas as outras amostras não foram detectados resultados dentro do limite de detecção estabelecidos pela metodologia utilizada.

Para nitrato, nas amostras da primeira coleta foram detectados valores < 0,05 $mg.L^{-1}$; nas amostras do mês de julho foram detectados valores de 0,80 a 1,15 $mg.L^{-1}$; nas amostras do mês de agosto não foram detectados valores dentro do limite de detecção do método utilizado; e no último mês de coleta, foram detectados valores baixos, de 0,30 a 0,40 $mg.L^{-1}$.

No que se refere às concentrações de amônia, não foram observados valores, dentro do limite de detecção da metodologia utilizada, para as amostras analisadas dos dois últimos meses de coleta; para o primeiro mês foram observados valores < 0,1 $mg.L^{-1}$. E para o mês de julho, valores entre 0,30 a 0,50 $mg.L^{-1}$.

A importância do monitoramento desses compostos nitrogenados se dá porque eles podem ser tóxicos para animais aquáticos, especialmente quando estes últimos são criados em altas densidades de estocagem (RODRIGUES et al., 2007). A amônia e o nitrito são reconhecidamente compostos tóxicos aos peixes, por isso, uma atenção especial deve ser dada à sua toxicidade em sistemas de criação intensiva de peixes, onde altas concentrações de ambos os produtos podem ser encontradas (RUYET et al., 1997).

Na literatura, entretanto, há poucos artigos que monitoram esses parâmetros na etapa de engorda, em sistemas de criação de beijupirás em cativeiro. A maioria traz resultados da qualidade da água focados nas etapas de larvicultura ou criação de juvenis.

Em sistemas de recirculação, há pesquisas que relatam que a larvicultura de beijupirás foi desenvolvida em tanques com níveis de amônia e nitrito com valores médios de <0,1 $mg.L^{-}e^{1}$ <0,1 $mg.L^{-1}$; respectivamente, durante os primeiros sete dias de criação e 0,3 $mg.L^{-1}$ e < 0,1 $mg.L^{-1}$; respectivamente, nos dias seguintes (FAULK; HOLT, 2005), sendo esses valores próximos aos encontrados neste presente estudo.

Em outro trabalho, os autores descrevem a presença de amônia não ionizada na água de criação de beijupirás em quantidades máximas de 0,08 $mg.L^{-1}$ e de nitrito (NO_2 -N) de 0,3 $mg.L^{-1}$, sendo esses valores também considerados, pelos autores, adequados para produção de beijupirás (RODRIGUES et al., 2011).

O beijupirá é uma espécie carnívora, por isso, necessita de uma dieta rica em proteína. No entanto, dietas ricas em proteína podem elevar as taxas de excreção de amônia (CARTER; HOULIHAN; OWEN, 1998), e consequentemente, ocasionar um acúmulo de compostos nitrogenados na água de sistemas de criação intensiva de beijupirá (RODRIGUES, et al., 2007).

Em uma pesquisa, para se avaliar a toxicidade e os efeitos agudos subletais da amônia e nitrito na água de criação, beijupirá juvenis, 0,2 $peixes.L^{-1}$, foram colocados em tanques de 50L, com diferentes concentrações de amônia, 0,25 a 1,30 ppm NH_3-N e nitrito, 30 a 210 ppm NO_2-N, sendo a água dos tanques completamente renovada, diariamente. Segundo os autores, os beijupirás deixaram de se alimentar quando foram expostos a níveis de amônia e nitrito de 0,62 ppm e 76,1 ppm, respectivamente. O comportamento de natação dos animais foi afetado em concentrações mais altas: 0,80 ppm NH3-N e 88,8 ppm NO_2-N. No entanto, foram necessárias concentrações ainda mais elevadas para provocar a morte dos beijupirás juvenis (RODRIGUES et al., 2007).

Resultados de experimentos encontrados na literatura demonstram que o beijupirá é uma espécie que apresenta tolerância a altas concentrações de compostos nitrogenados na

água de criação. Segundo alguns autores, o acúmulo de amônia e nitrito na água pode ser prejudicial para outras espécies, mas a criação em cativeiro de beijupirás é pouco comprometida pelo acúmulo de nitrito na água. Por outro lado, elevadas concentrações de amônia dificultam a natação e a alimentação dos animais e deixam os mesmos mais susceptíveis a doenças, por isso, essa variável precisa ser constantemente monitorada nos tanques de criação (RODRIGUES et al., 2007).

Atwood et al. (2004) também confirmam que beijupirás juvenis são tolerantes a altas concentrações de nitrito na água de criação, sobrevivendo em concentrações de até 32 ppm NO_2-N. Em outros estudos foram observadas concentrações de $NH_3 < 0,18$ mg.L^{-1} (BENETTI et al., 2008b).

No intuito de testar diferentes dietas na criação de beijupirás, foi observado que os teores de metabólitos na água dos tanques de criação, realizadas no 9º e no 27º dia, apresentaram-se crescentes para amônia total, de 0,97 ± 0,06 mg.L^{-1} para 2,24 ± 0,75 mg.L^{-1}; e nitrito, de 0,016 ± 0,004 mg.L^{-1} para 0,029 ± 0,014 mg.L^{-1}, e decrescentes, para nitrato, de 0,52 ± 0,24 mg.L^{-1} para 0,35 ± 0,05 mg.L^{-1} (PINTO et al., 2014). Esse tipo de comportamento não foi observado nas amostras analisadas neste presente trabalho.

Outros autores observaram, durante o período experimental de criação de beijupirás, médias de amônia total (NH_3 + NH_4) e nitrato (NO_3) de 0,02 mg. L^{-1} e 3,14 mg.L^{-1}, respectivamente, e não foram detectadas concentrações significativas de nitrito (NO_2-) em nenhum dos tanques, sendo a qualidade da água, ao longo do período de estudo, considerada dentro de níveis considerados adequados para o beijupirá (SILVA JUNIOR et al., 2011).

Os resultados encontrados para a maioria dos parâmetros físico-químicos analisados na água de criação dos beijupirás apresentaram grandes variações, o que dificulta afirmar algum tipo de efeito significativo dos mesmos na criação destes peixes. Estudos completos como esse, ainda são pioneiros, sendo difícil explicar determinados comportamentos dos nutrientes dissolvidos da água (KLEIN, 2012), pois poucos são os artigos disponíveis na literatura para se tomar como base nas comparações dos resultados, o que confirma a importância de novos estudos nessa área de maricultura, visto que, a maioria das pesquisas são voltadas à aquicultura de água doce, e na maioria das vezes não é possível realizar comparações com esse tipo de dados.

O controle, monitoramento e correção desses parâmetros também são problemáticos, devido à falta de equipamentos e pessoal qualificado para estas atividades no Brasil. As correções dos valores observados, com relação aos parâmetros ideais encontradas na literatura e na legislação esbarram na problemática do grande volume de água existente nesse sistema

de criação, sendo o controle da densidade de peixes, um dos meios mais eficazes ou a única alternativa, em alguns casos.

Além disso, é importante que nos estudos futuros, haja um aumento do número de amostras coletadas e também do período de coleta, tendo em vista que as condições ambientais exercem grande influência na composição físico-química da água, o que é ainda mais agravado na maricultura, na qual é problemático o controle e monitoramento da qualidade da água.

3.3.2.4 Análises microbiológicas da água

Na Tabela 3.4 observam-se os resultados para contagem de coliformes totais e *E. coli* encontrados nas amostras de água avaliadas dos diferentes meses de coleta.

Tabela 3.4 – Coliformes totais e *E.coli* em amostras de água de criação de beijupirás em tanques-rede, coletadas em diferentes meses, na cidade de Ubatuba-SP, no ano de 2012

Coleta	**Amostra**	**Coliformes Totais (NMP.100mL^{-1})**	***E. coli* (NMP.100mL^{-1})**
Junho	N1	1,1 x 10^2	7,9 x 10^1
	N2	3,5 x 10^2	7,9 x 10^1
	N3	3,3 x 10^1	1,3 x 10^1
Julho	L1	1,1 x 10^2	7,0 x 10^1
	L2	3,3 x 10^2	7,9 x 10^1
	L3	1,3 x 10^3	7,9 x 10^1
Agosto	A1	7,9 x 10^2	1,1 x 10^2
	A2	3, 3 x 10^2	7,9 x 10^1
	A3	1,3 x 10^3	7,9 x 10^1
Setembro	S1	2,3 x 10^2	7,9 x 10^1
	S2	4,9 x 10^1	2,3 x 10^1
	S3	4,6 x 10^1	2,3 x 10^1

N = 03 amostras por coleta. N1, 2 ,3 = amostras coletadas em junho; L1 ,2 ,3 = amostras coletadas em julho; A1, 2, 3 = amostras coletadas em agosto; S1, 2, 3 = amostras coletadas em setembro.

A legislação brasileira vigente (BRASIL, 2005) estabelece que devem ser consideradas de qualidade satisfatória para maricultura, especificamente de moluscos bivalves destinados à alimentação humana, quando o valor médio de pelo menos 15 amostras coletadas no mesmo local, não exceder 43 NMP.100 mL^{-1} de coliformes termolerantes, e o percentil de 90% não ultrapassar 88 NMP.100 mL^{-1}. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 10^3 NMP.100 mL^{-1} de coliformes termolerantes em 80% ou mais de, pelo menos, 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

Como pode ser visto, a falta de uma legislação específica para piscicultura marinha no Brasil, dificulta a elaboração de uma classificação da qualidade microbiológica da água usada nos sistemas de criação. Não há limites específicos para *E. coli* ou coliformes totais em águas salinas usadas na piscicultura. Entretanto, se considerados os valores previstos na legislação (BRASIL, 2005) para moluscos bivalves, pode-se afirmar que os valores de coliformes totais e *E. coli*, observados em todas as amostras de água analisadas (Tabela 3.4), foram relativamente baixos, e estão satisfatórios para a atividade em questão.

A qualidade microbiológica dos peixes, muitas vezes pode estar associada à qualidade microbiológica da água de criação. Dentre os micro-organismos presentes na água, os coliformes são os principais indicadores de contaminantes fecais.

Coliformes fecais restringem-se aos micro-organismos capazes de fermentar a lactose, com produção de gás em 24 h, e temperatura entre 44,5 – 45,5 °C. O grupo dos coliformes fecais inclui os gêneros: *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella*, dos quais dois (*Enterobacter* e *Klebsiella*) incluem cepas de origem não fecal. A presença de coliformes fecais em alimentos é, no entanto, menos representativa, como indicação de contaminação fecal, do que a enumeração direta de *E. Coli*. (SILVA; CANTUSIO NETO; JUNQUEIRA, 2000).

Em uma pesquisa realizada ao longo da costa marítima da Tailândia, em diferentes províncias, foram coletadas amostras de água em sete fazendas de piscicultura marinha, para caracterização da sua qualidade microbiológica. Nas amostras analisadas, foi encontrado, tanto para coliformes totais como para coliformes fecais, contagens $< 1{,}6 \times 10^3$ NMP.100 mL^{-1}. Essas a contagens, segundo os autores do estudo, indicam a presença de contaminação de lixo doméstico nas fazendas. Além disso, os autores afirmam que a presença de coliformes fecais em ambientes aquáticos indica que a água foi

contaminada com matéria fecal humano ou de outro animal (TANYAROS et al., 2008). Esses valores foram superiores a maioria dos valores encontrados neste presente experimento.

Observa-se que apenas duas amostras, que correspondem a 16,7% do total de amostras analisadas, apresentaram contagens de 10^3 NMP.100 mL^{-1} para coliformes totais, sendo uma amostra da coleta do mês de julho e outra do mês de agosto. Essas contagens mais elevadas podem ter sido decorrentes da presença de aves nos tanques-rede, em alguns períodos do mês, segundo relatos do produtor. Visivelmente, era possível perceber que as boias de sustentação dos tanques apresentavam fezes desses animais (Figura 3.14). Para contagem de *E. coli*, todavia, nenhuma das amostras apresentou valores elevados.

Com isso, pode-se dizer que os tanques-rede foram instalados em locais apropriados, livres de contaminação por esgoto doméstico, mas é preciso atenção com relação à presença de aves no local, pois este fato pode se tornar um problema futuro, caso o produtor não tenha o cuidado de realizar limpezas periódicas desses tanques. A presença de aves nos tanques pode ser consequência do arraçoamento dos beijupirás com rejeito de pesca, uma vez que elas também consomem esse tipo de alimento.

Figura 3.14 - Boias de sustentação dos tanques-rede cobertas por fezes de aves

3.3.3 Análises físico-químicas dos filés, ração e resíduos

3.3.3.1 Análises biométricas

Os peixes coletados foram transportados até a Planta Piloto do Laboratório de Pescado da ESALQ-USP, em caixas térmicas com gelo e temperatura não excedendo o valor máximo de 2º C.

Os resultados obtidos nas análises biométricas realizadas nos peixes inteiros e nos filés, podem ser verificados na Tabela 3.5 (valores médios e desvio padrão). Verifica-se que para todos os parâmetros avaliados, os resultados apresentaram diferença estatistica entre os diferentes meses de coleta.

Percebe-se ainda que para comprimento total do peixe, largura total e comprimento da cabeça, os maiores valores médios foram observados nas amostras do mês de setembro, indicando o crescimento dos animais. Já para os parâmetros espessura do lombo e comprimento do filé, os maiores valores foram observados nos animais coletados no mês de julho (Tabela 3.5), podendo isso ser consequencia dos peixes estarem com maior peso total nesse período, como pode ser observado na Tabela 3.6. Para espessura do filé, o maior valor médio foi observado nas amostras do mês de agosto.

Tabela 3.5 – Biometria de beijupirás coletados em diferentes meses, em tanques-rede, na cidade de Ubatuba-SP, no ano de 2012 (valores médios; ±Desvio Padrão)

Parâmetros (cm)	**Coletas**			
	Junho	**Julho**	**Agosto**	**Setembro**
Comprimento total	61,60^{b} (±6,12)	69,00^{b} (±5,77)	62,36^{a} (±5,99)	69,80^{a} (±6,06)
Largura total	8,93^{c} (±0,99)	12,75^{b} (±1,14)	12,25^{b} (±1,57)	15,25^{a} (±1,59)
Comprimento da cabeça	12,68^{b} (±0,99)	14,65^{a} (±1,20)	14,34^{a} (±1,22)	15,35^{a} (±1,20)
Espessura do lombo	6,52^{c} (±0,54)	11,50^{a} (±1,11)	8,07^{b} (±1,16)	7,72^{b} (±1,18)
Comprimento do filé	37,35^{b} (±3,69)	42,55^{a} (±3,00)	40,26^{ab} (±4,50)	40,80^{ab} (±3,54)
Espessura do filé	1,57^{b} (±0,22)	1,80^{a} (±0,18)	1,93^{a} (±0,24)	1,79^{a} (±0,22)

N = 10 amostras por coleta. Valores seguidos por letras iguais entre si, na mesma linha, não diferem estatisticamente a 5 % pelo teste de *Kruskal-Wallis*. Comprimento total: $p = 0,0056$; Largura total: $p < 0,0001$; Comprimento da cabeça: $p = 0,0004$; Espessura do lombo: $p < 0,0001$; Comprimento do filé: $p = 0,0406$; Espessura do filé: $p = 0,0181$.

Analisando a Tabela 3.5, é possível verificar que o comprimento da cabeça representa 20,6 %; 21,2%; 23,0 % e 22% do comprimento total, respectivamente, para os peixes coletados nos meses de junho, julho, agosto e setembro. E que a espessura do lombo não é a única variável que determina a espessura do filé, visto que o valor médio da espessura do lombo apresentado pelos peixes coletados no mês de julho foi maior, 11,5 cm, que o valor médio apresentado pelos peixes coletados em agosto, 8,07 cm; no entanto, o valor médio da espessura dos filés do mês de agosto, 1,93 cm, foi maior que o valor médio apresentado pelos filés dos peixes coletados em julho, 1,80 cm. Provavelmente, outras variáveis como a destreza do manipulador que irá realizar o processo de filetagem ou mesmo o estágio do *rigor mortis*, que pode interferir na rigidez muscular, podem também influenciar esse parâmetro.

São poucas as publicações existentes que relatam as características biométricas e de rendimento em filé de beijupirás em fase de abate. A maioria dos trabalhos existentes se refere aos animais na fase juvenil.

Ao se realizar uma despesca de 223 beijupirás, criados em gaiolas em sistema *offshore* no litoral de Pernambuco, obteve-se como média de peso total e comprimento, os valores de 1.974,66 g (± 603,82 g) e 55,37 cm (± 6,35 cm), respectivamente. Os indivíduos variaram 37 cm a 64 cm de comprimento e de 415 g a 4.085 g de peso total, variabilidade esta que enfatiza a ausencia de padronização como consequencia da incipiencia da atividade de criação desta espécie no Brasil (OLIVEIRA, 2012).

Em um experimento realizado em Guamaré, RN, em uma fazenda pertencente a empresa Camanor Produtos Marinhos Ltda, foi relatado que espécimes de beijupirá, criados em viveiros escavados, apresentaram , após a despesca, comprimento total entre 43 e 55 cm para peixes com peso de 1,3 a 1,7 kg, respectivamente (GONÇALVES et al., 2014a).

Os beijupirás avaliados nesse presente estudo, apresentaram comprimento total de 61,6 a 69,8 cm e peso do peixe inteiro de 1673,6 g a 2617,4 g, medições maiores do que dos espécimens relatados na literatura.

3.3.3.2 Rendimento em filé

Na Tabela 3.6, estão apresentados os valores médios referentes ao rendimento em filé obtidos do processamento dos beijupirás e os diferentes tipos e quantidades de resíduos gerados nesse processo. Nota-se que, para todos os parâmetros avaliados, exceto para

rendimento, apenas os valores médios obtidos nas amostras do mês de junho diferiram, estatisticamente (5%), dos valores médios apresentados nas amostras das demais coletas.

Novamente, percebe-se um aumento dos valores apresentados na coleta de setembro, com relação aos valores da coleta de junho. Todavia, os valores obtidos no mês de julho, exceto para rendimento, peso da cabeça e peso da carcaça, apresentaram-se maiores com relação aos valores dos demais meses.

Tabela 3.6 – Rendimento e quantificação de resíduos gerados no processamento de beijupirás coletados em diferentes meses, em tanques-rede, na cidade de Ubatuba-SP, no ano de 2012 (valores médios; ±Desvio Padrão)

Pesos (g)	**Coletas**			
	Junho	**Julho**	**Agosto**	**Setembro**
Peixe inteiro	1673,6^{b} (±478,76)	2617,4^{a} (±694,66)	2355,4^{a} (±649,21)	2576,5^{a} (±595,51)
Cabeça	438,20^{b} (±113,66)	622,80^{a} (±127,35)	546,40^{a} (±131,52)	632,97^{a} (±131,57)
Víscera	157,40^{b} (±34,97)	247,00^{a} (±87,36)	241,00^{a} (±69,96)	204,99^{a}(±46,54)
Carcaça	334,20^{b} (±84,22)	492,00^{a} (±119,21)	447,00^{a} (±125,80)	509,08^{a} (±112,91)
Pele	130,40^{b} (±27,50)	216,80^{a} (±60,98)	175,20^{a} (±64,31)	209,07^{a} (±54,52)
File	694,60^{b} (±197,57)	1083,20^{a} (±310,23)	965,40^{a} (±278,66)	1029,03^{a} (±258,91)
Rendimento*	41,6^{a}(±3,72)	41,2^{a}(±1,68)	40,8^{a}(±1,33)	39,7^{a}(±1,59)

N = 10 amostras por coleta. Valores seguidos por letras iguais entre si, na mesma linha, não diferem estatisticamente a 5 % pelo teste de *Kruskal-Wallis*. Peixe inteiro: p = 0,0027; Cabeça: p = 0,0052; Víscera: p = 0,0072; Carcaça: p = 0,0023; Pele: p = 0,0024; File: p = 0,0069; Rendimento: p = 0,3746. *Rendimento em filé, valor expresso em %.

O peso da cabeça (Tabela 3.6) representa de 23,2 a 26,18% do peso do peixe inteiro, ou seja, 26,18 %, 23,79%, 23,20% e 24,56%, respectivamente para as amostras dos meses de junho, julho, agosto e setembro. Na literatura encontra-se que o peso da cabeça de peixes da espécie beijupirá pode alcançar 25% do peso do peixe inteiro.

As taxas de crescimento do beijupirá variam conforme as condições de criação, podendo atingir de 2 a 6 Kg em 12 meses. Experimentos demonstram que os peixes dessa espécie podem apresentar densidades de 2 a 3 Kg/m^3 em tanques de criação a temperaturas de 20º C a 32º C, atingindo cerca de 2 Kg em 12 meses, e de 3 a 6 Kg em 24 meses (BENETTI, et al., 2008b).

Observa-se que os beijupirás deste experimento não alcançaram o desempenho previsto na literatura, pois com 14 meses (primeiro mês de coleta), a média de peso final

apresentada foi de 1,6 Kg. Porém, é importante levar em consideração que esta piscicultura, embora trabalhe de forma comercial, ainda é incipiente. Por isso, mesmo não sendo o esperado, o peso final dos animais pode ser considerado bom. Verifica-se que nos meses seguintes, o crescimento dos beijupirás foi notório, uma vez que, de junho para setembro, o aumento de peso foi de 53,9%.

Ao se correlacionar a temperatura da água e a taxa de crescimento de beijupirá em um estudo realizado em Taiwan, observou-se que um aumento na temperatura provocou um aumento da ingestão de alimentos. Sendo assim, os autores do estudo afirmaram que as taxas de crescimento dessa espécie variaram, consideravelmente, com a temperatura da água, atingindo os valores mais elevados a 28,6-30,5 ° C (YU; UENG, 2007). Esse pode ter sido outro fator que inviabilizou um maior peso final dos animais, pois as temperaturas da água de criação, 20º C a 21º C, registradas nos meses de coleta, foram muito inferiores do normalmente encontrado para a criação dessa espécie em cativeiro.

O ganho de peso médio de beijupirás juvenis também parece estar relacionado com o teor de salinidade da água das gaiolas ou tanques de criação. Em um experimento alcançou-se um peso médio dos animais de 119,89 g, ao submetê-los a um tratamento com 7 $g.L^{-1}$; e 51,37 g para os peixes submetidos à salinidade de 35 $g.L^{-1}$. O comprimento e o peso médio final dos juvenis de beijupirá criados em salinidade de 7 $g.L^{-1}$ foram maiores do que os mesmos parâmetros observados nos peixes criados em 15 e 35 $g.L^{-1}$ de salinidade, tendo sido inversamente proporcionais ao aumento da salinidade (RIBEIRO et al., 2014).

Na presente pesquisa, os valores de salinidade observados nas amostras de água da criação dos beijupirás são menores nos meses de julho, agosto e setembro, com relação ao mês de junho, podendo ser esse um fator positivo para o crescimento desses animais.

Na literatura há estudos que relatam que beijupirás maiores de 4 kg representam um custo muito elevado na produção, enquanto peixes menores que 2 kg não são aceitos no mercado local devido a comprometimento na textura e sabor, provavelmente pelo menor teor de gordura na carne (NUNES; MADRID; PINTO, 2014).

Outros estudos relatam que em pesquisas realizadas diretamente com consumidores, com relação ao peso corporal de preferência dos entrevistados, 60% das respostas se concentraram em um peso corporal do beijupirá entre 2,0 kg e 4,0 kg, como a maioria dos peixes avaliados nesse presente experimento, e um preço de venda entre R$ 10,0 e R$ 20,0/kg. No entanto, ficou evidenciado que os proprietários de restaurantes têm preferência pelo beijupirá com peso corporal superior a 5,0 kg, similar ao salmão. Os atacadistas de pescado preferem, no entanto, o beijupirá pesando entre 2,5 e 3,0 kg (MADRID et al., 2014).

Há estudos que sugerem, a partir de seus resultados, que o tamanho comercial ideal de beijupirás, para o consumidor final, encontra-se entre 1,2 e 1,5 kg e 43 e 55 cm (GONÇALVES et al., 2014a).

Em 1999, cerca de 500 t de beijupirás inteiros, com peso médio de 6 kg, foram exportadas de Taiwan para o Japão, a um preço de atacado de cerca de US $ 4,8-5,7/Kg. A maior parte da carne deste peixe é constituída de músculo claro, que é servido em restaurantes na forma crua, *sashimi*. A parte ventral, devido à presença de lipídeos é valorizada na gastronomia oriental. (CHOU; SU; CHEN, 2001).

Sendo assim, o peso ideal para abate do beijupirá irá depender do mercado para o qual o mesmo será destinado no momento da sua comercialização.

Em Taiwan, os beijupirás produzidos em cativeiro são selecionados conforme seu tamanho e depois destinados ao mercado interno ou internacional, geralmente para o Japão. No mercado interno, os peixes são comercializados inteiros, enquanto os exportados para o Japão, para elaboração de *sashimis*, são comercializados inteiros ou sem cabeça. Quando destinados a outros mercados, os peixes são comercializados em forma de filés (LIAO et al., 2004).

Ao se avaliar, qual a preferência dos provadores quanto à melhor forma de apresentação do beijupirá para venda, se inteiro e eviscerado, filé com pele, filé sem pele, posta ou lombo, foi constatado que o filé sem pele foi o que apresentou uma resposta mais equitativa entre as três estratificações ponderadas (restaurante, academia e outros), sendo que, 40% dos entrevistados que não pertenciam nem aos restaurantes nem à academia indicaram, preferentemente, o peixe inteiro eviscerado (MADRID et al., 2014).

O rendimento em filé dessa espécie é relativamente elevado, quando comparado a outras espécies. Neste experimento, o rendimento observado nas amostras ficou próximo a 40%, sendo 41,6% (±3,72), 41,2 % (±1,68), 40,8% (±1,33) e 39,7% (±1,59), respectivamente, para os meses de junho, julho, agosto e setembro. Não houve diferença estatística significativa (5%), entre os rendimentos observados nas amostras dos diferentes meses de coleta, o que significa que os peixes estavam uniformes e o filetador apresentou destreza nessa atividade (MACEDO-VIEGAS; SOUZA, 2004; SAVAY-DA-SILVA, 2009).

O valor de rendimento em filé obtido neste experimento está acima do relatado para beijupirás entre 1,3 a 1,7 kg, nos quais já foi observado rendimento de 31% para filé sem pele. Para outros tipos de cortes, o rendimento pode ser maior, ou seja, 65% para peixe inteiro eviscerado e descabeçado, 62% para peixe inteiro eviscerado, descabeçado e sem cauda, 54%

para peixe espalmado com pele, 51% para postas e 40% para filé com pele (GONÇALVES et al., 2014a).

O rendimento em filé de um peixe depende de inúmeros fatores, entre eles, do peso corporal, sexo, composição corporal, que inclui a gordura visceral, características anatômicas do corpo e tamanho da cabeça, relação cabeça/corpo, grau de mecanização na filetagem, método de filetagem e destreza do operador e peso da pele e nadadeiras (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994; MACEDO-VIEGAS; SOUZA, 2004; SAVAY-DA-SILVA, 2009).

Peixes da espécie beijupirá apresentam maiores taxas de rendimento em filé, do que surubins (*Pseudoplatystoma* spp). Um estudo que avaliou o rendimento de carcaça de surubins produzidos em tanques-rede, de peso total médio de 839 g e viveiros, de peso total médio de 983 g, verificou que o rendimento de filés sem pele para esses animais foi de 31,15% e 30,14%, respectivamente, para os peixes provenientes de tanques-rede e de viveiros (FANTINI et al., 2013).

Valores semelhantes foram encontrados na avaliação de rendimento de carcaça de surubins (*Pseudoplatystoma* spp), produzidos em viveiros sob diferentes densidades de estocagem. Foram avaliados surubins com peso total médio de 1,14 Kg, sendo encontrado um valor médio de rendimento de filé sem pele de 30,01 % (± 2,48%) (FANITNI et al., 2014).

O *Cod Fish* é outra espécie que apresenta semelhanças ao beijupirá no que diz respeito ao formato do corpo, podendo também ser utilizado para comparações de rendimento com a espécie beijupirá. A literatura indica que essa espécie apresenta rendimento em filé de aproximadamente 49% (GALVÃO et al., 2010), sendo superior aos valores encontrados para as amostras de beijupirá avaliadas neste experimento.

3.3.3.3 Resíduos gerados

Observa-se na Tabela 3.7 as porcentagens, com relação ao peso total do resíduo obtido, dos diferentes tipos de resíduos provenientes do processo de filetagem. Nota-se que a cabeça e em seguida a carcaça foram os dois principais resíduos gerados. Juntos, representam cerca de 70% do total de resíduo gerado no processamento dos peixes.

Tabela 3.7 – Resíduos gerados no processamento do beijupirá criados em tanques-rede e coletados em diferentes meses, na cidade de Ubatuba-SP, no ano de 2012.

Produto	**Coletas**			
	Junho	**Julho**	**Agosto**	**Setembro**
Cabeça (%)	44,8	40,6	39,3	40,9
Víscera (%)	16,1	16,1	17,3	13,2
Carcaça (%)	34,1	32,1	32,2	32,9
Pele (%)	13,3	14,1	12,6	13,5
Total de Resíduo (g) (100%)	979	1.534,2	1.390	1.547,47

N= 10 animais

A pele representa o menor volume de resíduos, de 12,6 % a 14,1% do total, gerado no processamento dos beijupirás (Tabela 3.7). No entanto, cada vez mais, a utilização da pele de peixes, para produção de couro e, consequentemente, elaboração de coprodutos, como artesanato, bolsas, sapatos, vestimentas, entre outros, tem se tornado uma atividade rentável, muitas vezes superando o valor agregado do produto principal que é o filé.

Outra opção é utilizar a pele do pescado para extração do colágeno, visando a produção de gelatina. Ao se viabilizar o processamento de peles de peixes, agrega-se valor à atividade, tornando-a interessante como mais uma fonte de renda. (SOUZA et al., 2014).

Para otimizar o aproveitamento dos resíduos gerados, as cabeças, vísceras e carcaças podem ser utilizadas para elaboração de outros coprodutos, devido à presença de proteínas, enzimas e ácidos graxos nesse material que é de baixo custo para a indústria de processamento (ANBE, 2011). Podem ser obtidos diversos produtos, a farinha (BOSCOLO, 2003), silagem ou o óleo de peixe (FERRAZ DE ARRUDA, 2004; VIANI, 2014), os quais podem ser utilizados como alimentos alternativos na nutrição animal (BORGHESI; FERRAZ DE ARRUDA; OETTERER, 2007; VIANI, 2014), buscando a produção de rações de baixo custo e de qualidade nutricional, além de proporcionar aos animais desempenho equivalente àqueles obtidos com o uso de formulados convencionais (OLIVEIRA et al., 2006).

De acordo com Viani (2014), os processos de obtenção de silagens de beijupirás são de baixa complexidade, mostrando-se uma alternativa viável para o aproveitamento dos resíduos gerados na indústria. Esse coproduto apresentou-se pastoso e homogêneo a partir de 48h da sua elaboração, sob temperatura ambiente de 25º C. O pH se manteve próximo de 4 e a

qualidade da silagem pode ser mantida por um tempo de 40 dias de armazenamento. Com relação aos teores de proteínas, a silagem de beijupirá apresentou-se como sendo fonte de aminoácidos livres e peptídeos. E ainda, foi verificado a presença de ácidos graxos poli-insaturados no produto final. Sendo assim, esse produto apresenta potencial para ser utilizado como suplemento alimentar na fabricação de rações animais.

Os resíduos gerados durante a industrialização do pescado quando não descartados de forma correta acarretam impacto ambiental. Por outro lado, quando ocorre o aproveitamento de seu potencial tecnológico geram lucro, tanto por agregar valor ao subproduto/coproduto, como pelo benefício ao meio ambiente (AGUIAR; LIMBERGER; SILVEIRA, 2014).

3.3.3.4 Análises de frescor: pH e Bases Nitrogenadas Voláteis Totais (BNVT)

Os filés obtidos no processamento também foram avaliados quanto ao seu frescor. Os valores médios de BNVT e pH obtidos podem ser verificados na Tabela 3.8.

Tabela 3.8 – BNVT e pH de filés de beijupirás criados em tanques-rede e coletados em diferentes meses, na cidade de Ubatuba-SP, no ano de 2012 (médias)

Análises	**Coletas**			
	Junho	**Julho**	**Agosto**	**Setembro**
BNVT (mg N.100g^{-1})	7,30^{c} (±0,42)	11,49^{a} (±0,49)	9,12^{b} (±1,10)	11,64^{a} (±1,70)
pH	5,91^{c} (±0,07)	5,81^{d} (±0,08)	5,98^{b} (±0,08)	6,18^{a} (±0,08)

N = 10 amostras por coleta. Valores seguidos por letras iguais entre si, na mesma linha, não diferem estatisticamente a 5 % pelo teste de *Kruskal-Wallis*. BNVT: $p < 0,0001$; pH: $p < 0,0001$.

Observa-se que apenas os valores médios das amostras coletadas nos meses de julho e setembro não apresentaram diferença estatística significativa (5%) entre si, quanto aos resultados de BNVT. Por sua vez, para pH, todos os valores médios obtidos nas amostras dos diferentes meses de coleta diferiram estatisticamente (5%) entre si.

Todas as amostras analisadas apresentaram valores médios abaixo dos limites máximos tolerados pela legislação brasileira vigente, tanto para BNVT como para pH.

As Bases Nitrogenadas Voláteis Totais compreendem compostos como amônia, trimetilamina, dimetilanina, e outros. No início do processo degradativo, a base volátil mais

representativa é a amônia originária dos produtos da desaminação dos derivados do ATP. Posteriormente, a amônia proveniente da degradação de outros compostos nitrogenados, a exemplo de aminoácidos, juntamente com a trimetilamina, formada a partir do óxido de trimetilamina, passam a se fazer presentes (OGAWA; MAIA, 1999).

A legislação brasileira vigente estabelece o valor de 30 mg de N.100g^{-1} como limite máximo de BNVT para comercialização e consumo de pescado fresco (BRASIL, 1997). Por sua vez, Ogawa e Maia (1999), classificaram em excelente estado de frescor, quando o teor de BNVT atinge de 5 a 10 mg de N.100g^{-1} no músculo; e com frescor satisfatório quando atingem de 15 a 25 mg de N.100g^{-1} no músculo. Dessa forma, todas as amostras avaliadas apresentaram-se em excelente estado de frescor.

Segundo o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) (BRASIL, 1952), o pH do músculo de pescado fresco deve ser inferior a 6,8, para carne externa, e 6,5 para carne interna. Sendo assim, todas as amostras analisadas estão aptas para o consumo, visto que apresentaram valores inferiores aos limites máximos preconizados pela legislação vigente.

Como pode ser observado na Tabela 3.8, as amostras analisadas apresentaram valores de pH relativamente baixos, o que pode sugerir que o músculo ainda estava em fase de *rigor mortis*. Durante a fase de *rigor mortis*, o pH muscular do pescado chega a seu valor mínimo (TAVARES; GONÇALVES, 2011).

No início do *rigor mortis*, a queda de pH é ligeira e depende, entre outras coisas, das condições de pesca pois as reservas de glicogênio dependem da resistência com a qual os peixes se opõem à captura (KAI; MORAIS, 1988). Com a deterioração do pescado, o pH aumenta para níveis mais elevados devido à decomposição de aminoácidos e da uréia e à desaminação oxidativa da creatina (LEITÃO, 1988). O aumento do pH é afetado também pela espécie do peixe, tipo e carga microbiana, histórico do peixe, métodos de captura, manuseio e armazenamento (ASHIE; SMITH; SIMPSON, 1996; BAYLISS, 1996).

Em uma pesquisa onde foram avaliados beijupirás, provenientes de uma fazenda marinha comercial na Índia, os autores observaram valores iniciais de BNVT, em filés, de 9 ± 0,57 mg N.100g^{-1} e pH de 5,6 ± 0,32; e valores de 23,50 ± 0,56 mg N.100g^{-1} de BNVT e 6,46 ± 0,26 de pH, após cinco meses de armazenamento dessas amostras sob temperatura de -18º C (ROBINSON; BARNABAS; NATHAN, 2012).

Em outra pesquisa, também realizada com beijupirás provenientes de fazendas marinhas de Taiwan, foram observados nos filés obtidos do processamento dos peixes, valores iniciais de pH de 6,26 ± 0,05 e BNVT de 2,43 ± 0,14 mg N.100g^{-1}. Após 11 dias de

armazenamento refrigerado (6º C) os valores desses parâmetros subiram para 6,77 ± 0,05 e 25,46 ± 2,39 mg N.100g^{-1}, respectivamente (CHANG; WONG, 2012).

Em ambos os trabalhos acima citados, as amostras de filés de beijupirá analisadas, logo após o processamento, apresentaram excelente frescor, no que se refere aos parâmetros de BNVT e pH, assim como as amostras encontradas nesta presente pesquisa.

3.3.3.5 Composição centesimal e valor calórico

No Quadro 3.1, observa-se os valores médios obtidos para a análise de composição centesimal e valor calórico das amostras de filés de beijupirás, obtidos nos diferentes meses de coleta.

Quadro 3.1 - Composição centesimal (± desvio padrão) e valor calórico de filés de beijupirás criados em tanques-rede, ração e resíduo gerado no processamento das amostras (médias em base úmida)

Análises	**Coletas**											
	Junho			**Julho**			**Agosto**			**Setembro**		
	Peixe	**Ração**	**Resíduo**	**Peixe**	**Ração**	**Resíduo**	**Peixe**	**Ração**	**Resíduo**	**Peixe**	**Ração**	**Resíduo**
Umidade ($g.100g^{-1}$)	$76,83^{a}$ (±2,64)	$77,76^{a}$ (±0,63)	$63,74^{b}$ (±0,30)	$73,40^{b}$ (±2,63)	$74,24^{b}$ (±1,20)	$65,05^{a}$ (±0,19)	$70,83^{c}$ (±3,67)	$66,41^{c}$ (±1,83)	$62,14^{b}$ (±1,59)	$74,03^{b}$ (±0,87)	$9,37^{d}$ (±0,01)	$66,27^{a}$ (±1,32)
Proteína ($g.100g^{-1}$)	$18,70^{a}$ (±0,46)	$14,35^{c}$ (±0,96)	$18,94^{a}$ (±0,00)	$18,34^{a}$ (±0,40)	$14,74^{c}$ (±0,86)	$17,87^{a}$ (±1,07)	$18,04^{a}$ (±0,83)	$17,32^{b}$ (±1,06)	$13,46^{c}$ (±0,97)	$18,75^{a}$ (±1,14)	$42,75^{a}$ (±2,17)	$15,33^{b}$ (±0,53)
Lipídeos ($g.100g^{-1}$)	$3,75^{b}$ (±2,69)	$2,37^{d}$ (±0,14)	$12,46^{d}$ (±0,32)	$6,56^{ab}$ (±2,98)	$3,42^{c}$ (±0,25)	$17,43^{b}$ (±0,24)	$9,60^{a}$ (±3,86)	$10,12^{a}$ (±0,68)	$19,16^{a}$ (±1,05)	$6,03^{a}$ (±0,79)	$6,68^{b}$ (±0,09)	$13,95^{c}$ (±0,53)
Cinza ($g.100g^{-1}$)	$1,06^{b}$ (±0,07)	$3,37^{c}$ (±0,07)	$4,58^{a}$ (±0,22)	$1,19^{a}$ (±0,04)	$4,72^{b}$ (±0,08)	$2,81^{c}$ (±0,15)	$1,22^{a}$ (±0,04)	$4,90^{b}$ (±0,50)	$3,70^{b}$ (±0,58)	$1,23^{a}$ (±0,05)	$9,63^{a}$ (±0,06)	$4,10^{b}$ (±0,23)
Valor Calórico ($Kcal.100^{-1}$)	$110,05^{b}$ (±24,08)	$78,77^{d}$ (±4,24)	$187,92^{b}$ (±2,87)	$132,44^{ab}$ (±26,52)	$89,74^{c}$ (±5,36)	$228,36^{a}$ (±6,33)	$158,55^{a}$ (±35,88)	$160,39^{b}$ (±10,19)	$226,26^{a}$ (±13,36)	$129,26^{ab}$ (±6,94)	$231,09^{a}$ (±9,31)	$186,86^{b}$ (±6,21)

N = 10 amostras por coleta. Valores seguidos por letras iguais entre si, na mesma linha e para o mesmo produto, não diferem estatisticamente a 5 % pelo teste de *Kruskal-Wallis*. Para as amostras de filés de beijupirás: Umidade: p = 0,0026; Proteína: p = 0,1403; Lipídeos: p = 0,0069; Cinza: p = 0,0001; Valor Calórico: p = 0,0148. Para as amostras de ração Umidade: p = 0,0155; Proteína: p = 0,0216; Lipídeos: p = 0,0156; Cinza: p = 0,0249; Valor Calórico: p = 0,0156. Para as amostras de resíduo: Umidade: p = 0,0286; Proteína: p = 0,0223; Lipídeos: p = 0,0155; Cinza: p = 0,0216; Valor Calórico: p = 0,0396

Nas amostras de filés, não foi observado diferença estatística significativa (5%), entre as amostras dos diferentes meses de coleta, apenas para os resultados médios da variável proteína. Os valores deste nutriente mantiveram-se por volta de 18 g.100g^{-1}, em todas as amostras analisadas. Este valor médio está de acordo com o observado na literatura que indica que alimentos provenientes de pescado têm maior teor de proteína que a maioria das carnes de animais terrestres, os valores médios encontrados são, respectivamente, de 17,3 g.100 g^{-1}, ou superior, e 13,8 g.100 g^{-1} (TACON; METIAN, 2013).

Além dos altos índices de proteína, as amostras de filés de beijupirás também apresentaram altos teores de umidade e baixo teor de cinza e valor calórico.

Os teores de lipídeos totais apresentaram variação entre os meses de coleta. No primeiro mês, as amostras apresentaram os menores valores médios, 3,75 ±2,69 g.100g^{-1}, e no mês de agosto, observou-se os maiores valores, 9,60 ±3,86 g.100g^{-1}. Sugere-se ainda, pelos dados apresentados no Quadro 3.1, que o teor de lipídeos da ração influenciou, consideravelmente, o teor de lipídeos, tanto das amostras de filé, como do resíduo, uma vez que apresentou variação similar.

Salienta-se que ao contrário de seu papel no Ocidente, o beijupirá é um peixe do tipo "nobre" para a gastronomia oriental, especialmente em Taiwan e no Japão. A sua carne é constituída, na maioria, de músculo claro, ou como carne branca, e é servida em restaurantes na forma crua, como *sashimi*. A carne ventral, com maior teor de lipídeos é valorizada (MIAO et al., 2009), provavelmente pela sua textura e sabor que agrada aos paladares dos consumidores adeptos da culinária japonesa.

A composição centesimal de beijupirás *in natura*, criados em viveiros escavados no Rio Grande do Norte apresentou os seguintes resultados*:* 75,09 ±0,45 g.100g^{-1} de umidade; 21,42 ±0,16 g.100g^{-1} de proteína bruta; 1,92 ±0,16 g.100g^{-1} de lipídeos totais; e 1,39 ±0,03 g.100g^{-1} de cinza (GONÇALVES et al., 2014b).

Em outro experimento, onde foram avaliados filés de beijupirás, logo após o processamento, provenientes de fazenda marinha da Índia, os autores observaram valores médios de umidade de 69,04 ± 2,03 g.100g^{-1}; proteína de 14,32 ± 1,11 g.100g^{-1}; lipídeos totais de 6,49 ± 1,03 g.100g^{-1}; e cinza de 1,68 ± 0,56 g.100g^{-1} (ROBINSON; BARNABAS; NATHAN, 2012).

Sabe-se que a variação dos componentes nutricionais da carne do pescado pode ser decorrente do tipo de músculo corporal analisado em uma mesma espécie, sexo, idade, época do ano que ocorreu a captura, *habitat* da espécie e dieta à qual os animais foram submetidos.

Sendo assim, essa variação na composição centesimal dos trabalhos encontrados na literatura, em comparação as amostras avaliadas neste presente experimento, são consideradas normais.

O peso final, o valor proteico e o valor energético de beijupirás juvenis podem também ser influenciados pela temperatura da água de criação dos animais. Estudos indicam que os valores médios dessas variáveis aumentam com o aumento da temperatura da água de criação, atingindo seus valores máximos em temperaturas de 27 ou 31 °C. No entanto, em temperaturas maiores de 31º C, os valores desses parâmetros tendem a diminuir à medida que a temperatura aumenta (SUN, CHEN; HUANG, 2006).

As temperaturas da água, de 20º C a 21º C, onde estavam localizados os tanques-rede, registradas nesse experimento, apresentaram-se, menores que as registradas na literatura, sendo talvez esse o motivo dos teores de proteína observados neste experimento estarem menores do que os citados em alguns trabalhos da literatura para essa espécie.

Sabe-se que a demanda por proteína animal vem aumentando de forma expressiva no mundo, substituindo parte da alimentação provinda de proteínas vegetais. Existe intensa correlação entre aumento da renda e maior consumo de carnes, todavia, a partir do alcance de um ponto crítico, as mudanças não são mais observadas. Mercados mais desenvolvidos, como os da América do Norte e Europa, estão próximos desse ponto e não devem apresentar grande crescimento. Todavia, o maior incremento na demanda vem ocorrendo em mercados emergentes. Em países como China, Índia e Brasil, com elevados quantitativos populacionais, o aumento no poder aquisitivo das camadas mais pobres da população permitiu melhora nas dietas alimentares (TOMAZZELLI JUNIOR; PHILIPPI, 2006).

Associado ao aumento do consumo de carnes é notória uma maior busca por carnes brancas, em especial o pescado, que tem seu consumo estimulado devido à ampla divulgação dos benefícios do seu consumo regular.

Além disso, o consumo de pescado pode proporcionar um impacto nutricional maior do que a soma dos benefícios à saúde provindos do consumo individual dos nutrientes (FAO; WHO, 2011).

Dessa forma, o desconhecimento das características nutricionais do beijupirá, pela maioria do público brasileiro consumidor de pescado, faz com que esta espécie não tenha uma demanda regular nos pontos de comercialização de pescado, o que acaba desestimulando a sua produção.

Isso implica na necessidade de investimentos na área de *marketing* e propaganda como forma de difundir a qualidade de sua carne. As poucas iniciativas de comercialização do beijupirá proveniente da aquicultura no mercado brasileiro indicam aparente facilidade na

abertura deste mercado, principalmente devido à boa aceitação do beijupirá como produto de alta qualidade. Para isso, é necessário identificar a melhor forma e tamanho para a comercialização desse novo produto (CAVALLI; DOMINGOS; HAMILTON, 2011).

No Quadro 3.1, também podem ser observados os valores médios obtidos para composição centesimal e valor calórico do alimento fornecido aos animais, durante os meses de coleta, e do resíduo gerado no processamento dos beijupirás, visando possível utilização do mesmo para desenvolvimento de coprodutos.

Quanto ao alimento fornecido aos animais, verifica-se que há diferença estatística significativa (5%) entre todos os nutrientes avaliados nas amostras dos diferentes meses de coleta, exceto para os valores médios de proteína apresentados pelas amostras das coletas de junho e julho; e para os valores médios de cinza apresentados pelas amostras das coletas de julho e agosto.

Os animais, nas três primeiras coletas, foram alimentados com rejeito de pesca, camarões e peixes pequenos provenientes de diferentes locais de captura, congelado e na última, ração comercial para carnívoros. Por isso, os valores médios da composição centesimal dos alimentos fornecidos aos beijupirás apresentaram variações nos diferentes meses avaliados.

Nota-se, entretanto, que este fato parece não ter interferido nos valores médios de proteína verificados nos filés dos peixes alimentados por essas amostras, pois os teores de proteínas dos filés, obtidos nos diferentes meses de coleta, não apresentaram diferença estatística significativa (5%) entre si, e ficaram todos próximos de 18 $g.100g^{-1}$.

Por outro lado, os teores de lipídeos dos alimentos fornecidos aos beijupirás parecem ter claramente influenciado os teores de lipídeos dos filés, uma vez que os valores médios de ambos apresentaram-se com a mesma tendência de aumento ou diminuição.

O beijupirá é o único membro da família Rachycentridae e sua alimentação se baseia preferencialmente em peixes e crustáceos, embora, eventualmente, consuma bivalves (ARENDT; OLNEY; LUCY, 2001).

A estimativa inicial de exigências em proteína para beijupirás juvenis atingirem o crescimento máximo em um estudo polinomial foi de 44,5 $g.100g^{-1}$, enquanto a exigencia mínima de lipideos totais foi estimada em 5,76 $g.100g^{-1}$ (CHOU; SU; CHEN, 2001).

A partir dos dados observados no Quadro 3.1, verifica-se que nenhuma das amostras dos alimentos fornecidos aos beijupirás atendiam ao requisito referente ao teor de proteína, uma vez que todas as amostras apresentaram valores médios inferiores desse nutriente, exceto as amostras da ração comercial que foi fornecida no último mes de coleta, setembro, que

apresentou um valor médio de 42,75 $g.100g^{-1}$. Por sua vez, as amostras dos alimentos fornecidos nos meses de agosto (10,12 $g.100g^{-1}$) e setembro (6,68 $g.100g^{-1}$) atenderam as exigências mínimas para teor de lipideos.

As rações para a espécie beijupirá disponíveis no mercado nacional, até o momento, não têm proporcionado resultados de desempenho esperados. Experimentos desenvolvidos por empresas nacionais no ano de 2009 estimaram um fator de conversão alimentar (FCA) de 7:1, utilizando as rações disponíveis. A análise bromatológica indicou que a ração atendia às exigências de proteína bruta e de lipídios totais recomendadas para a espécie. Por outro lado, a análise de aminoácidos indicou que as concentrações de lisina e metionina se encontravam abaixo do recomendado para o beijupirá (CAVALLI; DOMINGOS; HAMILTON, 2011).

Sendo assim, outro fator limitante para o progresso da criação de beijupirás em cativeiro é a ausência no mercado de uma ração comercial apropriada para essa espécie, que apresente qualidade e regularidade. Como essa atividade ainda não é amplamente exercida, as próprias indústrias de ração sentem-se receosas em investir em pesquisas para desenvolvimento de uma ração para um animal específico, o que acaba fazendo com que o preço das rações disponíveis, mesmo que não tenham qualidade, aumentem e onerem o custo da produção de beijupirás.

No início da produção do beijupirá, produtores envolvidos com a criação da espécie estabeleceram como meta um custo de produção de US$ 3.0/kg, próximo ao do salmão. No entanto, os custos de operações de cultivo do beijupirá em escala industrial podem chegar a US$ 4.7/kg devido, principalmente, à perda de desempenho zootécnico a partir de peixes de 2 Kg (NUNES; MADRID; PINTO, 2014).

Aliado a isso, as indústrias de beneficiamento de pescado geram grandes quantidades de resíduos, por não reconhecerem este recurso como matéria prima para desenvolvimento de outros produtos (PESSATTI, 2001; STEVANATO et al., 2007), incluindo coprodutos para produção de ração. Aproximadamente 50% da biomassa se torna descarte durante o processo de enlatamento ou em outras linhas de produção que empregam a filetagem, fato que leva a problemas ambientais, ao gerar poluidores de recursos hídricos, do solo e do ar (PESSATTI, 2001).

A elaboração de coprodutos de pescado tem se tornado uma indústria de grande importância para vários países, surgidas a partir do emprego de novas tecnologias de processamento, caracterizando um incentivo à industrialização de pescado. Além da indústria de farinha de peixe, os coprodutos da pesca são utilizados para elaboração de outros produtos,

incluindo a produção de cosméticos e produtos farmacêuticos, ração animal, couro, silagem, fertilizantes, entre outros (FAO, 2012).

No Quadro 3.1, observa-se que para todos os parâmetros avaliados houve diferença estatística significativa (5%) entre os valores médios apresentados pelas amostras de resíduos das diferentes coletas. E todos os macros componentes analisados apresentaram variações nos resultados obtidos. Essas amostras de resíduo apresentaram altos teores de proteína, lipídeos e cinza.

Em pesquisa visando caracterizar o resíduo bruto de beijupirás, constituído de cabeça, carcaça, pele e vísceras, foram encontrados os seguintes valores médios, em base seca: 23,56 $mg.100g^{-1}$ de proteína, 44,84 $mg.100g^{-1}$ de lipídeos e 10,96 $mg.100g^{-1}$ de cinza (VIANI, 2014).

O que representa que esse resíduo possui características interessantes para elaboração de coprodutos, tanto para consumo humano, indústria farmacêutica e, principalmente, para elaboração de suplementos para ração animal. Sendo esse último um processo mais simples e menos oneroso, que pode ser viável economicamente para muitas empresas.

Existem diversas alternativas para o aproveitamento dos resíduos gerados durante a industrialização do pescado, alternativas que vão além da questão ambiental. A maior parte dos resíduos provenientes da industrialização de pescado é aproveitada para a produção de farinha, óleo e silagem. Estes resíduos apresentam potencial expressivo para serem utilizados, como promissores substratos para produção de bioprodutos, extração de enzima, colágeno, gelatina, entre outros, sendo necessárias novas pesquisas que visem investigar e comprovar sua utilização em outros processos tecnológicos bem como sua viabilidade técnica e benefícios (AGUIAR; LIMBERGER; SILVEIRA, 2014).

A silagem é uma alternativa para elaboração de coprodutos com o resíduo do beijupirá, devido à presença de ácidos graxos poli-insaturados na fração lipídica, aminoácidos nas frações proteicas solúveis e insolúveis e quantidade satisfatória de minerais na fração insolúvel das silagens, tendo grande potencial para vários usos como suplemento alimentar. Esse produto pode apresentar-se estável por até 40 dias de armazenamento, sob temperatura ambiente, de cerca de 25º C. Pode ser elaborada com diferentes ácidos e a combinação deles, ácido cítrico, propiônico e fórmico. Apresenta teor proteico de 15,63 a 24,15 $g.100g^{-1}$, lipídico, de 38,55 a 46,71 $g.100g^{-1}$ e cinza de 7,52 a 15,57 $g.100g^{-1}$ (VIANI, 2014).

A conscientização da necessidade do uso integral do pescado, além de maximizar a obtenção de lucros das indústrias processadoras, também contribui para diminuição da

poluição ambiental, otimização dos processos de produção e aumento da variedade de produtos a serem ofertados aos consumidores, seja para alimentação ou para outros fins.

3.3.3.6 Aminoácidos e ácidos graxos

3.3.3.6.1 Aminoácidos

Na Tabela 3.9 é possível observar os aminoácidos presentes nos filés de beijupirás, na alimentação fornecida a esses animais e no resíduo gerado do processamento.

Tabela 3.9 – Aminoácidos nos filés, alimentação e resíduos de beijupirás criados em tanques-rede e coletados em diferentes meses, na cidade de Ubatuba-SP, no ano de 2012

Aminoácidos	**Coletas/ano 2012**											
	Junho (g.100g^{-1})			Julho (g.100g^{-1})			Agosto (g.100g^{-1})			Setembro (g.100g^{-1})		
	Filés	Ração	Resíduo	Filés	Ração	Resíduo	Filés	Ração	Resíduo	Filés	Ração	Resíduo
Ácido Aspártico	1,92	1,15	1,36	1,96	0,77	1,29	1,90	0,98	0,77	1,88	3,31	0,48
Ácido Glutâmico	2,91	2,18	2,32	2,93	1,82	2,31	2,81	1,86	1,56	2,83	5,22	1,26
Serina	0,79	0,64	0,68	0,80	0,65	0,7	0,76	0,58	0,52	0,76	2,22	0,54
Glicina	0,87	1,13	1,52	0,87	1,28	1,38	0,85	1,23	0,91	0,89	2,64	2,78
Histidina	0,46	0,29	0,31	0,49	0,41	0,32	0,48	0,29	0,25	0,46	0,98	0,23
Arginina	1,20	0,83	1,08	1,19	0,84	1,06	1,28	0,81	0,77	1,18	2,47	1,24
Treonina	0,84	0,59	0,61	0,87	0,60	0,64	0,84	0,54	0,48	0,83	1,51	0,48
Alanina	1,06	0,99	1,15	1,08	1,03	1,11	1,04	0,91	0.75	1,04	2,15	1,43
Prolina	0,69	0,75	0,99	0,66	0,82	0,94	0,65	0,77	0,63	0,66	2,38	1,91
Tirosina	0,69	0,6	0,54	0,71	0,51	0,57	0,69	0,47	0,44	0,67	1,19	0,39
Valina	1,04	0,85	0,83	1,09	0,83	0,86	1,05	0,76	0,64	1,01	2,27	0,67
Metionina	0,59	0,45	0,43	0,57	0,45	0,44	0,40	0,32	0,3	0,53	0,97	0,35
Cistina	0,26	0,24	0,28	0,31	0,12	0,25	0,28	0,24	0,2	0,30	0,59	0,17
Isoleucina	0,89	0,62	0,57	0,91	0,55	0,61	0,84	0,53	0,45	0,85	1,34	0,39
Leucina	1,48	1,1	1,06	1,51	1,04	1,1	1,47	0,98	0,81	1,43	2,99	0,73
Fenilalanina	0,78	0,67	0,62	0,80	0,64	0,64	0,78	0,59	0,48	0,76	1,86	0,56
Lisina	1,97	1,4	1,39	1,96	1,32	1,42	1,89	1,16	1,03	1,87	2,48	1,02
Taurina	0,08	0,29	0,14	0,07	0,24	0,23	0,07	0,44	0,17	0,07	0,05	0,11
Soma dos aminoácidos	18,53	14,79	15,88	18,79	13,94	15,86	18,07	13,45	11,15	18,04	36,62	14,73

Em um estudo encontrado na literatura, amostras de filés de beijupirás criados em gaiolas em sistema *offshore*, no litoral de Pernambuco, apresentaram altas concentrações dos aminoácidos essenciais lisina, leucina e arginina e, dentre os não essenciais, do ácido glutâmico e ácido aspártico (OLIVEIRA, 2012), semelhante ao observado nesse presente experimento.

Além desses aminoácidos, também foi encontrado, nos filés analisados, a presença de concentrações expressivas de taurina, glicina e alanina, em filés de beijupirás produzidos em Taiwan (SHIAU, 2007). Este mesmo autor discorre a respeito do decréscimo da quantidade de aminoácidos de acordo com o tamanho da espécie. Isso também foi ressaltado por Oliveira (2012) e pode ser observado nos dados apresentados na Tabela 3.9, quando se comparou os valores obtidos nas amostras da primeira coleta, junho, e da última coleta, setembro, exceto para os aminoácidos glicina e cistina, que apresentou relação diretamente proporcional ao tamanho dos peixes; e histina, cuja concentração permaneceu a mesma das amostras da primeira coleta.

Chuang, Lin e Shiau (2010) encontraram a taurina como o aminoácido em maior concentração entre todos os aminoácidos analisados em filés do beijupirás. Nesta pesquisa observou-se que esse aminoácido estava em baixas concentrações nas amostras de filés de beijupirás analisadas, 0,07 a 0,08 $g.100g^{-1}$, e também nas amostras dos alimentos fornecidos aos beijupirás, 0,05 a 0,44 $100g^{-1}$. Na literatura indica-se que a suplementação de taurina na dieta resulta em maior ganho de peso e eficiência alimentar do beijupirá (LUNGER et al., 2007).

Dependendo da demanda metabólica e da concentração de cistina, a deficiência de taurina pode não só afetar o crescimento, mas sujeitar os animais a doenças nutricionais (NRC, 2011). Observa-se neste estudo que as concentrações de cistina observadas, tanto nas amostras de filés, da ordem de 0,26 a 0,31 $100g^{-1}$, como do alimento fornecido aos animais, de 0,12 a 0,59 $100g^{-1}$, também foram baixas. Por isso, sugere-se que os animais poderiam ter apresentado um peso final maior se esses aminoácidos tivessem sido suplementados na ração.

As amostras do alimento fornecido aos beijupirás referentes ao mês de setembro foram as que apresentaram maior valor dos aminoácidos: ácido glutâmico, ácido aspártico, glicina, lisina, leucina e alanina, e, também apresentaram valores expressivos dos aminoácidos: arginina, prolina, serina, valina, fenilalanina, treonina, isoleucina e tirosina.

A maioria das espécies marinhas carnívoras exigem níveis de proteína elevados, na dieta ou moderados quando comparadas com as espécies onívoras e espécies de água doce. O nível de proteína nas dietas da maioria das espécies marinhas pode ser reduzido, desde que

mantida a qualidade e a digestibilidade dos nutrientes, principalmente quando os peixes são criados em temperaturas abaixo do ideal, como é o caso do presente estudo. Em temperaturas mais frias, o metabolismo dos peixes é reduzido, por isso, a digestibilidade, as atividades enzimáticas digestivas são reduzidas e são afetadas a captação e absorção de nutrientes necessários para a energia e crescimento dos animais. Portanto, dietas ricas em proteínas e baixo teor de lipídios são necessárias se a temperatura de criação dos peixes for abaixo do recomendado para a espécie (BOWYER; QIN; STONE, 2013). Sendo assim, o controle da quantidade e qualidade das proteínas fornecidas na ração dos animais desse experimento deveria ter sido melhor planejada e monitorada.

Com relação aos aminoácidos, o conhecimento sobre as exigências do beijupirá ainda é limitado. Dos dez aminoácidos considerados essenciais, apenas as exigências de metionina e lisina foram determinadas (FRASER; DAVIES, 2009). Considerando o crescimento máximo e a conversão alimentar mínima, a exigência de metionina de juvenis do beijupirá foi estimada em 1,19 $g.100g^{-1}$ da dieta em base seca (ZHOU et al., 2006), enquanto a necessidade de lisina seria igual a 2,33 $g.100g^{-1}$ da dieta na base seca (ZHOU et al., 2007). Observa-se que nenhuma das amostras dos alimentos fornecidos aos animais deste experimento, rejeito de pesca ou ração comercial, apresentaram concentrações suficientes do aminoácido metionina para satisfazer as exigências dessa espécie. E, somente a ração comercial, fornecida no mês de setembro, supriu as necessidades do aminoácido lisina.

Nas amostras de resíduo, nota-se que os aminoácidos que apareceram em maior quantidade foram glicina, ácido glutâmico, alanina, lisina, ácido aspártico, arginina e leucina.

Em um trabalho que utilizou resíduo da filetagem de beijupirás, cabeça, vísceras, carcaça para elaboração de silagem, os aminoácidos encontrados em maior concentração foram ácido glutâmico, 1,80 $g.100g^{-1}$, glicina, 1,45 $g.100g^{-1}$, lisina, 1,08 $g.100g^{-1}$, ácido aspártico, 1,01 $g.100g^{-1}$ e alanina, 1,0 $g.100g^{-1}$ (VIANI, 2014).

Nota-se que o ácido glutâmico e a lisina foram os aminoácidos que mais se destacaram em todas as amostras analisadas, seja dos filés, ração ou resíduo. Segundo a literatura, as proteínas do pescado são altamente digeríveis e tem um alto valor biológico, como é evidente pelo seu conteúdo de aminoácido essenciais (TACON; METIAN, 2013), que está estreitamente próximo ao padrão recomendado para a dieta humana (WHO, 2007). Em particular, as proteínas do pescado são fontes de metionina e lisina (TACON; METIAN, 2013).

Com relação à quantidade e à qualidade das proteínas do pescado, pode-se dizer que essa carne é fonte proteica; considerando uma variação entre as espécies, o teor é elevado, da

ordem de 15 a 25%. O pescado apresenta todos os aminoácidos essenciais, tem alto teor de lisina, aminoácido *starter* do processo digestivo. A digestibilidade é alta, acima de 95%, conforme a espécie, e maior que a das carnes em geral e do leite. O valor biológico é próximo de 100, determinado pela alta absorção dos aminoácidos essenciais (OETTERER, 2006).

Sabe-se que a lisina é, normalmente, um aminoácido limitante em dietas elaboradas com proteínas de origem vegetal, por isso, a introdução do pescado, deve ser recomendada na dieta de populações de baixa renda (TACON; METIAN, 2013), seja através do pescado como alimento direto (*in natura*) ou ainda pelo consumo de coprodutos como concentrados proteicos, fermentados, hidrolisados, entre outros. Dessa forma, todas as amostras avaliadas neste experimento estariam aptas a atender essa demanda de lisina.

3.3.3.4.2 Ácidos graxos

Na Tabela 3.10, é possível observar a composição em ácidos graxos, para as amostras de filés de beijupirás, do seu resíduo, após o processamento, e da ração fornecida aos peixes.

O pescado é um alimento que se destaca, nutricionalmente, quanto à quantidade e qualidade das suas proteínas, à presença de vitaminas e minerais e, principalmente, por ser fonte de ácidos graxos essenciais ômega-3 eicosapentaenoico (EPA) e docosaexaenoico (DHA). O consumo desses lipídios é associado à redução do risco de doenças cardiovasculares e a funções importantes nas fases iniciais do desenvolvimento humano (SARTORI; AMANCIO, 2012).

Um dos grandes problemas na comercialização do beijupirá nos principais mercados, como o americano, europeu e japonês, é o desconhecimento dessa espécie por grande parte dos consumidores e compradores (MADRID; NUNES, 2014), principalmente no que diz respeito à sua composição em ácidos graxos e aminoácidos.

Alguns artigos indicam que a composição lipídica dos beijupirás é rica em ácidos graxos polinsaturados n-3, principalmente o EPA e o DHA. (LIU et al., 2009).

Tabela 3.10 – Ácidos graxos nos filés, alimentação e resíduos de beijupirás criados em tanques-rede e coletados em diferentes meses, na cidade de Ubatuba-SP, no ano de 2012

Ácidos Graxos	Coletas/ano 2012											
	Junho (g.100g^{-1})			Julho (g.100g^{-1})			Agosto (g.100g^{-1})			Setembro (g.100g^{-1})		
	Filé	Ração	Resíduo	Filé	Ração	Resíduo	Filé	Ração	Resíduo	Filé	Ração	Resíduo
C12:0 - Ácido Láurico	0,01	nd	0,03	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,05	0,01	0,01	0,04
C14:0 - Ácido Miristico	0,18	0,11	0,48	0,21	0,30	0,65	0,29	0,22	0,84	0,15	0,23	0,61
C14:1 - Ácido Miristoleico	0,00	nd	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01
C15:0 - Ácido Pentadecanóico	0,03	0,04	0,07	0,04	0,03	0,11	0,06	0,05	0,16	0,03	0,03	0,12
C16:0 - Ácido Palmítico	1,55	0,72	3,69	2,06	1,31	6,51	3,11	3,80	8,65	1,49	2,14	5,60
C16:1 - Ácido Palmitoleico	0,39	0,18	1,18	0,02	0,83	2,32	1,11	2,03	3,14	0,55	0,37	2,41
C17:0 - Ácido Margárico	0,03	0,02	0,06	0,04	0,03	0,13	0,07	0,07	0,18	0,03	0,04	0,11
C18:0 - Ácido Esteárico	0,38	0,14	0,78	0,47	0,18	1,41	0,66	0,70	1,90	0,34	0,55	1,10
C18:1n9t - Ácido. Elaídico	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,05	0,02	0,01	0,05	0,01	0,01	0,04
C18:1n9c - Ácido Oléico	1,00	0,23	2,42	1,41	0,35	4,77	2,17	1,12	6,87	0,86	2,51	3,27
C18:2n6c - Ácido Linoleico	0,11	0,02	0,40	0,31	0,05	1,06	0,47	0,05	1,95	0,05	2,68	0,24
C18:3n6 - Ácido Gama-Linolênico	0,01	nd	0,02	0,01	0,01	0,02	nd	0,18	0,04	0,00	0,01	0,02
C18:3n3 - Ácido Alfa Linolenico LNA	0,03	0,02	0,08	0,05	0,04	0,16	0,07	0,05	0,27	0,02	0,28	0,09
C20:0 - Ácido Araquídico	0,02	0,01	0,04	0,02	0,01	0,04	0,03	0,03	0,09	0,01	0,04	0,06
C20:1 Ácido Cis-Eicosenóico	0,03	0,01	0,05	0,05	0,01	0,33	0,07	0,06	0,22	0,03	0,06	0,08

continua

conclusão

Ácidos Graxos	Coletas/ano 2012											
	Junho (g.100g^{-1})			Julho (g.100g^{-1})			Agosto (g.100g^{-1})			Setembro (g.100g^{-1})		
	Filé	Ração	Resíduo	Filé	Ração	Resíduo	Filé	Ração	Resíduo	Filé	Ração	Resíduo
C20:2 cis-11,14- Eicosadienóico	0,01	0,07	0,03	0,02	0,01	0,06	0,02	0,03	0,07	0,01	0,02	0,05
C20:3n6 - Ácido 8,11,14-Eicosatrienóico	0,01	nd	0,02	0,01	0,01	0,04	0,02	0,01	0,05	0,01	0,02	0,02
C20:4n6 - Ácido Araquidonico AA	0,10	0,13	0,23	0,14	0,06	0,4	0,18	0,17	0,54	0,11	0,06	0,39
C20:3n3 - Ácido 11,14,17-Eicosatrienóico	0,00	nd	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0,03	0,00	0,01	0,02
C22:0 Ácido Behenico	0,01	nd	0,03	0,01	0,01	0,04	0,03	0,02	0,07	0,01	0,03	0,05
C22:1n9 Ácido Erucico	0,00	0,02	0,06	0,01	0,01	0,05	0,04	0,04	0,08	0,00	0,02	0,03
C20:5n3 - 5,8,11,14,17-Eicosapentaenóico EPA	0,18	0,14	0,48	0,32	0,47	0,93	0,4	0,54	1,24	0,18	0,27	0,70
C23:0 - Ácido Tricosanóico	0,00	nd	nd	0,00	nd	0,01	0,01	nd	0,02	0,00	0,01	0,01
C24:0 - Ácido Lignocérico	0,02	nd	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,04	0,02	0,03	0,02
C24:1 - Ácido Nervonico	0,02	nd	0,06	0,02	0,02	0,08	0,05	0,03	0,12	0,01	0,01	0,07
C22:6n3 - 4,7,10,13,16,19-Docosahexaenóico DHA	0,82	0,32	1,64	1,15	0,62	2,39	1,16	1,19	3,29	0,62	0,40	1,77

n.d.= não detectado.

Na análise da composição em ácidos graxos das amostras de filés de beijupirás, detectou-se concentrações mais elevadas dos ácidos graxos oleico e palmítico.

Em amostras de beijupirás criados em cativeiro, na China, foram identificados dezoito ácidos graxos. Dentre eles, o mirístico, palmítico e esteárico foram os principais ácidos saturados encontrados; os ácidos graxos palmitoleico e o oleico, os principais ácidos graxos monoinsaturados e o EPA e DHA os principais ácidos graxos polinsaturados detectados nas amostras (LIU et al., 2009).

O teor de ácido linoleico, nos filés, pode estar relacionado ao seu fornecimento via dieta, pois os peixes não sintetizam este ácido graxo (OLIVEIRA, 2012). Nota-se na Tabela 3.10, que a concentração desse ácido graxo foi expressiva apenas para as amostras de ração coletadas em agosto, 1,12 $g.100g^{-1}$, e setembro, 2,51 $g.100g^{-1}$, diferentemente do informado pelo autor.

Além do ácido linoleico, foi observado, para as amostras de ração, valores elevados do ácido palmítico, 0,72 a 3,80 $g.100g^{-1}$, em todas as amostras; do ácido palmitoleico, 2,03 $g.100g^{-1}$, na amostra de agosto; e linoleico, 2,68 $g.100g^{-1}$ na amostra de setembro.

Observa-se, a presença de ácidos graxos poli-insaturadas da série n-3, principalmente o EPA e o DHA, em todas as amostras avaliadas (filés, ração e resíduos). Esses ácidos graxos são essenciais aos peixes marinhos, e devem ser fornecidos na dieta, visto que os peixes não conseguem sintetizá-los a partir do ácido linolênico (BELL; SARGENTE, 2003), por isso é importante que este componente esteja presente, na ração.

A carne do beijupirá é considerada, adequada em proteínas e apresenta elevados teores de ácidos graxos insaturados da família ômega-3, em especial os ácidos graxos essenciais EPA e DHA. O teor de lipídios totais, que são os principais determinantes do sabor, é, em geral, praticamente duas vezes mais elevado nos peixes criados em cativeiro do que nos selvagens (CAVALLI; DOMINGOS; HAMILTON, 2011).

Há fortes evidências de que os ácidos graxos da série n-3 são compostos bioativos que podem reduzir os riscos de óbito por problemas cardíacos. É possível encontrar referências que indicam que o seu consumo diminui os níveis de triglicérides plasmáticos, a frequência cardíaca de repouso e a pressão arterial. Além disso, pode melhorar a eficiência de enchimento do miocárdio, e a função vascular em geral, além de combater problemas de inflamação (MOZAFFARIAN; WU, 2011).

Os ácidos graxos ômega 3, principalmente EPA e DHA, importantes para a saúde humana, são facilmente encontrados em peixes marinhos (LIU et al., 2009).

As diretrizes nacionais e internacionais têm convergido em recomendações consistentes para a população, em geral, consumir pelo menos 0,25 $g.dia^{-1}$ de ácidos graxos de cadeia longa n-3 ou, pelo menos, duas porções/semana de peixes gordos e ricos em ácidos graxos insaturados (MOZAFFARIAN; WU, 2011).

Na literatura encontramos ainda que a ingestão total recomendada de EPA e DHA, para manutenção da saúde dos seres humanos e prevenção de algumas doenças, está entre, 0,3 e 0,4 $g.dia^{-1}$. Sendo que a ingestão diária de aproximadamente 2 g de n-3 poderá satisfazer as necessidades diárias do organismo humano (PEREDI, 1995).

Observa-se na Tabela 3.10, que o consumo de 100 g de filé, proveniente de qualquer mês de coleta, seria suficiente para satisfazer essas recomendações de consumo de EPA e DHA para prevenção de doenças. E o consumo de cerca de 200 $g.dia^{-1}$de filés de beijupirá seria suficiente para atender as necessidades diárias do organismo humano, com relação ao consumo de ácidos graxos n-3.

Ressalta-se, que a não padronização da ração fornecida aos animais provavelmente foi responsável pela variação dos perfis de ácidos graxos e aminoácidos observados nas amostras de filés avaliados nas diferentes coletas realizadas.

No caso dessa piscicultura, como já mencionado anteriormente, o produtor não possuía muitos recursos, e por isso optou por utilizar uma ração não industrializada para alimentar os animais, na maior parte do ciclo produtivo, visto que essa era menos onerosa. Embora a matéria prima utilizada fosse fresca e de boa qualidade, isso acabou gerando variações na dieta oferecida aos animais, pois esse rejeito de pesca não se apresentou padronizado, como pode ser observado nas Tabelas 3.9, 3.10 e Quadro 3.1, e nem sempre teve uma composição suficiente para atender a todas as exigências nutricionais dos peixes.

Nesse caso, a padronização da matéria prima a ser utilizada para o desenvolvimento de produtos, tanto quanto a sua composição nutricional em macro e micro nutrientes, como seu tamanho/peso, não foi viável, pois os peixes não tiveram um desenvolvimento uniforme, devido à escassez de alguns nutrientes na ração.

Todavia, um manejo alimentar com ração balanceada e totalmente industrializada, ainda é um gargalo para o setor, principalmente para os produtores artesanais. Ao custo elevado ainda soma-se a falta de rações específicas para o beijupirá no comércio nacional, o que leva o produtor a ter maiores gastos com tentativas de adequar uma ração já existente para carnívoros a essa espécie.

Muitos estudos têm sido desenvolvidos nos últimos anos, em busca de solucionar esse problema. A substituição do óleo de peixe em dietas para beijupirá (*Rachycentron*

canadum), e outras espécies, por óleo de soja, por exemplo, foi uma tentativa de diminuir o preço dessa ração. Silva Junior et al. (2011), verificaram que a inclusão de teores relativamente altos de ingredientes de origem vegetal diminuiu o consumo alimentar, o que afetou negativamente o crescimento dos peixes. Portanto, os resultados indicaram a possibilidade de substituição de até 50% do óleo de peixe por óleo de soja em dietas para juvenis do beijupirá, o que proporcionou uma diminuição dos custos da ração, sem prejuízo considerável no desempenho dos peixes.

Com relação aos ácidos graxos dos resíduos gerados no processamento, observa-se na Tabela 3.10, que estes apresentaram valores significativos de alguns ácidos graxos, como o palmítico; palmitoléico; esteárico, nas amostras de agosto e setembro; oleico e linoleico, nas amostras de julho e agosto. Além disso, verificou-se a presença de EPA e DHA.

Viani (2014), ao elaborar silagem de beijupirá, encontrou no resíduo utilizado, valores de EPA, de 0,77 $g.100g^{-1}$ e de DHA, de 2,30 $g.100g^{-1}$. Esses valores estão próximos aos encontrados em algumas amostras de resíduos deste estudo (Tabela 3.10).

Esses dados indicam que o beijupirá tem potencial para desenvolvimento de coprodutos, principalmente como fonte de ácidos graxos da série n-3, pois os teores de EPA e DHA se apresentaram entre 2,12 a 4,54 $g.100g^{-1}$.

3.3.4 Análises microbiológicas dos beijupirás

3.3.4.1 Peixes inteiros – técnica de *swab* e filés

A qualidade de um produto advindo do pescado está intrinsecamente ligada aos cuidados realizados durante as etapas do processo de produção, iniciando-se, no caso da aquicultura, na escolha das matrizes e qualidade da água de criação (GALVÃO, 2011).

As doenças que afetam os peixes da espécie beijupirá podem ser de origem bacteriana, como a *pasteurelose, vibriosis e estreptococose*, parasitária, como a *myxosporidea, Trichodina, Neobenedenia e Amyloodinium* e viral como a *linfocístis* (LIAO et al., 2004).

Muitas doenças podem ser vinculadas aos peixes, via água de criação. Sendo assim, torna-se importante monitorar, periodicamente, a qualidade microbiológica da água onde os tanques-rede ou gaiolas estão instalados, pois embora a pele/couro do pescado tenha a função

de proteger o animal de contaminações externas, pode acumular bactérias que, após o abate, podem vir a contaminar o filé.

Nas Tabelas 3.11 e 3.12, encontram-se os resultados da avaliação microbiológica realizada na superfície (pele) de diferentes peixes, em cada coleta, através da técnica de *swab*, e no filé de beijupirás, após o processamento mínimo.

Tabela 3.11 – Micro-organismos, na pele de beijupirás criados em tanques-rede e coletados em diferentes meses, na cidade de Ubatuba-SP, no ano de 2012

Coleta	**Amostra**	**Mesófilos (UFC/cm^2)**	**CT (UFC/cm^2)**	***E. coli* (UFC/cm^2)**	**Estaf. *aureus* coag. positivo (UFC/cm^2)**	***Salmonella* spp**
Junho	N1	2,9 x 10^5	>10	>10	>10	Aus./25g
	N2	5,4 x 10^4	>10	>10	>10	Aus./25g
	N3	5,0 x 10^4	>10	>10	>10	Aus./25g
Julho	L1	8,0 x 10^3	>10	>10	>10	Aus./25g
	L2	1,1 x 10^4	>10	>10	>10	Aus./25g
	L3	9,0 x 10^3	>10	>10	>10	Aus./25g
Agosto	A1	INC	>10	>10	>10	Aus./25g
	A2	INC	>10	>10	>10	Aus./25g
	A3	INC	>10	>10	>10	Aus./25g
Setembro	S1	1,5 x 10^6	>10	>10	>10	Aus./25g
	S2	6,6 x 10^4	>10	>10	>10	Aus./25g
	S3	5,0 x 10^3	>10	>10	>10	Aus./25g

N = 3 amostras por coleta; INC = incontável; Aus. = ausência; Estaf..*aureus* coag. positivo = Estafilococcus coagulase. N1, 2 ,3 = amostras coletadas em junho; L1 ,2 ,3 = amostras coletadas em julho; A1, 2, 3 = amostras coletadas em agosto; S1, 2, 3 = amostras coletadas em setembro.

Tabela 3.12 – Micro- organismos em filés de beijupirás criados em tanques-rede e coletados em diferentes meses, na cidade de Ubatuba-SP, no ano de 2012

Coleta	**Amostra**	**Psicrotróficos (UFC/cm^2)**	**CT (UFC/cm^2)**	***E. coli* (UFC/cm^2)**	**Estaf. *aureus* coag. positivo (UFC/cm^2)**	***Salmonella* spp**
Junho	N1	>10	>10	>10	>10	Aus./25g
	N2	5,4 x 10^5	>10	>10	>10	Aus./25g
	N3	3,5 x 10^1	>10	>10	>10	Aus./25g
Julho	L1	>10	>10	>10	>10	Aus./25g
	L2	>10	>10	>10	>10	Aus./25g
	L3	>10	>10	>10	>10	Aus./25g
Agosto	A1	>10	>10	>10	>10	Aus./25g
	A2	>10	>10	>10	>10	Aus./25g
	A3	>10	>10	>10	>10	Aus./25g
Setembro	S1	1,0 x 10^1	>10	>10	>10	Aus./25g
	S2	5,0 x 10^2	>10	>10	>10	Aus./25g
	S3	4,5 x 10^1	>10	>10	>10	Aus./25g

N = 3 amostras por coleta; Aus. = ausência; CT = coliformes totais; Estaf. *aureus* coag. positivo = Estafilococcus coagulase positivo. N1, 2 ,3 = amostras coletadas em junho; L1 ,2 ,3 = amostras coletadas em julho; A1, 2, 3 = amostras coletadas em agosto; S1, 2, 3 = amostras coletadas em setembro.

Verifica-se que todas as amostras analisadas pela técnica de *swab* apresentaram baixas contagens para os micro-organismos analisados, exceto para contagem total de micro-organismos mesófilos, que nas amostras do mês de agosto apresentaram resultados incontáveis, além de contagens acima de 10^3 UFC/cm^2 para as demais amostras, chegando, em alguns casos, a uma contagem de 10^6 UFC/cm^2 (Tabela 3.11).

Essa alta contagem de micro-organismos mesófilos na pele dos peixes, principalmente nos meses de agosto e setembro, pode estar correlacionada com os altos valores observados para DBO, DQO e COT nesses mesmos meses (Tabela 3.3), sugerindo a alta atividade de respiração desses micro-organismos.

Entretanto, altas contagens não foram observadas nas amostras de filés, que também apresentaram baixas contagens para todos os micro-organismos analisados, inclusive para contagem total de micro-organismos psicrotróficos. Para estes, foi observado contagens

elevadas apenas para uma das amostras coletada no mês de julho, 5,4 x 10^5 cm^2, o que sugere que a contaminação pode ter ocorrido na manipulação após a coleta.

Sendo assim, pode se dizer, que para este experimento, a contagem microbiológica externa, da pele, do peixe, pouco influenciou a contagem microbiológica dos filés. Assim como, a contagem microbiológica da água, visto que na Tabela 3.4 observa-se uma contagem de coliformes totais na água variando de 10^1 a 10^3 NMP.100 mL^{-1} e *E coli* de 10^1 a 10^2 NMP.100 mL^{-1}, já nas amostras de peixe, esses dois micro-organismos apresentaram contagens < 10 NMP.100 mL^{-1} em todas as amostras avaliadas (*swab* e filé).

Em um experimento que utilizou filés de beijupirás para desenvolvimento de produtos, os autores relataram que ao analisarem os filés com relação aos parâmetros microbiológicos, foram observados para essas amostras contagens de 5,9 x 10^3 UFC.g^{-1} para mesófilos; < 10 UFC.g^{-1} para psicrófilos e Estafilococcus *aureus*; ausência em 25g para *Salmonela* spp.; e < 3 NMP.g^{-1} para coliformes termotolerantes (GONÇALVES et al., 2014b), sendo esses resultados , semelhantes aos observados nas Tabelas 3.11 e 3.12.

Outro trabalho, por sua vez, ao avaliar filés de beijupirás com relação à contagem total de micro-organismos aeróbios observou inicialmente uma contagem de 6,12 log UFC.g^{-1}, que foi reduzida para 4,3 log UFC.g^{-1} após 1 mês de armazenamento dos filés sob temperatura de -18º C e depois apresentou 5,28 log UFC.g $^{-1}$ no final de 5 meses de armazenamento (ROBINSON; BARNABAS; NATHAN, 2012), sendo todos esses valores maiores dos observados nesse presente experimento para contagem de micro-organismos psicrotróficos na maioria das amostras de filés analisadas.

A rica composição nutricional do pescado torna-o facilmente degradado por ações de micro-organismos e enzimas endógenas e exógenas, que iniciam suas atividades logo após o abate do pescado.

A resolução RDC n° 12, de 12 de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001b), apresenta padrão de contagem de micro-organismos, para pescado *in natura* resfriado ou congelado, apenas para Estafilococcus *aureus* coagulase positivo e *Salmonella*, os quais podem apresentar contagens máximas de 10^3 UFC/g e ausência em 25g, respectivamente.

Dessa forma, as amostras de filé de beijupirá de todas as coletas estão dentro dos limites estabelecidos pela legislação nacional vigente e, portanto, aptas para o consumo.

Embora a legislação brasileira não estabeleça limites para micro-organismos mesófilos e psicrotróficos, populações elevadas desses micro-organismos podem reduzir a vida útil do pescado (KIRSCHINK; VIEGAS, 2004). A *International Comission on*

Microbiological Specification for Foods – ICMSF estabelece o limite de 7 log UFC/g para contagem padrão em placas de micro-organismos aeróbicos (ICMSF, 1998). Sendo assim, os valores encontrados para as amostras de todas as coletas também ficaram dentro do limite citado na literatura.

Estudos comprovam que micro-organismos patogênicos são encontrados em um produto quando existe deficiência de manipulação, como alta temperatura e falta de higiene (CUNHA NETO; MAIA DA SILVA; STAMFORD, 2002; MENDES et al., 2002), fato este não constatado neste trabalho, o que indica que o processamento dos beijupirás seguiu todas as orientações de Boas Práticas de Fabricação (BPF).

3.3.5 Rastreabilidade na cadeia produtiva do beijupirá

Os estudos na área de maricultura são recentes, principalmente no Brasil. Assim a identificação de seus problemas focada nas possibilidades de correção ou redução das diferentes modalidades de impactos faz parte da construção de uma metodologia adequada para o alcance da sustentabilidade desejada. Os erros estão sendo avaliados e estudados de forma que novas técnicas de gerenciamento possam ser adequadas visando um menor efeito no equilíbrio do ecossistema. (FREITAS; COSTA; SILVESTRI, 2009).

Para que isso aconteça, a comunicação entre os elos da cadeia de produção torna-se essencial, pois muitas informações a respeito desse sistema de produção ainda são desconhecidas. Nesse caso, a implementação de um sistema de rastreabilidade, da produção a distribuição do produto final ao consumidor, seria o ideal.

O beijupirá é uma espécie de rápido crescimento, custo de produção relativamente baixo e grande demanda do mercado, fazendo com que sua criação em gaiolas seja muito rentável (MIAO et al., 2009) e atrativa para países que desejam iniciar esse tipo de atividade.

Entre as principais dificuldades existentes para alavancar a produção de beijupirá no Brasil, destacam-se a baixa qualidade e variabilidade na composição das rações atualmente disponíveis no mercado nacional; instabilidade na produção de alevinos no laboratório; incidentes de colisões de embarcações contra as gaiolas; inexistência de seguro para este tipo de atividade no mercado brasileiro; escassez de pessoal técnico qualificado na atividade, em especial em relação à sanidade; inexistência de legislação trabalhista específica para a aquicultura em mar aberto; e altos custos para a importação de equipamentos e embarcações especializadas para esta atividade (CAVALLI; DOMINGOS; HAMILTON, 2011).

Por isso, há de se buscar uma maior aproximação com países com *expertise* na criação de peixes marinhos tropicais, em especial os asiáticos, que ao contrário dos países europeus, apresentam maior semelhança com o Brasil em termos de ambiente, tecnologia, espécies e infraestrutura para a criação. Estas e outras políticas são críticas para que o país decida entre continuar a ser um grande parceiro da Noruega e do Chile na importação de bacalhau e salmão ou começar a dar seus primeiros passos na produção de peixes marinhos em escala comercial, gerando emprego, renda e segurança alimentar no país (NUNES; MADRID; PINTO, 2014).

Ainda é longo o caminho que o Brasil precisa percorrer para alavancar piscicultura marinha a níveis semelhantes aos já existentes nos países vizinhos como Colômbia e Chile, por exemplo. Dessa forma, iniciar a atividade com o desenvolvimento de ações conjuntas entre setor produtivo, industrial, distribuidores, governo e academia seria uma alternativa, desde que as informações geradas por cada um desses elos sejam compartilhadas.

Para isso, uma possibilidade seria a implementação de um sistema de rastreabilidade que teria por finalidade reunir as informações a respeito da cadeia produtiva dessa espécie, geradas por esses elos, e dispô-las de forma que o seu acesso seja rápido e fácil.

Atualmente essa ferramenta de qualidade já é utilizada em algumas cadeias de alimentos, mas geralmente em um elo específico da cadeia: ou só na produção (fazenda), ou só na industrialização ou só na distribuição. Integrar todos os elos de uma mesma cadeia produtiva de alimentos ainda é um desafio.

Dessa forma, a difusão crescente de novas tecnologias para a automática identificação e detecção, como, por exemplo, a incorporação de sensores (*Radio Frequency Identification*- RFID) e dispositivos de localização, em conjunto com a disponibilidade de novos modelos computacionais, de simulação e de novos sistemas mecânicos para a segregação de lotes, podem ser uma alternativa para concretizar soluções capazes de garantir um maior nível de controle da cadeia de alimentos (DABBENE; GAY; TORTIA, 2014).

Para atender as exigências atuais de segurança dos alimentos, um grande volume de informações a respeito do produto é gerado, o que torna a coleta de dados, armazenamento e acessibilidade a eles uma questão crítica a ser trabalhada pelos novos sistemas de rastreabilidade. Sendo assim, faz-se necessária a implementação de tecnologias de informação mais eficientes, tais como códigos de barras 2D (*QR Code*) e RFID (PARREÑO-MARCHANTE et al., 2014). Essas tecnologias possibilitam o acesso à informação de maneira mais rápida e precisa, o que pode traduzir ao consumidor, maior confiabilidade e transparência do sistema.

A maior dificuldade, entretanto, ainda se encontra na eleição dos parâmetros a serem monitorados por esse sistema de rastreabilidade, uma vez que a cadeia produtiva do pescado pode ser influenciada por diferentes variáveis, que irão depender desde o sistema de produção e até mesmo da espécie a ser produzida.

Verificou-se neste experimento que, para produção do beijupirá em sistema *nearshore*, as variáveis ambientais e a maioria dos parâmetros de qualidade de água monitorados não estão diretamente associados à qualidade do beijupirá como matéria prima destinada a indústria de processamento.

Embora o monitoramento dessas variáveis seja possível, no que diz respeito a operacionalização em si, em comparação com os sistemas *offshore*, o período de monitoramento aparentemente foi muito curto para inferir qualquer influência concreta.

A falta de recursos financeiros para aquisição de equipamentos de análises ou envio de amostras para análises em laboratório comercial, além do despreparo do produtor com relação à frequência e registro desse monitoramento desde o início da produção também é outro fator a ser levado em consideração.

No Brasil, a maioria dos produtores artesanais de pescado por aquicultura não são conscientes da necessidade de se manter um monitoramento regular das variáveis ambientais e de qualidade do seu sistema de produção, e tão pouco são capacitados para isso, o que dificulta o estabelecimento de correlações dessas variáveis com a qualidade do produto final destinado ao consumidor.

A escassa literatura, a respeito da produção através da piscicultura marinha, no Brasil, é outro fator a ser levado em consideração, uma vez que a precariedade de dados dificulta a comparação e utilização de eventuais registros feitos por produtores ou pesquisadores. Aliado a isso, padrões específicos para qualidade físico-química e microbiológica de águas de criação de peixes por maricultura ainda não foram estabelecidos na legislação brasileira, assim como padrões de qualidade específicos para cada espécie de pescado.

Com o estabelecimento desses padrões será possível eleger os parâmetros a serem monitorados em um sistema de rastreabilidade a ser implementado na cadeia produtiva do beijupirá, e assim, o uso de tecnologias mais avançadas poderá ser mais efetivo.

3.4 Conclusões

Os parâmetros temperatura da água de criação; rendimento em filé, destreza do filetador; quantidade e tipo de resíduo gerado na filetagem; frescor e qualidade microbiológica dos filés; assim como, composição centesimal dos filés, resíduos e alimento fornecido aos animais, especificamente composição em aminoácidos e ácidos graxos, devem ser eleitos para monitoramento em um sistema de rastreabilidade a ser implementado na cadeia produtiva do beijupirá criado em sistemas *nearhore*, pois apresentaram resultados que podem inferir a qualidade da matéria prima encaminhada à indústria.

As amostras de beijupirás analisadas apresentaram bons resultados quanto ao rendimento em filé, mesmo que não se tenha alcançado os pesos finais relatados na literatura.

Com relação à qualidade dos filés, os mesmos apresentaram características microbiológicas e de frescor satisfatórias, as quais não foram influenciadas pela contagem microbiológica total externa (pele) dos animais e da água de criação.

Tanto as amostras de filés como as de resíduo, apresentaram valores nutricionais adequados, com destaque para os teores de proteína e do aminoácido lisina. Além disso, os elevados teores de lipídeos encontrados, principalmente nas amostras de resíduo, são considerados satisfatórios, tendo em vista a presença dos ácidos graxos poli-insaturadas da série n-3, principalmente o EPA e DHA, evidenciando que a espécie beijupirá pode ser uma alternativa rentável para a elaboração de produtos e coprodutos a serem ofertados ao consumidor final, desde que a atividade se consolide.

A variação encontrada, na maioria dos resultados obtidos nas análises dos parâmetros físico-químicos da água de criação, dificulta afirmar algum efeito significativo desses parâmetros na produção de beijupirás em sistemas *nearshore*, pois, mesmo os parâmetros que apresentaram valores discrepantes do sugerido na literatura ou previsto na legislação pertinente, aparentemente não afetaram a qualidade dos animais. O monitoramento desses parâmetros deve ser feito de forma prolongada, para que sejam gerados dados suficientes que levem à eleição dos melhores parâmetros que deverão compor um sistema modelo de rastreabilidade.

Referências

AGUIAR, G.P.S.; LIMBERGER, G.M.; SILVEIRA, E.L. Alternativas tecnológicas para o aproveitamento de resíduos provenientes da industrialização de pescados. **Revista Eletrônica Interdisciplinar**, v. 1, n. 11, p. 229-225, 2014. Disponível em: <file:///C:/Users/Lu%20Kimie/Downloads/294-596-1-SM%20(1).pdf>. Acesso em: 16 fev. 2015.

AMINOT, A.; CHAUSSEPIED, M. **Manuel des analyses chimiques en milieu marin**. Brest: CNEXO, 1983. 379p.

ANBE, L. **Prospecção de componentes bioativos em resíduos do processamento do pescado visando à sustentabilidade da cadeia produtiva.** 2011. 137 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

ASSOCIATIONS OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analyses of the Association of Official Analytical Chemists**. 18. ed. Gaithersburg: AOAC, 2005. p. 20-25. (Method 996.06).

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington, DC, 2012. P. 1.496.

APOSTOLAKI, E.T. et al. Fish farming impact on sediments and macrofauna associated with seagrass meadows in the Mediterranean. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, London, v. 75, n. 3, p. 408-416, 2007.

ARANA, L.V. **Princípios químicos de qualidade de água em aquicultura**: uma revisão para peixes e camarões. 2. ed. Florianopolis: Ed. UFSC, 2004. 231 p.

ARENDT, M.D.; OLNEY, J.E.; LUCY, J.A. Stomach content analysis of cobia, *Rachycentron canadum*, from lower Chesapeake Bay. **Fishery Bulletin**, Washington, DC, v. 99, n. 4, p. 665-670, 2001.

ARRUDA, L.F. **Aproveitamento do resíduo do beneficiamento para obtenção de silagem e óleo como subprodutos.** 2004. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

ASHIE, I.N.A.; SMITH, J.P.; SIMPSON, B.K. Spoilage and shelf-life extension of fresh fish and shellfish. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 36, n. 182, p. 87-121, 1996.

ATWOOD, H.L. et al. Resistance of cobia, *Rachycentron canadum*, juveniles to low salinity, low temperature, and high environmental nitrite concentrations. **Journal of Applied Aquaculture**, London, v. 15, n. 3-4, p. 191-195, 2004.

BAYLISS, P. Chemistry in the kitchen: fish and fish products. **Nutrition and Food Science**, Bradford, v. 1, p. 41-43, 1996.

BELL, J.G.; SARGENT, J.R. Arachidonic acid in aquaculture feeds: current status and future opportunities. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 218, p. 491–499, 2003.

BENETTI, D.D. et al. Intensive larval husbandry and fingerling production of cobia *Rachycentron canadum*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 281, n. 1, p. 22-27, 2008a.

BENETTI, D.D. et al. Advances in hatchery and grow-out technology of cobia *Rachycentron canadum* (Linnaeus). **Aquaculture Research**, London, v. 39, n. 7, p. 701-711, 2008b.

BERTI, A.P.; DÜSMAN, E.; SOARES, L.C. Efeitos da contaminação do ambiente aquático por óleos e agrotóxicos. **SaBios - Revista de Saúde e Biologia**, Campo Mourão, v. 4, n. 1, p. 45-51, 2009.

BIOCONTROL SYSTEM. **Manual Biocontrol para utilização do kit 1-2 test salmonella.** Disponível em: <http://courses.ag.uidaho.edu/fst/fstmmbb417/1-2_Directions- English.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2014.

BORGHESI, R.; ARRUDA, L.F.F.; OETTERER, M. A silagem de pescado na alimentação de organismos aquáticos. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 25, n. 2, p. 329-339, 2007.

BOSCOLO, W.R. **Farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias na alimentação da tilápia do Nilo *(Oreochromis niloticus L.)***. 2003. 82 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2003.

BOWYER, J.N.; QIN, J.G.; STONE, D.A.J. Protein, lipid and energy requirements of cultured marine fish in cold, temperate and warm water. **Reviews in Aquaculture**, New York, v. 5, n. 1, p. 10-32, 2013.

BOYD, C.E. **Water quality in ponds for aqua-culture**. Auburn: Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, 1990.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA)**. Pescados e derivados, C.7, Seção 1. Brasília, DF, 1952. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=14013>. Acesso em: 1 fev. 2015.

_____. **Regulamento técnico de identidade e qualidade de peixe fresco (inteiro e eviscerado).** Portaria nº 185, de 13 de maio de 1997. Brasília, DF, 1997. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=2453>. Acesso em: 1 fev. 2015.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 40, de 21 de março de 2001a:** regulamento técnico para rotulagem nutricional obrigatória de alimentos e bebidas embaladas. Brasília, DF, 2001. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/40_01rdc.htm>. Acesso em: 1 fev. 2015.

_____. **Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001b:** regulamento técnico sobre padrões microbiológicos em alimentos. Brasília, 2001. Disponível em: <http:www.anvisa.gov/legis/resol./1201redc.html>. Acesso em: 1 fev. 2015.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/praias/res_conama_357_05.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2014.

CARTER, C.G.; HOULIHAN, D.F.; OWEN, S.F. Protein synthesis, nitrogen excretion and long-term growth of juvenile Pleuronectes flesus. **Journal of Fish Biology**, Oxford, v. 53, n. 2, p. 272-284, 1998.

CAVALLI, R.O.; DOMINGUES, E.C.; HAMILTON, S. Desenvolvimento da produção de peixes em mar aberto no Brasil: possibilidades e desafios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, p. 155-164, 2011.

CHANG, C.-L. et al. Propagation and culture of cobia *Rachycentron canadum*. **Fish World Magazine,** Dawes Point, v. 270, p. 14-26, 1999.

CHANG, H.-C.; WONG, R.-X. Textural and biochemical properties of cobia (*Rachycentron canadum*) sashimi tenderised with the ultrasonic water bath. **Food Chemistry**, Barking, v. 132, n. 3, p. 1340-1345, 2012.

CHOU, R.-L.; SU, M.-S.; CHEN, H.-Y. Optimal dietary protein and lipid levels for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 193, p. 81-89, 2001.

CHUANG, J.-L.; LIN, R.-T.; SHIAU, C.-Y. Comparison of meat quality related chemical compositions of wild-captured and cage-cultured cobia. **Journal of Marine Science and Technology**, Tokyo, v. 18, n. 4, p. 580-586, 2010.

CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES. **CIIAGRO online**: monitoramento climático. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/>. Acesso em: 10 out. 2014.

CONTRERAS-GUZMÁN, E.S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 409 p.

COSTA, C.R. et al. A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 7, p. 1820-1830, 2008.

CUNHA NETO, A.; SILVA, C.G.M.; STAMFORD, T.L.M. *Staphylococcus* enterotoxigênicos em alimentos *in natura* e processados no Estado de Pernambuco, Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 3, p. 263-271, 2002.

DABBENE, F.; GAY, P.; TORTIA, C. Traceability issues in food supply chain management: a review. **Biosystems Engineering**, Heidelberg, v. 120, p. 65-80, 2014.

ECKSCHMIDT, T, et al. **O livro verde de rastreamento**: conceitos e desafios. São Paulo: Varela, 2009. 76 p.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos da limnologia interciência**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602 p.

FANTINI, L.E. et al. Rendimento de carcaça de surubins *Pseudoplatystoma* spp. produzidos em tanque-rede e viveiro. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 14, n. 3, p.538-545, 2013.

_____. Rendimento de carcaça de surubins *Pseudoplatystoma* spp. produzidos em viveiros sob diferentes densidades de estocagem. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 5, p. 2769-2780, 2014.

FAO. **Report of the Joint Expert Consultation on the Risks and Benefits of Fish Consumption**. Rome, 2010. 50 p. (FAO Fishery and Aquaculture Report, 978).

FAO. **The state of word fisheries and aquaculture.** Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/016/i2727e/i2727e00.htm>. Acesso em: 3 set. 2014.

FAULK, C.K.; HOLT, G.J. Advances in rearing cobia *Rachycentron canadum* larvae in recirculating aquaculture systems: Live prey enrichment and greenwater culture. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 249, n. 1, p. 231-243, 2005.

FIRESTONE, D. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society**. 4. ed. Urbana: AOCS, 1998. (Método Ce 1-62).

FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G.H.S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 22, p. 497-509, 1957.

FRANKS, J.S.; GARBER, N.M.; WARREN, J.R. Stomach contents of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*, from the northern Gulf of Mexico. **Fishery Bulletin**, Washington, DC, v. 94, p. 374–380, 1996.

FRASER, T.W.K.; DAVIES, S.J. Nutritional requirements of cobia, *Rachycentron canadum* (Linnaeus): a review. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 40, n. 11, p. 1219-1234, 2009.

FREITAS, R.R.; COSTA, K.G.; SILVESTRI, F. Maricultura e meio ambiente: tecnologias, impactos e sustentabilidade. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 4, n. 3, p. 107-113, 2009.

GALVÃO, J.A. **Rastreabilidade da cadeia produtiva do pescado**: avaliação de parâmetros ambientais e sua interferência na qualidade da matéria prima destinada à indústria. 2011. 202 p. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

GALVÃO, J.A.; MARGEIRSSON, S.; GARATE, C.; VIDARSSON, J.R.; OETTERER, M. Traceability system in cod fishing. **Food Control**, Kidlington, v. 21, n. 10, p. 1360–1366, 2010.

GONÇALVES, A.A. et al. Rendimento de cortes e qualidade da carne do beijupirá, *Rachycentron canadum*, sujeito a diferentes gradientes de salinidade da água de cultivo. In: NUNES, A.J.P. **Ensaios com o Beijupirá:** *Rachycentron canadum* - resultados e experiências do projeto Nutrição, Sanidade e Valor do Beijupirá, *Rachycentron canadum*, cultivado no Nordeste do Brasil. Brasília, DF: Ministério da Pesca e Aquicultura/CNPQ/UFC, 2014a. cap. 10, p. 155-165.

_____. Técnicas de processamento e beneficiamento visando agregação de valor do beijupirá, *Rachycentron canadum*. In: NUNES, A.J.P. **Ensaios com o Beijupirá:** *Rachycentron canadum* - resultados e experiências do projeto Nutrição, Sanidade e Valor do Beijupirá, *Rachycentron canadum*, cultivado no Nordeste do Brasil. Brasília, DF: Ministério da Pesca e Aquicultura/CNPQ/UFC, 2014b. cap 11, p. 167-197,

HARTMAN, L.; LAGO, R.C.A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, London, v. 22, p. 475-477, 1973.

INTERNATIONAL COMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATION FOR FOODS (ICMSF). Pescados y productos derivados. In: _____. **Microorganismos de los alimentos**: ecología microbiana de los productos alimentarios. Zaragoza: Acribia, 1998. p. 121-166.

IDEXX LABORATORIES. **Colilert** - Um teste simples de 24 horas para coliformes e *E. coli*. Westbrook, Maine, 2015. Disponível em: <https://www.idexx.com/pdf/en_us/water/6406300l.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2015.

JOHNSON, C.M.; ULRICH, A. Analytical methods. In: SARRUGE, J.R.; HAAG, H. P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ-LCE, 1974. p. 4-10.

KAI, M.; MORAIS, C. Vias de deterioração do pescado. In: KAI, M.; RUIVO, U.E. **Controle de qualidade do pescado**. Santos: Leopoldianum, 1988. p. 13-20.

KAISER, J.B.; HOLT, G.J. **Species profile Cobia**. Stoneville: Southern Regional Aquaculture Center, 2005. 6 p. (Publication, 7202).

KIRSCHNIK, P.G.; VIEGAS, E.M.M. Alterações na qualidade do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* durante estocagem em gelo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 407-412, 2004.

KLEIN, A.P. **Avaliação do impacto ambiental da criação do beijupirá (***Rachycentron canadum***) em tanques-rede instalados em mar aberto em Pernambuco.** 2012. 68 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2012.

LANGAN, R. The role of marine aquaculture in meeting the future demand for animal protein. **Journal of Food Service**, Malden, v. 19, n. 4, p. 227-233, 2008.

LEITÃO, M.F.F. Microbiologia e deterioração do pescado fresco e refrigerado de origem fluvial ou marinha. In: KAI, M.; RUIVO, U.E. **Controle de qualidade do pescado.** Santos: Leopoldianum, 1988. p. 40-58.

LIAO, I.C. et al. Cobia culture in Taiwan: current status and problems. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 237, n. 1, p. 155-165, 2004.

LIU, S.C. et al. Cholesterol, lipid content, and fatty acid composition of different tissues of farmed cobia (*Rachycentron canadum*) from China. **Journal of the American Oil Chemists Society**, Champaign, v. 86, n. 12, p. 1155-1161, 2009.

LUNGER, A.N. et al. Taurine supplementation to alternative dietary proteins used in fish meal replacement enhances growth of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, Amsterdam, 271, 401-410, 2007.

MACEDO-VIEGAS, E.M.; SOUZA, M.L.R. Pré-processamento e conservação do pescado produzido em piscicultura. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSI, D.M.; CASTAGNOLLI, N. (Ed.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. cap. 14, p. 405-480

MADRID, R.M. et al. Análise de aceitação do beijupirá cultivado, *Rachycentron canadum*, no mercado local. In: NUNES, A.J.P. **Ensaios com o beijupirá:** *Rachycentron canadum* - resultados e experiências do projeto Nutrição, Sanidade e Valor do Beijupirá, *Rachycentron canadum*, cultivado no Nordeste do Brasil. Brasília, DF: Ministério da Pesca e Aquicultura/CNPQ/UFC, 2014. cap. 14, p. 225-284.

MADRID, R.M.; NUNES, A.J.P. Cultivo do beijupirá, *Rachycentron canadum*, no vietnã: lições para o Brasil. In: NUNES, A.J.P. **Ensaios com o beijupirá:** *Rachycentron canadum*: resultados e experiências do projeto Nutrição, Sanidade e Valor do Beijupirá, *Rachycentron canadum*, cultivado no Nordeste do Brasil. Brasília, DF: Ministério da Pesca e Aquicultura/CNPQ/UFC, 2014. cap 2, p.21-28.

MAI, K. et al. Dietary choline requirement for juvenile cobia, *Rachycentron canadum*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 289, n. 1, p. 124-128, 2009.

MASSER, M.P.; CICHIRA, E.; GILBERT, R.J. **Fee-fishing ponds**: management of food fish and water quality. Stoneville: Southern Regional Aquaculture Center, 1993. 8 p.

MENDES, E.S. et al. Aspectos microbiológicos do camarão *Litopenaeus vannamei* defumado e sua vida de prateleira. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 16, n. 99, p. 75-80, 2002.

MIAO, S. et al. Ecological and economic analysis for cobia *Rachycentron canadum* commercial cage culture in Taiwan. **Aquaculture International**, London, v. 17, n. 2, p. 125-141, 2009.

MOORE, I.; STEIN, W.H. Chromatographic determination of amino acids by use of automatic recording equipment's. **Methods in Enzymology**, New York, v. 6, p. 919-931, 1963.

MOZAFFARIAN, D.; WU, J. Omega-3 Fatty Acids and Cardiovascular DiseaseEffects on Risk Factors, Molecular Pathways, and Clinical Events. **Journal of the American College of Cardiology**, New York, v. 58, n. 20, p. 2047-2067, 2011.

NGUYEN, H.D. et al. Cobia cage culture distribution mapping and carrying capacity assessment in Phu Quoc, Kien Giang province. **Journal of Vietnamese Environment**, Hanoi, v. 4, n. 1, p. 12-19, 2013.

NHU, V.C. et al. Cobia *Rachycentron canadum* aquaculture in Vietnam: Recent developments and prospects. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 315, n. 1, p. 20-25, 2011.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of fish and shrimp**. Washington, DC, 2011.

NUNES, A.J.P. et al. Implantação e validação de uma unidade experimental para pesquisas de nutrição com juvenis de peixes marinhos no LABOMAR/UFC. In: NUNES, A.J.P. **Ensaios com o beijupirá:** *Rachycentron canadum* - resultados e experiências do projeto Nutrição, Sanidade e Valor do Beijupirá, *Rachycentron canadum*, cultivado no Nordeste do Brasil. Brasília, DF: Ministério da Pesca e Aquicultura/CNPQ/UFC, 2014. cap. 3, p. 29-47.

NUNES, A.J.P.; MADRID, R.M.; PINTO, R.C.C. O cultivo de peixes marinhos tropicais, com ênfase no beijupirá, *Rachycentron canadum.* In: NUNES, A.J.P. **Ensaios com o beijupirá:** *Rachycentron canadum*: resultados e experiências do projeto Nutrição, Sanidade e Valor do Beijupirá, *Rachycentron canadum*, cultivado no Nordeste do Brasil. Brasília, DF: Ministério da Pesca e Aquicultura/CNPQ/UFC, 2014. cap. 1, p. 1-20.

OETTERER, M. Proteínas do pescado: processamentos com intervenção na fração protéica. In.: OETTERER, M. et al. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri: Manole, 2006. cap. 3, p.99-134.

OGAWA, M.; MAIA, E.L. **Manual de pesca:** ciência e tecnologia do pescado. São Paulo: Varela, 1999. v. 1.

OLIVEIRA, M.M. et al. Silagem de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com ácido fórmico - análise bromatológica, físico-química e microbiológica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1218-1223, 2006.

OLIVEIRA, R.L.M. **Morfometria, rendimento de carcaça e composição do filé do beijupirá (*Rachycentron canadum*) cultivado em tanques-rede em mar aberto no litoral de Pernambuco**. 2012. 64 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.

PARREÑO-MARCHANTE, A. et al. Advanced traceability system in aquaculture supply chain. **Journal of Food Engineering**, London, v. 122, p. 99-109, 2014.

PEREDI J. **Fats and health**. Olaj, Szappan, Kozmetika, Budapest, v. 44. p. 45–53. 1995.

PEREIRA; L.P.F.; MERCANTE, C.T.J. A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água: uma revisão. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 81-88, 2005.

PESSATTI, M.L. **Aproveitamento dos subprodutos do pescado**. Meta 11. Relatório final de ações prioritárias ao desenvolvimento da pesca e aqüicultura no sul do Brasil, convênio Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Universidade do Vale do Itajaí, MA/SARC, n. 003/2000. Brasília, DF: MAPA, 2001.

PILLAY, T.V.R. **Aquaculture and the environment**. 2. ed. Oxford: Blackwell, 2004. 94 p.

PINTO, R.C.C. et al. Redução do custo da composição de dietas balanceadas para o cultivo do beijupirá, *Rachycentron canadum*, através de aminoácidos sintéticos e misturas alimentares com perfil nutricional melhorado In: NUNES, A.J.P. **Ensaios com o beijupirá:** *Rachycentron canadum*: resultados e experiências do projeto Nutrição, Sanidade e Valor do Beijupirá, *Rachycentron canadum*, cultivado no Nordeste do Brasil. Brasília, DF: Ministério da Pesca e Aquicultura/CNPQ UFC, 2014. cap. 5, p. 63-83,

PREGNOLATTO, W.; PREGNOLATTO, N.P. (Coord.). **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz:** métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. 533 p.

RIBEIRO, F.A.S. et al. Influência da salinidade no desempenho do beijupirá, *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766) e avaliação da engorda em viveiros escavados. In: NUNES, A.J.P. **Ensaios com o beijupirá:** *Rachycentron canadum*: resultados e experiências do projeto Nutrição, Sanidade e Valor do Beijupirá, *Rachycentron canadum*, cultivado no Nordeste do Brasil. Brasília, DF: Ministério da Pesca e Aquicultura/CNPQ/UFC, 2014. cap. 7, p. 98-116,

ROBINSON, J.; BARNABAS, E.R.; NATHAN, F. Quality changes of farmed cobia steaks held in cold stores (- 18 C). **International Journal of Food Science & Technology**, Oxford, v. 47, n. 11, p. 2429-2435, 2012.

RODRIGUES, R.V. et al. Acute toxicity and sublethal effects of ammonia and nitrite for juvenile cobia *Rachycentron canadum*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 271, n. 1, p. 553-557, 2007.

RODRIGUES, R.V. et al. Acute exposure of juvenile cobia *Rachycentron canadum* to nitrate induces gill, esophageal and brain damage. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 322, p. 223-226, 2011.

ROSS, B.; ROSS, L.G. The oxygen requirements of *Oreochromis niloticus* under adverse conditions. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE, 1983, Tel Aviv. **Proceedings...** Tel Aviv: Tel Aviv University, 1983. p. 134-143.

RUYET, J. et al. Chronic ammonia toxicity in juvenile turbot (Scophthalmus maximus). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 154, n. 2, p. 155-171, 1997.

SAMOCHA, T.M.; LAWRENCE, A.L. Shrimp farms effluent waters, environmental impact and potential treatment methods. In: KELLER, B.J. (Ed.). **Interactions between cultured species and naturally occurring species in the environment.** Tokyo: UJNR, 1997. p. 33-58.

SARTORI, A.G.O.; AMANCIO, R.D. Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 83-93, 2012.

SAVAY-DA-SILVA, L.K. et al. Otimização e padronização do uso da metodologia para determinação de bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT) em camarões *Xyphopenaeus kroyeri*. **Brazilian Journal of Food and Technology**, Campinas, v. 20, p. 138-144, 2008.

SAVAY-DA-SILVA, L.K. **Desenvolvimento do produto de conveniência:** tilápia (*Oreochromis niloticus*) refrigerada minimamente processada embalada a vácuo; padronização para a rastreabilidade. 2009. 322 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

SHIAU, C.Y. Biochemical composition and utilization of cultured cobia. In: LIAO, I. C.; LEAÑO, E. M. **Cobia aquaculture**: research, development and commercial production. Taipei: Asian Fisheries Society, 2007. p. 147-154.

SILVA, A.E.P. et al. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 38, n. 4, p. 733-742, 2008.

SILVA JÚNIOR, R.F. et al. Substituição do óleo de peixe por óleo de soja em dietas para beijupirá (*Rachycentron canadum*): replacement of fish oil by soybean oil in diets for cobia (*Rachycentron canadum*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 63, n. 4, p. 980-987, 2011.

SILVA, N.; CANTUSIO NETO, R.; JUNQUEIRA, V.C.A. **Manual de métodos de análises microbiológicas da água.** Campinas: ITAL, 2000. 99 p.

SILVA, N. et al. **Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos**. São Paulo: Varela, 2007. 552 p.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; Influência da luz, manejo e tempo de residência sobre algumas variáveis limnológicas em um viveiro de piscicultura. **Biotemas,** Florianópolis, v. 8, n.1, p. 61-71, 1995

SOUZA, M.L.R. et al. Pele de Surubim: morfologia e resistência do couro com adição de óleo no engraxe. **Acta Tecnológica**, São Luís, v. 9, n. 1, p. 1-8, 2014.

SPIES, J.R. Determination of tryptophan in proteins. **Analytical Chemistry**, Washington, DC, v. 39, p. 1412-1415, 1967.

STEVANATO, F.B. et al. Aproveitamento de resíduos, valor nutricional e avaliação da degradação de pescado. **PUBVET,** Londrina, v. 7, n. 6, p. 171, 2007.

STRICKLAND, J.D. **Measuring the production of marine phytoplankton**. Ottawa: *Fisheries Research Board* of Canada, 1960. 172 p. (Bulletin, 122).

SUN, L.; CHEN, H.; HUANG, L. Effect of temperature on growth and energy budget of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 261, n. 3, p. 872-878, 2006.

SUN, L.; CHEN, H. Effects of ration and temperature on growth, fecal production, nitrogenous excretion and energy budget of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 292, n. 3, p. 197-206, 2009.

TACON, A.G.J.; METIAN, M. Fish matters: importance of aquatic foods in human nutrition and global food supply. **Reviews in Fisheries Science**, London, v. 21, n. 1, p. 22-38, 2013.

TANYAROS, S. et al. **Three years post-tsunami rehabilitation of fish cage culture on the Andaman coast of Thailand**: current status and the need for future support. Corvallis, OR: IIFET, 2008 Disponível em: <http://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/handle/1957/36959>. Acesso em: 27 jan. 2015.

TAVARES, M.; GONÇALVES, A.A. Aspectos físico-químicos do pescado. In: : GONÇALVES, A.A. (Ed.). Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação. São Paulo: Atheneu, 2011. cap. 1.2, p. 10-19.

TECNAL EQUIPAMENTOS PARA LABORATÓRIO. **Manual do medidor de pH TEC3-MP**. Piracicaba: TECNAL, 1999. 6 p.

TEMPORETTI, P.F.; PEDROZO, F.L. Phosphorus release rates from freshwater sediments affected by fish farming. **Aquaculture Research,** Oxford, v. 31, p. 447-455, 2000.

THOMPSON, M.; SYLVIA, G.; MORRISSEY, M.T. Seafood traceability in the United States: Current trends, system design, and potential applications. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Chicago, v. 4, n. 1, p. 1-7, 2005.

TOMAZZELLI JUNIOR, O.; PHILIPPI, L.M.N. O brasileiro é um consumidor de pescado? Um olhar sobre o mercado domiciliar no país. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 95, p. 39-45, 2006.

TOVAR, A. et al. Environmental impacts of intensive aquaculture in marine waters. **Water Research**, London, v. 34, n. 1, p. 334-342, 2000.

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M.; ROCHA, O. Limnologia de águas interiores. Impactos, conservação e recuperação de ecossistemas aquáticos. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. (Coord.). **Águas doces no Brasil**: capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras, 2002.

VALENTE, J.P.S.; PADILHA, P.M.; SILVA, A.M.M. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no Ribeirão Lavapés/Botucatu-SP. **Eclética Química**, Araraquara, v. 22, p. 49-66, 1997.

VIANI, L.D.S. **Fracionamento e seletividade, visando otimização, de coprodutos provenientes do resíduo do processamento de pescado**. 2014. 160 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

VINATEA, L. **Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura**: uma revisão para peixes e camarões. Florianópolis: EDUFSC, 1997. 166p.

WALLACE, H.A.; HAMMACK, T.S. Microbiological methods. In.: HORWITZ, W. (Ed.). **Official methods of analysis of AOAC International.** 18. ed. Gaithersburg: AOAC International, 2005. chap. 17, p. 153-155.

WHO. **Protein and amino acid requirements in human nutrition**: Geneva, 2007. 265 p. (Technical Report Series, 935).

WINTERS, S.; TENNYSON, J. Fish and other marine products – fish of seafood. In: HORWITZ, W. (Ed.). **Official methods of analysis of AOAC International.** 18. ed. Gaithersburg: AOAC International, 2005. chap. 35, p. 8.

YU, S.L.; UENG, P.S. Impact of water temperature on growth in cobia, *Rachycentron canadum*, cultured in cages. **The Israeli Journal of Aquaculture**, Haifa, v. 59, n. 1, p. 47-51, 2007.

ZHOU, Q.-C. et al. Optimal dietary methionine requirement for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 258, n. 1, p. 551-557, 2006

ZHOU, Q.-C. et al. Dietary lysine requirement of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 273, n. 4, p. 634-640, 2007.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A criação de beijupirás em cativeiro, no Brasil, ainda é uma atividade experimental, movida à fama do bom rendimento, alto valor nutricional e sensorial dessa espécie.

A criação de beijupirás em sistemas *offshore* tem a vantagem de não apresentar limites para expansão, provocar menor impacto ambiental, se comparado à produção em áreas costeiras, e possibilitar a criação de diversas espécies marinhas devido à variedade de ambientes. Todavia, requer uma abordagem completamente nova e tecnificada da sua engenharia, pois os equipamentos e métodos usados em fazendas *nearshore* ou para espécies de agua doce, nem sempre são adaptáveis a esse tipo de produção.

Fazendas *nearshore,* podem ser conduzidas por pescadores artesanais, familiares, e exigem menor custo de implantação e manutenção. No caso do Brasil que ainda não tem experiências bem sucedidas na piscicultura marinha, essa seria a alternativa mais indicada para se iniciar a atividade.

As dificuldades provenientes da falta de empresas e mão de obra qualificada para implementação desse tipo de sistema acabaram resultando, até o momento da presente pesquisa, em iniciativas pequenas, em nível experimental, organizadas e lideradas por equipes de pesquisa de institutos e universidades, na maioria financiadas por programas governamentais.

Um fator que dificulta a consolidação dessa atividade é a ausência no mercado de rações que atendam especificamente as exigências dessa espécie. Este fato resulta em alto custo e baixa eficiência na produção.

É escassa a literatura relacionada à qualidade da água de criação em piscicultura marinha. A maioria dos estudos realizados relataram parâmetros de qualidade para águas continentais, tanto no que diz respeito a interferências ambientais e aspectos físico químicos, como microbiológicos. Há carência de informações a respeito do desempenho zootécnico, rendimento em filé e composição nutricional de beijupirás em idade de abate.

Outros entraves da atividade são a existência de produtores com pouco conhecimento técnico sobre o sistema de criação escolhido, ausência de informações para prover planilhas de controle de parâmetros de qualidade de água e biométricos dos peixes, desde o início da criação, o que dificulta a implantação de um sistema de rastreabilidade.

Os produtores brasileiros ainda precisam sair do anonimato e amadorismo, precisam de conhecimento técnico e valorização da profissão. É preciso que empresas de equipamentos

para piscicultura marinha nacional ou estrangeiras se instalem no Brasil, diluindo o custo dos mesmos, o que poderia viabilizar criatórios com mais tecnologia.

Percebe-se que as empresas privadas ainda não acreditam no potencial dessa atividade, ou não querem arriscar recursos, pois ainda há muito que se padronizar e pesquisar a respeito dos parâmetros ambientais e de manejo mais apropriados para se obter melhores resultados no que diz respeito à qualidade nutricional, maior rendimento em filé e segurança alimentar do produto final.

Em função dessas considerações, esta pesquisa apresenta-se como de vanguarda, pois demonstra a possibilidade de se padronizar todos os parâmetros, através da implementação de sistemas de rastreabilidade. É preciso, todavia, que haja investimento de recursos por parte dos interessados, assim como uma maior divulgação da qualidade nutricional dessa espécie, ainda muito pouco conhecida e comercializada no Brasil.

É necessário investir em *marketing,* para divulgação da espécie, mesmo antes de consolidar a sua criação em cativeiro, pois, quando o consumidor tiver ciência da sua qualidade nutricional, principalmente no que diz respeito à qualidade e quantidade de proteínas e ácidos graxos insaturados, destacando-se o EPA e DHA, pode ser gerado um estimulo à comercialização dessa espécie, e consequentemente da sua produção. O que poderá ser um incentivo para as empresas investirem em pesquisas para sanar os pontos falhos ainda existentes na cadeia produtiva dessa espécie.