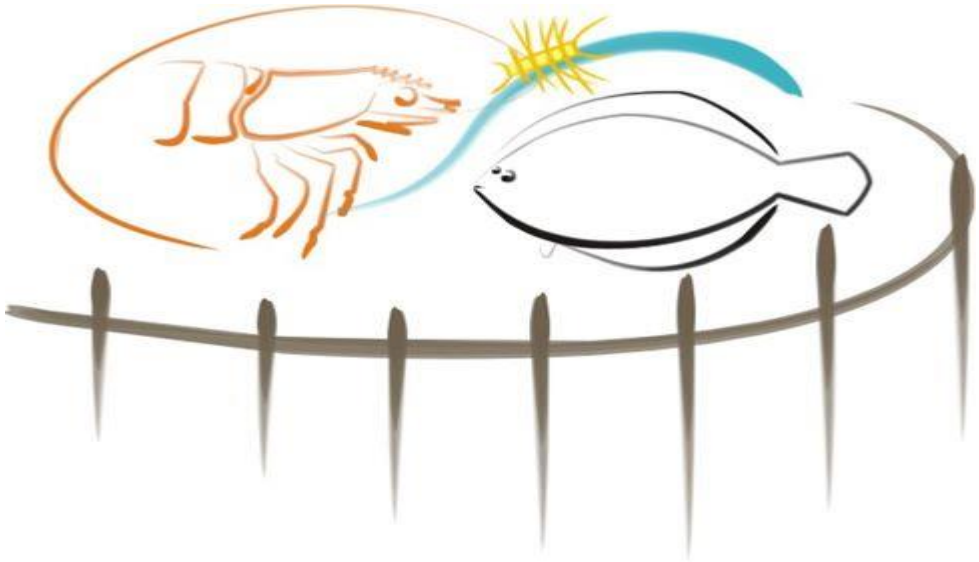
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE-FURG
INSTITUTO DE OCEANOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA



AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO CULTIVO DO CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus vannamei* EM DIFERENTES SISTEMAS E ESTRATÉGIAS PRODUTIVAS

FELLIPY AUGUSTO HOLANDA CHAVES

RIO GRANDE, 2023

Universidade Federal do Rio Grande
Instituto de Oceanografia

Discente: Fellipy Augusto Holanda Chaves
Orientador: Prof. Dr. Luis Henrique da Silva Poersch
Coorientador: Prof. Dr. Kilmer Coelho Campos

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do grau de Doutor em Aquicultura no Programa de Pós-Graduação em Aquicultura da Fundação Universidade Federal do Rio Grande

Rio grande, RS
Junho de 2023

Ata de aprovação

Pós Graduação em AQUICULTURA
Universidade Federal do Rio Grande - FURG

ATA 04/2023

DE DEFESA DA 81ª TESE DE DOUTORADO EM AQUICULTURA

No dia vinte e oito de junho de dois mil e vinte e três, às quatorze horas, reuniu-se a Banca Examinadora de Tese de Doutorado em Aquicultura, do **FELLIPY AUGUSTO HOLANDA CHAVES**, orientado pelo Prof. Dr. Luis Henrique Poersch composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. Luis Henrique Poersch (orientador – IO/FURG), Prof. Dr. Geraldo Kipper Fóes (IO/FURG), Prof. Dr. Rodrigo Randow (UFES) e o Prof. Dr. Walter Seifert (UFSC). Título da Tese: **"AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE CAMARÕES MARINHOS."** Dando início à defesa, o Coordenador do PPGAq Prof. Dr. Ricardo Vieira Rodrigues, passou a presidência da sessão ao Prof. Dr. Luis Henrique Poersch, que na qualidade de orientador, passou a palavra para o candidato apresentar a Tese. Após ampla discussão entre os membros da Banca e o candidato, a Banca se reuniu sob a presidência do Coordenador. Durante esse encontro ficou estabelecido que as sugestões dos membros da Banca Examinadora devem ser incorporadas na versão final da Tese, ficando a cargo do Orientador o cumprimento desta decisão. O candidato **FELLIPY AUGUSTO HOLANDA CHAVES** foi considerado **APROVADO**, devendo a versão definitiva da Tese ser entregue a Secretaria do PPGAq, no prazo estabelecido nas Normas Complementares do Programa. Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, será assinada pela Banca Examinadora, pelo candidato e pelo Coordenador do PPGAq.

gov.br Documento assinado digitalmente
LUIS HENRIQUE DA SILVA POERSCH
Data: 10/07/2023 15:38:13-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

PROF. DR. LUIS HENRIQUE POERSCH (ORIENTADOR – IO/FURG)

gov.br Documento assinado digitalmente
GERALDO KIPPER FOES
Data: 02/07/2023 17:47:14-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

PROF. DR. GERALDO KIPPER FÓES (IO/FURG)

gov.br Documento assinado digitalmente
RODRIGO RANDOW DE FREITAS
Data: 11/07/2023 06:49:32-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

PROF. DR. RODRIGO RANDOW (UFES)

Documento assinado digitalmente
Walter Quadros Seiffert
Data: 26/07/2023 17:13:32-0300
CPF: ***.606.559-**
Verifique as assinaturas em https://v.ufsc.br

PROF. DR. WALTER SEIFERT (UFSC)

gov.br Documento assinado digitalmente
FELLIPY AUGUSTO HOLANDA CHAVES
Data: 03/07/2023 09:38:04-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

FELLIPY AUGUSTO HOLANDA CHAVES

gov.br Documento assinado digitalmente
RICARDO VIEIRA RODRIGUES
Data: 02/07/2023 17:39:07-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

PROF. DR. RICARDO VIEIRA RODRIGUES (coordenador do PPGAq)

SUMÁRIO

AGRADECIMENTO 6
RESUMO GERAL 7
1.INTRODUÇÃO GERAL 9
1.1.Sistemas de produção 12
a)Tecnologia Bioflocos 12
b)Multitrófico 14
c)Salinização 15
2.OBJETIVOS 17
2.1.Objetivo geral 17
2.2.Objetivos específicos 17
REFERÊNCIA 18
CAPÍTULO 1 – ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO SISTEMA HIPERINTENSIVO DE PRODUÇÃO DE CAMARÃO 22
RESUMO 22
1.INTRODUÇÃO 23
2.MATERIAL E MÉTODOS 24
3.RESULTADOS 26
4.DISCUSSÃO 33
5.CONCLUSÃO 37
REFERÊNCIA 38
CAPÍTULO 2 – AVALIAÇÃO FINANCEIRA DO SISTEMA BFT PARA DIFERENTES ESTRATÉGIAS EM REGIME HIPERINTENSIVO COM DESPESCA PARCIAL 41
RESUMO 41
1.INTRODUÇÃO 42
2.MATERIAIS E MÉTODOS 43
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO 47
4.CONCLUSÃO 56
REFERÊNCIA 58
CAPÍTULO 3 – AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTO DOS DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO PARA A PRODUÇÃO DO CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus vannamei* 61
RESUMO 61
1.INTRODUÇÃO 63
2.METODOLOGIA 65
2.1.Aspectos gerais 65
2.2.Caracterização dos sistemas analisados 66

a)Misto.....66
b)Superintensivo 66
c)Multitrófico 67
2.2.Análise de viabilidade..... 67
3.RESULTADOS 68
4.DISCUSSÃO..... 74
5.CONCLUSÃO..... 77
REFERÊNCIAS 79
CAPÍTULO 4 – AVALIAÇÃO FINANCEIRA-ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DO CAMARÃO MARINHO (*Litopenaeus vannamei*) EM SISTEMA BIOFLOCOS COM SALINIZAÇÃO ARTIFICIAL 82
RESUMO 82
1.INTRODUÇÃO..... 84
2.METODOLOGIA..... 85
2.1.Origem dos dados 85
a)Salinização 86
b)Análise econômica..... 86
3.RESULTADO 89
4.DISCUSSÃO..... 95
5.CONCLUSÃO..... 97
REFERÊNCIAS 98
CONSIDERAÇÕES FINAIS 101
SUGESTÃO DE NOVAS PESQUISAS..... 102
ANEXO 103
PARTE I – IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTOR..... 103
PARTE II – INVENTÁRIO DA FAZENDA..... 103
PARTE III – MÃO DE OBRA ANUAL COM A ATIVIDADE PRODUTIVA (2015/2016) 105
PARTE IV – OUTRAS DESPESAS ANUAIS COM A ATIVIDADE PRODUTIVA105
PARTE V – RECEITA TOTAL ANUAL (2015/2016)..... 106
PARTE VI - REMUNERAÇÃO DOS SERVIÇOS DO EMPRESÁRIO..... 106
PARTE VII - INOVAÇÃO TECNÓLOGICA..... 107
PARTE VIII – POLÍTICAS PÚBLICAS E FORMAS DE FINANCIAMENTO 107

AGRADECIMENTO

Ao Prof. Dr. Luis Henrique da Silva Poersch, pela excelente orientação, apoio, paciência e disponibilidade e, principalmente, pelo conhecimento repassado. OBRIGADO!

Aos professores Wilson Wasielesky (Mano), Ricardo Vieria, Marcelo Tesser, Dariano Krummenauer pela disponibilidade e pelo conhecimento repassado, Obrigado.

Ao Prof. Dr. Kilmer Coelho Campos, que foi meu orientador no mestrado e aceitou continuar na caminhada do doutorado como coorientador.

A minha família, Ana Abreu (minha mãe), José Ivan (meu pai), Ivanlize Estácio (minha irmã), Ivan Rios (meu sobrinho) e Juliana Rios (minha sobrinha e que agora está no doutorado e conhecendo o desespero de conseguir esse título abençoado) obrigado pelo apoio e incentivo.

A minha namorada, Cybele Pinheiro Guimarães, que sempre esteve e estará ao meu lado nesta e em todas as futuras caminhadas. Obrigado por todo o carinho, compreensão e amor dedicados para que eu alcance meu objetivo.

Aos meus amigos da vida, Fernando (Jiraya), Edvanda (Ed), Evânia (Branca), Evanda (Preta), Davi (O Sato), Everton (Deixe ele). Sou imensamente agradecido pela amizade, ajuda nos momentos difíceis e por termos partilhado grandes momentos na nossa vida.

Aos meus amigos de graduação que também são amigos para vida toda, Adolfo (Dazu), Odilon (Odi), Alan (Alaniodo) João Paulo (JP). Agradeço também pelo apoio na coleta de dados no mestrado e no doutorado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura , pela oportunidade da realização do doutorado. Aos professores e funcionários que colaboram com minha formação acadêmica e a todos que compõem o Projeto camarão.

Aos órgãos de fomento CAPES, CNPq, FAPERGS e FINEP pela concessão dos recursos que financiam a ciência brasileira. E as empresas privadas que apoiam com seus produtos as atividades do Projeto Camarão: Guabi, Trevisan, AllAqua, Inve e Aquatec

RESUMO GERAL

A aquicultura praticada com o *Litopenaeus vannamei* contou com diversos processos que ajudaram a inovar e aumentar a produção. Entre as inovações desenvolvidas estão os novos sistemas de produção e as diversas estratégias produtivas. As novas tecnologias aplicadas a produção permitiram ganho de produção, aumento da biossegurança, menor necessidade do uso de recurso hídrico, diminuição do lançamento de efluente, aproveitamento dos resíduos para o cultivo de outro organismo e independência da produção. Contudo, apesar de toda a informação técnica sobre o emprego das diferentes tecnologias produtiva ainda há pouca informação sobre a viabilidade financeira-econômica e o impacto das diferentes estratégias na rentabilidade dos empreendimentos. Assim, o objetivo deste trabalho é responder as questões relacionadas aos diferentes métodos produtivos e os seus resultados de rentabilidade. Os dados experimentais são oriundos de experimentos realizados na Estação Marinha de Aquacultura em escala comercial e as informações de implantação dos empreendimentos aquícolas são de origem primária coletadas por meio de entrevistas realizadas diretamente com os produtores ou responsável técnico pelo empreendimento. O capítulo 1 tratou do efeito do cultivo hiperintensivo com diferentes densidades de estocagem sobre a performance dos indicadores zootécnicos e os resultados financeiros caso fossem realizados em uma área de 1 hectare. Os dados analisados demonstraram que a densidade de 500 camarões.m^{-2} produziu a melhor relação custo-benefício e que analisando as incertezas é nesta densidade que ocorre o menor risco. O segundo capítulo é uma extensão do primeiro, porém buscou otimizar a produção por meio da adoção da estratégia de despescas parciais e os seus efeitos na rentabilidade do empreendimento instalado na região Sul do Brasil. Os resultados foram comparados considerando a hipótese de não realização de despesca parcial contra uma, duas e quatro despescas parciais. Com relação aos indicadores zootécnicos, com a estratégia de duas despescas parciais foi possível obter os melhores resultados com relação aos gastos com ração, pois nesta condição há o melhor aproveitamento na relação quantidade de ração fornecida e crescimento semanal esperado. Além disso, o uso desta estratégia permitiu alcançar os melhores resultados relativo à viabilidade do empreendimento. Os capítulos 3 e 4 trataram do emprego das novas tecnologias de produção para o cultivo do camarão marinho. O capítulo comparou o sistema fechado (tecnologia de bioflocos), a integração de espécies de diferentes (Multitrófico) e a integração de sistema de produção diferentes (berçários BFT e na fase

de engorda o uso das tradicionais de técnicas de produção, sistema misto). As informações relacionadas a implantação do sistema são oriundas de entrevistas em campos. Os dados utilizados para determinar os indicadores zootécnicos foram coletados de experimentos realizados em escala comercial. Os resultados indicam que na comparação entre os diferentes sistemas a integração do sistema de bioflocos com o sistema de produção tradicional oferece menor risco ao investidor com melhor resultado dos indicadores de rentabilidade mesmo com a produtividade menor. Contudo, com a tecnologia de BFT ficou evidente a maior produtividade e com resultados econômicos superiores aos critérios de decisão, porém, este sistema há margem para melhorar os resultados de rentabilidade por meio do planejamento de produtivo e utilização mais eficiente dos recursos, principalmente, quando ao uso da ração visto que este é o insumo mais impactante no processo produtivo. O IMTA apresentou resultado de produção superior ao sistema misto, no entanto, os resultados de produção foram principalmente afetados pelos preços de venda dos produtos e da alta relação entre custo e receita. O último capítulo trata do sistema BFT mais com o uso de salinização artificial. A salinização foi realizada para manter as relações iônicas similares ao balanço iônico encontrado na água marinha. As informações técnicas sobre a salinização e os dados de performance zootécnicas foram coletadas de um empreendimento aquícola destinado a produção do camarão marinho instalado no estado do Rio Grande do Sul na cidade de Tapes. Os dados demonstram que a relação dos indicadores de produção está próxima aos resultados descritos na literatura cientifica, contudo, os indicadores de rentabilidade mostram que o preço praticado na ocasião comprometeu a viabilidade do empreendimento e que, neste caso, a análise de cenário indica que somente na condição de incremento de preço (30%) e de produção (15%) seria possível tornar o empreendimento economicamente viável.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Entre os anos de 2016 e 2020, a aquicultura mundial apresentou crescimento de 9.38% impactada principalmente pela aquicultura continental. Esta modalidade proporcionou, entre os anos de 2012 e 2020, a maior taxa de crescimento (29.5%) e, entre os grupos cultivados, os crustáceos foram os maiores destaque de produção, com o camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*) como principal representante. A produção destes organismos cresceu 47.62%, enquanto a produção piscícola teve um incremento de 3.38% (FAO 2022; 2018).

Conforme relatam Felix et al. (2020) entre as características que favoreceram a expansão mundial do cultivo do *L. vannamei* estão: rápido crescimento, possibilidade de cultivo em altas densidades, ampla capacidade adaptativa as condições ambientais e baixa demanda proteica.

Inicialmente, o cultivo do camarão marinho ocorria em sistema com baixo nível tecnológico e que dependiam das condições ambientais (Ostrensky et al., 2017; Valenti et al., 2021). Estas condições eram determinantes para o sucesso do empreendimento, já que os regimes de marés, regulavam o processo de enchimento e secagem dos viveiros, bem como, o povoamento com e entrada das pós-larvas (Ostrensky et al., 2017).

Contudo, novos sistemas, inovações tecnológicas e práticas foram incorporadas a atividade com o objetivo de aumentar a produção e torná-la mais independente das condições ambientais. Adicionalmente, segundo Avnimelech, (2012) os sistemas tradicionais passaram a ganhar destaque negativo devido a possibilidade de poluição ambiental, lançamento de efluente, o uso de grande quantidade de recursos hídricos (HOPKINS, 1995), a disseminação de doenças e fuga de animais. Assim, diversas pesquisas foram realizadas com o intuito de desenvolver novos protocolos e sistemas voltados para a racionalização da produção e busca por sustentabilidade.

Na avaliação de Samocha (2019), o desenvolvimento de novos preceitos produtivos tem como marco inicial o surgimento e a rápida disseminação de doenças. Segundo o autor, as doenças foram preponderantes na busca de soluções desencadeado pela baixa biossegurança produtiva.

Conforme apontam Timmons e Ebeling (2010) o sistema de recirculação apresentou menor probabilidade de entrada e disseminação de doenças. Além disso, tem como característica o tratamento dos resíduos em local separado e com o uso de biofiltros para remoção dos compostos nitrogenados do RAS (*Recirculating Aquaculture Systems)*.

Destaca-se também o tratamento de resíduos em sistemas fechados e de forma simultânea, ou seja, no mesmo ambiente onde estaria a espécie alvo ocorreria o tratamento dos resíduos por meio da comunidade microbiana, que estaria agregada na forma de flocos microbianos, ou bioflocos (Samocha, 2019). No entanto, este sistema demanda mão de obra especializada, alto consumo de energia e comparado com outros métodos de produção necessita ser praticado com elevada densidade de estocagem para compensar os custos de instalação (Hanson et al., 2013)).

Corroborando com o tema, Chopin et al. (2001) descreveram outra possibilidade para o tratamento do efluente, mas em compartimentos distintos e com o uso de uma espécie secundária de nível trófico inferior ao do organismo principal cultivado. O principal aspecto deste sistema passou a ser o aproveitamento dos resíduos gerados que seriam utilizados como nutriente ou fonte de alimento para desenvolvimento do organismo secundário e ficou conhecida com aquicultura integrada multitrófica (IMTA).

Paralelo aos métodos de cultivo citados, há também a possibilidade de integração com diferentes sistemas produtivos. Conforme Wasielesky et al. (2020) e Krummenauer et al. (2011) demonstraram com a utilização do sistema BFT na produção de pós-larva na fase de berçários e engorda. A adoção desta prática melhorou o aproveitamento da área com ganhos de produtividade e economia na utilização dos recursos hídricos. Contudo, o sistema apresentou problemas com a geração de resíduos sólidos, que podem ser prejudiciais aos animais cultivados. Assim, é essencial adaptar o sistema utilizado para operar de forma integrada com o IMTA, que pode ser uma viável alternativa para tratamento dos resíduos gerado.

Novamente ao abordar a necessidade de desenvolvimento de novos preceitos produtivos, o processo de inovação tecnológica também permitiu a independência da produção do camarão marinho das regiões costeiras. Segundo Boyd e Thunjai (2003) diversos países passaram a adaptar o processo de produção do *L. vannamei* para água interiores e adotando a estratégia de salinização com o objetivo de afastar os cultivos de locais contaminados e diminuir o risco do surgimento de doença. Importante destacar que para o sucesso desse processo de salinização é primordial antes conhecer e atender as relações iônicas exigidas fisiologicamente pelo organismo cultivado. Neste processo deve-se realizar a análise de íons da água para conhecer suas carências e, posteriormente, a correção do balanço iônico. Ao longo dos ciclos de produção, é necessário realizar novas correções (Boyd et al., 2002; Boyd e Thunjai, 2003).

Ao mesmo tempo com os novos processos de produção e inovações tecnológicas ocorreram também mudanças consideráveis em relação a etapa do planejamento produtivo. Ao longo dos anos, inúmeros estudos demonstraram a viabilidades técnicas do sistema fechado com diferentes densidades e ainda com diferentes estratégias de despescas parciais (Silveira et al., 2020; Silveira et al., 2022; Krummenauer et al., 2011). O sistema de BFT, devido a sua alta capacidade produtiva tem como característica alcançar valores de produtividade mais de 10 vezes superiores aos sistemas de produção tradicionais. Porém é necessário conhecer a melhor relação insumo/produto para otimizar a produção e a relação custo/benefício (Silveira et al., 2022; Krummenauer et al., 2011). Adicionalmente, em relação ao sistema multitrófico, a estratégia utilizada deve adequar as espécies em relação às suas necessidades (Chopin et al., 2001; Poli et al., 2019).

Assim, mesmo com as diferentes formas de produzir, novas tecnologias e adoção das diferentes estratégias produtivas, há lacunas de conhecimento para responder as questões de viabilidade no curto e no longo prazo para os sistemas fechados. Por exemplo, Rego et al. (2017a) relataram, ao comparar o sistema de BFT com os sistemas tradicionais, que o BFT pode ser uma importante alternativa para produção do camarão marinho no nordeste brasileiro. Almeida et al. (2021) mostraram que adoção de densidade elevadas (400 camarões.m^{-2}) e os preços diferenciados praticados no Sul do Brasil tornaram o BFT economicamente viável. Nesse sentido, é imprescindível o conhecimento, a coleta e a análise de informação a respeito das questões de viabilidade econômica dos sistemas fechados no Brasil.

Santos et al. (2002) também destacaram o papel da estratégia produtiva e da importância de uma avaliação do custo e retorno financeiro-econômico. Segundo os autores, a avaliação deve considerar o tamanho da empresa, a relação entre custos, rendimento e produção esperada; eficiência da mão de obra e dos equipamentos. Martin et al. (1998) e Santos et al. (2002) ressaltaram que para uma avaliação apropriada é necessário o levantamento prévio de todos os prováveis gastos e, consequentemente, a criação de um sistema próprio de análise de custos.

Campos (2006) e Dias (2017) corroboraram com os relatos dos autores supracitados e enfatizam que, para a carcinicultura realizada em sistemas tradicionais, a carência de informação quanto ao uso dos insumos e seus custos, bem como, o conhecimento sobre a volatilidade dos preços causou aos produtores perdas econômicas diante da necessidade de mudança de estratégia. Adicionalmente, Araujo et al. (2017) e Monteiro et al. (2019) destacaram que os produtores de camarão marinho operaram em

situação de ineficiência técnica, ou seja, utilizam mais insumos que o necessário e que a melhora técnica e, consequentemente, econômica ocorreria com mudança do manejo.

O critério para tomada de decisão pode gerar mudança na forma de produzir e na interação entre os concorrentes, fornecedores e consumidores. Claro que é necessário conhecer o fluxo de caixa do empreendimento (Bordeaux-Rêgo, 2013). Nesse sentido, Martin et al. (1998) caracterizaram a ferramenta de fluxo de caixa como instrumento essencial para avaliar a situação atual da empresa e/ou como dispositivo de projeção da situação da empresa sobre condições determinística. Além disso, é por meio desta ferramenta que é possível calcular outros indicadores que medem a rentabilidade do empreendimento no curto e longo prazo e possibilita identificar os principais desembolsos e fontes de receita (Martin et al. 1998; Santo, 2002).

Por fim, em virtude do exposto, fica evidente a importância de se conhecer os diversos sistemas sobre o aspecto do funcionamento técnico, exigências tecnológicas e as relações das diversas formas de estratégias que podem ser utilizadas e os impactos gerados no processo de tomada de decisões sobre o ponto de vista financeiro das empresas aquícolas.

Sistemas de produção

a) Tecnologia de Bioflocos

O sistema de bioflocos apresenta elevada capacidade produtiva (quando comparado aos sistemas tradicionais ,ou seja, o sistema extensivo, semi-intensivo e intensivo), exige menor demanda hídrica (Krummenauer et al., 2014), apresenta maior biossegurança e racionalização do uso de recursos (Avnimelech, 2012; Felix et al., 2020).

O sucesso da tecnologia de bioflocos está estreitamente relacionado com o estabelecimento da comunidade de microrganismos. A ideia da tecnologia BFT é favorecer o desenvolvimento de microrganismo que reciclem os compostos nitrogenados e os convertam em biomassa proteica (Hargreaves, 2013; Wasielesky et al., 2006). O sistema opera por meio do aproveitamento do nitrogênio amoniacal total, NAT, (oriundo das excretas e restos de alimentos) transformando em biomassa proteica e em compostos menos tóxicos através de duas vias: a) bactérias heterotróficas, seu desenvolvimento é estimulado por meio da relação carbono e nitrogênio (C/N). No processo de conversão do nitrogênio, é utilizado 15g de carbono orgânico para cada 1,0 g de nitrogênio assim por meio desta transformação ocorre a formação da biomassa bacteriana; b) bactérias quimioautotróficas (nitrificantes) que transformam o nitrogênio em nitrato, forma menos

tóxica, utiliza carbono de origem inorgânica no processo de nitrificação (Chen et al., 2006; Ebeling et al., 2006). É importante destacar que ambos os processos demandam oxigênio.

Krummenauer et al. (2011) relataram que a elevada produtividade é beneficiada pela estabilidade da qualidade de água após a instauração da comunidade bacteriana que é responsável por converter a amônia a nitrato e que ao assimilar o nitrogênio forma biomassa bacteriana. Este processo é responsável pela formação dos flocos microbianos que também são utilizados na suplementação alimentar (Wasielesky et al., 2006).

A instalação de unidade de produção necessita de estruturas específicas como: geomembrana, para evitar o contato água terra; estufas, para manutenção da temperatura; sistema de aeração constante e que mantenha a concentração de oxigênio entre 5 e 6mg/L. Sistemas de suporte, como gerador. Além disso, os sistemas super e hiperintensivo demandam grandes volumes de ração e energia o que afeta o custo de instalação e operação.

Rego et al. (2017b) ressaltaram a análise prévia com relação aos custos de implantação e os custos de produção, bem como, a vulnerabilidade do sistema frente às oscilações de preços. O sistema de bioflocos pode ser uma importante alternativa econômica para a produção de camarão no Nordeste (Rego et al., 2017a). Adicionalmente, Almeida et al. (2021) descrevem que o sistema de bioflocos apresenta elevada rentabilidade quando instalados em regiões que praticam preços diferenciados, ou seja, locais com baixa ou nenhuma produção de crustáceos, mas com alta demanda pelo produto.

É importante salientar que avaliações em relação ao investimento e rentabilidade consideraram apenas uma situação, ou seja, o cultivo seria realizado considerando apenas um tipo de densidade de estocagem. No entanto, é relevante considerar as possibilidades de mudanças de estratégias e os seus impactos nos indicadores de rentabilidade. Nesse sentido, Campos (2006), ao discorrer sobre a importância de uma análise financeira prévia, ressaltar a importância do planejamento na carcinicultura com vista a elencar os possíveis cenários e estratégias a fim de evitar prejuízos futuros. Rego et al. (2017b) complementam descrevendo a variação do preço de venda do camarão como risco a ser constantemente avaliado visto que os produtores são tomadores de preço.

Outro importante fator a ser considerado no planejamento produtivo com a tecnologia BFT é uso de insumo. Hanson et al. (2013), Rego et al. (2017a) e Almeida et al. (2021) foram categóricos ao afirmar que o gasto com ração constitui a maior parte dos

desembolsos na etapa de produção, sendo assim, é primordial identificar a estratégia que melhor beneficie o aproveitamento do alimento no ganho de biomassa.

b) Sistema Multitrófico

A aquicultura multitrófica (IMTA) consiste em compartilhar e aproveitar os diversos recursos e, particularmente, os resíduos. O sistema permite, por meio da partilha, a interação entre as espécies de diferentes níveis tróficos. Estes organismos com funções ecológicas complementares, atuam em harmonia para biomitigar a geração dos resíduos (Chopin et al., 2001).

Em sistemas de produção aquícolas, a geração de resíduos (seja na forma de sólidos ou de nutrientes) pode afetar negativamente o meio ambiente ou a espécie cultivada, por exemplo: por meio do efluente lançado em desacordo com as normas ambientais ou devido ao excesso de algum composto tóxico para os animais (Gaona et al., 2017; Lin e Chen, 2001, 2003). Nesse sentido, o sistema integrado multitrófica é potencialmente a ferramenta ideal para resolver este problema, visto que, tal mecanismo pode atuar de forma isolada com espécies filtradoras na retirada do excesso de sólidos (Holanda et al., 2020); com organismos fotossintetizantes na extração do excesso de nutrientes (Patarra, 2019) ou ambos conjuntamente. Contudo, é relevante ressaltar que a escolha dos organismos utilizados deve considerar a inclusão do critério valor econômico (Chopin et al., 2001). A escolha não deve ser pautada apenas na finalidade técnica é preciso agregar valor ao sistema. Logo, ao obedecer a este critério, o sistema tornar-se menos vulnerável as incertezas mercadológicas e, adicionalmente, as biológicas (como o surgimento de doenças). Outro aspecto importante é que a visão do IMTA alterou a percepção sobre produtos e resíduos. Neste sistema, o resíduo é utilizado para gerar um outro produto, sendo assim, agora este passa a ser visto como insumo.

Ao estruturar o sistema multitrófico, é necessário considerar a densidade, proporção entre as espécies e a condição local. O dimensionamento do sistema IMTA também deve considerar a instalação de equipamentos que atendam a demanda de oxigênio das diferentes espécies e as características da produção (extensiva, semi-intensiva, intensiva e superintensiva), além disso, é necessário dimensionar as bombas para recircular a água.

O aspecto de sustentabilidade atribuído ao IMTA segundo Barrington et al. (2010) constitui um diferencial na etapa de venda, já que há valorização no preço do produto quando comparado com o mesmo produto, porém oriundo dos sistemas tradicionais. No

entanto, o mesmo autor relatou que os consumidores têm pouco conhecimento sobre a importância dos produtos oriundos do sistema IMTA evidenciando a necessidade de uma campanha para informar sobre a vantagem destes produtos.

No Brasil, há legislação que trata do sistema integrada está definida na resolução emitida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA 413, 2009). Segundo a resolução, os sistemas integrados que comprovem o uso racional dos recursos, a redução de sólidos, tratamento eficaz do efluentes e a biossegurança podem ser enquadrados como de menor impacto ambiental e, consequentemente, terão redução do tempo do processo e do valor do licenciamento.

Em sistemas superintensivos, como no caso do BFT, Holanda et al. (2020) realizaram em escala piloto a integração entre o camarão marinho e a tainha (*Mugil liza*) e constataram que foi possível aumentar o valor de biomassa para produção de camarão com redução significativa dos sólidos suspenso totais (SST). No entanto, os autores relatam a necessidade da adoção de novas análises em escala comercial e, principalmente, analisar o sistema IMTA associada ao sistema BFT sob o ponto de vista econômico.

c) Salinização

Boyd e Thunjai (2003) ao avaliarem a interiorização da produção do *L. vannamei* na Tailândia, China, Equador e EUA (que tinham como objetivo a expansão da produção e fugir de zona com forte incidência de doenças) identificaram que a prática de salinização (por meio de salmoura marinha) aplicada em águas continentais favoreceu o cultivo no novo ambiente devido a presença dos elementos mais representativos (Tabela 1).

Tabela 1 – Descrição da concentração ($mg.L^{-1}$) e participação na composição da água marinha dos íons majoritários. A concentração total dos íons da água do mar corresponde a 35,000 $mg.L^{-1}$.

	Íons	Símbolo	Concentração ($mg.L^{-1}$)	Participação na composição da água do mar (%)
Cátions	Sódio	Na^{+}	10,50	30,00
	Magnésio	Mg^{2+}	1,35	3,86
	Cálcio	Ca^{2+}	400,00	1,14
	Potássio	K^{+}	380,00	1,09
Ânions	Cloreto	Cl^{-}	19,00	54,29
	Sulfato	SO_4^{2-}	2,70	7,71
	Bicarbonato	HCO_3^{-}	142,00	0,41
Total			34,47	98,50

Com o avanço tecnológico e o desenvolvimento de novos sistemas, a salinização artificial da água de cultivo passou de correção do desbalanço iônico para um sistema potencialmente independente em relação as características da água e da localização do empreendimento. Para isso, além da presença dos elementos majoritários é preciso que estes íons estejam presentes, mas nas proporções corretas (Tabela 2).

Tabela 2 – Descrição das relações e proporção iônicas que interferem na fisiológica do *Litopenaeus vannamei*.

Relações iônicas	Proporções iônicas
Mg: Ca	3.4:1
Mg: Ca: K	3.38: 1: 0.95
Cl: Na: Mg	14.1: 7.8: 1

Este aspecto, ligado às características do sistema de bioflocos (entre elas, a possibilidade a operar numa área bem menor e com menor volume hídricos) constitui um ponto positivo que pode funcionar otimizando o sistema. Krummenauer et al. (2014) ainda destacam o sucesso da reutilização da água do sistema de BFT sem que esta cause problemas em novos ciclos. Neste aspecto, a possibilidade de reutilizar a mesma água em vários ciclos pode ser uma importante medida para racionalizar o uso de insumos e reduzir os custos de produção.

Outra importante característica que favorece a utilização associada do BFT com o processo de salinização artificial é o próprio animal: *L. vannamei*. A espécie possui alta capacidade adaptativa às variações de salinidade. Isso permite que o cultivo ocorra sem perdas significativas da produção caracterizado por meio dos índices zootécnicos. Assim, este camarão marinho possui a capacidade de tolerar variações de salinidade que vão de 0.5‰ a 40‰ (Saoud et al., 2003).

Com relação a possibilidade da produção do camarão em sistema BFT, Maicá et al. (2012) e Moura et al. (2021) demonstraram que é possível trabalhar com pós-larvas de camarão em salinidade de 2 a 3. Na fase de engorda, Pinto et al. (2020) relataram resultados com densidade de 250 camarões.m^{-3} que aponta para a melhor relação custo-benefício. Contudo, é importante salientar que é possível adotar diversas estratégias de salinização e que estas podem interferir nos indicadores de rentabilidade do projeto. Nesse sentido, diante dos resultados positivos que inferem na viabilidade técnica da produção é necessário verificar também a viabilidade do sistema perante a hipótese de rentabilidade e identificar fatores mais impactantes tanto de forma negativa como positiva.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Determinar a viabilidade econômica dos diversos sistemas de produção do camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*) bem como as atuais estratégias produtivas e avaliar a relação financeira entre a produção hiperintensiva e os gastos com ração.

2.2. Objetivos específicos

- Avaliar economicamente o sistema hiperintensivo de produção de camarão em sistema BFT e seus efeitos sobre os gastos com alimentação sobre a condição de incertezas (Capítulo I);
- Avaliar financeiramente o sistema BFT em condição de produção hiperintensiva por meio de diferentes estratégias de despesca parcial, bem como, o efeito sobre o crescimento (Capítulo II);
- Avaliar e fornecer informações acerca do investimento necessário nos novos sistemas produtivos e os elementos que causam os maiores impactos (Capítulo III);
- Avaliar e trazer informações quanto a viabilidade financeira econômica do sistema BFT operando a nível comercial usando o processo de salinização artificial com densidade superintensiva no cultivo do camarão marinho na região Sul do Brasil (Capítulo IV).

REFERÊNCIA

Araujo, J.A., Kedylla, A., Norões, M., Monteiro, J.V., César Pereira De Araújo, R., Pinto Da Silva, F., 2017. Eficiência Produtiva das Fazendas de Carcinicultura no Estado do Ceará. Rev. Econ. e Sociol. Rural 56, 35–50. https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790560103

Avnimelech, Y., 2012. Biofloc technology – A Practical Guide Book, 2d Edition. World Aquac. Soc. Bat. Rouge, Louisiana, United States. 258. https://doi.org/10.13140/2.1.4575.0402

Bordeaux-Rêgo, R. et al, 2013. Viabilidade econômico-financeira de projetos, 4º. ed. Rio de Janeiro.

Boyd, C.A., Chaney, P.L., Boyd, C.E., Rouse, D.B., 2009. Distribution of ground water suitable for use in saline-water aquaculture in central and west-central alabama. J. Appl. Aquac. 21, 228–240. https://doi.org/10.1080/10454430903114048

Boyd, C.E., 2002. Dissolved Salts in Water for Inland , Low-Salinity Shrimp Culture 40–45.

Boyd, C.E., Thunjai, T., 2003. Concentrations of major ions in waters of inland shrimp farms in China, Ecuador, Thailand, and the United States. J. World Aquac. Soc. 34, 524–532. https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2003.tb00092.x

Campos, C., 2006. Alternativa econômica para o novo rural do nordeste brasileiro : o cultivo do camarão *litopenaeus vannamei* em northeast of brazil : fresh water shrimp farming. GEPEC 10, 40–53.

Chen, S., Ling, J., Blancheton, J.P., 2006. Nitrification kinetics of biofilm as affected by water quality factors. Aquac. Eng. 34, 179–197. https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2005.09.004

Chopin; Buschamann; Halling; Troell; Kautsky; Neori; Kraemer; Zertuche-González; Yarish; Neefus, 2001. Integrating seaweeds into marine aquaculture systems : a key toward sustainability. J. Phycol 986, 975–986.

Chopin, T., 2021. Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA) is a concept, not a formula. Int. Aquafeed 18–19.

Silveira, L.G.P., Krummenauer, D., Poersch, L.H., Fóes, G.K., Rosas, V.T., Wasielesky, W., 2022. The effect of partial harvest on production and growth performance of Litopenaeus vannamei reared in biofloc technologic system. Aquaculture 546. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737408

Silveira, L.G.P., Krummenauer, D., Poersch, L.H., Rosas, V.T., Wasielesky, W., 2020. Hyperintensive stocking densities for Litopenaeus vannamei grow-out in biofloc technology culture system. J. World Aquac. Soc. 51, 1290–1300. https://doi.org/10.1111/jwas.12718

Almeida, M.S., Carrijo-Mauad, J.R., Gimenes, R.M.T., Gaona, C.A.P., Furtado, P.S.,

Poersch, L.H., Wasielesky, W., Fóes, G.K., 2021. Bioeconomic analysis of the production of marine shrimp in greenhouses using the biofloc technology system. Aquac. Int. 29, 723–741. https://doi.org/10.1007/s10499-021-00653-1

Dias, J.M., 2017. Avaliação econômica da produção de camarão (*litopenaeus vannamei*) sob a condição de risco no município de acaraú - estado do ceará. Universidade Federal do Ceará (UFC). https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Ebeling, J.M., Timmons, M.B., Bisogni, J.J., 2006. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. Aquaculture 257, 346–358. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.03.019

FAO, 2022. World Fisheries and Aquaculture, FAO: Rome, 2022.

FAO, 2018. the state of world fisheries and aquaculture- meeting the sustainable development goals. Rome.

Felix, Samocha, Menaga, 2020. Vannamei Shrimp Farming, Vannamei Shrimp Farming. CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781003083276

Gaona, C.A.P., de Almeida, M.S., Viau, V., Poersch, L.H., Wasielesky, W., 2017. Effect of different total suspended solids levels on a *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) BFT culture system during biofloc formation. Aquac. Res. 48, 1070–1079. https://doi.org/10.1111/are.12949

Hanson, T., Ph, D., Morris, T., 2013. Economic Analyses Project Rising Returns For Intensive Biofloc Shrimp Systems. Glob. Aquac. Advocate 2011–2013.

Hargreaves, John A, 2013. Biofloc Production Systems for Aquaculture Southern regional aquaculture center. SRAC Publ. 1–12.

Hargreaves, J.A., 2006. Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture. Aquac. Eng. 34, 344–363. https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2005.08.009

Holanda, M., Santana, G., Furtado, P., Rodrigues, R.V., Cerqueira, V.R., Sampaio, L.A., Wasielesky, W., Poersch, L.H., 2020. Evidence of total suspended solids control by Mugil liza reared in an integrated system with pacific white shrimp Litopenaeus vannamei using biofloc technology. Aquac. Reports 18. https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100479

Hopkins, j. S.M.R.D., 1995. Environmental Impacts of Shrimp Farming with Special Reference to the Situation in the Continental United States. Estuar. Res. Fed. 18, 25–42.

Krummenauer, D., Peixoto, S., Cavalli, R.O., Poersch, L.H., Wasielesky, W., 2011. Superintensive culture of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in a biofloc technology system in Southern Brazil at different stocking densities. J. World Aquac. Soc. 42, 726–733. https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2011.00507.x

Krummenauer, D., Samocha, T., Poersch, L., Lara, G., Wasielesky, W., 2014. The reuse of water on the culture of pacific white shrimp, *litopenaeus vannamei*, in BFT

592 system. J. World Aquac. Soc. 45, 3–14. https://doi.org/10.1111/jwas.12093

593 Lin, Y.-C., Chen, J.-C., 2001. Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus vannamei*
594 Boone juveniles at different salinity levels. J. Exp. Mar. Bio. Ecol. 259, 109–119.

595 Lin, Y.C., Chen, J.C., 2003. Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* (Boone)
596 juveniles at different salinity levels. Aquaculture 224, 193–201.
597 https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00220-5

598 Maicá, P.F., de Borba, M.R., Wasielesky, W., 2012. Effect of low salinity on microbial
599 floc composition and performance of *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles
600 reared in a zero-water-exchange super-intensive system. Aquac. Res. 43, 361–370.
601 https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.02838.x

602 Martin, N.B., Serra, R., Oliveira, M.D.M., Ângelo, J.A., Okawa, H., 1998. Sistema
603 integrado de custos agropecuários - CUSTAGRI. Informações Econômicas v. 28,
604 n.1 28, 7–28.

605 Monteiro, J.V., Norões, A.K.M., Araújo, R.C.P. de, Araújo, J.A., Silva, F.P. da, 2019.
606 Metafronteira de produção e eficiência técnica da carcinicultura nos estados do
607 Ceará e Rio Grande do Norte. Rev. Econ. e Sociol. Rural 57, 530–544.
608 https://doi.org/10.1590/1806-9479.2019.179534

609 Moura, P.S. de, Wasielesky, W., Serra, F. da P., Braga, A., Poersch, L., 2021. Partial
610 seawater inclusion to improve *Litopenaeus vannamei* performance in low salinity
611 biofloc systems. Aquaculture 531, 735905.
612 https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735905

613 Nunes, A.J.P., Feijó, R.G., 2016. Convivência com o vírus da mancha branca no cultivo
614 de camarão marinho no brasil. Rev. da ABCC 30–36.

615 Ostrensky, A., Pont, D.J.S.G.D., Cozer, G.G.C.-W.M.V.F.G.N., Silva, R.F. de A.G.-M.U.
616 de A.T. da, 2017. a Produção Integrada Na Carcinicultura Brasileira Volume I.
617 Curitiba.

618 Patarra, 2019. Aquacultura Multi-Trófica Integrada (IMTA) e as macroalgas marinhas.
619 UAciência 29.

620 Pinto, P.H.O., Rocha, J.L., do Vale Figueiredo, J.P., Carneiro, R.F.S., Damian, C., de
621 Oliveira, L., Seiffert, W.Q., 2020. Culture of marine shrimp (*Litopenaeus vannamei*)
622 in biofloc technology system using artificially salinized freshwater: Zootechnical
623 performance, economics and nutritional quality. Aquaculture 520.
624 https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.734960

625 Poli, M.A., Legarda, E.C., Lorenzo, M.A. De, Martins, M.A., Vieira, N., 2019. Pacific
626 white shrimp and Nile tilapia integrated in a bio fl oc system under di ff erent fi sh-
627 stocking densities 498, 83–89. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.08.045

628 Rego, M.A.S., Sabbag, O.J., Soares, R., Peixoto, S., 2017a. Financial viability of inserting
629 the biofloc technology in a marine shrimp *Litopenaeus vannamei* farm: a case study
630 in the state of Pernambuco, Brazil. Aquac. Int. 25, 473–483.
631 https://doi.org/10.1007/s10499-016-0044-7

Rego, M.A.S., Sabbag, O.J., Soares, R., Peixoto, S., 2017b. Risk analysis of the insertion of biofloc technology in a marine shrimp *Litopenaeus vannamei* production in a farm in Pernambuco, Brazil: A case study. Aquaculture 469, 67–71. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.12.006

Samocha, T.M., 2019. Sustainable Biofloc Systems for, Sustainable Biofloc Systems for Marine Shrimp.

Santos, G. J.; Marion, J. C.; Segatti, S., 2002. Administração de custo na agropecuária.pdf, 3rd ed. Editora Altas, São Paulo.

Saoud, I.P., Davis, D.A., Rouse, D.B., 2003. Suitability studies of inland well waters for Litopenaeus vannamei culture. Aquaculture 217, 373–383. https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00418-0

Timmons, M.B., Ebeling, J.M., 2010. Recirculating Aquaculture 2nd Edition, Aquaculture.

Valenti, W.C., Barros, H.P., Moraes-Valenti, P., Bueno, G.W., Cavalli, R.O., 2021. Aquaculture in Brazil: past, present and future. Aquac. Reports 19, 100611. https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100611

Wasielesky, W., Atwood, H., Stokes, A., Browdy, C.L., 2006. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture 258, 396–403. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.04.030

CAPÍTULO 1 – AVALIAÇÃO ECONÔMICA EM SISTEMA BFT E SEUS EFEITOS SOBRE OS CUSTOS OPERACIOANAIS E CONDIÇÕES DE INCERTEZAS

Autores: Fellipy Augusto Holanda Chaves[1]; Kilmer Coelho Campos[2]; Geraldo Kipper Fóes[1]; Wilson Wasielesky Jr[1]; Luis Henrique Poersch[1].

[1]Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande - FURG; Rua do Hotel, n°2, Cassino, Rio Grande, RS, Brazil. CEP: 96210-030.

[2]Programa de Pós-graduação em Economia Rural, Departamento de Economia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Av. Mister Hull, 2977- Campus do Pici, Bloco 826. Fortaleza-Ceará, Brasil. CEP:60440-970.

Autor por correspondência: Universidade Federal do Rio Grande (PPGAq-IO-FURG), Rua do Hotel nº 2, Cassino, Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. CEP: 96210-030 E-mail: fellipychaves@gmail.com (Fellipy A.H. Chaves).

RESUMO

A tecnologia de bioflocos permite o aumento da densidade e o aumento da produtividade com baixo impacto ambiental. No entanto, são poucos os estudos que demonstram a viabilidade financeira dessa tecnologia. O objetivo deste estudo foi analisar a viabilidade financeira do sistema BFT em condições hiperintensivas, bem como identificar entre as densidades utilizadas, 400 (T400), 500 (T500) e 600 (T600) camarões/m² que possui a maior capacidade de retorno definida pelos indicadores financeiros. Inicialmente, para os indicadores zootécnicos, houve diferença significativa entre T400 e T500 e T600 para peso final, biomassa final e produtividade, mas não há diferença entre T500 e T600 para esses parâmetros. Quanto aos indicadores financeiros, o tratamento que teve melhor resultado foi o T500 com maior valor bruto receita ($ 79.951,38), margem bruta (39,68%) e lucratividade ($ 22.712,24). Adicionalmente, o T500 foi o tratamento mais eficiente em termos de ração ($1,689), energia ($0,497) e gasto total ($3,673) em valores médios de custo por quilo e, em termos de sucesso, este tratamento teve a menor probabilidade de obter um lucro menor que zero (0,74%).

Palavras-chaves: Hiperintensivo, camarão marinho, manejo, avaliação econômica

Artigo Submetido: a revista Aquaculture Economics & Management

1. INTRODUÇÃO

A carcinicultura brasileira despontou rapidamente com índices de produtividades superiores aos *players* internacionais (ROCHA, 2022). Contudo, nos últimos anos, a produção nacional foi severamente prejudicada com o vírus da mancha branca (WSSV) que impactou a atividade com perda significativas de produção (Rezende e Mataveli, 2017). Assim, com o intuito de solucionar os desafios, diversos sistemas de produção e manejos foram aprimorados e desenvolvidos.

Entretanto, esses diferentes métodos de produção, geram resultados técnicos, econômicos e ambientais diversos. Valenti et al. (2021), destacam o sistema semi-intensivo como o mais praticado, mas é possível encontrar extensivos e intensivos e, mais recentemente, os sistemas superintensivos passaram a ganhar força, principalmente, por meio da tecnologia de Bioflocos (BFT).

Quando ao sistema BFT, Krummenauer et al. (2011) argumentam que nesse modelo produtivo é possível trabalhar com altas densidades aumentando a produtividade, além de operar com um sistema mais eficiente no aproveitamento da área. Silveira et al. (2020); Silveira et al. (2022) demonstraram a viabilidade técnica para sistema hiperintensivo com a adoção de despescas parciais.

Contudo, os ganhos gerados por esse sistema somente ocorreriam por meio do emprego de tecnologia e mão de obra qualificada, logo, demandaria alto investimento. Fato demonstrado por Rego et al. (2017), quando analisada a viabilidade financeira do sistema BFT comparado aos sistemas produtivos convencionais. Todavia, o autor destacou que este sistema é uma importante alternativa produtiva.

Corroborando com essa perspectiva econômica, Hanson et al. (2013) enfatizam o elevado custo operacional. O Custo Operacional Efetivo (COE), como afirmam Almeida et al. (2021) e Rego et al. (2017), pode representar mais de 80% do Custo Total (CT). Vale destacar que o COE é diretamente relacionado com os insumos utilizados na produção (ou seja, atrelado ao manejo). Contudo, estudos que relacionem o sistema superintensivo, produção de camarão e que atenda conjuntamente o manejo e uma análise econômica ainda são escassos.

Assim, como objetivo *a priori* da empresa deve ser a maximização do lucro e esta passa pela otimização da produção, o que se busca no processo produtivo é a sua racionalização, visto que, este trata-se da relação entre insumos e seus custos (Varian, 2015). A administração adequada dos recursos forneceria meios para realizar uma análise

de fluxo de caixa mais realista, além disso, acarretaria uma utilização mais eficiente dos insumos (Santos, Marion, Segatti, 2002).

Campos (2006), por exemplo, em seus estudos destacam que os empreendimentos com elevados custos de instalação e operação devem ser constantemente avaliados via custos e retornos. O autor destaca que a situação financeira das empresas pode ser mensurada por meio dos resultados econômicos. Desse modo, esta técnica possibilitaria identificar como os recursos estão sendo empregados, administrados e quais foram seus resultados econômicos, com isso propiciando meios para subsidiar o planejamento técnico e financeiro servindo como ferramenta para auxiliar na tomada de decisão.

A produção de camarão apresenta risco seja por problema biológicos (como: peso médio inferior ao esperado ou surgimento de doenças) ou econômicos (causados pelas variações dos preços de insumos e/ou dos produtos). Nesse sentido, a simulação de Monte Carlo (SMC) é um poderoso método para determinar a probabilidade de eventos indesejados. Esta ferramenta permite gera diversos cenários por meio interação das diversas variáveis por meio da geração de dados aleatório definidos com relação a distribuição de probabilidade.

Este estudo tem o objetivo de avaliar economicamente o sistema hiperintensivo de produção de camarão em sistema BFT. Para isso, utilizou-se de técnica de avaliação dos custos e retorno econômicos. A identificação das fragilidades foi constatada com a análise de sensibilidade. Vale destacar que fragilidade refere aos parâmetros que causam maiores impactos no lucro. Adicionalmente, o risco foi mensurado com a Simulação de Monte Carlo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Marinha de Aquacultura, Universidade Federal do Rio Grande, RS, em nove tanques de 35 m^2, totalizando uma área de 315 m^2.Os valores descritos para área total foram transformados para hectares. Os resultados convertidos visando descrever e avaliar o desempenho caso as densidades fossem adotadas em escala comercial. Nesse caso, definiu-se a área total de um hectare (1 hectare) e cada tanque com 0,11 (1.111,11m^2).

Todos os tanques são revestidos com polietileno de alta densidade. O sistema de aeração constituído por soprador de 7,5 HP, cada tanque contendo, a cada 1,5 m^2, 0,15 m de mangueiras microperfuradas (Aero-tube^{TM}). Os tanques foram povoados com

763 camarões da espécie *Litopenaeus vannamei* com peso médio de 1,27 g ± 0,54g. As
764 densidades de 400, 500 e 600 m^2 com duração de 78 dias.

765 O manejo alimentar seguiu a metodologia sugerida por Yta et al. (2004) que busca
766 determinar a quantidade de ração fornecida por meio, entre outros parâmetros, da
767 padronização do FCA e do crescimento esperado por semana. Com este método é possível
768 definir a distância entre o crescimento esperado do crescimento real em relação a
769 quantidade de ração que deverá ser ofertada.

770 Os custos de cada tratamento constituem a soma dos custos das repetições e estes
771 foram averiguados seguindo a metodologia descrita por Matsunaga et al. (1976) que
772 definiu os custos operacionais efetivos (COE) como fatores utilizados na produção de
773 produto agrícola, portanto, o COE será o somatório do dispêndio com: ração, probiótico,
774 cal hidratada, energia, pós-larva, mão de obra e mão de obra especializada.

775 Os indicadores de rentabilidade dos tratamentos seguem a mesma dinâmica dos
776 custos, ou seja, foram avaliados a partir do somatório das repetições. Assim, foram
777 utilizados os indicadores de Receitas Brutas (RB), Margem Bruta (MB) (Campos, 2003).
778 O primeiro indicador, RB, é obtido pelo preço de venda por quilograma de camarão
779 (US$/kg) por quantidade produzida. A MB trata-se da diferença entre a RB e COE
780 dividido pelo COE, este resultado está descrito em porcentagem. Para identificar o retorno
781 bruto em relação aos custos aferido foi utilizada a relação entre RB e COE. Para
782 determinar quantas unidades em quilograma (kg) seriam necessários para custear a
783 produção utilizou-se a metodologia definida por Martin et al. (1998). No qual o Ponto de
784 Nivelamento é a relação entre o COE e Preço unitário de venda (US$/kg). O custo médio
785 total ($Cmed_T$), custo médio de ração ($Cmed_R$) e custo médio energia ($Cmed_E$) é a divisão
786 entre estes custos pelo que foi produzido.

787 O modelo adotado para verificar os resultados econômicos é descrito como
788 determinístico, ou seja, há o conhecimento prévio sobre o preço ofertado pelo mercado,
789 contudo, isso não considera as incertezas. Para tanto, utilizou a metodologia de Análise
790 de Sensibilidade e a Simulação de Monte Carlo (SMC) a partir de valores médios de
791 produção, custos e receitas por tratamento. A análise de sensibilidade foi usada para
792 identificar as variáveis que causariam os maiores impactos percentuais na variável
793 resposta, o Lucro (L), sobre condição *ceterius paribus* (Correia Neto, 2019).

794 O lucro é resultado da incerteza de vários parâmetros. Nesse sentido, as incertezas
795 podem ser definidas por seu comportamento estocástico e sua ocorrência delimitada por

suas variações. Nesse aspecto, A SMC é utilizada para verificar a probabilidade de ocorrência de determinado parâmetro (Correia Neto, 2019).

O modelo de SMC seguiu o estabelecido para análise de sensibilidade, ou seja, foi elaborado com as variáveis mais sensíveis, contudo o objetivo foi verificar a probabilidade do lucro menor que zero (L< 0). Para averiguar a frequência dos eventos utilizou a distribuição triangular, pois os valores mínimos, máximos e médios são conhecidos. Para verificar as relações entre as variáveis foram realizadas 1000 interações por meio do *software Cristal ball*. Assim, de posse dos valores foi possível determinar qual a probabilidade de L < 0 para os diferentes tratamentos.

3. RESULTADOS

Os resultados zootécnicos alcançados na produção de camarão em sistema BFT em diferentes densidades estão resumidos na Tabela 1. Incialmente, os animais foram estocados com o peso médio de 1,27g o que corresponde, em biomassa, por tratamento, a 564,44; 705,56 e 846,46 kg para as densidades de 400, 500 e 600 camarões.m^{-2}, respectivamente.

Tabela 1 – Resultados de médias e desvios-padrão dos indicadores zootécnicos da produção de camarão em sistema superintensivo com diferentes densidades de estocagem cultivados durante 78 dias para Peso inicial ($Pmed_i$); Peso final ($Pmed_f$); Ganho de peso semanal (GPS_{med}); Biomassa média inicial ($Biomassamed_i$); Biomassa média final ($Biomassamed_f$); Consumo total de ração (Consumo total); Sobrevivência; Fator de Conversão Alimentar (FCA_{med}); Produtividade.

	Tratamento 400	Tratamento 500	Tratamento 600
$Pmed_i$ (g)	1,27 ± 0,54	1,27 ± 0,54	1,27 ± 0,54
$Pmed_f$ (g)	12,30 ± 1,13^{a}	12,20 ± 0,26^{a}	10,30 ± 0,8^{b}
GPS_{med} (g)	1,10 ± 0,11	1,09 ± 0,03	0,90 ± 0,08
$Biomassamed_i$ (kg)	564,44	705,56	846,67
$Biomassamed_f$ (kg)	4.470,68 ± 60,59^{b}	5.195,02 ± 37,48^{a,b}	5.535,02 ± 442,73^{a}
Consumo Total (kg)	6.979,91 ± 76,23	8.123,85 ± 78,22	9.714,53 ± 36,51
Sobrevivência (%)	82,34 ± 9,11	76,67 ± 1,63	81,08 ± 11,12
FCA_{med}	1,787 ± 0,02	1,810 ± 0,02	2,09± 0,21
$Produtividade_{med}$ ($kg.m^{-2}$)	4,40 ± 0,07^{b}	5,05 ± 0,04^{a,b}	5,27 ± 0,50^{a}

Letras diferentes na mesma linha indicam que há diferença significativa entre os tratamentos para o teste de Tukey (α=0.05).

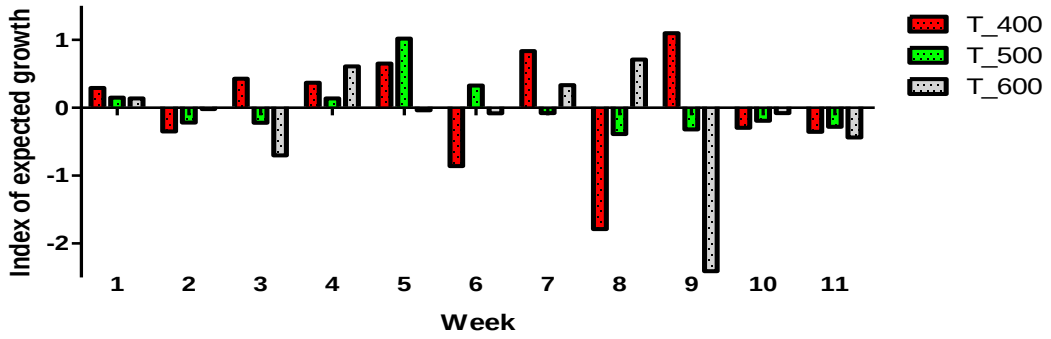
A análise estatística revela que os parâmetros $Peso_f$, $Biomassa_f$ e Produtividade apresentaram diferença estatisticamente significante (p<0,05). Os pesos finais ($peso_f$) entre os tratamentos 400 e 500 foram estatisticamente diferentes ao Tratamento 600. Os

parâmetros Biomassa final ($Biomassa_f$) e produtividade apresentam a mesma relação estatísticas. Ou seja, o tratamento 600 não apresentou diferença significativa com o 500; apenas com 400 e este é estatisticamente igual ao 500.

É importante ressaltar, para o tratamento 600, que seu desvio padrão é bem superior aos outros. Nesse aspecto, o Coeficiente de Variação (CV) retrata o quão dispersos estavam os dados em relação à média. O CV para biomassa final foi de 8% para o tratamento 600 e, respectivamente, para 400 e 500 os valores foram de 1,35 % e 0,72 %. Com relação a produtividade, apesar do aumento do CV isto não foi o suficiente para alterar a interpretação desse indicador. Logo, o resultado mostra que, os valores de Coeficiente de variação indicam baixa dispersão para biomassa e produtividade (Ferreira, 2018).

Quanto ao consumo de ração, para o tratamento 400 foram fornecidos 6.979,91 kg e nos tratamentos seguintes a quantidade ofertada foi 16,40 % e 39,18% superior àquele resultado. Considerando que durante o período experimental, foi ofertado alimento estimando um crescimento de 1,0 g por semana (Yta et al., 2004). A Figura 1, trata-se da taxa de crescimento esperado (TCE), obtida pela diferença entre o crescimento desejado e o crescimento real. Nesse sentido, o gráfico é interpretado da seguinte forma: o eixo horizontal equivale ao crescimento esperado (1,0 $g.semana^{-1}$); os valores positivos (ou acima do eixo horizontal) significam um ganho acima do desejado; os valores negativos implicam um ganho menor que o esperado. O tratamento T_400 apresenta um comportamento predominantemente cíclico onde uma semana o crescimento é superior ao esperado e na outra é inferior, oscilando 85% a mais do esperado (na nona semana) e perdendo 175% na pior semana (a oitava). O T_500 apresenta dois picos de crescimento superior ao esperado nas semanas 1 e 5 (15% e 105% superior ao esperado) e quedas de rendimento na maioria das semanas (queda máxima de 39%). Contudo, ressalta-se que mesmo com rendimento inferior ao esperado por cinco semanas consecutivas, o resultado de crescimento esperado, no geral, ficou próximo ao valor almejado. Para o tratamento T_600, o comportamento foi parecido ao do T_400, no entanto, a maior queda de desempenho ocorreu na nona semana (queda de 240%) e nas últimas três semanas de cultivo o crescimento ficou abaixo do esperado.

Figura 1 – Taxa de crescimento real durante 11 semanas de cultivo de *L. vannamei* cultivado nas densidades de 400 camarões/m² (T_400); 500 camarões/m² (T_500) e 600 camarões/m² (T_600).



No geral, os custos relacionados com o dimensionamento de valores fixos, como área e volume, produzem resultados constantes (Tabela 2). Nesse sentido, Mão de Obra (MO) e Mão de Obra Especializada (MOE) seguem essa relação, pois a área de trabalho independente da densidade. O probiótico tem protocolo previamente estabelecido, que indica o quanto deve ser utilizado por área/volume. Portanto, para estes indicadores, os custos não diferem entre os tratamentos.

Tabela 2– Resultado dos Custos Operacionais Efetivos (COE) de produção por tratamento com gastos de ração; probiótico, cal hidratada, energia elétrica; pós-larvas; mão de obra e mão de obra especializada.

	Tratamento 400	Tratamento 500	Tratamento 600
Ração (U$$)	22.614,90	26.321,28	31.475,08
Probiótico (U$$)	63,37	63,37	63,37
Cal hidratada (U$$)	426,29	430,15	493,42
Energia elétrica (U$$)	7.740,04	7.740,04	7.740,04
Pós-larvas (U$$)	12.962,45	16.203,06	19.443,67
Mão de Obra (U$$)	1.620,31	1.620,31	1.620,31
Mão de Obra Especializada (U$$)	4.860,92	4.860,92	4.860,92

Taxa de câmbio referente ao março de 2016 U$$1 =R$ 3,703.

As pós-larvas tiveram um aumento dos custos diretamente ligado com o aumento da densidade, ou seja, em valores percentuais, o incremento do desembolso com pl's é proporcional à densidade.

Para cal hidratada, seu uso está atrelado à atividade de microrganismos nitrificantes, já que esses utilizam o composto nos processos biológicos. O aumento do uso de cal hidratada entre o tratamento 400 e 500 foi de 0,94%, mas o tratamento 600, em média teve um aumento de 15,75% em relação aos outros tratamentos.

Com respeito a energia elétrica, devido a necessidade de dimensionar o tamanho dos sopradores com relação a exigência do organismo para que este tenha o máximo do

seu desempenho zootécnico, foi utilizado como padrão o tratamento 600, ou seja, se o soprador calculado para esta densidade permitiu que a concentração de oxigênio ficasse dentro da faixa ideal o mesmo ocorreria para as outras densidades, assim os valores são os mesmos.

A ração foi o custo mais afetado pela alteração das densidades. O tratamento T_400, apresentou um gasto total de U$$ 22.614,90 e os tratamentos T_500 e T_600, respectivamente, tiveram um aumento comparativo de 16,38% e 39,18%. Esse aumento significativo pode ser explicado pelo o FCA (o dado expõe o quanto de ração que teve ofertada para ganho de biomassa). Para atingir um ganho de biomassa de 1,0 kg por semana foi considerado um FCA de 1,5 que em termos monetários equivale a U$$ 1,62 (custo de 1,5 kg de ração).

Na Tabela 3, o índice de gasto relativo (IGR) estimado por semana para cada tratamento. Valores positivos indicam uma redução de custo com ração, isto é, corresponde a conversões alimentares mais eficientes; valores negativos mostram uma conversão alimentar ineficiente (valores maiores que 1,5 ou U$$ 1,62). O índice de gasto relativo total demostrou que o tratamento T_400 seria o único que permitiu poupar gastos em ração, pois teve um menor IGR estimado (U$$ 1,62). Nesse sentido, a média semanal do IGR indica uma redução U$$ 0,004, enquanto o T_600 teve um aumento de U$$ 0,29. Portanto, enquanto o T_400 apresentou um gasto relativo de U$$ 1,616 (menor que o estimado) os T_500 e T_600 apresentaram valores superiores aos estimados (U$$ 1,630 e U$$ 1,909). No entanto, enquanto o T_500 aumentou 0,87% o T_600 teve um incremento de 18,13%, o que indica um maior prejuízo econômico por quilo de camarão produzido.

Tabela 3 – Índice de gasto relativo semanal apresentado pelos tratamentos experimentais onde foi estimado um custo médio semanal de U$$ 1,62 kg^{-1} de camarão produzido. Gasto relativos acima do valor projetado é indicador de prejuízo, caso contrário, há economia.

Semanas	Tratamento		
	T_400 (U$$)	T_500 (U$$)	T_600 (U$$)
1	0,47	0,23	0,21
2	-0,55	-0,34	-0,03
3	0,68	-0,36	-1,13
4	0,58	0,21	0,97
5	1,05	1,65	-0,05
6	-1,38	0,52	-0,13

7	1,34	-0,13	0,53
8	-2,90	-0,63	1,15
9	1,78	-0,50	-3,89
10	-0,47	-0,31	-0,11
11	-0,57	-0,45	-0,70
Total	0,049	-0,113	-3,176
Média Semanal	0,004	-0,010	-0,289
Gasto relativo (U$$.kg^{-1})	1,616	1,630	1,909

O COE, em relação aos tratamentos 400 500 e 600, apresenta as seguintes proporções 73,08 %, 71,59 % e 86,13 % em relação a Receita Bruta (Tabela 4). Sendo que o item ração tem inegavelmente grande influência sobre o custo total de produção. No tratamento 600, por exemplo, esse insumo representou 47,91% do total dos custos, enquanto os demais, 44,97% e 45,98%, respectivamente.

Tabela 4 – Resultado das variáveis de produção, Custo Operacional Efetivo(COE), Ração, Energia elétrica, Receita bruta (RB), Relação Renda Bruta/Custo total (RB/CT), Ponto de nivelamento (PN), Margem Bruta (MB), Lucro financeiros para cada tratamento por ciclo.

	Tratamento 400	Tratamento 500	Tratamento 600
Produção (kg)	13.412,05	15.585,06	16.605,06
COE (U$$)	50.288,29	57.239,14	65.696,81
Ração (U$$)	22.614,90	26.321,28	31.475,08
Energia elétrica (U$$)	7.740,04	7.740,04	7.740,04
Receita Bruta (U$$)	68.803,82	79.951,38	76.217,24
Relação RB/CT	1,37	1,40	1,16
Ponto Nivelamento (kg)	2.614,43	3.038,02	3.617,66
Margem Bruta (%)	36,82	39,68	16,01
Lucro (U$$)	18.515,53	22.712,24	10.520,42

Ao observar a receita, ela variou fortemente devido ao preço de venda e este está relacionado com peso médio final do camarão. Nesse sentido, o tratamento 600 apresentou o menor peso médio (10,3 g) e, consequentemente, o menor preço (U$$ 4,59), enquanto os outros tratamentos, estatisticamente iguais ($p>0,05$), apresentaram os maiores pesos e preço de venda (U$$ 5,13).

Com respeito a relação RB/COE, o tratamento 500 teve o melhor resultado na relação custo/benefício. Para cada real investido na produção, em valores brutos, o retorno foi de U$$ 1,40. O menor resultado foi identificado no tratamento 600 (U$$ 1,16).

O tratamento 600 resultou no ponto de nivelamento (PN) 3.617,66 kg para cobrir os gastos totais (COE). O tratamento 400 e 500 apresenta a mesma proporção para o resultado de PN. Logo, para custear a produção são necessários 19,49% do volume total produzido e o restante pode ser convertido em sobras financeiras.

O lucro no tratamento 600 foi menor, ou seja, há pouco recurso financeiro que possa ser convertido em investimento para melhorar a capacidade produtiva. O maior lucro foi constatado no tratamento 500, U$$ 22.712,24. Logo, todos os fatores de produção avaliados são remunerados e o excedente financeiro varia de acordo com a produção.

O custo médio por quilograma foi de U$$ 3,749 para o tratamento 400 e com aumento da densidade, provocou uma redução do Cmed, mas o aumento indiscriminado sem considerar o aumento dos insumos, que pode ocorrer de forma mais que proporcional, como a alimentação, impactou negativamente o COE e gerou um aumento do Cmed fato evidenciado no T_600.

Tabela 5 – Resultados dos indicadores financeiros para cada tratamento para o custo total e os principais custos operacionais (ração e energia) por ciclo.

Descrição	Tratamento_400	Tratamento_500	Tratamento_600
Custo Médio Total (Cmed)	$ 3,749	$ 3,673	$ 3,956
Custo Médio Ração (Cmedr)	$ 1,686	$ 1,689	$ 1,896
Custo Médio Energia (Cmede)	$ 0,577	$ 0,497	$ 0,466

Nesse aspecto, feita uma relação entre os insumos que mais impactaram sobre o custo médio de produção, ração e energia corresponderam a 60,36%, 59,51% e 59,71%, respectivamente, tratamento 400, 500 e 600. A decomposição dos custos demonstra uma relação diferente com a densidade, ou seja, à medida que esta aumenta o custo médio com a ração aumentou; contudo, a energia o segue uma relação inversamente proporcional.

Quanto a quantificação da sensibilidade das variáveis, possível identificar quais delas mais impactaram sobre o lucro. No caso, Energia, FCA, MOE e Produção são os fatores que mais alteram o lucro. O resultado do incremento percentual sobre cada índice está resumido na Tabela 6. Nas condições analisadas, os resultados indicam que para o tratamento 400 para cada aumento percentual, levaria um aumento de 68,60% na produção. Com relação ao tratamento 600, este ganho percentual gera um aumento de produção de 15,70%.

Tabela 6 – Resultado da análise de sensibilidade para os tratamentos 400, 500 e 600 camarões/m² com as variáveis Fator de conversão alimentar (FCA) Energia e Mão de obra especializada (MOE) que mais impactam sobre o lucro no sistema BFT.

	Tratamento 400	Tratamento 500	Tratamento 600
FCA	-22,50%	-4,92%	-6,56%
Energia	-23,15%	-4,34%	-4,81%
MOE	-14,54%	-2,72%	-3,02%
Produção	68,60%	14,94%	15,79%

Já em relação a Simulação de Monte de Carlo para os tratamentos 400, 500 e 600 indica que a probabilidade de obter lucro menor que zero é 67,91%, 0,74% e 75,07%, respectivamente. O Lucro médio obtido através da SMC indica, por meio do Coeficiente de Variação, alta dispersão dos dados. O Tratamento 500 possui média de lucro positiva e o resultado de IC indica que valores estão dentro de um intervalo positivo.

Tabela 7 – Resultados da análise de risco para Simulação de Monte Carlo com os valores médios, Intervalo de Confiança (IC) e probabilidade (p) de ocorrência de lucro menor que zero (L<0) para os dados avaliados.

	Tratamento 400	Tratamento 500	Tratamento 600
Lucro (U$$)	-354,74 ± 762,42	1095,09 ± 448,91	-1505,74 ± 2225,37
IC	-416,85 a -292,63	1058,52 a 1131,66	-1687,02 a -1324,46
P (L<0)	67,91%	0,74%	75,07%

O Intervalo de Confiança foi elaborado usando a estatística do teste t para uma confiança de ocorrência de 95%.

Como descrito anteriormente, o aumento da densidade não influenciou diferenças significativas entre os pesos finais médios ($Peso_f$) dos tratamentos 400 e 500, contudo o mesmo não ocorre com o tratamento 600. Em vista disto, é notório o quanto os preços de venda impactando nos resultados financeiros, posto que também não houve diferença ($p<0,05$) entre as sobrevivências. O preço de venda para o tratamento 600 foi de U$$ 4,59, enquanto os tratamentos 400 e 500, que tiveram o mesmo preço, e foram 11,76% superior ao 600. O tratamento que teve o melhor resultado de RB foi o 500. Adicionalmente, é o T_500 que há a maior relação custo/benefício, ou seja, o maior retorno bruto para cada U$$ investido. Em contrapartida, o tratamento 600 teve o menor resultado (U$$ 1,16) isto (RB/CT > 1).

A margem bruta (MB), conhecida também como lucro operacional, mostra o quanto entrou, em valores líquidos, descontados o COE. O T_500 apresentou o melhor resultado (39,68%), já o T_600 o menor (16,01 %). A MB trata-se da relação entre RB e o COE e é indubitável a relação que há com o manejo, visto que, vinculado a este

indicador estar o somatório dos custos desembolsados para operacionalizar o sistema. Assim, no curto prazo, além de influenciado pelos preços, o T_600, também foi influenciado pelo tipo de manejo realizado.

O ponto de nivelamento mostra o T_500 com o menor valor de produção utilizado para custear o COE (2.614,43 kg). Para o T_600 o resultado corrobora todos os outros indicadores, ou seja, para liquidar o COE é necessária uma parte maior da produção. Contudo, o T_400, T_500 e T_600 o lucro (L>0) indica que além de pagos todos os custos houve geração de riqueza.

Com o objetivo de identificar a relação entre o aumento da densidade e os principais custos (Ração e Energia) foi o utilizado o custo médio como parâmetro. Os Cmed dos tratamentos oscilaram entre U$$ 3,673 a U$$ 3,956 com o T_500 apresentando o menor resultado. Contudo, a decomposição do gasto médio, mostra, em relação a energia, relação inversa, ou seja, o aumento da densidade diluir o custo isso ocorreu devido a consideração de admitir que o sistema de aeração teria a mesma potência para todos os tratamentos. Para a alimentação, o valor fica próximo ao encontrado na estimação do gasto relativos (tabela 3). Para o T_600 a diferença entre o valor real e o estimado foi de 0,68% enquanto o maior valor para essa diferença foi identificado no T_400 (4,15%) os valores reforçam quando o manejo e a ração podem impactar sobre os sistemas hiperintensivo.

Com relação aos outros fatores produtivos, houve o aumento dos desembolsos. Nesse caso, o aumento da densidade gerou aumento proporcional no gasto com pós-larvas. Para a cal hidratada, o aumento do consumo e, consequentemente, dos gastos estão relacionados com o aumento da atividade biológica, o que não ocorre de forma proporcional.

4. DISCUSSÃO

Hanson et al. (2013) afirmam que o sistema BFT demanda alto investimento e elevado custo de operação, este último podendo tornar-se um entrave no médio e longo prazo. Portanto, a ênfase na análise do Custo Operacional Efetivo (COE) ocorre devido ao impacto que este custo representa no Custo Total e na Receita Bruta (RB) e, por conseguinte, na viabilidade financeira do empreendimento. Rego et al. (2017) por meio da metodologia de custos definida por Matsunaga et al. (1976), identificaram que o COE pode alcançar mais de 80% do CT, fato validado por Almeida et al. (2021).

Adicionalmente, Campos (2006) relata que, mesmos em sistemas convencionais, o COE tem grande impacto sobre o CT.

Hasan et al. (2007)descrevem alimentação como insumo mais caro no processo produtivo empregado pela carcinicultura. Em se estudo, os resultados dos custos com ração permitiram alegar que, em média 32% da RB dos tratamentos 400 e 500 são para custear os desembolsos com este insumo; já no tratamento 600 representou 41,29%. No entanto, Rego et al. (2017) e Almeida et al. (2021) encontraram valores que correspondem, respectivamente, a 27,45 e 22,97% da RB; valores menores que os apresentados nesse estudo. Logo, o aproveitamento e o manejo da ração podem converter-se em um ponto crítico especialmente referente ao FCA (Hasan e New, 2013).

Assim, incrementar o aproveitamento e, indiretamente, o desempenho de crescimento pode ser a diferença entre o sucesso ou fracasso na produção aquícola. Nesse aspecto, para atingir o melhor rendimento no manejo alimentar, alguns protocolos de alimentação têm sidos descritos: a) Jory et al. (2001) e Tacon et al. (2002), consideram a biomassa total e a temperatura para estimar o alimento; b) Yta et al. (2004), utiliza o número de organismos, o crescimento e o FCA esperado. Mas, ambos protocolos apresentam o fator sobrevivência para calcular o alimento a ser ofertado. Como exposto na Tabela 3, o gasto relativo à ração aumenta, sobretudo, nas últimas semanas do ciclo produtivo e isto pode estar ligado, também, ao ajuste da ração fato constatado, especialmente, no tratamento T_600 onde houve um aumento de U$$ 0,289 por semana no custo da ração. Dessa forma, é necessária uma ação conjunta entre manejos e ração de qualidade.

De acordo com Tacon et al. (2013) a otimização dos manejos alimentares poderia incrementar a eficiência produtiva da fazenda. Com relação à eficiência da conversão alimentar, tornar o processo mais eficiente implica em reduzir a quantidade de ração ofertada para produzir a mesma quantidade ou produzir mais com a mesma quantidade de ração. Assim, práticas como a adoção de menores intervalos entre alimentações ou a incorporação de alimentadores automáticos (Reis et al., 2020; Ullman et al., 2019), são soluções que podem ser consideradas após a avalição entre custo e benefício. Os manejos alimentares podem ser adotados para diminuir as perdas mediante a melhora do FCA e indiretamente o IGR.

O FCA mostra, nas condições as quais o experimento foi realizado, que o aumento da densidade resultou em uma redução da eficiência alimentar. Isto, provavelmente, ocorreu no tratamento T_600, pois não só expressou um menor ICE como também foi

acompanhado das alterações mencionadas. Logo, com objetivo de melhorar os parâmetros produtivos e, consequentemente, o lucro algumas alternativas devem ser adotadas tais como: o monitoramento do ganho de peso semanal e a utilização de rações especificas para cultivos hiperintensivos (Braga et al., 2016).

Nesse aspecto, é importante ressaltar que a alta densidade é uma condição de estresse para o animal e como declara Li et al. (2017) em condições de estresse, como em altas densidade de estocagem, pode ser gerar mudança das necessidades nutricionais dos camarões. Os efeitos de altas densidades não só são refletidos no crescimento como também no sistema imune e antioxidante dos organismos (Gao et al., 2017). Adicionalmente, Arnold et al. (2006) descrevem que o camarão *Penaeus esculentus* estocado em altas densidade podem também desenvolver canibalismo. O custo com a energia oscilou entre 9,68% e 11,24%; o tratamento 500 apresentou o menor resultado; e o 400 o maior em relação a participação sobre a RB. Porém, no geral, os valores ainda são superiores aos relatados por Rego et al. (2017) e Almeida et al. (2021); que foram, respectivamente, 2,08% e 4,27% sobre à RB. O dispêndio com eletricidade ocorre, principalmente, devido ao uso contínuo do sistema de aeração e esta demanda uma potência por hectare superior ao exigido pelo sistema convencionais (Hargreaves, 2013). Assim a melhora na eficiência da demanda por energia passa pelo desenvolvimento e utilização de equipamentos que estejam dimensionados corretamente para o sistemaser utilizado , ou uma nova mudança na tecnologia do sistema de aeração (ou seja, com melhores rendimentos). Nesse aspecto Hargreaves (2013), alega que além de manter o oxigênio em concentrações elevadas, a aeração em tanques de BFT, também é utilizada para suspensão os sólidos suspensos.

Em relação aos salários, estes representaram 9,42%; 8,11% e 8,50% da RB. Apesar do amplo conhecimento requerido aos funcionários para operacionalização da tecnologia BFT, este custo teve baixo impacto sobre a receita. Resultados que concordam são relatados por Rego et al. (2017) e Almeida et al. (2021), que encontraram, respectivamente, 2,88 e 4,97%.

Contudo, , deve-se ressaltar alguns paralelos entre o presente estudo e alguns artigos supracitados. Por exemplo, o estudo conduzido por Rego et al. (2017) coletou dados de empreendimento operado com a tecnologia BFT com densidade de estocagem, em média, de 113 camarões.m^{-2}; Almeida et al. (2021) utilizou de simulação para demonstrar os resultados financeiros do sistema BFT com densidade de 400 camarões. m^{-2}. Nesse sentido, FCA entre os trabalhos foi discrepante, Rego et al. (2017), 1,8; e 1,3;

Almeida et al. (2021), contrastou o exposto por Krummenauer et al. (2011) e Silveira et al. (2020), visto que, as densidades foram similares. Krummenauer et al. (2011) complementa relatando que a densidade pode gerar impactos negativos sobre os parâmetros verificados. Em seus estudos, o autor relata que a densidade de 450 camarões.m^{-2} não foi beneficiada pela produtividade natural. Já Hargreaves (2013) afirma que a intensificação da produção pode afetar a contribuição nutricional do floco. Logo, o sistema hiperintensivo não são afetados positivamente por esta importante relação, contrastando com a afirmação Wasielesky et al. (2006); atingindo maiores valores de FCA.

É importante ressaltar que apesar do aumento percentual de 25% e 50% na biomassa inicial estocada para os tratamentos 500 e 600, em relação ao tratamento 400, isso não implicou em ganhos proporcionais de biomassa final. Os resultados deste indicador, mostram que aqueles tratamentos foram, respectivamente, 16,15 e 23,80% superior ao 400 estes resultados impactaram a RB.

A análise de sensibilidade identificou quais são as vulnerabilidades sobre o lucro. Nesse caso, para os tratamentos verificados observou-se como fragilidade: FCA, Energia, MOE e Produção. Sendo que, , a proporção de atuação destes fatores sobre o lucro difere, principalmente, no T_600. Assim, o resultado para este tratamento (600) mostrou-se sensível as estimações, com impactos sobre o lucro que vão de -6,56% a 15,79%. Tais resultados são ratificados por Rego et al., (2017b) e Almeida et al. (2021) que concluem que, apesar da biossegurança, alta produtividade e elevada sobrevivência; o sistema está sujeito a custo de produção elevado o que gera incertezas.

Com relação a metodologia, Correia Neto, (2019) caracteriza a análise de sensibilidade como uma ferramenta para identificar os riscos, mas ressalta que esta análise não considera o efeito das mudanças que uma parâmetros pode causar sobre as demais variáveis, condição *ceterius paribus*. Nesse aspecto, o aperfeiçoamento sobre determinado parâmetro caracterizado como impactante (ou sensível) exige conhecimento amplo para que um a melhora no sistema ocorra.

A Simulação de Monte Carlo (SMC), utilizada para determinar a probabilidade de o lucro ser negativo, identificou que a pior situação, para os tratamentos simulados foi o T_600 (75,07 %), este resultado reforça todos os outros resultados financeiros. A explicação do tratamento 400 (tratamento que também mostrou L<0) ocorre devido ao Intervalo de Confiança. O IC indicou faixas de valores negativos, logo, ocorre, como

mostra o resultado, uma elevada chance caso o modelo produtivo adote a densidade de 400 e 600, de prejuízo.

Continuando o resultado confirma descritode Rego et al. (2017a) e Almeida et al. (2021) que declararam que os indicadores financeiros gerados pelo sistema BFT em condições de riscos é influenciado pelo alto custo operacional. Almeida et al. (2021) sugere como medidas para reduzir as incertezas e, consequentemente os riscos, a adoção de manejo otimizados dos ciclos produtivos, isso refletiria em custos menores e tornaria atividade mais atraente para novos empreendimentos.

Por fim é importante ressaltar o aspecto adotado na elaboração da análise de incerteza. Os modelos foram determinados sobre os valores médios assim com base no desvio é possível determinar por meio das interações a probabilidade de ocorrência do evento desejado (L<0).

5. CONCLUSÃO

O tratamento que teve o melhor resultado financeiro para o sistema Hiperintensivo foi o T_500, sendo que todos os demais se mostraram sujeito a mesma fragilidade, mas a densidade de 600 camarões.m^{-2} apresentou-se mais sensibilidade as variações do FCA, Energia, MOE e Produção e, consequentemente, apresentou maior risco.

Os resultados encontrados revelam a imposição de planejamento prévio, medidas de controle e correções rotineiras, assim redução da possibilidade de prejuízo financeiro. Adicionalmente, essas práticas podem auxiliar na racionalização dos gastos e na obtenção de melhores resultados zootécnicos. No entanto, mesmo resultados zootécnicos elevados, podem não implicar em bons resultados financeiros. Há, portanto, a necessidade de conhecer os custos e suas oscilações para identificar e quantificar os riscos.

O estudo aponta que outros fatores estão diretamente relacionados com os resultados financeiros apresentados e devem ser avaliados individualmente e, posteriormente, sua atuação conjunta. O Manejo, Condição de estresse e Nutrição são parâmetros que estão mutuamente relacionados e que necessitam de pesquisa específica. Em especial, com objetivo de redução do custo ou melhora dos índices zootécnicos. Ademais, é importante uma avaliação completa, por meio do levantamento de todos os custos, para constatar se há viabilidade de financeira dos sistemas hiperintensivo.

REFERÊNCIA

A.G.J. Tacon, J.J. Cody, L.D. Conquest, S. Divakaran, I.P.F.& O.E.D., 2002. Effect of culture system on the nutrition and growth performance of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Effect of culture system on the nutrition and growth vannamei (Boone) fed different diets. Aquac. Nutr. 8, 121–137.

Arnold, S.J., Sellars, M.J., Crocos, P.J., Coman, G.J., 2006. An evaluation of stocking density on the intensive production of juvenile brown tiger shrimp (*Penaeus esculentus*). Aquaculture 256, 174–179. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.01.032

Braga, A., Magalhães, V., Hanson, T., Morris, T.C., Samocha, T.M., 2016. The effects of feeding commercial feed formulated for semi-intensive systems on *Litopenaeus vannamei* production and its profitability in a hyper-intensive biofloc-dominated system. Aquac. Reports 3, 172–177. https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2016.03.002

Campos, C., 2006. Alternativa econômica para o novo rural do nordeste brasileiro : o cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei*. GEPEC 10, 40–53.

Correia Neto, J.F., 2019. Elaboração e Avaliação de Projetos de Investimento.

Da Silveira, L.G.P., Krummenauer, D., Poersch, L.H., Fóes, G.K., Rosas, V.T., Wasielesky, W., 2022. The effect of partial harvest on production and growth performance of *Litopenaeus vannamei* reared in biofloc technologic system. Aquaculture 546. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737408

da Silveira, L.G.P., Krummenauer, D., Poersch, L.H., Rosas, V.T., Wasielesky, W., 2020. Hyperintensive stocking densities for *Litopenaeus vannamei* grow-out in biofloc technology culture system. J. World Aquac. Soc. 51, 1290–1300. https://doi.org/10.1111/jwas.12718

de Almeida, M.S., Carrijo-Mauad, J.R., Gimenes, R.M.T., Gaona, C.A.P., Furtado, P.S., Poersch, L.H., Wasielesky, W., Fóes, G.K., 2021. Bioeconomic analysis of the production of marine shrimp in greenhouses using the biofloc technology system. Aquac. Int. 29, 723–741. https://doi.org/10.1007/s10499-021-00653-1

de Yta, A.G., Rouse, D.B., Davis, D.A., 2004. Influence of nursery period on the growth and survival of *Litopenaeus vannamei* under pond production conditions. J. World Aquac. Soc. 35, 357–365. https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2004.tb00099.x

Emerenciano, M.G.C., Martínez-Córdova, L.R., Martínez-Porchas, M., Miranda-Baeza, A., 2017. Biofloc Technology (BFT): A Tool for Water Quality Management in

Aquaculture. Water Qual. https://doi.org/10.5772/66416

Ferreira, P.V., 2018. Estatística Experimental Aplicada ás Ciências Agrárias, 630.2195. ed, 2018. 2018, Viçosa.

Hanson, T., Ph, D., Morris, T., 2013. Economic Analyses Project Rising Returns For Intensive Biofloc Shrimp Systems. Glob. Aquac. Advocate 2011–2013.

Hargreaves, J.A., 2013. Biofloc Production Systems for Aquaculture. SRAC Publ. 1–12.

Hasan, M.R., Hecht, T., De Silva, S.S., Tacon, A.G.J., 2007. Study and analysis of feeds and fertilizers for sustainable aquaculture development, FAO. Fisheries Technical Paper.

Hasan, M.R., New, M.B., 2013. On-farm feeding and feed management in aquaculture. FAO Fish. Aquac. Tech. Pap. No. 583. Rome, FAO. 407–431.

Jory, D.E., Cabrera, T.R., Dugger, D.M., Fegan, D., Lee, P.G., Lawrence, L., Jackson, C.J., Mcintosh, R.P., Castañeda, J., International, B., Park, H.A., Hwy, N.O.D., Pierce, F., 2001. a Global Review of Shrimp Feed Management : Status and Perspectives. Aquaculture 104–152.

Krummenauer, D., Peixoto, S., Cavalli, R.O., Poersch, L.H., Wasielesky, W., 2011. Superintensive culture of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in a biofloc technology system in Southern Brazil at different stocking densities. J. World Aquac. Soc. 42, 726–733. https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2011.00507.x

Li, E., Wang, X., Chen, K., Xu, C., Qin, J.G., Chen, L., 2017. Physiological change and nutritional requirement of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* at low salinity. Rev. Aquac. 9, 57–75. https://doi.org/10.1111/raq.12104

Martin, N.B., Serra, R., Oliveira, M.D.M., Ângelo, J.A., Okawa, H., 1998. Sistema integrado de custos agropecuários - CUSTAGRI. Informações Econômicas v. 28, n.1 28, 7–28.

Matsunaga, M., Bemelmans, P.F., Toledo, P.E.N., Dulley, R.D., Okawa, H., Pedroso, I.A., 1976. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA.

Rego, M.A.S., Sabbag, O.J., Soares, R., Peixoto, S., 2017a. Financial viability of inserting the biofloc technology in a marine shrimp *Litopenaeus vannamei* farm: a case study in the state of Pernambuco, Brazil. Aquac. Int. 25, 473–483. https://doi.org/10.1007/s10499-016-0044-7

Rego, M.A.S., Sabbag, O.J., Soares, R., Peixoto, S., 2017b. Risk analysis of the insertion of biofloc technology in a marine shrimp *Litopenaeus vannamei* production in a farm in Pernambuco, Brazil: A case study. Aquaculture 469, 67–71.

https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.12.006

Reis, J., Novriadi, R., Swanepoel, A., Jingping, G., Rhodes, M., Davis, D.A., 2020. Optimizing feed automation: improving timer-feeders and on demand systems in semi-intensive pond culture of shrimp *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture 519, 734759. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734759

Rezende, F.P., Mataveli, M., 2017. Impactos da mancha branca nos custos de produção do camarão no Nordeste. Ativos da Aquicultura 3, 6–7.

Rocha, I., 2022. Os desafios para a superação dos atuais entraves confrontados pela carcinicultura brasileira. Rev. da ABCC – Assoc. Bras. Criadores Camarão 4–5.

Santo, G. J.; Marion, J. C.; Segatti, S., 2002. Administração de custo na agropecuária.pdf, 3rd ed. Editora Altas, São Paulo.

Tacon, A.G., Jory, D., Nunes, A., 2013. Shrimp feed management: issues and perspectives. On-farm Feed. Feed Manag. Aquac. 481–488.

Ullman, C., Rhodes, M.A., Allen Davis, D., 2019. Feed management and the use of automatic feeders in the pond production of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture 498, 44–49. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.08.040

Valenti, W.C., Barros, H.P., Moraes-Valenti, P., Bueno, G.W., Cavalli, R.O., 2021. Aquaculture in Brazil: past, present and future. Aquac. Reports 19, 100611. https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100611

Varian, H.R., 2015. Microeconomia: uma abordagem moderna, Analytical Chemistry.

Wasielesky, W., Atwood, H., Stokes, A., Browdy, C.L., 2006. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture 258, 396–403. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.04.030

Yang Gao, Zhuliu He, Hector Vector, Bo Zhao, Zhiwei Li, Jie He, Jeong-Yeol Lee, Z.C., 2017. Effect of Stocking Density on Growth, Oxidative Stress and HSP 70 of Pacific White Shrimp *Litopenaeus vannamei* Yang. Turkish J. Fish. Aquat. Sci. 17, 51–60. https://doi.org/10.4194/1303-2712-v17

CAPÍTULO 2 – AVALIAÇÃO FINANCEIRA DO SISTEMA BFT PARA DIFERENTES ESTRATÉGIAS EM REGIME HIPERINTENSIVO COM DESPESCA PARCIAL

Autores: Fellipy Augusto Holanda Chaves[1]; Lucas Genésio Pereira da Silveira[1], Marcos Almeida[2]; Kilmer Coelho Campos[3]; Wilson Wasielesky Jr.[1]; Luís Henrique Poersch[1].

Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Instituto de Oceanografia, Universidade 592 Federal do Rio Grande - FURG; Rua do Hotel, n°2, Cassino, Rio Grande, RS, Brazil. 593 CEP: 96210-030.

[2]Programa de Pós-graduação em Agronegócios. Universidade Federal da Grande Dourados (PPGA-UFGD), Unidade II: Rodovia Dourados/Itahum, km 12, Cidade Universitária, Dourados/MS. CEP: 79804-970.

[3]Programa de Pós-graduação em Economia Rural, Departamento de Economia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Av. Mister Hull, 2977- Campus do Pici,Bloco 826. Fortaleza-Ceará, Brasil. CEP:60440-970.

Autor por correspondência: Universidade Federal do Rio Grande (PPGAq-IO-FURG), Rua do Hotel nº 2, Cassino, Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. CEP: 96210-030 E-mail: fellipychaves@gmail.com (Fellipy A.H. Chaves).

RESUMO

A produção com a tecnologia de bioflocos (BFT) já demonstrou sua alta capacidade produtiva. Contudo, o BFT carece de informação que correlacione a produtividade do sistema com os custos de produção e o retorno financeiro-econômico. O objetivo desse estudo é avaliar o resultado de viabilidade econômica do sistema BFT que adote a estratégia de despesca parcial. Para isso, utilizou-se o sistema de formação de custos por meio do COE, OCO e COT; receita e os indicadores Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM), Payback (PPB), Índice de Lucratividade (IL), Margem Bruta (MB)e Ponto de Equilíbrio (PE). A avaliação foi feita adotando um modelo com despesca total (DT); com uma despesca parcial (D_1); duas despesca parciais (D_2) e quatro despesca parciais (D_4). Os resultados indicam que o sistema com uma despesca parcial obteve os piores resultados econômicos. Em oposição, a estratégia D_2 teve os melhores resultados, indicando que o emprego de duas despescas parciais sejam economicamente mais viáveis/adequados.

Palavras-chaves: Estratégias alternativas, camarão marinho, hiperintensivo, avaliação econômica

Artigo Submetido: Revista de Economia e Agronegócio

1. INTRODUÇÃO

a produção aquícola global apresentou uma taxa de crescimento de 31.38%; enquanto, a pesca teve uma retração 0.77% A análise dos grupos produzidos pela aquicultura acentua ainda mais a estagnação da atividade rativista. Por exemplo, os crustáceos apresentaram uma produção duas vezes maior que os capturados (FAO,2022).

Especificamente, o camarão marinho, *Litopenaeus vannamei*, representa 51.7% de todo os crustáceos produzidos, além de ter volume produção superior aos capturados (FAO, 2022). Características como rápido crescimento, possibilidade de adensamento, necessidade de ração com baixo teor de proteína e um pacote tecnológico consolidado possibilitaram a rápida expansão e disseminação desta espécie (FELIX et al., 2020).

No Brasil, a espécie se adaptou bem ao cultivo em viveiros, especialmente na região Nordeste, porém já é possível encontrar produções de *L. vannamei* em todas as regiões do país com o emprego de diversos sistemas produtivos, sendo o sistema semi-intensivo o mais utilizado (Valenti et al., 2021). Contudo, a intensificação da produção e, consequentemente, a maior demanda por alimento, aliadas as altas taxas de renovação de água passaram a impactar negativamente o sistema convencional de produção (Hargreaves, 2006).

Particularmente, a prática de renovação de água com o objetivo de eliminar compostos que podem ser prejudicais ao cultivo, tornou-se a principal via de entrada de agentes patogênicos no ambiente de produção (Lightner, 2005). As doenças prejudicaram a produção em sistema de cultivo convencionais causando perdas produtiva e prejuízos financeiros (Nunes e Feijó, 2016; Rezende e Mataveli, 2017). Em razão disso, pesquisadores, com o intuito de reduzir os impactos ambientais causados pelas altas taxas de renovação de água, lançamentos de efluente e necessidade de aumentar a biossegurança passaram a desenvolver um sistema com zero ou reduzida trocas de água, denominado tecnologia de biofloco (BFT).

O sistema BFT tem características que o diferem de outros sistemas, tais como: controle dos compostos nitrogenados no próprio sistema de cultivo (Crab et al., 2007); aproveitamento da biomassa microbiana como suplementação alimentar (Wasielesky et

al., 2006); e alta capacidade produtiva retratada por meio dos indicadores zootécnicos de sobrevivência e produtividade (Krummenauer et al., 2011 e Silveira et al., 2020).

Apesar das vantagens relacionadas ao sistema BFT, o entrave fica a cargo do alto valor de investimento e operação (Hanson et al., 2013; Hargreaves, 2013). Como citado anteriormente, estudos relacionados com as formas de produzir e aos manejos que devem ser adotados já foram elaborados. Estratégias de produção já estão definidas com densidade variadas (Krummenauer et al., 2011; Silveira et al., 2020) e estratificação do período de despesca (Silveira et al., 2022), mas existem poucos estudos que relacionem estratégias produtivas e retornos financeiros.

Nesse sentido, a análise financeira é uma ferramenta adequada por considerar o valor de investimento, os custos de produção (saídas) e receitas geradas pelo projeto (entradas) ao longo de um determinado horizonte de tempo. Assim, avaliar as estratégias produtivas por meio do fluxo de caixa e indicadores economicos auxilia na identificação dos pontos que podem ser um entrave na produção e tomada de decisão (Bordeaux-Rêgo, 2013; Correia Neto, 2019).

Poersch et al. (2012), por exemplo, ao avaliarem o retorno econômico do sistema BFT, sugerem que entre as estratégias produtivas, a adoção da técnica de despesca parcial pode ser uma alternativa na busca por melhorar os resultados financeiros do empreendimento já que é possibilita aumentar o número de entrada em caixa e alcançar preço de venda melhor e, consequentemente alavanca a receita do empreendimento. Adicionalmente, a despesca parcial atua no incremento dos resultados zootécnicos (Silveira et al., 2022). Em vista disso, o objetivo é avaliar financeiramente o sistema BFT em condição de produção hiperintensiva por meio de diferentes estratégias de despesca parcial, bem como, o efeito sobre o crescimento .

2. MATERIAl E MÉTODOS

Os resultados produtivos para o sistema BFT com despescas parciais (D's) e sem despescas parciais (DT) do camarão marinho, *L. vannamei*, foram obtidos de ciclos de produção realizados em tanques em escala comercial (tanques de 35 m²) na Estação Marinha de Aquacultura, Universidade Federal de Rio Grande-FURG, Brasil.

As estratégias de produção adotaram a densidade de 500 camarões/m². O ciclo de produção durou 22 semanas, assim, por ano, foi estimado a realização de dois ciclos. As estratégias foram divididas em: despesca total (DT); uma despesca parcial e final (D_1); duas despesca parciais e final (D_2) e quatro despesca parciais e final (D_4). A primeira

despesca parcial ocorreu na 14ª semana de cultivo, nesse período, todos tanques (D_1; D_2; D_4) foram despescados, porém em proporções diferentes. Foram despescados 50%, 33% e 20% da produção esperada, respectivamente, para D_1, D_2 e D_4. A segunda despesca ocorreu na 16º semana, porém apenas para o D_4; retirou-se mais 20% da produção; na 18º semana foi realizada a despesca do D_2 e D_4, foram retirados, respectivamente, 33% e 20%; na 20º semana foi despescado mais 20% do D_4; e na 22º semana todos os tanques com as diferentes estratégias produtivas (DT; D_1;D_2; D_4) foram totalmente despescados (Tabela 1).

Tabela 1 – O ciclo de despesca entre as diferentes estratégias de despescas parciais do camarão marinho *L. vannamei* ao longo do ciclo de produção de 22 semanas. A primeira despesca começa a ocorrer na 14ª semana. Despesca total (DT); uma despesca parcial (D_1); duas despescas parciais (D_2) e quatro despescas parciais (D_4).

	Semanas									
Tratamento	1 a 13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
DT										
D_1										
D_2										
D_4										

A oferta de ração foi determinada segundo a metodologia proposta por de Yta et al. (2004)sendo que ocálculo da alimentação foi em relação a expectativa de crescimento semanal (1.0 g por semana), Fator de Conversão Alimentar (FCA: 1.4:1), número de indivíduos estocados por unidade produtiva e a expectativa de mortalidade de 11% ao final do ciclo.

$$OR = (N * FCA * EC * S)/7$$

A área total de cultivo de 6000 m² (0,6 ha) foi estimada para 10 unidades de produção os tanques confeccionados em madeiras, cobertos com mantas de PEAD de 1.0 mm e com rede hidráulica e elétrica. O sistema de aeração, configurado de acordo com Hargreaves (2013), foi formado por difusores de ar com mangueira microperfurada e alimentado por soprador de ar (blower) e aeradores de pás.

Com relação ao levantamento financeiro, os custos de implantação e de operação seguiram as metodologias propostas por Bordeaux-Rêgo (2013), Correia Neto (2019) e Martin et al. (1998), sendo os custos são formados por Custo Operacional Efetivo (COE); Outros Custos Operacionais (OCO) e Custo Operacional Total (COT). Para isso Martin

et al. (1998) descrevem o COE como o custo desembolsado com a produção aquícola, ou seja, a compra de ração, pós-larvas, energia, mão de obra (permanente, temporária e especializada), alcalinizantes (cal hidratada), melaço e probiótico comercial.

O OCO é a soma dos encargos (2.70% relativo a Contribuição Especial Seguridade Social Rural, CESSR) e impostos (35.97%, relativos a 8.0 % do FGTS; 11.11% férias e prêmio do FGTS; 2.50% salário família, educação e INCRA). O cálculo da depreciação seguiu o proposto por Correia Neto (2019) feito por meio do método linear. Por último o COT, correspondeu a soma do COE com o OCO e a receita é o produto do preço de venda pela biomassa total produzida (Martin et al., 1998; Matsunaga et al., 1976).

A análise financeira, realizada após o levantamento dos dados da etapa anterior, foi realizada por meio do fluxo de caixa projetado para um horizonte de tempo de 10 anos. Quanto a avaliação econômica, levou-se em consideração as seguintes técnicas de análise de investimento: valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR), taxa interna de retorno modificada (TIRM), payback descontado (PBD) e índice de lucratividade (IL). No entanto, para o cálculo dos indicadores foi necessário escolher a taxa minima de atratividade (TMA), para isso optou-se pelo valor da Taxa Selic de 13.75% referente ao ano de 2022. A escolha pela Taxa Selic ocorre por esta indexar o Titulo do Tesouro Selic, uma aplicação vista como de baixo risco.

O VPL utilizou os valores futuros estimados pelo projeto ajustados à TMA ao período de referencia para tomada de decisão (Correia Neto, 2019), ou seja, no ano zero. Adicionalmente, Bordeaux-Rêgo (2013) afirma que como critério de decisão, o VPL positivo indica recuperação do capital investido à TMA escolhida e geração de riqueza.

$$VPL = \sum_{n=1}^{t} \frac{VP_n}{(1+i)^n}$$

A TIR, que representa o potencial de retorno do projeto em termos percentuais, é utilizada de forma análoga à TMA. O resultado encontrado indica se o projeto poderá ser aceito (TIR>TMA) ou rejeitado (Correia Neto, 2019).

$$0 = \sum_{n=1}^{t} \frac{VP_n}{(1+TIR)^n}$$

A TIRM reflete o retorno esperado de forma mais realista por levar em conta as diferentes taxas de reaplicação dos valores gerados.

$$TIRM = \sqrt[n]{\frac{VF}{VP}} - 1$$

O PBD corresponde ao de retorno do investimento, descrito em anos, com relação ao custo do capital (Correia Neto, 2019).

O IL é a relação entre os valores futuros gerados pelo projeto e o investimento; o resultado, caso seja positivo e maior que 1 (IL>1), além do retorno gerado há o incremento de riqueza (Bordeaux-Rêgo, 2013).

$$IL = \frac{\sum VP}{I}$$

Para relacionar produção, custo e lucro utilizou-se o ponto de equilíbrio (PE). Logo, por meio desta medida é possível identificar o nível mínimo de produção, em quilograma, para custear o COT, ou seja, a partir de qual valor o COT será igual a Receita. O PE é a relação entre o COT e o preço de venda por quilograma (Pu) de camarão produzido (Martin et al., 1998).

$$PE = \frac{(COT)}{Pu}$$

O lucro operacional (LO) agrega consigo o reflexo do custo operacional sobre a receita, além disso, este indicador identifica simultaneamente o efeito do COE sobre a viabilidade do sistema produtivo no curto prazo e as sobras para cobrir os COT (Martin et al., 1998).

$$LO = RB - COE$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os maiores desembolsos para implantação do sistema BFT em regime hiperintensivo destacam-se, estrutura de produção, edificações e aeração; estes itens juntos representam 88.63% do valor investido (Tabela 2).

A estrutura de produção inclui gastos com arcos galvanizados, o plástico de revestimento, madeiras para a construção dos tanques, a geomembrana (1.0 mm) para recobrir a estrutura de madeira, tubulação utilizada no sistema de aeração (alimentados por três sopradores de 7.5 HP), mangueira microperfurada e o sistema hidráulico.

Tabela 2 - Descrição dos principais valores de investimento para implantação e operacionalização do sistema produtivo bioflocos para cultivo do camarão marinho, *Litopenaeus vannamei*, em densidade hiperintensivo (500 cam/m²) em uma área de 6000m².

	Qtde	Valor Unitário	Total	%
Aquisição de terreno (ha?)	02	US$ 4,140.71	$ 8,281.42	2.94%
Estrutura de Produção	10	$ 17,282.70	$ 172,826.97	61.26%
Aeração			$ 36,677.99	13.00%
Compressor de radial	*03*	*$ 1,727.86*	*$ 5,183.58*	
Aeradores de pás	*40*	*$ 787.36*	*$ 31,494.41*	
Edificações	01	$ 40,525.25	$ 40,525.25	14.37%
Equipamentos de qualidade de água	01	$ 3,337.64	$ 3,337.64	1.18%
Equipamentos de despescas	01	$ 1,668.81	$ 1,668.81	0.59%
Geradores	01	$ 17,218.91	$ 17,218.91	6.10%
Bomba d'água	01	$ 1,564.76	$ 1,564.76	0.55%
Total			$ 282,101.75	100%

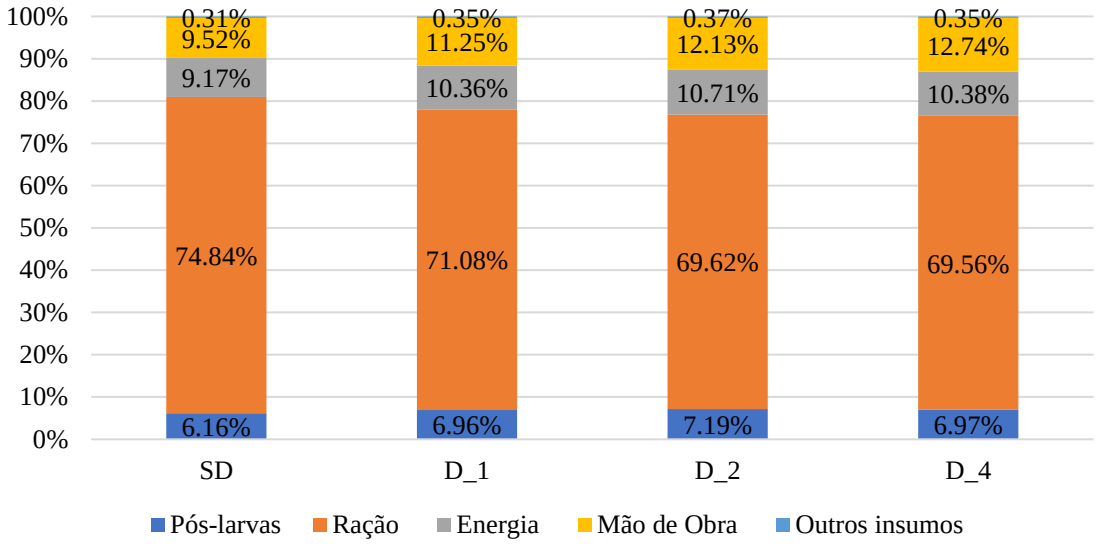
Cotação do Dólar: R$ 5.45 (24/08/2021).

Os custos com insumos variaram (para as diferentes estratégias empregadas) de $ 390,300.62 a $ 455,621.81; o menor valor de custo operacional efetivo (COE) foi encontrado com duas despescas parciais (D_2, $390,900.62) e o maior valor quando se realizou despesca total (DT, $ 455,621.81). A ração foi o item com maior impacto sobre o COE, independente do tratamento. Em seguida, foi mão de obra; e, posteriormente, energia, pós-larvas (Gráfico 1). O gasto com ração entre os tratamentos variou de 69.56% a 74.84%, sendo que menor e o maior valor foram encontrados, em D_4 e DT, respectivamente.

A mão de obra, esta é constituída por pessoas da gerência, técnicos de campos e mão de obra temporária. Ademais, os gastos com mão de obra, pós-larvas, energia elétrica

e outros insumos não apresentaram grandes diferenças entre as estratégias de produção avaliadas.

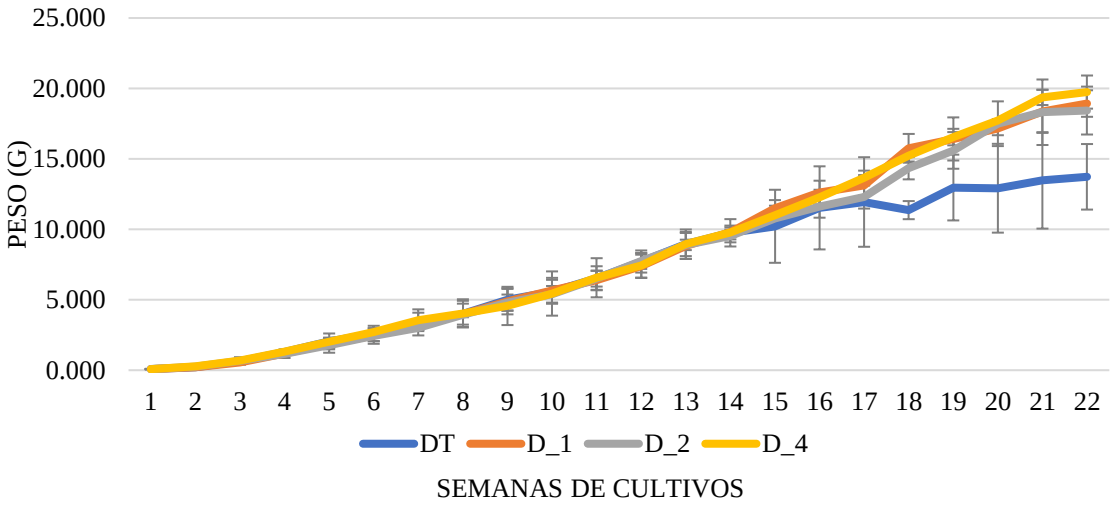
Gráfico 1 - Representação dos principais custos de produção (pós-larvas, ração, energia, mão de obra, outros insumos*), em valores percentuais, para operação em sistema BFT em condição hiperintensivo.



*Outros insumos: alcalinizantes, melaço, farelos e probióticos.

Foi possível observar que a partir da décima sexta semana de cultivo o DT inicia a estabilização do crescimento, atingindo o peso médio final de 13.72g. Nas demais estratégias de manejo os animais continuaram a crescer e a si diferenciar de DT. Ao final do ciclo, o D_1, D_2 e D_4 encerraram com peso médio, respectivamente, de 18.93g; 18.43g e 19.74g (Gráfico 2).

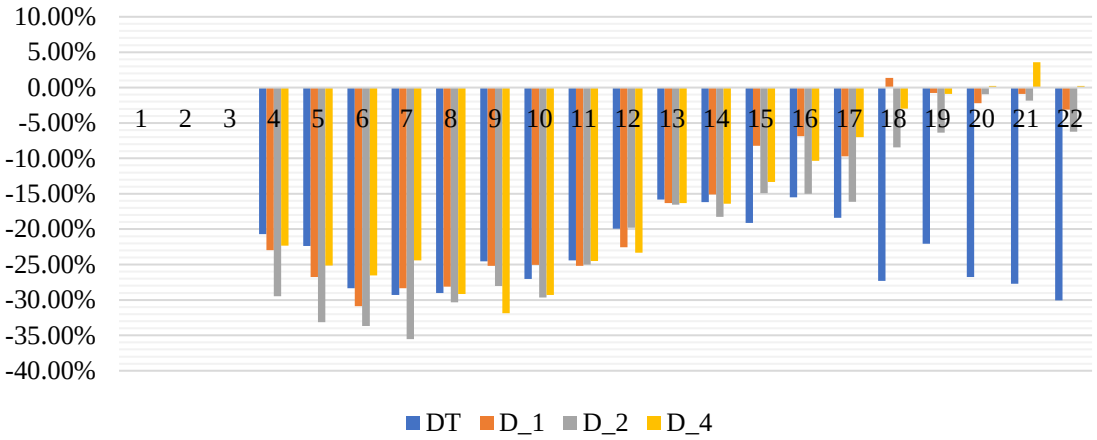
Gráfico 2 - Crescimento semanal dos camarões ao longo do ciclo de produção de 22 semanas empregando o manejo de despescas parciais. O eixo horizontal é período de acompanhamento semanal de crescimento dos animais e o eixo vertical são pesos (em grama) relativo à semana.



O comportamento em relação a taxa de crescimento real dos animais ao longo do ciclo descrito no Gráfico 3, expõe que os animais apresentaram crescimento (Gráfico 2), porém este ocorreu a uma taxa inferior ao esperado. Entre a terceira e a quarta semana ocorreram as maiores quedas na taxa de crescimento (D_2; com -29.49%); já entre a quarta e a décima semana o declínio da taxa de crescimento aparenta uma estabilização com D_2 apresentando a maior queda; (-35.53%); porém, a partir da décima semana os valores de taxa de crescimento iniciaram o processo de retomada de melhora nos resultados. As estratégias D_1 e D_4, a partir da décima sétima semana, apresentaram resultados de taxas de crescimentos superiores aos resultados esperados. Isso ocorreu por conta das despescas parciais, em D_1 foi despescado 50% do volume estimado de produção e D_4, entre décima e a décima quarta semana, foi despesca duas vezes. Em cada despesca foi retirado 20% da produção estimada.

Já D_2 conseguiu superar o valor de crescimento esperado a partir da décima nona semana, período em que já havia sido realizada as duas despescas parciais. Quando ao DT, a dificuldade de mensurar a mortalidade ao longo do ciclo e de ajustar corretamente a sobrevivência prejudicaram o resultado obtido pelo modelo de produção.

Gráfico 3 - Taxa de crescimento real (em termos percentuais) ao longo das 22 duas semanas de cultivos. O eixo horizontal indica as semanas de cultivos; eixo vertical retrata a variação de crescimento observado em relação ao valor esperado.



Entre DT e D_1 (uma despesca parcial) ocorreu um incremento da produção de 67.94%; já D_1 e D_2 o aumento foi de 6,26%; e entre DT e D_2 o aumento da produção foi de 78.46%; a exceção ficou por conta do D_4 que em relação ao D_2 apresentou uma queda na produção de 1.36% (Tabela 3).

Tabela 3 – Resultados das diferentes estratégias produtivas em relação aos valores de produção, preço médio de venda por peso (de acordo com a gramatura) no momento da ocorrência das despescas do cultivo do camarão marinho *L. vannamei* sob regime hiperintensivo de produção.

	DT	D_1		D_2			D_4				
Produção (kg)	48,930.61	82,176.18		87,321.71			86,135.51				
Preço (US$/g)	6.61	5.50	7.12	5.50	6.24	7.16	5.50	5.87	6.42	6.97	7.33
Despesca (semana)	22	14	22	14	18	22	14	16	18	20	22

Em relação a variação dos preços de vendas, as estratégias com emprego de despescas parciais favoreceram o ganho de pesos dos animais possibilitando assim a obtenção de melhores valores na comercialização. Já a estratégia DT obteve apenas um preço de venda. Entre os métodos de despescas parciais, D_4 apresentou o maior preço e peso de venda; o DT apresentou o menor peso (13.72g) e preço de venda ($6.61). É importante destacar que a relação entre os valores médios dos diferentes preços de vendas obtidos para as estratégias de despescas parciais identificou que a diferença entre o menor valor ($6.30) e maior ($6.42) foi de 1.91%.

A melhor produção (D_2) refletiu também sobre a melhor receita ($ 553,871.72). DT foi fortemente impactada pela baixa produção e, consequentemente, menor receita ($

323,187.66) e em relação a D_1 ($524,623.37) a queda da receita foi de 62.38%. Assim, o lucro operacional (LO) apresentou valores que variam entre $ -189,526.34 a $ 100,250.44; o D_2 apresentou o melhor resultado (Tabela 4).

Tabela 4 – Resultado das diferentes estratégias produtivas em relação aos valores financeiros para a geração de Receita, Custo Operacionais Efetivos (COE), Custo Operacional Total (COT), Lucro Operacional (LO), Ponto de Equilíbrio por quilograma produzido.

	DT	D_1	D_2	D_4
Produção	48,930.61	82,176.18	87,321.71	86,135.51
Receita (U$$)	323,187.66	524,623.37	553,871.72	552,030.65
COE(U$$)	455,621.81	403,219.27	390,300.62	402,619.83
COT(U$$)	512,714.00	465,750.22	453,621.28	465,890.78
Lucro Operacional (US$)	-189,526.34	58,873.15	100,250.44	86,139.87
Ponto de Equilíbrio (kg)	77,624.90	75,776.87	73,438.14	73,389.92
Ponto de Equilíbrio (%)	158.64	92.21	84.10	85.20
COT/kg (U$$/kg)	10.48	5.67	5.19	5.41
COE/kg (U$$/kg)	9.31	4.91	4.47	4.67

O modelo de produção com despesca total (DT) apresentou o maior resultado de ponto de equilíbrio (PE) 77,624.90 kg, ou seja, para custear o COT é necessário aumentar a produção em 158.64%. O D_2 teve o menor valor para PE, logo, para cobrir o COT é necessário utilizar 84.10% da produção. Entre as estratégias analisadas, o custo médio de DT apresentou os maiores resultados (COT$ 10.48 e COE $ 9.31) e o menor para COT e COE foram obtidos em por D_2 ($ 5.19 e $4.47).

Os indicadores econômicos revelaram a viabilidade econômica da estratégia de duas despescas parciais (D_2) durante ciclo produtivo. Esta técnica alcançou o maior valor de VPL ($ 245,958.36), TIR (17.43%), TIRM (15.02) para uma taxa mínima de atratividade (TMA) de 13.75%. Adicionalmente, o IL (1.87) foi superior no tratamento D_2 com Payback descontado de quatro anos para o retorno do capital investido.

Entre os métodos de produção utilizado, o DT apresentou os piores resultados com VPL (-1,456,754.83), IL (-4.16); não foi possível encontrar o resultado de TIR. Quando ao PPB descontado, no horizonte de tempo previsto do projeto (10 anos), não apresenta resultado.

O D_4 alcançou um resultado positivo para o VPL, além disso o IL foi o segundo maior resultado entre os modelos de produção. O resultado do PBD foi de cinco anos. Foi a estratégia que apresentou o segundo maior valor de TIR, porém o resultado foi inferir a TMA (13.75%). Esta relação de inferioridade da TIR com a TMA é observada também

em D_1, apesar dos valores positivos de VPL (28,007.22), TIR (2.18%), MTIR (9.06%), IL (1.10), além disso, o PBD indica que o retorno do capital investido ocorreria em 9 anos.

Tabela 5 – Resultados dos indicadores econômicos Valor Presente líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Taxa Interna de Retorno Modificada (MTIR), Índice de Lucratividade (IL), Payback descontado (PPB) para um fluxo de caixa de 10 anos com a realização de dois ciclos de produção por ano.

	DT	D_1	D_2	D_4
VPL (US$)	-1,280,414.54	28,007.22	245,958.36	171,632.17
TIR (%)	-	2.18%	17.43%	12.47%
MTIR (%)	-100%	9.06%	15.02%	13.29%
IL	-4.16	1.10	1.87	1.61
PPB Descontado (anos)	-	9.00	4.00	5.00

Estudos como os de Silveira et al. (2020), Silveira et al. (2022) e Krummenauer et al. (2011) relatam a elevada capacidade produtiva do sistema BFT. Contudo, Hanson et al. (2013) e Hargreaves (2013) destacam que este sistema necessita de equipamentos que garantam a manutenção dos parâmetros físico-químico e biológicos dentro da faixa ideal para o desenvolvimento das espécies cultivadas. Os autores ressaltam ainda que isto é responsável pelo alto investimento em instalação e equipamento e que esse fato pode se tornar um entrave para entrada de novos investidores e expansão do sistema.

Os valores de implantação (fortemente influenciados pelos gastos com a estrutura de produção) evidenciados no presente estudo corroboram os resultados encontrados por Rego et al. (2017). Contudo, os autores ressaltam que o empreendimento aquícola que passa a operar no sistema BFT e que necessita apenas adaptar a unidade produtiva apresenta como maior desembolso a aquisição e instalação da geomembrana que representa 31% do custo de adequação do empreendimento.

Já a necessidade de aeração constante torna estes equipamentos essenciais no processo produtivo (Hargreaves, 2013). O valor do investimento em bombas e aeradores apresentados nestes estudos é ratificado por Rego et al. (2017), onde esses itens representaram cerca de 13% dos custos totais de implantação. Contudo, vale salientar a importância do dimensionamento adequado da aeração, visto que, a relação entre potência e eficiência dos sopradores apresenta relação positiva (ou seja, maior potência implica em maior eficiência na incorporação de oxigênio na água), além disso, estes sopradores apresentam menor custo por unidade de potência. Adicionalmente, no sistema BFT, o

papel da energia elétrica está ligado diretamente a aeração. Nesse aspecto, Mauladani et al. (2020) destacam que o investimento em um sistema de aeração eficiente pode melhorar os resultados índices zootécnicos e os resultados financeiros da produção. No entanto, o dimensionamento inadequado gera o aumento do valor de investimento e do custo operacional refletido no gasto com energia.

Quando aos custos de operação, Santos (2002) esclarece que, independentemente do resultado de produção, conhecer os principais insumos ou os que mais impactam sobre custo de produção, favorece a criação de um sistema de custos confiável que poderá ser utilizado no planejamento, organização e controle da unidade produtiva. Nesse sentido, o custo identificado, no presente estudo, assim como outros autores (Almeida et al., 2021; Rego et al., 2017) ração, energia elétrica, e mão de obra são os custos que mais impactam sobre a operacionalização do sistema BFT correspondendo aproximadamente a 92 a 93% do valor total do COE.

Os custos com alimentação entre as diferentes estratégias variaram entre 69.56% e 74.84% no COE. Estes resultados caracterizam a influência da eficiência da conversão alimentar dos animais em alta densidade. O gráfico 3, evidencia que a expectativa de crescimento semanal (1.0 g) não foi alcançada durante a decima oitava (18º) semana, refletindo no aumento do custo com alimentação e, consequentemente no COE. Almeida et al. (2021) relataram valores que estão dentro dos limites estabelecidos nesse estudo. Na avaliação feita por Rego et al. (2017), a ração apresentou resultado menor (37,89% do COE) ao encontrado neste estudo, este resultado está relacionado com a densidade de estocagem adotada (113 camarões.m^{-2}) e, principalmente com o custo médio do quilograma gasto com alimentação U$$ 0,90 contra U$$ 1,69, encontrado neste estudo. A avaliação realizada por Almeida et al. (2021) ocorreu na mesma região da realização deste estudo o que justifica os valores próximos dos gastos com alimentação, porém a pesquisa realizada por Rego et al. (2017), ocorreu na região Nordeste (maior centro produtor de camarão marinho do Brasil) onde estão concentradas a maior parte das fábricas de ração do país. Hargreaves (2013) complementa ao afirmar que o processo de intensificação da produção por meio do aumento da densidade causa uma maior dependência por alimento artificial já que o papel nutricional do floco passar a ser menor. Adicionalmente, Hanson et al. (2013) descrevem que rações formuladas especificamente para atender as exigências nutricionais dos cultivos de camarões marinhos em sistema de BFT contribuem com melhores resultados econômicos principalmente pela redução dos

custos de produção (melhorou a conversão alimentar) e, consequentemente, a melhora dos indicadores econômico-financeiros.

Com relação ao custo com energia elétrica entre as estratégias analisadas, a variação ficou entre 9.17% e 10.71% do valor total do COE. A necessidade de aeração contínua implica na utilização constante de energia que impacta diretamente sobre o COE. O resultado de energia, relatado por Rego et al. (2017) e Almeida et al. (2021), são aos maiores gasto com energia.

Particularmente, sobre o efeito da mão de obra é interessante relatar o consenso entre autores, mesmo para diferentes regiões e países, quanto a experiência e nível educacional para funcionários que operam diretamente o sistema de produção. Islam et al. (2014) e Monteiro et al. (2019) avaliaram a produção de camarão na Malásia e na região Nordeste do Brasil (Ceará e Rio grande do Norte) e verificaram que há uma relação positiva entre educação e experiência profissional com os resultados alcançados com produção. Nesse sentido, investir em capacitação ou na contração de profissionais experientes pode ser uma importante ferramenta para redução dos custos e/ou aumento da produção. Contudo, o incremento do número de despescas refletiu em maior custo com mão de obra temporária, o que causou um aumento nos custos de produção.

O COE e o COT apresentaram uma queda com o incremento do número de despescas DT a D_2 de 14.66% e 11.52%, respectivamente; porém, em D_4 há um aumento em relação a D_2 devido ao maior gasto com ração e mão de obra. Em relação ao COE e COT por quilograma produzido, o maior resultado foi constatado em DT 101,93% maior que D_2.

Com relação a análise dos indicadores, Martin et al. (1998) esclarecem que a função do lucro operacional (LO) é avaliar a viabilidade financeira do empreendimento no curto prazo. Este estudo identificou que, com exceção de DT, as estratégias adotadas, no curto prazo, apresentaram retorno para custear pelo menos o COE. E, ao realizar uma análise entre os modelos de produção, é possível verificar que D_2 apresentou o LO, aproximadamente, duas vezes maior que o D_1, evidenciando o impacto do COE e da produção com aumento de 6.26% sobre a sua lucratividade.

Santos et al. (2002) descreveram o ponto de equilíbrio (PE) como o mínimo que o empreendimento deve produzir para cobrir todos os custos. Nesse estudo, os valores encontrados mostram que, para custear o COT, é necessário utilizar de 84.10% (para D_2) a 92.21% (D_1). No estudo de caso realizado por Rego et al. (2017) que comparou o sistema BFT com o convencional o valor de produção mínimo do sistema BFT para pagar

o COT ficou em 72.47%; já para o convencional 45.78%. É importante destacar que o autor avaliou um sistema de biofloco com densidade quatro vezes menor ao deste estudo e como afirma Hargreaves (2013) o aumento da densidade implica em menor efeito da produtividade primária como fonte de alimento. Adicionalmente, Ostrensky et al. (2017) relata que sistemas convencionais buscam a maior participação do alimento natural para reduzir os custos e tornar os produtores mais competitivos.

Martin et al. (1998) e Santos (2002) ressaltaram que não há uma relação ideal entre percentual (ou quantidade) mínima de produção para custear o COT, porém relatam que a viabilidade financeira da empresa, no longo prazo, está atrelada, entre outras coisas, a eficiência produtiva, novos investimentos e a formação de reserva financeira. Logo, quanto maior for o valor do PE menor serão as sobras financeiras que poderão ser alocadas para estas atividades.

Bordeaux-Rêgo (2013) e Correia Neto (2009) avaliaram o valor presente líquido (VPL) como indicador de decisão para execução de projeto de investimento. Nesse aspecto, a adoção do sistema BFT com despesca total (DT) mostrou-se inviável por gerar um VPL negativo. Segundo os autores anteriormente citado, VPL mede a capacidade de rentabilidade, logo o DT não há geração de riqueza e o critério de aceitação da TMA não é atendido. O estudo realizado por Almeida et al. (2021) e Rego et al. (2017) que trabalharam com densidades de 400 e 113 camarões.m^{-2}, respectivamente, apresentaram geração de riqueza (VPL>0) e superação das TMA's propostas. Em DT, fica evidente o quanto do custo de produção e a valor de produção podem impactar sobre os indicadores econômicos.

A taxa interna de retorno (TIR) identificou que apenas o D_2 foi capaz de gerar retorno acima da TMA. Correia Neto (2009) relata TIR >TMA indica que a remuneração do capital investido é superior a taxa de referência, nesse sentido, D_1 e D_4 mostram resultados que os caracterizam como inviáveis, pois não remuneraram o capital investido. Almeida et al. (2021), identificam o sistema BFT como economicamente viável, o mesmo resultado foi constatado por Rego et al. (2017), porém este último, ao compara os resultados entre sistema BFT e o sistema convencional conclui que o sistema convencional apresenta TIR superior ao BFT.

Quanto ao payback (PBD), assim como na TIR, o melhor resultado foi encontrado com duas despescas parciais. Os resultados encontrados por Rego et al. (2017) corroboram com os encontrados no presente estudo. Contudo, Almeida et al. (2021)

relataram que o tempo médio do retorno do capital investido ocorreria em dois anos e 10 meses, o resultado está relacionado ao preço de venda.

Os resultados econômicos deste estudo apresentam algumas divergências com os resultados encontrados nos trabalhos econômico-financeiros descritos por Almeida et al. (2021) e Rego et al. (2017). Inicialmente, neste estudo a receita (definida pela relação entre quantidade produzida e preço por gramatura) foi influenciada pelos diversos preços de venda (o menor preço foi do camarão de 10g com $ 5,50 e o maior preço foi 7.33 para o de 20g). Já Almeida et al. (2021) relataram que o preço de venda do camarão 12g foi de $ 7.30; nesse estudo, o camarão só atingiu o valor superior a $7.00 a partir de 18g. Por sua vez Rego et al. (2017) ao realizarem a avaliação no estado de Pernambuco (localizado na região NE, onde estão os maiores produtores de camarão do Brasil) identificaram preço mais competitivo ($ 5.91 para o camarão 12g) valor próximo ao obtido quando foi realizada a segunda despesca de D_4 ($ 5.87 quando o camarão estava com o mesmo peso 12g).

A taxa de câmbio também é um fator que evidencia as diferenças entre os resultados. Rego et al. (2017) e Almeida et al. (2021) relatam, respectivamente, que os preços médios de venda da ração foi de $ 1.63/kg e 1.29/kg, porém com taxa de câmbios diferentes. Por último é importante frisar que a alta do custo de produção e preço de venda podem afetar os resultados de lucratividade do empreendimento (Rego et al., 2017a).

Resssalta-se ainda há margem significativa para melhora dos resultados econômicos. Nesse sentido, um estudo detalhado sobre o local de instalação é o primeiro passo para redução tanto dos custos de instalação (investimento) como de operação, isso em função da variação de preço para compra de insumos e da venda do produto. Com relação ao sistema, o manejo alimentar eficiente poderá incrementar positivamente os resultados econômicos. Adicionalmente, pós-larvas com crescimento rápido e rações especificas para sistemas superintensivos podem reduzir o tempo de cultivo, melhorar a conversão a alimentar e, consequentemente, melhorar a rentabilidade do empreendimento.

4. CONCLUSÃO

O cultivo de camarão em regime hiperintensivo com a tecnologia de biofloco apresentou rentabilidade sob a condição de duas despescas parciais (D_2). É importante, destacar que o custo operacional e a margem de lucratividade podem melhorar para tornar

a atividade mais atrativa do ponto de vista econômico, já que, o sistema apresenta margem para melhora dos resultados financeiro-econômicos.

Salienta-se que no processo da escolha do local para instalação do empreendimento deve ser considerado os fornecedores e mercado para venda da produção, bem como, os preços de venda, pois são fatores que podem afetar (de forma positiva ou negativa) rentabilidade do empreendimento.

Com relação aos regimes de despescas mesmo não havendo diferenças significativas em termos de produção o aumento do número de despescas de forma não planejada mesmo que favoreça o aumento do preço de venda em vista do ganho de peso aumenta também gasto com outros custos o que pode não compensar financeiramente essa estratégia.

Por último, a alimentação é outra fonte de atenção no processo produtivo. Nesse sentido, devido a maior dependência que o sistema hiperintensivo demanda por ração, o ideal é escolher alimentos de qualidade e, especificamente, para atender as exigências desse tipo de sistema produtivo.

REFERÊNCIA

Bordeaux-Rêgo, R. et al, 2013. Viabilidade econômico-financeira de projetos, 4º. ed. Rio de Janeiro.

Correia Neto, J.F., 2019. Elaboração e Avaliação de Projetos de Investimento.

Crab, R., Avnimelech, Y., Defoirdt, T., Bossier, P., Verstraete, W., 2007. Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. Aquaculture 270, 1–14. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.05.006

Silveira, L.G.P., Krummenauer, D., Poersch, L.H., Fóes, G.K., Rosas, V.T., Wasielesky, W., 2022. The effect of partial harvest on production and growth performance of *Litopenaeus vannamei* reared in biofloc technologic system. Aquaculture 546. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737408

Silveira, L.G.P., Krummenauer, D., Poersch, L.H., Rosas, V.T., Wasielesky, W., 2020. Hyperintensive stocking densities for *Litopenaeus vannamei* grow-out in biofloc technology culture system. J. World Aquac. Soc. 51, 1290–1300. https://doi.org/10.1111/jwas.12718

Almeida, M.S., Carrijo-Mauad, J.R., Gimenes, R.M.T., Gaona, C.A.P., Furtado, P.S., Poersch, L.H., Wasielesky, W., Fóes, G.K., 2021. Bioeconomic analysis of the production of marine shrimp in greenhouses using the biofloc technology system. Aquac. Int. 29, 723–741. https://doi.org/10.1007/s10499-021-00653-1

Yta, A.G., Rouse, D.B., Davis, D.A., 2004. Influence of nursery period on the growth and survival of *Litopenaeus vannamei* under pond production conditions. J. World Aquac. Soc. 35, 357–365. https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2004.tb00099.x

FAO, 2022. World Fisheries and Aquaculture, FAO:Rome,2022.

Felix, Samocha, Menaga, 2020. Vannamei Shrimp Farming, Vannamei Shrimp Farming. CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781003083276

Hanson, T., Ph, D., Morris, T., 2013. Economic Analyses Project Rising Returns For Intensive Biofloc Shrimp Systems. Glob. Aquac. Advocate 2011–2013.

Hargreaves, John A, 2013. Biofloc Production Systems for Aquaculture Southern regional aquaculture center. SRAC Publ. 1–12.

Hargreaves, J.A., 2006. Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture. Aquac. Eng. 34, 344–363. https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2005.08.009

Islam, G.M.N., Yew, T.S., Noh, K.M., 2014. Technical Efficiency Analysis of Shrimp Farming in Peninsular Malaysia: A Stochastic Frontier Production Function Approach. Trends Appl. Sci. Res. https://doi.org/10.3923/tasr.2014.103.112

Krummenauer, D., Peixoto, S., Cavalli, R.O., Poersch, L.H., Wasielesky, W., 2011. Superintensive culture of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in a biofloc technology system in Southern Brazil at different stocking densities. J. World Aquac. Soc. 42, 726–733. https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2011.00507.x

Lightner, D. V., 2005. Biosecurity in shrimp farming: Pathogen exclusion through use of SPF stock and routine surveillance. J. World Aquac. Soc. 36, 229–248. https://doi.org/10.1111/J.1749-7345.2005.TB00328.X

Martin, N.B., Serra, R., Oliveira, M.D.M., Ângelo, J.A., Okawa, H., 1998. Sistema integrado de custos agropecuários - CUSTAGRI. Informações Econômicas v. 28, n.1 28, 7–28.

Matsunaga, M., Bemelmans, P.F., Toledo, P.E.N., Dulley, R.D., Okawa, H., Pedroso, I.A., 1976. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA.

Mauladani, S., Rahmawati, A.I., Absirin, M.F., Saputra, R.N., Pratama, A.F., Hidayatullah, A., Dwiarto, A., Syarif, A., Junaedi, H., Cahyadi, D., Saputra, H.K.H., Prabowo, W.T., Kartamiharja, U.K.A., Noviyanto, A., Rochman, N.T., 2020. Economic feasibility study of *Litopenaeus vannamei* shrimp farming: nanobubble investment in increasing harvest productivity. J. Akuakultur Indones. 19, 30–38. https://doi.org/10.19027/jai.19.1.30-38

Monteiro, J.V., Norões, A.K.M., Araújo, R.C.P. de, Araújo, J.A., Silva, F.P. da, 2019. Metafronteira de produção e eficiência técnica da carcinicultura nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte. Rev. Econ. e Sociol. Rural 57, 530–544. https://doi.org/10.1590/1806-9479.2019.179534

Nunes, A.J.P., Feijó, R.G., 2016. Convivência com o vírus da mancha branca no cultivo de camarão marinho no brasil. Rev. da ABCC 30–36.

Ostrensky, A., Pont, D.J.S.G.D., Cozer, G.G.C.-W.M.V.F.G.N., Silva, R.F. de A.G.-M.U. de A.T. da, 2017. a Produção Integrada Na Carcinicultura Brasileira Volume I. Curitiba.

Poersch, L.H., Almeida, M., Gaona, C.A.P., Furtado, P.S., Fóes, G.K., Wasielesky Jr., W., 2012. Bioflocos: Uma alternativa viável para produtores de camarão em viveiros. Panor. da Aquicultura 1–6.

Rego, M.A.S., Sabbag, O.J., Soares, R., Peixoto, S., 2017a. Financial viability of inserting the biofloc technology in a marine shrimp *Litopenaeus vannamei* farm: a case study in the state of Pernambuco, Brazil. Aquac. Int. 25, 473–483. https://doi.org/10.1007/s10499-016-0044-7

Rego, M.A.S., Sabbag, O.J., Soares, R., Peixoto, S., 2017b. Risk analysis of the insertion of biofloc technology in a marine shrimp *Litopenaeus vannamei* production in a farm in Pernambuco, Brazil: A case study. Aquaculture 469, 67–71. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.12.006

Rezende, F.P., Mataveli, M., 2017. Impactos da mancha branca nos custos de produção do camarão no Nordeste. Ativos da Aquicultura 3, 6–7.

Santo, G. J.; Marion, J. C.; Segatti, S., 2002. Administração de custo na agropecuária.pdf, 3rd ed. Editora Altas, São Paulo.

Valenti, W.C., Barros, H.P., Moraes-Valenti, P., Bueno, G.W., Cavalli, R.O., 2021. Aquaculture in Brazil: past, present and future. Aquac. Reports 19, 100611.

https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100611

Wasielesky, W., Atwood, H., Stokes, A., Browdy, C.L., 2006. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture 258, 396–403. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.04.030

CAPÍTULO 3 – AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTO DOS DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO PARA A PRODUÇÃO DO CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus vannamei*

Autores: Fellipy Augusto Holanda Chaves[1]; Kilmer Coelho Campos[2]; Geraldo Kipper Fóes[1]; Wilson Wasielesky Jr.[1]; Luis Henrique Poersch[1]

Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Instituto de Oceanografia, Universidade 592 Federal do Rio Grande - FURG; Rua do Hotel, n°2, Cassino, Rio Grande, RS, Brazil. 593 CEP: 96210-030.

[2]Programa de Pós-graduação em Economia Rural, Departamento de Economia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Av. Mister Hull, 2977- Campus do Pici,Bloco 826. Fortaleza-Ceará, Brasil. CEP:60440-970.

Autor por correspondência: Universidade Federal do Rio Grande (PPGAq-IO-FURG), Rua do Hotel nº 02, Cassino, Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. CEP: 96210-030 E-mail: fellipychaves@gmail.com (Fellipy A.H. Chaves).

RESUMO

A produção de camarões realizada no continente está em processo de expansão em função das inovações dos métodos de produção. Neste sentido, os novos sistemas de produção têm grande impacto no incremento de produtivos dos últimos anos. Sistemas que inovam proporcionando ganho exponencial de produtividade e biossegurança, como por exemplo a tecnologia dos bioflocos ou sistema integrado multitrófico (IMTA) que trabalha com espécies de níveis tróficos diferentes, onde o resíduo gerado por uma espécie é aproveitado por outra. Ainda, há também a possibilidade de integrar sistemas diferentes com o intuito de melhorar os resultados zootécnicos. Entretanto, independente do sistema, as informações financeiras e econômicas normalmente são escassas. Objetivo deste trabalho é analisar os diferentes sistemas de produção por meio das atuais estratégias propostas em diversos estudos e em cultivos realizados em escala comercial. Os dados relativos aos gastos com implantação foram coletados por meio de entrevistas. As informações dos resultados zootécnicos para os cultivos em sistema BFT, sistema misto e IMTA foram retiradas de cultivos realizados em escala comercial. Os resultados demonstram que nas condições adotadas, o sistema misto que integra o BFT (na fase de berçários) e o sistema tradicional (na fase de engorda) apresentou os melhores resultados

para os VPL (U$$2,328,454.74) TIR (110.47%) e MTIR (31.60%) e para o tempo de retorno do capital investido (dois anos). No entanto, empreendimentos com sistema BFT apresentaram os melhores resultados de produtividade. Além disso, os valores encontrados para os indicadores de rentabilidade forma superiores ao critério de decisão. Por último, o sistema IMTA demonstra que ainda há margem para melhora dos indicadores econômicos com ajustes no planejamento e do processo produtivo.

Palavras-chave: Camarão, métodos de produção, viabilidade econômica

Artigo Submetido no Boletim do Instituto de Pesca

INTRODUÇÃO

Os relatórios emitidos pela FAO (2022) relatam a ascensão da produção de crustáceos mundialmente. Entre os anos de 2016 e 2020, o crescimento global foi de 42,93%. Paralelamente, entres os crustáceos cultivados em sistemas aquícolas o *Litopenaeus vannamei*, é responsável 51,7% da produção total (FAO, 2022).

No Brasil, essa espécie exótica mostrou rápida adaptação a condição de produção local. No entanto, no que se refere a competitividade produtiva entre os países, mesmo com a disponibilidade de área e água, que favorecem a produção de camarão e adaptação da espécie (Ostrensky et al., 2017) o setor produtivo ainda não despontou. Fato comprovado pela observância da maior produção ocorrida em 2003 com 90 mil toneladas (ABCC/MPA, 2013) . Valenti et al. (2021) caracterizam a produção brasileira de camarão em monocultivo semi-intensivo ocorrendo, principalmente, na região nordeste do país e caracterizado por pequenos produtores que operam com baixo nível tecnológico. Contudo, ao longo dos anos, alguns pontos negativos do cultivo tradicional estão postos em debate, tais como: questões ambientais, sustentabilidade (Abreu et al., 2011; Queiroz et al., 2013) e doenças (Ha et al., 2012).

Em contrapartida, nos últimos anos houve o desenvolvimento de diversas tecnologias produtivas cuja finalidade vai desde aumentar a produtividade, melhorar a biossegurança do sistema, reduzir e/ou eliminar de resíduos, reduzir e/ou eliminar o lançamento de efluente e aproveitar os resíduos de uma espécie para o cultivo de outra espécie. Nesse sentido, o sistema de produção que emprega a tecnologia de bioflocos tem mostrado sucesso no aumento da produtividade (Silveira et al., 2022), redução do volume de recurso hídrico necessário no processo produtivo, além de maior biossegurança (Samocha, 2019). Segundo Hargreaves (2013) e Krummenauer et al. (2011) este sistema produtivo permite trabalhar com altas densidades de estocagem, com elevado ganho de produtividade e o uso eficiente da área. Almeida et al. (2021) afirmam que a utilização mais eficiente dos recursos também caracteriza um ponto positivo. Sendo assim, essa tecnologia tem sido vista como um sistema mais otimizado, visto que, busca minimizar a utilização dos insumos para a maximização da produção. Contudo, os itens: elevado valor de investimento inicial, o emprego de tecnologia, mão de obra qualificada e ração de qualidade podem dificultar a entrada de investidores e, consequentemente, o surgimento de novos empreendimentos (Hanson et al., 2013; Hargreaves, 2013; Rego et al., 2017a).

Chopin et al. (2001) ao sugerirem um novo tipo de sistema de cultivo, descrevem a necessidade de integração entre espécies de níveis tróficos diferentes, aproveitando os resíduos gerados ao longo do processo de produção. Assim o resíduo de uma espécie poderia ser utilizado por outra como insumo. Os autores ainda destacam que no processo de integração pode haver melhor aproveitamento do espaço com ganho de produtividade.

No Brasil, há poucos relatos do cultivo multitrófico em escala comercial. Contudo, Valenti et al. (2021) afirmam que o primeiro passo para o surgimento de novos empreendimentos deve ser por meio do aumento de linhas específicas de pesquisa. Nesse sentido, no que diz respeito a ação governamental, a Resolução 413 de 2009 emitida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) relata que ao adotar um sistema integrado com espécies diferentes, comprovada redução do lançamento de efluentes, melhor biossegurança e otimização do uso de recurso o licenciamento ambiental será por meio do enquadramento como de menor potencial.

A respeito das espécies utilizadas no processo de integração, Poli et al. (2019) destacam que ao integrar o cultivo do *L. vannamei* com a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) observou que não houve interferência negativa, mas ganho de biomassa com a associação. Patarra (2019) descreve o sucesso do cultivo integrado com macroalgas marinhas. Adicionalmente, Holanda et al. (2020) demonstraram que é possível cultivar *Mugil liza* (tainha) e *L. vannamei* em sistema de bioflocos para reduzir a quantidade de sólidos suspensos totais (SST). No entanto, segundo os autores, novas pesquisas devem ser conduzidas, principalmente, sobre a viabilidade econômica do sistema.

Como exposto acima uma forma de produzir então seria a de considerar a integração entre sistemas. Em cultivos tradicionais os insumos utilizados são majoritariamente os mesmos de qualquer outro sistema sendo possível, portanto, a criação de um sistema misto com a integração do método produtivo tradicional associado a produção em BFT. Os processos de produção apresentariam como principal diferença a intensificação do uso dos insumos. Nesse sentido, é tecnicamente viável produzir utilizando sistemas diferentes num mesmo local. Assim, devido ao alto valor de implantação do sistema de BFT comparado ao sistema tradicionais (Hanson et al., 2013; Rego et al., 2017a) sugere-se a adoção do sistema misto. Este sistema contaria com berçário utilizando a tecnologia de BFT que permite maior densidade de estocagem, melhorando a capacidade produtiva por área e na fase de crescimento os animais passariam para o método tradicional aproveitando o alimento natural disponível.

Com toda informação técnica disponível para os diferentes sistemas de produção, há diversos fatores que são apontados como limitantes da atividade aquícola, como: carência de mão de obra especializada e falhas na implantação do projeto (Campos, 2006). Em relação a viabilidade do empreendimento, Campos (2006) e Rego et al. (2017) ressaltam que há poucas informações sobre rentabilidade da atividade bem como sobre os custos operacionais, dificultando a entrada e a instalação de novos empreendimentos.

Nesse sentido, é importante destacar, que independente do sistema empregado, sempre haverá necessidade de avaliação, seja dos custos de implantação ou dos custos operacionais. Logo, por meio dessas avaliações os produtores poderão identificar quais os pontos que demandam maiores investimentos e propor alternativas (Martin et al., 1998). Além disso, a ferramenta de avaliação econômico-financeira é um importante instrumento que auxilia na tomada de decisão, por exemplo, Martin et al. (1998) alegam que os produtores, que trabalham com produtos que são classificados com *commodity*, são tomadores de preço e necessitam estar constantemente avaliando suas ações e seus métodos produtivos. Assim, o objetivo deste artigo é avaliar e fornecer informações acera do investimento necessário nos novos sistemas produtivos e os elementos que causam os maiores impactos.

METODOLOGIA

Aspectos gerais

Este estudo avaliou o investimento e os resultados financeiros-econômicos para a instalação e o funcionamento de projetos aquícolas destinados a produção do camarão *L. vannamei* com a adoção dos sistemas de produção: misto (berçário BFT e engorda semi-intensiva), superintensivo (tecnologia de bioflocos, BFT) e produção integrada do camarão marinho com a tilápia (*Oreochromis niloticus*) em sistema Multitrófico.

As informações econômicas são referentes ao ano de 2017 a 2021 e atualizados para 2022. Os dados foram coletados nas regiões Nordeste (Ceará e Bahia) e Sul (Paraná). Os dados de origem primária foram coletados por meio de entrevistas junto a produtores e técnicos. Contudo, quanto ao sistema multitrófico, devido a pouca informação econômica, optou-se em utilizar aquelas contidas em bibliografia cientifica para dimensionar as estruturas e, consequentemente, por meio do levamento de preço, o custo médio de instalação.

Ressalta-se ainda que na literatura científica, dados referentes aos novos sistemas de produção são de conhecimento amplo, porém com relação aos resultados reais sejam

de custo de operação e/ou valor de implantação são escassos. Assim, o presente estudo utilizou dados de implantação de sistema reais para simular a mudança de modelo produtivo caso os produtores adotassem algum dos sistemas de produção sugeridos.

Todos os sistemas possuem aeração por sopradores (5.0 CV e 7.5CV), mangueira rugosa (Aerotube ®) e aeradores do tipo pá (2.0 CV). Quando a especificidade relativa a cada sistema, no modelo misto o uso de sopradores e mangueira rugosa ocorre apenas no berçário, assim como para o modelo IMTA. No sistema BFT o uso de mangueira microperfurada e sopradores ocorre em todas as fases (berçário e crescimento). Contudo, na etapa de crescimento é utilizado sopradores e aeradores com o objetivo de produzir uma movimentação vertical e horizontal da água. Já no IMTA e no modelo misto na fase de crescimento a aeração é formada por aeradores.

Caracterização dos sistemas analisados

Misto

O sistema misto possui área de 18 hectares de lâmina d'água, cada viveiro com 1.0 hectare e equipado com aeradores (2.0 CV). Em média, para cada hectare, foram utilizados quatro aeradores ligados somente no período noturno. O berçário foi construído em concreto com sistema de aeração formado por mangueira microperfurada (rugosa) e sopradores de ar (5.0 CV).

No viveiro adotou-se o modelo de produção semi-intensivo. No berçário, optou-se por operar com a tecnologia de bioflocos, com densidade média de 2,000 $pl.m^{-3}$. A fertilização do berçário foi realizada durante três dias seguidos e buscou manter constante a relação C: N para otimizar o crescimento da comunidade microbiana. A pós-larvas foram estocadas no estágio de pl_{10} (ou seja, 10 dias após o início do estágio de pós-larvas). O ciclo de produção está dividido em 30 dias no berçário, e 80 dias nos viveiros de engorda (Tabela 1).Superintensivo

No modelo superintensivo o gasto com implantação foi estimado para uma área produtiva de 1.0 hectare de lâmina d'água com todo o ciclo produção funcionando exclusivamente com a tecnologia de BFT. O berçário foi dimensionado para uma densidade de 2,000 $pl.m^{-3}$. As pós-larvas foram adquiridas quando atingiram o estágio de pl_{10} e permaneceram no berçário por 30 dias. O sistema de aeração do berçário era constituído de mangueira microperfurada e sopradores de 7.5 CV. Na fase de engorda a densidade final foi estimada para 275 $camarões.m^{-2}$. O sistema de aeração é formado por

aeradores associados com mangueiras microporosa e sopradores. O ciclo de produção total é de 120 dias.

Multitrófico

No sistema multitrófico o organismo principal, assim como nos anteriores, foi o *L. vannamei,* que foi cultivado em viveiros na forma semi-intensiva com aeração mantida por aeradores. A área de produção total foi de 5.0 hectare e 1.0 hectare para bacia de sedimentação. Na bacia de sedimentação foram utilizados peixes da espécie *Oreochromis niloticus*. O dimensionamento da bacia de sedimentação seguiu o critério sugerido pela resolução do Conselho Estadual do Ambiente do estado do Ceará (COEMA). O ciclo foi definido em: a) as pós-larvas (PL10) adquiridas, 30 dias no berçário e sendo posteriormente, transferidas para os viveiros de engorda, onde passaram mais 90 dias; b) tilápias, cujo ciclo irá durar em média 350 dias dentro da bacia de sedimentação.

Análise de viabilidade

Os dados, estes foram tabulados caracterizando os valores monetários dos principais elementos que compõem os sistemas produtivos. Visando evitar perdas de informações foram utilizados dados de implantação de períodos de diferentes, assimos valores monetários de investimento foram deflacionados para o ano corrente de 2022. Para deflacionar utilizou-se a metodologia proposta por De-Losso (2020). A metodologia consiste em determinar um índice de inflação para obter um fator de deflacionamento de preço. O índice utilizado para calcular o fator de deflacionamento foi o Índice Geral de Preços-Mercado (IGP-M). A escolha do IGP-M ocorre por este levar em consideração na sua composição os produção agrícola (FGV, 2014).

Os custos foram estabelecidos segundos os critérios definidos por Martin (1998). Assim, o custo operacional efetivo (COE) foi definido como despesas de operação e o material consumido, ou seja, o COE foi formado pela quantidade de insumos utilizados (ração, energia, pós-larvas, mão de obra, gerenciamento, outros) multiplicado pelo custo unitário. O custo operacional Total (COT) foi soma do COE mais os gastos com depreciação de benfeitorias, máquinas e equipamentos. Já a estimação da depreciação foi realizada por meio do método linear (Bordeaux-Rêgo, 2013) . A receita definida como a relação entre o preço de venda por quilograma multiplicado pelo total produzido.

Os indicadores utilizados para definir a viabilidade do projeto foram: Valor Presente Líquido (VPL); Taxa Interna de Retorno (TIR); Índice de Lucratividade (IL) e Payback (PPB). O VPL implica em trazer o fluxo financeiro gerado pelo projeto para o

ano de início do investimento, descontado a Taxa Mínima de Atratividade (TMA). Como critério para a TMA utilizou a taxa de juros básica do Brasil, taxa SELICde 13.75 %.

No caso os indicadores podem trazer as seguintes informações: a) Resultado monetário do VPL pode ser interpretado segundo critério determinísticos, ou seja, VPL positivo indica que o projeto gerou renda e remunerou a TMA (Correia Neto, 2019); b) TIR indica, em termo percentual, quanto o projeto pode retornar e é usada em analogia com a TMA, logo, a TIR com valor superior a TMA indica que o projeto pode ser aceito e é rentável (Bordeaux-Rêgo, 2013; Correia Neto, 2019); c) IL é relação entre o custo total desembolsado (valor investido) e valores totais gerados (soma dos VPL's) durante o período de funcionamento; d) PPB é período (em anos) para obter o retorno do valor investido (Correia Neto, 2019).

Por fim, os resultados zootécnicos, foram coletados dos ciclos de produção realizados em escala comercial na Estação Marinha de Aquacultura,Oceanografia, Universidade Federal de Rio Grande (FURG).

Tabela 1 – Os valores médios dos indicadores zootécnicos utilizados para estimar os resultados econômicos no sistema de produção Misto, BFT e IMTA foram Densidade (cam.m^{-2}), Sobrevivência (%), Peso final (g), Produtividade (kg.ha^{-1}.ciclo) e o Fator de Conversão Alimentar (FCA).

			Multitrófico (IMTA)	
Índices	Misto	BFT	Camarão	Tilápia
Densidade (cam.m^{-2})	22	275	60	6
Sobrevivência (%)	64	76	75	80
Peso final (g)	25	13	20	840
Produtividade (kg/ha/ciclo)	3519.68	26,220.39	3,600	4032
FCA	1.69	1.40	1.5	0.85

RESULTADOS

As alterações que ocorreram nos valores de instalação do sistema misto, Tecnologia de Bioflocos (BFT) e Multitrófico (IMTA) estão atreladas as mudanças e as exigências tecnologias. Ressalta-se ainda, que os itens descritos não representam todos os desembolsos que podem ocorrer durante a implementação do sistema, mas os que causaram maiores impactos sobre o valor total investido no período analisado (Tabela 2).

Tabela 2 – Valores médios de investimentos para o projeto de instalação dos diferentes sistemas de produção.

	Sistemas					
	Misto		**Multitrófico**		**BFT**	
Descrição	**Média (US$)**	**%**	**Média (US$)**	**%**	**Média (US$)**	**%**
1-Gastos Iniciais	***11,332.79***	***3.00***	***16,172.51***	***3.68***	***15,653.60***	***4.62***
Projeto	*6,666.35*	*1.77*	*4,620.72*	*19.05*	*13,140.11*	*3.88*
Licenciamento	*4,666.44*	*1.24*	*11,551.79*	*2.63*	*2,513.49*	*0.74*
2- Construção	**185,122.91**	***49.06***	***268,452.96***	***61.08***	***155,838.04***	***45.98***
*Movimentação de terra****	*114,294.49*	*30.29*	*184,828.65*	*42.06*	*81,657.55*	*24.09*
Taludes	*35,398.30*	*9.38*				
Sistema de abastecimento e drenagem	*31,998.46*	*8.48*	*40,431.27*	*9.20*	*10,809.12*	*3.19*
Berçários	*3,431.67*	*0.91*	*1,164.42*	*0.26*		
Comporta			*36,041.59*	*8.20*		
Tanques-rede			*5,987.04*	*1.36*		
Tanque de engorda					*63,371.37*	*18.70*
3-Infraestrutura	**9,278.70**	***2.46***	**15,017.33**	***3.42***	***57,119.66***	***16.85***
Construções			*15,017.33*	*3.42*	*4,279.83*	*1.26*
Galpão	*6,293.03*	*1.67*			*2,403.25*	*0.71*
Escritório	*2,985.67*	*0.79*				
Estufa					*50,436.58*	*14.88*
4-Obras Complementares	***22,699.97***	***6.02***	**8,086.25**	***1.84***	***6,214.46***	***1.83***
Instalação Elétrica	*22,699.97*	*6.02*	*8,086.25*	*1.84*	*6,214.46*	*1.83*
5-Análise de água	***421.58***	***0.11***	***8,317.29***	***1.89***	***3,494.84***	***1.03***
Equipamento e reagentes para a análise de água	*421.58*	*0.11*	*8,317.29*	*1.89*	*3,494.84*	*1.03*
6-Aeradores	***102,267.08***	***27.10***	**24,258.76**	***5.52***	***4,416.52***	***1.30***
Aeradores de pá	*102,267.08*	*27.10*	*24,258.76*	*5.52*	*4,416.52*	*1.30*
7-Bombas	***36,664.90***	***9,71***	***9,595.71***	***2.18***	***47,897.18***	***14.13***
Bomba Centrifuga	*35,331.63*	*9.36*	*5,714.31*	*1.30*	*16,334.32*	*4.82*
Soprador	1,333.27	*0.35*	*3,465.54*	*0.79*	*7,874.88*	*2.32*
Mangueira porosa			*415.86*	*0.09*	*3,423.86*	*1.01*
Tubos e Conexões					*20,264.12*	*5.98*
8-Diversos	***9,579.88***	***2.54***	***89,591.34***	***20.38***	***48,270.47***	***14.25***
Gerador	*5,733.06*	*1.52*	*17,327.69*	*3.94*	*20,095.11*	*5.93*
*Outros***	*641.64*	*0.17*	*68,617.64*	*15.61*	*14,906.91*	*4,40*
*Equipamentos e redes**	*3,205.18*	*0.85*	*3,646.01*	*0.83*	*2,602.19*	*0.77*
Geomembrana					*10,666.26*	*3.15*
Total	***377,367.80***	***100***	***439,492.15***	***100***	***338,904.77***	***100***
Custo total por hectare	***20,964.87***		***73,248.69***		***338,904.77***	

*Equipamento e rede: caiaques, tarrafas, rede para despesca, monoblocos, caixas, bomba da submersa, balança para despesca e balança digital.

**Outros para misto: Estacas e bandejas de alimentação.

**Outros para Multitrófico: tela anti-pássaros, tanques de fibra de fibra de vidro e veículos.

Cotação dólar (01/12/2022): 5.1942.

Com relação ao custo de implantação, em termos absolutos, o sistema Multitrófico apresentou o maior gasto ($439,492.15) em comparação com o BFT, que apresentou o menor custo de instalação ($338,904.77) Já o sistema BFT comparado com o sistema IMTA apresentou uma redução de custo de $38,463.03 (ou 10.19%) no valor de implantação.

Assim quando se observa os valores de investimento por unidade de área produtiva percebe-se uma alteração do monte investido entre os sistemas. O superintensivo apresenta o maior valor de investimento por hectare ($ 338,904.77) seguido do IMTA ($ 73,248.69) e, por último, o sistema misto ($ 20,964.87). Em valores percentuais, o desembolso com o sistema superintensivo por hectare foi de 1,516.54% superior ao sistema misto.

Na decomposição do valor de investimento, o sistema misto mostra que construção absorveu 49.06% dos recursos financeiros; a compra de aeradores 27.10% e o item ‘bombas’ 9.71%, ou seja, do total necessário para a implantação 85.87% serão gastos com estes itens. Especificamente no item construção, o custo com movimentação de terra e taludes demandaram um total de $8,316.27 (39.67%) por hectare. Para a compra dos aeradores por unidade produtiva foram desembolsados $5,681.50. Já em ‘Diversos’, o subitem Equipamentos e Rede que trata do material da rotina de trabalho, apresentou um custo médio de valor $3,205.18; gerador apresentou o maior impacto financeiro $5,733.06.

Em relação ao BFT, o gasto inicial (GI), particularmente, o pagamento do projeto apresentou o maior impacto (3.88%) enquanto o desembolso com licenciamento representou 0.74%. No geral, o valor do GI representou no total 4.62% do custo de instalação. O gasto com a construção do tanque absorveu 45.98% do investimento, pois engloba movimentação de terra, o sistema de abastecimento e drenagem e tanque de engorda. Para Infraestrutura, o principal gasto é representado com a compra da Estufa (14.88%). Por último, o gasto com Bombas e a instalação representou 14.13%. Acrescenta-se que os itens que foram mais significativos foram foi a aquisição da bomba centrifuga e o gasto com tubos e conexões (10.80%). No total, os pontos construções, infraestrutura e bombas representam 76.96%.

Na implantação do sistema IMTA, em termos de valores absolutos, o custo foi 16.46% superior a instalação do sistema misto, porém, em relação ao custo por hectare, o aumento equivale a 249.38%. Os gastos com construção, diversos e aeração

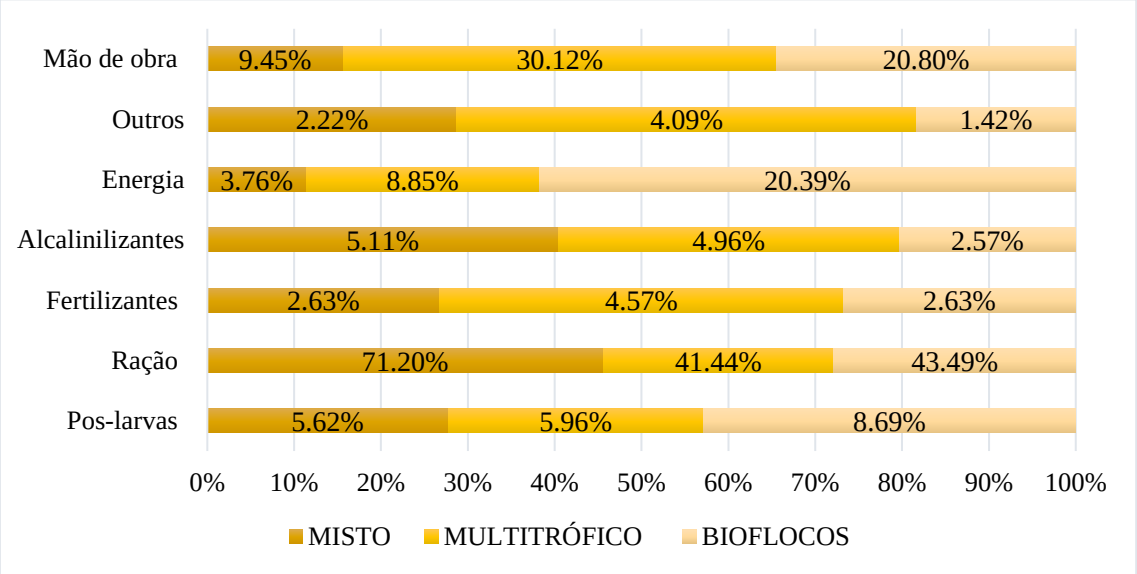
correspondem a 86.98% do total investido. Em construção, os subitens movimentação de terra e sistema de abastecimento e drenagem são os elementos que apresentaram maiores influência representando 51.26%.

No geral, os itens que formaram custos operacionais efetivos (COE) para sistema Misto, BFT e IMTA são constituídos dos mesmos insumos (ração, pós-larvas, fertilizantes, probióticos, energia, alcalinizantes, combustível e cloro), porém, no IMTA há adição de alevinos de tilápia do Nilo. Adicionalmente, a quantidade utilizada de cada insumo muda com a mudança do sistema. A mão de obra é outro importante componente da estrutura de custos que também passou por alteração com a mudança de estratégias de produção.

O sistema misto apresentou o maior desembolso anual com o COE ($612,214.85) seguido do IMTA ($160,874.12) e BFT ($212,491.40) respectivamente. Contudo, assim como ocorreu no investimento, quando a análise ocorre por hectare, IMTA apresentou o menor custo ($26,812.36), posteriormente, o misto ($34,011.92) e BFT ($212,491.40).

Os gastos relacionados com o COE têm variações expressivas entre os sistemas. Em todas os sistemas de produção a ração foi o maior custo. No sistema Misto o gasto com alimentação correspondeu a 71.20% do COE; já nos IMTA e BFT corresponderam, respectivamente, a 41.44% e 43.49 do gasto efetivo. Para energia e compra das pós-larvas e alevinos há forte alteração em função do sistema. Enquanto no BFT energia representa 20.39% dos gastos com o COE para o sistema Misto e IMTA este item representa, respectivamente 3.76% e 8.85%. Para mão de obra (Gerente, técnicos, arraçoadores e segurança), que no sistema Misto constitui um total de 9.45%, nos sistemas BFT e Multitrófico somam, respectivamente, 20.80% e 30.12% (Gráfico 1).

Gráfico 1- Relação participação, em termos percentuais, dos diferentes itens que compõem o custo operacional efetivo (Mão de obra, outros, energia, alcalinizantes, fertilizantes, ração, pós-larvas) para os sistemas Misto, Multitrófico e BFT.



**Outros é constituído por gastos com cloro, combustível e probiótico.

Quanto aos indicadores de rentabilidade (Tabela 3) o maior VPL foi encontrado no sistema Misto ($ 2,328,454.74), seguido do sistema BFT. Com relação a Taxa Interna de Retorno (TIR) o sistema Multitrófico apresentou o menor valor (3.50%) e o maior foi no sistema Misto (110.47%). O menor tempo de retorno para o valor investido (*Payback*) mostra que o sistema Misto precisou de dois anos; enquanto no IMTA 10 anos. Quanto ao índice de lucratividade o maior resultado foi encontrado no sistema Misto ($ 7.17) e o menor no IMTA ($1.18).

Tabela 3 - Resultados dos indicadores econômicos para o sistema Misto, Tecnologia bioflocos e Multitrófico considerando como taxa mínima de atratividade a taxa básica de juros, Selic, que no ano de 2022 era de 13.75%. O fluxo de caixa foi projetado para um período de 10 anos.

Descrição	MISTO	Multitrófico	BFT
VPL (U$$)	2,328,454.74	80,232.52	302,762.27
TIR (%)	110.47	3.50	17.44
MTIR (%)	31.60	9.29	15.03
Índice de Lucratividade (IL) (U$$)	7.17	1.18	1.89
Payback descontado (anos)	2	10	4
COE Anual (U$$)	612,214.85	160,875.12	212,491.40
COT Anual (U$$)	639,035.07	185,404.69	238,716.90
Ponto de nivelamento (kg)	103,723.38	35,666.37	51,662,32
Produção(kg)	190,062.47	58,032.00	78,661.17
Preço de venda (kg/U$$)	6.16	5.20 1.41	4.62
Receita (U$$)	1,170,966.32	286,390.88	363,470.94

O COE e COT mostram os desembolsos para operacionalizar os diferentes sistemas. No BFT cerca de 58.46% da receita anual é utilizada para custear o COE, no IMTA este valor corresponde a 56.17%; na estratégia com o emprego do sistema misto o resultado ficou em 52.28%. Com relação ao COT, o valor total por quilograma de foi de $3.36; $3.20 e 3.04, respectivamente, para o sistema Misto, IMTA e BFT. No que diz respeito ao quanto do custo médio de produção representa no preço de venda por quilograma no sistema misto, IMTA e BFT, equivale, respectivamente, a 54.55%, 61.54% e 65.80%.

Quando ao ponto de nivelamento, os resultados mostram que para quitar o custo anual do COT seria necessário utilizar, respectivamente, 54.57%, 61.46% e 65.68% da produção do sistema Misto, Multitrófico e BFT.

Com relação aos valores de investimento, produção e receita por área de produção; o sistema com maior exigência tecnológico, o BFT, demandou o maior volume financeiro, porém, apresentou a maior produção e receita por hectare. Enquanto o sistema Misto gerou uma produção de 3,519.68 kg/ha/ciclo e receita anual de U$$ 21,684,54 por hectares; o multitrófico apresentou uma queda de receita de 26.63% em relação ao misto; em contrapartida, o BFT, teve um aumento de receita de 458.72% ocasionado pelo aumento de produção.

Na avaliação da implantação dos sistemas analisados, houve a constatação de que há variação de impacto no custo de investimento, contudo, a etapa de construção constituiu o principal gasto entre os sistemas. Especificamente, a compra de aeradores, diversos e infraestrutura que afetaram os gastos com instalação, respectivamente, para o sistema misto, IMTA e BFT. O sistema misto e IMTA contavam com a mesma quantidade e potência de aerador, porém, devido a maior área de produção o gasto com os aeradores foi maior no sistema misto. Já no IMTA o maior impacto com diversos comparado com os outros ocorreu devido a necessidade de aquisição de tela anti-pássaros para cobrir os tanques. Já o BFT o maior impacto na infraestrutura ocorreu devido a aquisição das estufas.

Com relação ao custo para operacionalizar o sistema (COE), a ração se caracterizou como o item com maior peso. Entre os sistemas este insumo apresentou variação entre 41.44% e 71.20% do COE. É importante destacar que, como citado anteriormente, apesar dos sistemas apresentarem os mesmos insumos a quantidade e

proporção utilizada varia conforme o sistema avaliado. O sistema misto devido a maior produção apresentou, majoritariamente, maior gasto com ração. O IMTA e o BFT além dos gastos com ração demandaram um maior gasto com mão de obra e, especificamente para o BFT, com energia. Com relação ao custo com energia, é importante destacar que a maior demanda afetou o COE para o BFT.

A análise dos indicadores de rentabilidade demonstra para as diferentes tecnologias os eventos determinísticos esperados. Em vista do critério para tomada de decisão o sistema misto mostrou ser o sistema mais rentável. O maior peso final, melhor preço de venda e a menor relação entre custo médio de produção e preço de venda são fatores que afetam positivamente o sistema. É importante destacar que mesmo com menor sobrevivência (64%) e maior conversão alimentar (1.69) não foram o suficiente para afetar negativamente os resultados de rentabilidade.

Para o BFT o aspecto da alta produtividade e, consequentemente, o sistema com maior produção por área favoreceu o resultado positivo dos indicadores, no entanto, na relação entre o custo médio de produção e preço de venda é possível observar efeito negativo sobre os indicadores, caracterizado por meio do aspecto do ponto de nivelamento que identificou o maior resultado. Com relação ao multitrófico, o menor peso final e, consequentemente, o menor preço de venda e o elevado custo da produção foram responsáveis por afetar o resultado de viabilidade do empreendimento, visto que a produtividade é superior ao sistema misto.

DISCUSSÃO

Valenti et al. (2021) descrevem como vantagens do sistema tradicional a facilidade de operacionalização, baixo consumo de insumo (principalmente, ração) e viabilidade financeira. Nesse aspecto, unir a tecnologia de intensificação com sistema tradicional pode trazer ainda mais vantagens, principalmente, devido ao incremento que sistemas biosseguros podem trazer aos indicadores de resultados zootécnicos. Por outro lado, o BFT apresenta a possibilidade de produção em qualquer área e ganhos de produtividades superiores aos sistemas tradicionais, porém é necessário avaliar a viabilidade econômico-financeira da produção (Hargreaves, 2013). O multitrófico ao incluir outra espécie, que atuará como consumidora dos resíduos gerados pela espécie alvo, reduzir a pressão sobre o ambiente e, adicionalmente, produzir outra espécie que pode ser utilizada tanto para o consumo como para venda.

Especificamente, entre os resultados dos VPL's, o maior valor foi encontrado no sistema misto ($2,328,454.74), seguido pelo BFT (302,762.27) e IMTA ($80,232.52). Bordeaux-Rêgo (2013) e Correia Neto (2019) descrevem o resultado positivo do VPL como uma situação de geração de riqueza. Os autores ao discorrerem sobre a TIR e TIRM relatam a necessidade de um critério de avaliação externo para estabelecer uma comparação, que é a taxa mínima de atratividade (TMA, 13.75%). Nesta situação, a TIR do sistema misto (110.47%) e BFT (17.44%), assim como, a TIRM (respectivamente, 31.60% e 15.03%, para o misto e BFT) foram superiores ao valor de TMA.

Para o IMTA, o valor de VPL foi maior que zero (VPL>0), porém os resultados de TIR e TIRM (3.50% e 9.29%) foram inferiores a TMA. Os valores de preço de venda, volume de produção e o elevado valor de custo de produção afetaram negativamente estes indicadores.

Rego et al. (2016) avaliaram a implantação de projetos aquícolas destinados a produção do camarão marinho por meio da adoção do BFT contra sistema tradicional no estado de Pernambuco. Os autores identificaram que o custo de implantação de um hectare destinado ao cultivo tradicional era 10 vezes menor que o BFT isso devido ao elevado custo com capital fixo representado por desembolso com construção de tanques e sua impermeabilização além dos gastos com a implantação do sistema de abastecimento e drenagem. Os resultados encontrados neste estudo corroboram com os valores encontrados por Rego et al. (2017), por hectare, a implantação da tecnologia BFT foi 1,516.54% e 362.67% superior, respectivamente, ao sistema misto e IMTA. Adicionalmente, o principal custo foi com construção que engloba a construção dos tanques e sistema de abastecimento e drenagem.

Para a produção de camarão marinho em sistema tradicional no Rio Grande do Norte, Silva et al. (2012) declararam que para conseguir uma produção anual de 20.554 kg seria necessário investir 73.86% do valor total apenas com obras de estrutura básicas, valor superior ao encontrado no sistema misto (49.06%) e IMTA (44.53%) que operam em viveiros. Rego et al. (2016) relataram que no processo de implantação do sistema tradicional foi utilizado 59.48% do valor investido com movimentação de terra e o sistema de abastecimento e drenagem.

Para os indicadores avaliados, os resultados encontrados por Coelho (2005), da Silva et al. (2012) e Rego et al. (2017) para o cultivo em sistema tradicional mostram VPL positivo e TIR superior a valor a taxa de referência (TMA). Segundo os autores, os fatores que favorecem o sistema tradicional são: melhor preço de venda, menor custo

médio de produção e, consequentemente, a melhor relação entre receita e despesas. No estudo, o melhor resultado encontrado, no sistema misto, ratifica os fatores elencados pelos autores supracitados e que tornam este sistema menos vulnerável a perda e oscilações de preços.

Este estudo identificou que os resultados dos indicadores de rentabilidade para o BFT foram superiores aos critérios de tomada de decisão (VPL>0 e TIR>TMA). Contudo, Rego et al. (2017a, 2017b) descrevem que o elevado custo para a implantação do empreendimento aquícola e o alto custo médio de produção pode tornar o projeto frágil às incertezas. Os resultados encontrados no estudo corroboram com as afirmações dos autores que, apesar do alto incremento produtivo viabilizado pelo sistema BFT, o volume necessário de insumos no processo produtivo pode aumentar os riscos, particularmente, diante das variações de preços. Almeida et al. (2021) observaram que a instalação de projeto que utilizam a tecnologia BFT em regiões que praticam preços diferenciados pode ser uma forma viável para diminuir a vulnerabilidade do projeto, sendo assim, é possível incrementar os resultados dos indicadores de rentabilidade.

O presente estudo avaliou, nas condições descritas para o cultivo em IMTA, que apesar de apresentar um VPL positivo, os outros indicadores mostraram-se inferiores ao critério de decisão, por exemplo o (TMA). Entre os fatores que prejudicaram os indicadores estão o nível de produção, tamanho do camarão de despesca, preço de venda (camarão e peixe) e o elevado ponto de nivelamento. Neste sentido, Castilho-Barros et al. (2018) alegam que os sistemas integrados apresentam uma fragilidade em relação a variação dos preços. Contudo, os resultados descritos aqui indicam que a viabilidade deve ocorrer via mudança do planejamento produtivo para alcançar, ao final do ciclo, um incremento de produção e de peso de despescas. Adicionalmente, a legislação nacional trata os sistemas que visam a produção integrada e redução do lançamento de efluente e de resíduos como de menor impacto o que pode facilitar a expansão da atividade aquícola através destes sistemas.

Com relação aos custos de operação, o COE foi o custo que mais impactou sobre o custo total de produção (COT) dos sistemas avaliados. A ração, energia e mão de obra são os itens que apresentaram os maiores pesos, totalizando, 84.68% para o BFT. Almeida et al. (2021) identificaram que o custo com ração para uma produção com densidade média de 400 camarões.m^{-2}, representou 83.89% dos custos variáveis. O processo de minimização dos gastos com ração dependerá da taxa de conversão alimentar, da qualidade da ração ofertada e da produtividade primária do sistema (Avnimelech e

Kochba, 2009; Jory et al., 2001). Em paralelo, Hargreaves (2013) declara que o dimensionamento do sistema de aeração dependerá da quantidade de ração ofertada diariamente, logo, quanto maior a oferta de ração maior a demanda por energia.

No sistema misto os maiores custos foram com mão de obra e ração 80.65%. Os resultados divulgados por Rego et al. (2016) para a produção em viveiros, validam os valores desde estudo. Os resultados dos sistemas analisados foram influenciados por assumir valores de Densidade, Sobrevivência, Peso médio final e FCA diferentes do autor supracitado, impactando, portanto, os resultados de produção, receita, indicadores de rentabilidade, COE, COT e COP. Vale ressaltar, que para o sistema Multitrófico a diferença ocorreu até mesmo para as espécies avaliadas, visto que, optou-se por animais que já têm cadeia produtiva consolidada.

É importante ressaltar que há fatores que influenciam nos custos de implantação dos empreendimentos que não podem ser mensurados diretamente, como: a diferença salarial entre os estados e/ou regiões, custo com o transporte dos insumos, as relações de externalidades positivas e negativas em decorrência da presença de concorrentes, alterações decorrentes das mudanças cambial e o efeito das políticas regionais no processo de licenciamento e incentivo da atividade. Além disso, como informam Coelho (2005) e Campos (2006) sempre haverá a necessidade de planejamento por meio de uma análise em relação ao volume de produção, custos e indicadores de rentabilidade para auxilia na minimização das incertezas e otimizando resultado e o reflexo de tal atitude acarretará melhora nos indicadores econômicos.

CONCLUSÃO

O sistema misto apresentou os melhores resultados dos indicadores econômicos. O BFT demonstrou melhor capacidade produtiva e com resultados de rentabilidade superior ao critério de decisão. O Multitrófico apresentou margem de produtividade superior ao sistema misto, contudo, em relação aos indicadores de rentabilidade o sistema carece por melhores resultados, além disso, este sistema conta com legislação, a nível nacional, que trata de incentivar sistemas de produção que priorizem a adoção deste tipo de sistema produtivo.

No processo de avaliação de empreendimento aquícola a análise de investimento e dos custos deve ser elemento comum, visto que, a relação de viabilidade técnica não implica em viabilidade financeiro-econômico. Além disso, é preciso considerar ao longo

da análise de projeto, o local, os concorrentes, fornecedores, preços ofertados pelo produto e o efeito das legislações ambientais e de licenciamento.

No geral, todos os sistemas apresentaram-se como uma alternativa para produção do camarão marinho. Contudo, os resultados, particularmente, do sistema de bioflocos e IMTA apresentam margem para incrementar positivamente os indicadores de viabilidade econômica.

REFERÊNCIAS

ABCC/MPA, 2013. Levantamento da infraestrutura produtiva e dos aspectos tecnológicos, econômicos, sociais e ambientais da carcinicultura marinha no Brasil em 2011.

Abreu, M.C.S. de, Mattos, P. de, Lima, P.E.S., Padula, A.D., 2011. Shrimp farming in coastal Brazil: Reasons for market failure and sustainability challenges. Ocean Coast. Manag. 54, 658–667. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2011.06.012

Avnimelech, Y., Kochba, M., 2009. Evaluation of nitrogen uptake and excretion by tilapia in bio floc tanks, using 15N tracing. Aquaculture 287, 163–168. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.10.009

Bordeaux-Rêgo, R. et al, 2013. Viabilidade econômico-financeira de projetos, 4º. ed. Rio de Janeiro.

Campos, C., 2006. Alternativa econômica para o novo rural do nordeste brasileiro : o cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei*. GEPEC 10, 40–53.

Castilho-Barros, L., Almeida, F.H., Henriques, M.B., Seiffert, W.Q., 2018. Economic evaluation of the commercial production between Brazilian samphire and whiteleg shrimp in an aquaponics system. Aquac. Int. 26, 1187–1206. https://doi.org/10.1007/s10499-018-0277-8

Chopin; Buschamann; Halling; Troell; Kautsky; Neori; Kraemer; Zertuche-González; Yarish; Neefus, 2001. Integrating seaweeds into marine aquaculture systems : a key toward sustainability. J. Phycol 986, 975–986.

Coelho, A.M.S., 2005. Análise de custo/volume/lucro e investimentos em carcinicultura de pequeno porte. Custos e Agronegocio 1, 62–84.

Correia Neto, J.F., 2019. Elaboração e Avaliação de Projetos de Investimento.

Silva, S.L.G., Pontes, F.S.T., Pontes, F.M., Bessa, A.P., de Oliveira, D.M., 2012. Análise de investimento na carcinicultura do Rio Grande do Norte: Um estudo de caso. Rev. Caatinga 25, 168–175.

Silveira, L.G.P., Krummenauer, D., Poersch, L.H., Fóes, G.K., Rosas, V.T., Wasielesky, W., 2022. The effect of partial harvest on production and growth performance of *Litopenaeus vannamei* reared in biofloc technologic system. Aquaculture 546. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737408

Silveira, L.G.P., Krummenauer, D., Poersch, L.H., Rosas, V.T., Wasielesky, W., 2020. Hyperintensive stocking densities for *Litopenaeus vannamei* grow-out in biofloc technology culture system. J. World Aquac. Soc. 51, 1290–1300. https://doi.org/10.1111/jwas.12718

De-losso, R., 2020. Deflacionamento 18–24.

Almeida, M.S., Carrijo-Mauad, J.R., Gimenes, R.M.T., Gaona, C.A.P., Furtado, P.S., Poersch, L.H., Wasielesky, W., Fóes, G.K., 2021. Bioeconomic analysis of the

production of marine shrimp in greenhouses using the biofloc technology system. Aquac. Int. 29, 723–741. https://doi.org/10.1007/s10499-021-00653-1

FAO, 2022. World Fisheries and Aquaculture, FAO:Rome,2022.

Ha, T.T.T., van Dijk, H., Bush, S.R., 2012. Mangrove conservation or shrimp farmer's livelihood? The devolution of forest management and benefit sharing in the Mekong Delta, Vietnam. Ocean Coast. Manag. 69, 185–193. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.07.034

Hanson, T., Ph, D., Morris, T., 2013. Economic Analyses Project Rising Returns For Intensive Biofloc Shrimp Systems. Glob. Aquac. Advocate 2011–2013.

Hargreaves, John A, 2013. Biofloc Production Systems for Aquaculture Southern regional aquaculture center. SRAC Publ. 1–12.

Holanda, M., Santana, G., Furtado, P., Rodrigues, R.V., Cerqueira, V.R., Sampaio, L.A., Wasielesky, W., Poersch, L.H., 2020. Evidence of total suspended solids control by Mugil liza reared in an integrated system with pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* using biofloc technology. Aquac. Reports 18. https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100479

Krummenauer, D., Peixoto, S., Cavalli, R.O., Poersch, L.H., Wasielesky, W., 2011. Superintensive culture of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in a biofloc technology system in Southern Brazil at different stocking densities. J. World Aquac. Soc. 42, 726–733. https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2011.00507.x

Martin, N.B., Serra, R., Oliveira, M.D.M., Ângelo, J.A., Okawa, H., 1998. Sistema integrado de custos agropecuários - CUSTAGRI. Informações Econômicas v. 28, n.1 28, 7–28.

Ostrensky, A., Pont, D.J.S.G.D., Cozer, G.G.C.-W.M.V.F.G.N., Silva, R.F. de A.G.-M.U. de A.T. da, 2017. a Produção Integrada Na Carcinicultura Brasileira Volume I. Curitiba.

Patarra, 2019. Aquacultura Multi-Trófica Integrada (IMTA) e as macroalgas marinhas. UAciência 29.

Poli, M.A., Legarda, E.C., Lorenzo, M.A. De, Martins, M.A., Vieira, N., 2019. Pacific white shrimp and Nile tilapia integrated in a bio fl oc system under di ff erent fi sh-stocking densities 498, 83–89. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.08.045

Queiroz, L., Rossi, S., Meireles, J., Coelho, C., 2013. Shrimp aquaculture in the federal state of Ceará, 1970-2012: Trends after mangrove forest privatization in Brazil. Ocean Coast. Manag. 73, 54–62. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.11.009

Rego, M.A.S., Sabbag, O.J., Soares, R., Peixoto, S., 2017a. Financial viability of inserting the biofloc technology in a marine shrimp *Litopenaeus vannamei* farm: a case study in the state of Pernambuco, Brazil. Aquac. Int. 25, 473–483. https://doi.org/10.1007/s10499-016-0044-7

Rego, M.A.S., Sabbag, O.J., Soares, R., Peixoto, S., 2017b. Risk analysis of the insertion

of biofloc technology in a marine shrimp *Litopenaeus vannamei* production in a farm in Pernambuco, Brazil: A case study. Aquaculture 469, 67–71. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.12.006

Samocha, T.M., 2019. Sustainable Biofloc Systems for, Sustainable Biofloc Systems for Marine Shrimp.

Valenti, W.C., Barros, H.P., Moraes-Valenti, P., Bueno, G.W., Cavalli, R.O., 2021. Aquaculture in Brazil: past, present and future. Aquac. Reports 19, 100611. https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100611

CAPÍTULO 4 – AVALIAÇÃO FINANCEIRA-ECONÔMICA DA PRODUÇÃO COMERCIAL DO CAMARÃO MARINHO (*Litopenaeus vannamei*) EM SISTEMA BIOFLOCOS COM SALINIZAÇÃO ARTIFICIAL

Fellipy Augusto Holanda Chaves[1]; Gabriel Keiti Koike Santana[1]; Henrique Jun Koike Santana[1]; Kilmer Coelho Campos[2]; Geraldo Kipper Fóes[1]; Wilson Wasielesky Jr.[1]; Luis Henrique Poersch[1]

[1]Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Instituto de Oceanografia, Universidade 592 Federal do Rio Grande - FURG; Rua do Hotel, n°2, Cassino, Rio Grande, RS, Brazil. 593 CEP: 96210-030.

[2]Programa de Pós-graduação em Economia Rural, Departamento de Economia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Av. Mister Hull, 2977- Campus do Pici, Bloco 826. Fortaleza-Ceará, Brasil. CEP:60440-970.

Autor por correspondência: Universidade Federal do Rio Grande (PPGAq-IO-FURG), Rua do Hotel nº 2, Cassino, Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. CEP: 96210-030 E-mail: fellipychaves@gmail.com (Fellipy A.H. Chaves).

RESUMO

Os cultivos de camarão marinho praticados em águas com baixa salinidade têm apresentado nos últimos anos tendência de crescimento. Contudo, a diferença na composição iônica destas águas em relação às marinhas gera a necessidade de correções para melhorar os resultados zootécnicos e econômicos. Neste sentido, devido ao volume de água dos tanques de cultivo, os sistemas fechados, especificamente utilizando sistema BFT, tem sido caracterizado como mais eficiente no aproveitamento do uso dos insumos. O objetivo desse trabalho é relatar os resultados zootécnico e, adicionalmente mostrar os resultados de viabilidade desse sistema. Além disso, para caracterizar a possível flutuações de produção e preço foi utilizado a análise de cenários. Os resultados zootécnicos de peso final, ganho de peso semanal, biomassa final, conversão alimentar, sobrevivência e produtividade; correspondem a dois ciclos de produção realizados com a densidade de 300 camarões.m^{-2}. Em relação aos indicadores de viabilidade, foi utilizado o fluxo de caixa para um período de 10 anos, com taxa mínima de atratividade de 13.75% ao ano no cálculo do valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR), taxa interna de retorno Modificada (TIRM) e payback descontado (PBD). Os resultados

indicam que ao nível de produção alcançado os indicadores demonstram que não houve viabilidade. Contudo, ao considerar a variação positiva da produção (15%) e dos preços (30%) o sistema torna-se viável com capacidade de retorno do capital investido em quatro anos. Assim, ao considerar um investimento como este, é importante considerar as variações dos preços e o custo médio de produção, bem como o nível de produção que permita maximização da produção e dos resultados financeiros.

Palavras-chave: *Litopenaeus vannamei*, Balanço iônico, águas interiores, indicadores econômicos

INTRODUÇÃO

O cultivo em águas interiores aumentou 6.03%, no período de 2016 a 2020, isto porque, países que antes não tinham produções expressivas passaram a ganhar destaque especificamente com cultivo de crustáceos, com crescimento de 48.85% (FAO, 2022).

Este grupo apresenta como principal organismo de cultivo o camarão marinho *Litopenaeus vannamei*. Dentre as características que o fizerem *L. vannamei* se destacar está a habilidade de adaptação a ampla variação de salinidade. Samocha (2019)e; Wyk et al. (1999) descrevem os peneídos como animais com excelente capacidade osmorregulatória capaz de suportar variação de salinidade que vão de 1.0 a 35 g/L. Assim, é possível encontrar empreendimento aquícolas tanto em ambiente costeiro como em águas interiores.

No Brasil, Valenti et al. (2021) descreveram o processo de interiorização da carcinicultura como uma realidade na região Nordeste. Miranda et al. (2008) comentaram que a expansão nesta região foi possível devido a criação de um pacote tecnológico específico. Maicá et al. (2012) relataram que este tipo de cultivo demonstrou ter viabilidade técnica e econômica, além disso, elencam entre as vantagens: a redução do custo da terra, critérios menos rigorosos em relação as exigências legais e a diminuição da pressão ambiental na zona costeira. Do ponto de vista econômico, Pinto et al. (2020) enaltecem a questão da geração de renda e da melhoria na condição social regional.

Entretanto, do ponto de vista ambiental Maicá et al. (2012) afirmaram que o lançamento de efluente não tratado oriundo do cultivo do *L. vannamei* em sistemas tradicionais e a exigência por troca de grandes volumes de água interferem na sustentabilidade da atividade. Além disso, a fisiológica do animal é afetada pela composição iônica da água que, no caso das águas oligohalinas, apresentaram composição diferente do ambiente marinho, que pode afetar os resultados zootécnicos (Boyd et al., 2009; Li et al., 2017).

Nesse sentido, é necessário realizar correção da composição iônica do cultivo realizado em baixa salinidade. Segundo Boyd et al. (2002) a estratégia de utilização de concentrado hipersalino, fruto da evaporação da água marinha que apresenta todos os íons majoritários, tem sido utilizado com sucesso para a correção do desbalanço iônico.

No cultivo realizado em baixa salinidade, a interação salinização e/ou correção iônica e o sistema de produção devem ser avaliadas. Nesse aspecto, como a alternativa ao cultivo tradicional, Maicá et al. (2012) demonstraram que é tecnicamente possível

produzir camarões marinhos em águas de baixa salinidade utilizando sistema sem troca de água e com densidade superintensiva. Moura et al. (2021) complementam que a tecnologia de bioflocos dentro de suas próprias características, tais como: pouca ou nenhuma troca de água, o reuso da mesma água por diversos ciclos(Krummenauer et al., 2014) e o uso racional dos insumos (Hargreaves, 2013; Samocha, 2019) são características que tornam o processo de salinização adequado para esta tecnologia.

Hanson et al. (2013) ressaltam que para o sistema BFT as informações econômicas devem ter atenção especial, particularmente, com respeito ao investimento e ao custo operacional. Nesse sentido, há pouca informação econômica sobre o sistema BFT e/ou BFT com salinização. Por exemplo cita-se o estudo pioneiro realizado por Pinto et al. (2020) que traz informações da relação entre os indicadores zootécnicos, nutricionais e resultados econômicos, contudo, as informações são referentes a dados em escala laboratorial.

Assim, o objetivo do presente estudo é avaliar e trazer informações quanto a viabilidade financeira e econômica do sistema BFT em nível comercial usando o processo de salinização artificial com densidade superintensiva no cultivo do camarão marinho na região Sul do Brasil.

METODOLOGIA

1.1.Origem dos dados

Os dados de produção do cultivo em sistema BFT com salinização bem como seus gastos são de origem primária coletados por meio de entrevistas realizadas com o responsável técnicos pelo empreendimento (unidade produtiva localizada na cidade de Tapes, Rio Grande do Sul, Brasil).

Os resultados produtivos são relativos aos cultivos realizados entre os anos de 2019 e 2020. As pós-larvas utilizadas foram adquiridas no estágio de pl_{10} e foram aclimatadas em berçários onde permaneceram, respectivamente, durante 55 e 59 dias. Posteriormente, ao alcançarem 1.19 g de peso médio; os juvenis de *L. vannamei* foram transferidos para dois tanques de engorda em densidade de 300 camarões.m^{-3} permanecendo por 64 e 78 dias, ou seja, em média, o ciclo produtivo durou 128 dias. Para o processo de fertilização dos tanques foi utilização melaço de cana-de-açúcar como fonte de carbono orgânico na proporção de 20: 1 (ou seja, para cada 1.0 mg de nitrogênio seriam utilizados 20 mg de carbono orgânico) durante três dias e as correções eram realizadas

sempre que a concentração de amônia ultrapassava 1.0 mg.L^{-1} na proporção C: N de 6: 1 (Ebeling et al., 2006).

O sistema foi projetado para operar com tanques de 265 m³ cobertos com mantas de PEAD de 0.8 mm implantados dentro de estufas e com sistema de aeração constituído por mangueiras microperfurada (Aerotube ®) e compressor de ar trifásico 5.0 CV (Modelo CR9). Além disso, no empreendimento havia edificação para guarda de equipamento de manutenção, operação, ração, laboratório de qualidade de água e decantadores para os sólidos suspensos totais.

As despescas foram realizadas em momentos diferentes. O primeiro tanque foi despescado quando os animais atingiram o peso médio de 14.82 g, já a segunda ocorreu com peso médio de 19.76 g.

Salinização

A água utilizada no cultivo foi captada da chuva através das calhas das greenhouses. Esta água foi inicialmente clorada na concentração 10ppm e declorada por meio de aeração. Após este processo, foram realizadas as homogeneizações, com adição dos sais necessários. Os sais utilizados foram adquiridos em empresas especializadas, sendo o critério de seleção atrelado a necessidade do correto balanço iônico, a otimização dos custos, bem como, proporcionar as mesmas relações iônicas encontradas na água marinha.

d) Análise econômica

Utilizou-se as metodologias propostas por Bordeaux-Rêgo (2013) e Correia Neto (2019). Para definir os custos operacionais totais foram utilizados os dados coletados e extrapolados para o sistema. Assim, para estruturar os custos adotou-se o modelo sugerido por Martin et al. (1998). Segundo os autores, custo operacional efetivo (COE) são os gastos efetivamente desembolsados (rações, energia, mão de obra temporária, melaço, probiótico e alcalinizantes) para produzir numa determinada área. Outros custos operacionais (OCO) que levam em conta o gasto com depreciação de máquinas, equipamentos e benfeitoria da estrutura produtiva e impostos (CESSR equivalente a 2.70% da produção e FGTS de 35.97% da folha de pagamento). Por último, o "custo operacional total" (COT) que consiste no somatório dos custos anteriores.

Em relação a receita bruta (RB), esta foi o produto do valor médio do preço de venda praticado no Brasil pela produção média esperada (Martin et al., 1998). Para indicar o volume mínimo de produção ideal que cobrirá o COT utilizou-se o ponto de nivelamento operacional total. Descrito também por Martin et al. (1998) este indicador mostra a relação entre o COT e o preço por quilograma (R$/kg).

O fluxo de caixa foi elaborado após o levantamento dos custos e receitas geradas pelo sistema e por meio deste foi possível realizar as análises de viabilidade econômica. Além disso, o fluxo de caixa foi estimado para um período de 10 anos.

Quanto aos índices econômicos, foi necessário antes determinar o valor considerado atraente ou qual o risco o investidor estaria disposto a tolerar para entrar na atividade. Este critério é definido pela taxa mínima de atratividade (TMA). Para isso usou-se como referência a taxa básica de juros brasileira (taxa Selic) no ano de 2022 que foi de 13.75%.

No curto prazo, a lucratividade do empreendimento foi mensurada por meio do Lucro operacional (LO), ou seja, é a sobra financeira após descontar os desembolsos com o COT (Martin et al., 1998).

$$\mathrm{LO} = \mathrm{RB} - \mathrm{COT}$$

O índice de lucratividade (IL) é elaborado em função do fluxo de caixa, o retorno (ou não) monetário em função do valor desembolsado. Assim, como critério de decisão o investimento é considerado inviável quando o valor encontrado é maior que 1 (Correia Neto, 2019).

$$\mathrm{IL} = \frac{\sum \mathrm{VP}_{\mathrm{positivo}}}{\sum \mathrm{VP}_{\mathrm{negativo}}}$$

O VPL utilizou os valores futuros estimados pelo projeto ajustados à TMA ao período de referencia para tomada de decisão (Correia Neto, 2019), ou seja, o ano zero. Adicionalmente, Bordeaux-Rêgo (2013) afirma que como critério de decisão, o VPL positivo indica recuperação do capital investido à TMA escolhida e geração de riqueza.

$$VPL = \sum_{n=1}^{t} \frac{VP_n}{(1+i)^n}$$

A TIR, que representa o potencial de retorno do projeto em termos percentuais, é utilizada de forma análoga a TMA. O resultado encontrado indica se o projeto poderá ser aceito (TIR>TMA) ou rejeitado (Correia Neto, 2019).

$$0 = \sum_{n=1}^{t} \frac{VP_n}{(1+TIR)^n}$$

A TIRM reflete o retorno esperado de forma mais realista por levar em conta as diferentes taxas de reaplicação dos valores gerados.

$$TIRM = \sqrt[n]{\frac{VF}{VP} - 1}$$

O PBD corresponde ao de retorno do investimento, descrito em anos, com relação ao custo do capital (Correia Neto, 2019).

Os preços de venda do camarão ao final da engorda bem como a produção costumam variar entre os ciclos de produção. Para o empreendedor, estas oscilações implicam em incerteza. Correia Neto (2019) descreve que a impossibilidade de prever com exatidão os resultados é o que caracteriza a incerteza.

Com o objetivo de mensurar as incertezas, Correia Neto (2019) descreveram a metodologia de análise de cenários com uma abordagem fundamentada na ocorrência de variações das diferentes situações em que o projeto pode si deparar. No geral, a análise de cenários trabalha com os seguintes premissa: pessimista, de ocorrência provavél e o otimista. Contudo, ao análisar os resultados produtivos de outros autores (Silveira et al., 2020; Silveira et al., 2022; Krummenauer et al., 2011; Samocha, 2019) observou-se que na salinidade adotada seria possível melhorar os resultados de produção. Assim, com respeito a produção, os cenários foram estabalecidos em 15% e 30% acima da produção obtida. Com relação aos preços, por meio da plataforma “CAMARADA” (aplicativo utilizado no monitoramento dos preços de venda do camarão marinho desenvolvido pela Associação Brasileira Criadores de Camarão, ABCCAM) foi possível observar que em

relação ao preço de venda admitido neste estudo (corresponde a variação ocorrida no ano de 2022), o incremento da variação dos preços foi positivo, logo, os cenários para os preços foram os aumentos de 15% e 30%. O último foi elaborado na possibilidade de ocorrência simultânea do aumento de da produção (15%) e do preço (30%).

RESULTADO

Valores de quantidade e custos dos sais utilizada no processo de salinização estão descrito na Tabela 1. Ao final do processo de salinização, adotou-se como valor de trabalho a concentração foi de 20 g/L e para cada metro cúbico de água foram gastos R$ 20,09. Os sais apresentaram influências diferentes na composição do custo no processo de salinização. A necessidade do cloreto de sódio para salinização representa 68,09% do total utilizado. No entanto, quando relacionado com custo de aquisição este composto representa o segundo maior custo. O cloreto de magnésio ($MgCl_2$) que, em termos de quantidade utilizada, é aproximadamente cinco vezes menor que o cloreto de sódio (NaCl), representa o maior custo de aquisição. A relação entre sulfato de sódio (Na_2SO_4) e brometo de potássio(KBr) retrata a diferença entre a relação custo e quantidade. O sulfato de sódio apresenta necessitou quantidade 38 vezes superior ao brometo de potássio, contudo, em relação ao custo, este insumo tem preço 49,66% superior ao sulfato de sódio. Logo, o brometo de potássio é terceiro elemento com maior impacto no custo seguido do sulfato de sódio (Kester et al., 1967).

Tabela 1 – Descrição dos compostos e a quantidade utilizados no processo de salinização da água para cada metro cúbico (m^3), bem como, os custos referentes a quantidade necessária para subir a salinidade para 20g/L.

Salinidade	Quantidade (kg/m^3)	Preço* ($R\$/m^3$)	Participação em relação a quantidade (%)	Participação em relação ao peso (%)
Sulfato de Sódio (Na_2SO_4)	2,28	2,92	11,35	11,88
Cloreto de Potássio (KCl)	0,38	1,22	1,89	4,96
Bicarbonato de Sódio ($NaHCO_3$)	0,11	0,26	0,55	1,06
Brometo de Potássio (kBr)	0,06	4,37	0,30	17,78
Ácido Bórico (H_3BO_3)	0,02	0,07	0,10	0,28
Fluoreto de Sódio (NaF)	0,002	0,05	0,01	0,20
Cloreto de Magnésio ($MgCl_2$)	2,9	6,53	14,44	26,57
Cloreto de Cálcio ($CaCL_2$)	0,64	1,22	3,19	4,96
Cloreto de Estrôncio ($Sr\ Cl_2$)	0,014	2,06	0,07	8,38
Cloreto de sódio (NaCl)	13,68	5,88	68,09	23,92

Total	20,09	24,58	100	100

*Preço é referente ao ano de 2019.

Os dados relativos as variáveis de qualidade de água durante os ciclos produtivos estão sumarizadas na Tabela 2. Temperatura, oxigênio dissolvido e sólidos sedimentáveis apresentaram diferenças significativa ($p<0,05$) entre os tanques de cultivos. Contudo, tanto temperatura como oxigênio estavam dentro da faixa ótima para maximização do desempenho do camarão e da atividade microbiana (Hargreaves, 2013; Samocha, 2019). Já para nitrito, mesmo não existindo diferença significativa ($p>0,05$) foram observados valores acima do nível de segurança (Lin e Chen, 2003) o pode ter afetado os resultados zootécnico nos dois tanques de produção.

Tabela 2 - Resultados dos parâmetros de qualidade de água (média ± desvio padrão) ao longo do ciclo produtivo de 64 e 78 dias, respectivamente, nos tanques de engorda.

	Tanque_A	Tanque_B
Temperatura (ºC)	$29,21 \pm 1,29^{a}$	$28,49 \pm 1,83^{b}$
Oxigênio ($mg.L^{-1}$)	$5,30 \pm 0,51^{a}$	$5,12 \pm 0,58^{b}$
pH	7.76 ± 0.19	7.83 ± 0.27
NH_3 ($mg.L^{-1}$)	0,05 ± 0,05	0,08 ± 0,09
NO_2^- ($mg.L^{-1}$)	7,66 ± 9,03	9,06 ± 9,55
NO_3^- ($mg.L^{-1}$)	57,58 ± 35,91	73,23 ± 53,05
Alcalinidade ($mg.L^{-1}$de $CaCO_3$)	132,50 ± 16,69	131,21 ± 16,73
SS ($mg.L^{-1}$)	$21,97 \pm 6,95^{a}$	$11,38 \pm 2,85^{b}$

Letras diferentes indicam diferença estatística entre as médias ($p<0.05$)

O maior peso médio de despesca (no tanque B) foi responsável pelo melhor resultados de biomassa, produtividade, visto que, as densidades foram as mesmas e a sobrevivência no tanque B foi menor que A. O tanque A apresentou melhor conversão alimentar e sobrevivência (Tabela 3).

Tabela 3 - Resultados das variáveis zootécnicos da produção do *L. vannamei* em sistema BFT com o uso de salinização artificial nos tanques de engorda. ao longo do ciclo produtivo de 64 e 78 dias.

	Tanque_A	Tanque_B
Peso inicial (g)	1,19	1,19
Peso final (g)	14,82	19,76

Ganho de peso semanal (g)	1,50	1,77
Biomassa inicial (kg)	86,91	86,53
Biomassa final (kg)	908,58	1075,57
FCA	1,47	1,50
Produtividade (kg/m³)	3,1	3,72
Sobrevivência (%)	84,62	83,06

O maior gasto ficou por conta da construção, mais especificamente o processo de construção dos tanques de engorda juntamente com a geomembrana que tiveram os maiores impactos na fase de implantação, isso porque, esta etapa envolve movimentação de terra, construção de comportas e aquisição e instalação da geomembrana (Tabela 4).

As estufas e a instalação do sistema de aeração apresentaram forte influência sobre o valor de investimento. Para as estufas além da aquisição da estrutura foi necessário a contratação de mão de especializada. Para a instalação do sistema de aeração, além dos compressores de ar e mangueiras rugosas o sistema necessita de compra de tubulação, conexões e instalações elétricas para o adequado funcionamento.

Tabela 4 - Descrição dos principais desembolsos para a implantação do sistema BFT para operar com 300 camarões.m^{-2} e o valor gasto no processo de salinização artificial (20g/L).

Descrição	**Unidade**	**Qtde**	**Total (R$)**	**Participação (%)**
Construção			**104.049,17**	**60,75**
Tanques de engorda de geomembrana	m²	795	55.650,00	32,49
Estufa	m²	1113	46.490,01	27,14
Sistema de drenagem	Unid.	1	1.909,16	1,11
Obra Complementares			**7.559,00**	**4,41**
Casa de bombas	m²	6	4.998,00	2,92
Instalação elétricas	Unid.	1	2.561,00	1,50
Análise de água			**3.520,00**	**2,06**
Sonda multiparametro	Unid.	1	2.950,00	1,72
Refratômetro	Unid.	1	130,00	0,08
Cone de Imhoff	Unid.	2	440,00	0,26
Sistema de aeração			**27.649,89**	**16,14**
Compressor radial	Unid.	3	18.319,89	10,70
Aerotube	M	466,5	9.330,00	5,45
Bombas			**8.097,00**	**4,73**
Gerador	Unid.	1	5.860,00	3,42

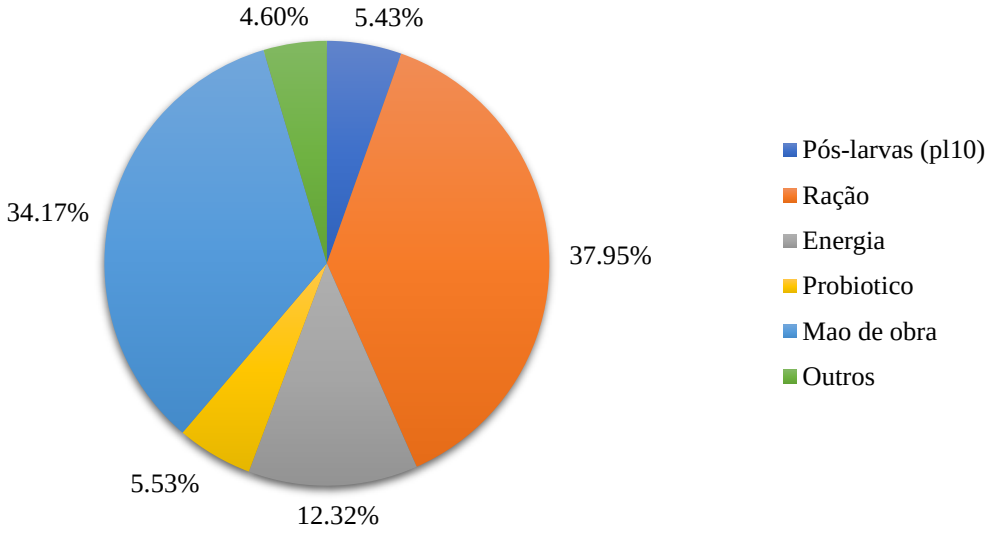
Motobomba	Unid.	1	1.737,00	1,01
Instalação elétricas	Unid.	1	500,00	0,29
Diversos			**855,90**	**0,50**
Salinização			**19.541,10**	**11,41**
Total			**171.272,06**	**100,00**

*Diversos: rede de despesca, puçás, balanças de biometria, balança de despesca, caixa d'água e tarrafa

Todos os valores são referentes ao ano 2019.

Entre os itens inerentes ao COE, ração representou o maior desembolso, seguido de mão de obra. O gasto com a mão de obra considerou a contratação de um responsável técnico e um responsável pela rotina de alimentação e coleta de parâmetros de qualidade de água (Gráfico 1).

Gráfico 1 – O custo operacional efetivo de produção engloba todos os insumos utilizados juntamente com a mão de obra sem os encargos durante o ciclo produtivo de 128 dias.



*Outros: Alcalinizantes (cal hidratada e bicarbonato), melaço, hipoclorito de cálcio.

Os resultados apontaram que com aproximadamente três ciclos por ano seria possível obter uma produção anual de 5.952,45 kg (Tabela 5). A receita foi diretamente influenciada pelos preços de venda, nesse caso, como a despesca dos camarões ocorreu com pesos diferente (14,82g e 19,76g) os preços de venda foram de R$24,00 e R$29,00. Nestas condições, o custo de produção ficou 19,05% acima da receita bruta o que gerou consequentemente um lucro operacional negativo (R$-24.343,90). Com relação a remuneração do capital investido, índice de lucratividade (IL), mostrou que ao final do período avaliado, não houve remuneração do capital investido (-1,47).

Na condição avaliada, o ponto de nivelamento demonstrou que para igualar a receita bruta com o custo total de produção seria necessário aumentar a escala de produção (mantendo todos os resultados zootécnicos constante) em pelo menos 16,23% ou aumentar o preço de venda por quilograma de camarão produzidos para R$30,80.

Tabela 5 - Resultado produtivo do *L. vannamei* considerando três ciclos de produção por ano em sistema BFT com salinização artificial.

Variáveis	Resultados
Produção (kg)	5.952,45
Preço médio de venda (R$/kg)	26,71
Receita bruta (R$)	158.992,35
Custo total de produção (R$)	183.336,25
Lucro operacional (R$)	-24.343,90
Índice de lucratividade	-1,47
Ponto de nivelamento (kg)	6.918,35
Custo médio de produção ($R\$.kg^{-1}$)	30,80

Os preços de venda foram retirados do aplicativo de monitoramento de preço de venda do camarão CAMARADA.

Os resultados dos indicadores de rentabilidade ressaltam que no período de 10 anos o retorno gerado pelo empreendimento foi influenciado pelo custo de produção, produção e preço de venda. Nesse sentido, o resultado estimado no VPL identificou que, em relação ao critério de decisão a taxa mínima de atratividade, TMA, (ou seja, a Selic de 13,75%), investir nessa condição no sistema BFT com salinização artificial não haveria geração de riqueza isso porque as taxas geradas pelo empreendimento (TIR e MTIR) são menores que a TMA. Além disso, no período estipulado não foi possível por meio do fluxo de caixa constatar o retorno do capital investido.

Tabela 6 - Resultados dos indicadores de rentabilidade do empreendimento considerando três ciclos de produção por ano do cultivo do *L. vannamei* em sistema BFT com salinização artificial.

VPL	-313.584,77
TIR	-
TIRM	-20,21%
Payback	-
Payback Descontado	-

Na simulação de cenários foi possível observar uma melhora dos indicadores de rentabilidade, contudo apenas, na hipótese de aumento simultâneo da produção e preço

(respectivamente, 15% e 30%) o resultado apresentou viabilidade com VPL (85.394,97) positivo; TIR e TIRM (24,96% e 18,52 %) superior a TMA (13,75%) e payback descontado de quatro anos. O aumento simultâneo da produção e preço produziu a menor relação entre quanto deve ser produzido para quitar todo o CTP. Nesta condição, para quitar o CTP seria necessário utilizar 79,73% da produção (Tabela 7).

Os incrementos isolados da produção e do preço impactaram na melhoria dos resultados dos indicadores de viabilidade do empreendimento comparados à condição determinística. Os aumentos provocados em 30% da produção e do preço de venda impactaram positivamente na TIR e TIRM. Contudo, a quantidade de camarão produzida nestas circunstâncias e utilizada para saldar o CTP é diferente. Nesta situação, o incremento do preço (30%) por não gerar aumento do dispêndio (ou novos) fez com que a quantidade utilizada para quitar o CTP fosse menor. Na hipótese de aumento da produção esta não ocorre de forma isolada é preciso aumentar o volume de insumos utilizados para manter o nível de produção.

O Valor do IL apresentou resultado positivo e com melhor desempenho quando o aumento ocorre nos preços. Já os cenários produzidos com os aumentos isolados com 15% da produção e 15% do preço não tiveram nenhum efeito sobre a receita bruta (RB). No LO, resultado da diferença entre a RB e CTP, o resultado com o aumento de 15% no preço causou uma melhora, mas ao aumentar a produção (15%) há a necessidade de aumentar outros insumos (por exemplo, pl's e ração) aumentando com isso o CTP, assim, nesta situação, o aumento da produção teve efeito negativo.

Tabela 7 - Análise de cenários considerando o aumento de 15% e 30% sobre a produção e o preço de venda por quilograma de camarão; e o aumento sucessivo de 15% na produção e 30% no preço sobre os indicadores Valor presente líquido (VPL); Taxa interna de retorno (TIR); Taxa interna de retorno modificada (TIRM); Payback descontado (PBD); Produção (Prod); Receita Bruta (RB); Custo total de produção (CTP); Lucro operacional (LO); Índice de Lucratividade (IL); Ponto de nivelamento (PN).

	15_Prod	30_Prod	15_Preço	30_Preço	15_Prod_30_Preço
VPL (R$)	- 237.903,07	-56.256,26	- 191.354,89	-32.456,04	85.394,97
TIR (%)	-	5,85	-16,33	9,26	24,96
MTIR (%)	-15,38	9,21	-11,89	11,33	18,52
PBD (anos)	-	10	-	9	4
Pro (kg)	6.845,32	8.898,91	5.952,45	5.952,45	6.845,32
RB (R$)	182.841,20	237.693,56	182.841,20	213.844,71	245.921,42
CTP (R$)	192.817,19	213.184,51	183.980,17	184.817,27	194.520,35
LO (R$)	-9.975,98	24.509,05	- 1.138,97	29.027,44	51.401,06

IL	-0,61	1,44	-0,08	1,71	3,04
PN (kg)	7.276,12	8.044,70	6.037,09	5.185,31	5.457,54
PN (R$)	28,17	23,96	30,91	31,05	28,42

DISCUSSÃO

Os resultados de oxigênio e temperatura estão de acordo com a faixa considerada ideal para otimizar o crescimento do *L. vannamei*. Conforme Samocha (2019) o melhor desempenho do camarão marinho ocorre quando a temperatura está entre 28 ºC a 30 ºC e o oxigênio entre 4.0 a 8.0 $mg.L^{-1}$. Já para os compostos nitrogenados Lin and Chen (2001, 2003) esclarecem que o efeito da toxicidade da amônia e do nitrito estão relacionados com salinidade. Nesse sentido, os valores encontrados para amônia e nitrito mostram que os resultados foram adequados para os cultivos.

É importante salientar que os trabalhos realizados por Maicá et al. (2012), Moura et al. (2021) e Pinto et al. (2020) apresentaram resultados semelhantes para amônia (dentro da faixa de 0,02 a 1,75 $mg.L^{-1}$).

Já para o nitrito, Moura et al. (2021) conseguiram controlar os picos em água de baixa salinidade (3,0 a 13 g/L) por meio das estratégias de fertilização com melaço (37,30% de carbono) e adição de água do mar. Pinto et al. (2020) relataram protocolo semelhante, entretanto, a etapa de fertilização ocorreu 30 dias antes do início do povoamento com melaço e para manter as diluições da água do mar constante utilizou sais comerciais. Maicá et al. (2012) relatam que em baixa salinidade a dificuldade para manter o nitrito no nível de segurança pode ser causa de mortalidade.

Com relação aos resultados zootécnicos, os valores encontrados neste estudo ratificam os valores relatados por Pinto et al. (2020) que trabalharam com salinidade semelhante à deste estudo. Além disso, os autores optaram por densidade de 250 $camarões.m^{-3}$ com o povoamento iniciando quando os animais alcançaram peso de 1,10 g. No presente estudo, o ciclo no tanque de engorda iniciou com camarões 1,19 g de peso médio e com densidade de 300 $camarões.m^{-2}$.

Com relação ao ganho de peso médio semanal (GPS) Pinto et al. (2020) relataram que os valores ficaram entre 1,0 e 1,3 g; enquanto neste estudo os valores estão entre 1,50 e 1,77 g. O mesmo ocorreu para os resultados de conversão alimentar e sobrevivência.

Ao comparar os resultados encontrados neste relato com outros trabalhos realizados em sistema BFT sem a utilização de salinização artificial, os resultados dos indicadores zootécnicos mostram-se adequados. Krummenauer et al. (2011) relataram

que o cultivo de *L. vannamei* em densidade de 300 camarões.m^{-2} apresentou menor GPS que o encontrado nesta pesquisa. Contudo, o mesmo autor alcançou melhores valores de CCA (1,29) e de produtividade (4,09 kg.m²) para a mesma densidade. No presente estudo, os resultados foram 1,47 e 1,50 (CCA) e 2,1 e 3,72 (produtividade), respectivamente.

Nos parâmetros de qualidade água é possível verificar que os valores de nitrito oscilaram com picos de 16.69 $mg.L^{-1}$ e 18.47$mg.L^{-1}$. Segundo Lin e Chen, (2003) o LC_{50} para salinidade entre 15 e 25 g/L é 6.10 $mg.L^{-1}$ e 15.2 0 $mg.L^{-1}$, respectivamente. Logo, durante o ciclo produtivo, os animais estavam em situação de estresse causado pelo excesso de nitrito no ambiente, interferindo no resultado de CCA e produtividade.

Com respeito ao investimento, os valores demonstraram que os maiores custos ficaram por conta da construção da unidade produtiva. Rego et al. (2017) relataram que o custo com este item representou 37,12%. Almeida et al. (2021) descreveram que ao investir no sistema BFT na região Sul do Brasil seriam necessários9,02% do total do investimento apenas com a construção da unidade produtiva.

O custo operacional efetivo avaliado nesse estudo foi afetado principalmente pelos gastos com mão de obra e ração, sendo que estes dois itens representam 72,12% do COE. A ração, insumo com maior impacto, correspondeu a 37,95% do total do COE. Rego et al. (2017) ao avaliar o cultivo do camarão marinho em sistema BFT no estado de Pernambuco descreveram que a ração teve resultado próximo ao encontrado neste trabalho (37,89 %). Contudo, de Almeida et al. (2021) ao avaliarem o a produção em BFT com 400 camarões.m² encontraram que a ração correspondeu a 57,54% do custo de produção, adicionalmente, o gasto com alimentação mais a mão de obra representaram 74,60%.

A relação entre produção e preço de venda afetou o resultado da receita bruta, visto que, como relatado por alguns autores (Silveira et al., 2020; Krummenauer et al., 2011) o sistema BFT tem como característica a alta capacidade produtiva. Além disso, ao considerar o custo médio de produção (R$ 31,80/kg) é possível constatar que, em média, o preço de venda para o *L. vannamei* no sistema avaliado está abaixo do custo médio de produção. Logo, o ponto de nivelamento identifica a necessidade de ser tecnicamente mais eficiente no uso dos insumos, visto que há a necessidade do aumento da produção para custear o custo total de produção (CTP), porém, sem alterar a relação de gastos.

Quando aos indicadores de rentabilidade, Almeida et al. (2021) e Rego et al. (2017) encontraram resultados que atestam que o sistema BFT apresenta resultados favoráveis na escolha como opção de investimento. Os autores afirmam que o VPL e TIR

apresentaram valores superiores a TMA. É importante ressaltar que os valores de TMA descritos foram de 10.25% (Almeida et al., 2021) e 10% (Rego et al., 2017a). Já para este estudo, os resultados de VPL, TIR e TIRM foram inferiores ao critério de tomada de decisão (TMA de 13,75%). Adicionalmente, dentro do período avaliado, não será possível obter o retorno do investimento.

Os cenários avaliados indicam uma melhora dos indicadores econômicos com o aumento da produção, produção e preço simultaneamente. Contudo, é importante destacar que o aumento da produção implica também no aumento do COE já que é necessário aumentar a quantidade de insumos utilizados. Em relação aos preços, seu incremento implica no aumento da receita, porém é importante verificar a ocorrência de taxação sobre estes. Além disso, os preços de venda do *L. vannamei* podem variar em relação ao tamanho, período do ano e entre regiões.

Em relação à produção, o simples aumento da densidade pode não ser o suficiente para aumentar a produção visto que pode haver um efeito negativo nos resultados zootécnicos. Krummenauer et al. (2011) relatam que o aumento da densidade de 300 cam.m^{-2} para 450 cam.m^{-2} causou o aumento da conversão alimentar, redução do ganho de peso semanal, sobrevivência, produtividade e biomassa. No entanto, Silveira et al. (2022) ao avaliar o efeito da despesca parcial como estratégia para a produção do camarão marinho, relataram que, ao realizar uma ou duas despescas parciais, foi possível alcançar valores de produtividade entre 5,85 e 6,22 kg.m^{-2} para um cultivo com 500 cam.m^{-2}.

É importante destacar que o investimento na carcinicultura praticada nos mais diversos sistemas deve estar atento às variações de preços, particularmente para o sistema BFT o impacto da variação dos preços pode afetar a viabilidade do empreendimento, pois, como afirmam Hanson et al. (2013) e Hargreaves (2013), o alto custo para investir e operacionalizar este sistema pode vir a ser obstáculo.

CONCLUSÃO

A produção em sistema BFT com salinização artificial mostrou que tecnicamente é possível obter excelentes resultados produtivos, contudo, em relação a investir os resultados indicam a necessidade da dependência de preços atraentes, isto porque os custos de produção e investimento ainda são elevados principalmente com relação ao gasto com alimentação.

REFERÊNCIAS

Bordeaux-Rêgo, R. et al, 2013. Viabilidade econômico-financeira de projetos, 4º. ed. Rio de Janeiro.

Boyd, C.A., Chaney, P.L., Boyd, C.E., Rouse, D.B., 2009. Distribution of ground water suitable for use in saline-water aquaculture in central and west-central alabama. J. Appl. Aquac. 21, 228–240. https://doi.org/10.1080/10454430903114048.

Boyd, C.E., 2002. Dissolved Salts in Water for Inland , Low-Salinity Shrimp Culture 40–45.

Boyd, C.E., Thunjai, T., 2003. Concentrations of major ions in waters of inland shrimp farms in China, Ecuador, Thailand, and the United States. J. World Aquac. Soc. 34, 524–532. https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2003.tb00092.x.

Chen, S., Ling, J., Blancheton, J.P., 2006. Nitrification kinetics of biofilm as affected by water quality factors. Aquac. Eng. 34, 179–197. https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2005.09.004.

Correia Neto, J.F., 2019. Elaboração e Avaliação de Projetos de Investimento.

Kester, I. Duedall, D. Connors, R.P., 2011. Preparation of Artificial Seawater. Am. Soc. Limnol. Oceanogr. 12, 176–179.

Silveira, L.G.P., Krummenauer, D., Poersch, L.H., Fóes, G.K., Rosas, V.T., Wasielesky, W., 2022. The effect of partial harvest on production and growth performance of *Litopenaeus vannamei* reared in biofloc technologic system. Aquaculture 546. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737408.

Silveira, L.G.P., Krummenauer, D., Poersch, L.H., Rosas, V.T., Wasielesky, W., 2020. Hyperintensive stocking densities for *Litopenaeus vannamei* grow-out in biofloc technology culture system. J. World Aquac. Soc. 51, 1290–1300. https://doi.org/10.1111/jwas.12718.

Almeida, M.S., Carrijo-Mauad, J.R., Gimenes, R.M.T., Gaona, C.A.P., Furtado, P.S., Poersch, L.H., Wasielesky, W., Fóes, G.K., 2021. Bioeconomic analysis of the production of marine shrimp in greenhouses using the biofloc technology system. Aquac. Int. 29, 723–741. https://doi.org/10.1007/s10499-021-00653-1.

Ebeling, J.M., Timmons, M.B., Bisogni, J.J., 2006. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. Aquaculture 257, 346–358. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.03.019.

FAO, 2022. World Fisheries and Aquaculture, FAO:Rome,2022.

FAO, 2018. The state of world fisheries and aquaculture- meeting the sustainable development goals. ROMA.

Hanson, T., Ph, D., Morris, T., 2013. Economic Analyses Project Rising Returns For Intensive Biofloc Shrimp Systems. Glob. Aquac. Advocate 2011–2013.

Hargreaves, John A, 2013. Biofloc Production Systems for Aquaculture Southern regional aquaculture center. SRAC Publ. 1–12.

Hargreaves, J.A., 2006. Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture. Aquac. Eng. 34, 344–363. https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2005.08.009.

Krummenauer, D., Peixoto, S., Cavalli, R.O., Poersch, L.H., Wasielesky, W., 2011. Superintensive culture of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in a biofloc technology system in Southern Brazil at different stocking densities. J. World Aquac. Soc. 42, 726–733. https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2011.00507.x.

Krummenauer, D., Samocha, T., Poersch, L., Lara, G., Wasielesky, W., 2014. The reuse of water on the culture of pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in BFT system. J. World Aquac. Soc. 45, 3–14. https://doi.org/10.1111/jwas.12093.

Li, E., Wang, X., Chen, K., Xu, C., Qin, J.G., Chen, L., 2017. Physiological change and nutritional requirement of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* at low salinity. Rev. Aquac. 9, 57–75. https://doi.org/10.1111/raq.12104.

Lin, Y.-C., Chen, J.-C., 2001. Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus Vannamei* Boone juveniles at different salinity levels. J. Exp. Mar. Bio. Ecol. 259, 109–119.

Lin, Y.C., Chen, J.C., 2003. Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles at different salinity levels. Aquaculture 224, 193–201. https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00220-5.

Maicá, P.F., de Borba, M.R., Wasielesky, W., 2012. Effect of low salinity on microbial floc composition and performance of *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles reared in a zero-water-exchange super-intensive system. Aquac. Res. 43, 361–370. https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.02838.x.

Martin, N.B., Serra, R., Oliveira, M.D.M., Ângelo, J.A., Okawa, H., 1998. Sistema integrado de custos agropecuários - CUSTAGRI. Informações Econômicas v. 28, n.1 28, 7–28.

Miranda, F.R., Lima, R.N., Crisóstomo, L.A., Santana, M.G.S., 2008. Reuse of inland low-salinity shrimp farm effluent for melon irrigation. Aquac. Eng. 39, 1–5. https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2008.04.001.

Moura, P.S. de, Wasielesky, W., Serra, F. da P., Braga, A., Poersch, L., 2021. Partial seawater inclusion to improve *Litopenaeus vannamei* performance in low salinity biofloc systems. Aquaculture 531, 735905. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735905.

Pinto, P.H.O., Rocha, J.L., do Vale Figueiredo, J.P., Carneiro, R.F.S., Damian, C., de Oliveira, L., Seiffert, W.Q., 2020. Culture of marine shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in biofloc technology system using artificially salinized freshwater: Zootechnical performance, economics and nutritional quality. Aquaculture 520. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.734960.

Rego, M.A.S., Sabbag, O.J., Soares, R., Peixoto, S., 2017a. Financial viability of inserting the biofloc technology in a marine shrimp *Litopenaeus vannamei* farm: a case study

in the state of Pernambuco, Brazil. Aquac. Int. 25, 473–483. https://doi.org/10.1007/s10499-016-0044-7.

Rego, M.A.S., Sabbag, O.J., Soares, R., Peixoto, S., 2017b. Risk analysis of the insertion of biofloc technology in a marine shrimp *Litopenaeus vannamei* production in a farm in Pernambuco, Brazil: A case study. Aquaculture 469, 67–71. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.12.006.

Samocha, T.M., 2019. Sustainable Biofloc Systems for, Sustainable Biofloc Systems for Marine Shrimp.

Saoud, I.P., Davis, D.A., Rouse, D.B., 2003. Suitability studies of inland well waters for Litopenaeus vannamei culture. Aquaculture 217, 373–383. https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00418-0.

Valenti, W.C., Barros, H.P., Moraes-Valenti, P., Bueno, G.W., Cavalli, R.O., 2021. Aquaculture in Brazil: past, present and future. Aquac. Reports 19, 100611. https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100611.

Wyk, P. Van, Davis-Hodgkins, M., Laramore, R., Main, K.L., Mountain, J., Scarpa, J., 1999. Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems. Harb. Branch Oceanogr. Inst. 4520 pages.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de bioflocos apresenta elevada capacidade produtiva, porém o aumento da densidade sem o devido planejamento pode prejudicar os indicadores zootécnicos e causar perdas econômicas. Os resultados descritos no Capítulo I demonstram que ao adotar uma densidade hiperintensivo em sistema de biofloco é importante estar atento para os ganhos de produtividade e, principalmente, para a melhor relação entre custo/benefício, visto que, o incremento da densidade pode acarretar em efeitos negativos sobre os resultados zootécnicos (como redução do peso final e aumento do fator de conversão alimentar, FCA) que levam ao aumento dos custos de produção e, consequentemente, afeta a viabilidade do empreendimento.

A literatura científica atribui a tecnologia de BFT diversas estratégias produtivas. O capítulo II trata da análise de rentabilidade do projeto que adote deste sistema com as práticas de despescas parciais contra despesca total. Nesse caso, foi possível observar que, mesmos não havendo diferenças significativa entre os pesos finais entre as diferentes táticas, o melhor resultado financeiro foi alcançado no cenário de duas despescas parciais. Isso ocorreu devido ao melhor preço médio de venda e menor custo médio de produção.

O capítulo III mostra a influência do sistema de produção e como estes são impactados por diversos fatores, como: variações de preços (insumos e produtos), concorrentes, localização do empreendimento e o peso de venda. Além disso, é possível integrar sistemas diferentes com o intuito de reduzir a vulnerabilidade dos empreendimentos perante as incertezas.

A salinização é um método de produção recente que tem como vantagem a possibilidade de tornar a produção de camarão marinho independente da fonte de água (no caso, água marinha). O método aliado a tecnologia de biofloco permite a atingir produtividade elevada e a reutilização da água por vários ciclos. Contudo, os resultados encontrados demonstram que ainda é que apresente estes benefícios o sistema carece de melhores resultados econômicos para viabilizar o sistema.

No geral, a análise de fluxo de caixa, investimento e de custos constituem um importante instrumento de avaliação na tomada de decisão isso porque a viabilidade técnica não implica necessariamente na melhor situação financeira é confrontar os resultados técnicos com os resultados econômicos. Além disso, a análise de fluxo de caixa e de custos permitem identificar quais elementos, dentro de uma situação determinística, mais impactam sobre os resultados monetários. Já no caso da análise de investimento, os

resultados podem ser condensados em indicadores que podem ser comparados com outros possíveis investimentos ou estratégias de produção na etapa de tomada de decisão.

SUGESTÃO DE NOVAS PESQUISAS

A maximização dos sistemas de produção passar pela otimização da densidade ideal, assim, para próximos trabalhos, sugere-se a avaliação de densidade que maximizem os resultados zootécnicos, bem como, alteração do manejo alimentar com maior frequência alimentar com intuito de diminuir a competição e a dispersão dos pesos médios finais. Adicionalmente, é importante avaliar o efeito da ração considerando os diferentes teores de proteínas sobre a performance dos indicadores zootécnicos dos animais.

A metodologia de despescas parciais mostrou-se um instrumento poderoso para viabilizar o sistema de produção que utilizar a tecnologia de biofloco, porém, por meio da diferença entre o crescimento esperado e o real ficou evidente que, ao longo do ciclo produtivo, as despescas parciais não maximizaram o crescimento compensatório, desta forma, visando melhorar além dos resultados zootécnicos os resultados econômicos, é importante avaliar as diferentes densidade sobre a perspectivas da despescas parciais e incluir a avaliação entre o crescimento esperado e real para identificar o melhor retorno de crescimento com redução do fator de conversão alimentar (FCA).

Com relação a salinização, devido ao crescimento da produção de camarão marinho, especialmente nas águas continentais, esta pode ser uma importante ferramenta para inicial a produção de pós-larvas e torná-la independente do ambiente costeiro.

ANEXO

QUESTIONÁRIO PARA CARCINICULTORES/PISCICULTORES - 2015/2016

PARTE I – IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTOR

1. Data da Entrevista: ____/____/____ 2. Fazenda/Município: _____
3. Pessoa Entrevistada: _____ 4. Cargo: _____

5. Idade:
i) Até 30 anos: _____ ii) 30 a 50 anos: _____ iii) mais de 50 anos: _____

6. Grau de Instrução:
i) Não lê nem Escreve: _____ ii) Assina o nome: _____
iii) Lê e Escreve: _____ iv) Curso Primário: _____
v) Curso Secundário: _____ vi) Curso Superior: _____

7. Vc participou de algum treinamento ou capacitação durante o ano de 2015/2016? _____
Que tipo?_____

8. Vc recebeu ou pagou para ter assistência técnica de algum órgão ou profissional especializado durante o ano de 2015/2016? _____ Qual a frequência?_____ Quanto pagou?_____R$/mês

9. Que nota vc daria para o nível tecnológico de desenvolvimento de sua atividade ou propriedade durante o ano de 2015/2016? (escala de zero a dez)_____

10. Há quanto tempo se dedica à atividade (experiência)?

i) Menos de 2 anos: ___ ii) de 2 a 6 anos: _____ iii) mais de 6 anos: _____

PARTE II – INVENTÁRIO DA FAZENDA

A) INVENTÁRIO DA TERRA

5. Área total da fazenda (ha): _____ 6. Área **física** total com **viveiros** (ha): _____
7. Valor da **terra nua** (R$/ha): _____ 8. Área de **viveiros** em utilização (ha): _____

B) INVENTÁRIO DE MÁQUINAS, APARELHOS E EQUIPAMENTOS

ESPECIFICAÇÃO	Idade	Quantidade	Valor Atual (R$)	Vida Útil Futura (Anos)
Motobombas				
Carro-de-Mão				
Balanças				
Freezer				
Geladeira				
Carroça				
Carreta				
Trator				
Caminhão				
Microscópio				
Oxímetro				
Refratômetro				
pHmetro				
Aeradores até 2 HP				
Aeradores > 2 HP				
Tubos/Canos				
Outras Máquinas				

Ferramentas Diversas				
Rede de Pesca				
Artes de Pesca				
Caixas de Isopor				
Gerador				
Soprador de AR				
Comedouros				
Canoa/barco				
TOTAL	xxx	Xxxxx		Xxxxxx

C) INVENTÁRIO DAS BENFEITORIAS UTILIZADAS NA ATIVIDADE

ESPECIFICAÇÃO	Idade	Quantidade	Valor Atual (R$)	Vida Útil Futura (Anos)
Poços				
Tanque Berçário				
Sistema Aclimatação*				
Infraestrutura. Berçário**				
Viveiros Engorda				
Canais				
Abastecimento				
Drenagem				
Canal de Cimento				
Comportas (Entrada)				
Comportas (Saída)				
Casa de Bomba				
Escritório				
Casa de Empregados				
Cercas				
Instalações Elétricas				
Galpão				
Depósitos				
TOTAL	xxxx	xxxxxx		Xxxxxxx

* Caixa d'água, aerador, sistema de mangueira/tubulação.

** Dormitório de técnicos, minilaboratório, banheiros, caixa de despesca, etc.

D) INVENTÁRIO DE ESTOQUES DE INSUMOS

ESPECIFICAÇÃO	Unidade	Quantidade	Valor (R$)	% Utilização na Atividade
Ração tipo 1				
Ração tipo 2				
Fertilizante tipo 1				
Fertilizante tipo 2				
Calcário Dolomítico				
Cal Virgem				
Hipoclorito/Cloro				
Correias de Bomba				
Peças em Geral				
Telas em Geral				
Caixas de Isopor				
Tubos PVC				
Canos				
Embalagens				
TOTAL	xxx	Xxxx		xxxxxx

PARTE III – MÃO DE OBRA ANUAL COM A ATIVIDADE PRODUTIVA (2015/2016)

A) PERMANENTE (Inclusive Familiar, se for o caso). **Não incluir o Empresário**

ESPECIFICAÇÃO	No. Pessoas	Salário*	Valor Total Anual (R$)
1) Setor Administração			
-			
2) Setor Operacional			
-			
3) Setor de Vigilância			
-			
4) Outros			
-			
TOTAL	Xxxxxxx	xxxxxx	

* Inclusive encargos sociais, produtividade, vale transporte, lanche, etc.

B) TEMPORÁRIA EM 2015/2016 (Inclusive Familiar, se for o caso). **Não incluir o Empresário**

ATIVIDADE	No. Pessoas	No. de Diárias	Diária*	Valor Total(R$)
Despesca				
Manutenção de talude				
Manutenção de Viveiros				
Assist. Técnica Especial				
Comercialização				
Transporte em geral				
TOTAL	xxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	

* Inclusive outros benefícios (Transporte, lanche, refeição, etc.), se for o caso.

PARTE IV – OUTRAS DESPESAS ANUAIS COM A ATIVIDADE PRODUTIVA

Especificação	Unidade	Quantidade	Preço Mínimo/Máximo (R$/Unid.)	Preço Médio (R$/Unid.)	Valor Total (R$)
Compra de Pós-larvas					
Ração tipo 1					
Ração tipo 2					
Fertilizante tipo 1					
Fertilizante tipo 2					
Adubo Orgânico 1					
Adubo Orgânico 2					
Calcário Dolomítico					
Cal Virgem					
Hipoclorito/Cloro					
Energia Elétrica					
Combustível					
Lubrificantes					
Análise Química Água					
Desp. C/Comercialização					
Desp. de Transportes					
Desp. de Embalagens					
Reparos Máquinas					
Reparos Equipamentos					
Reparos Benfeitorias					
Aluguel de Máquinas					
Outros Aluguéis					

Taxa CIMA/COMPESCAL					
Outras Taxas					
Impostos e Encargos					
ITR					
FUNRURAL/CESSR					
FINSOCIAL					
- PIS					
- FGTS					
- INSS					
- ICMS					
- Imp. Renda P Jurídica					
- IBAMA					
- SEMACE					
- DPU (União)					
TOTAL	xxxxx	xxxxx		Xxxxxxxx	

PARTE V – RECEITA TOTAL ANUAL (2015/2016)

A) PRODUÇÃO CONCLUIDA

Viveiro	Área (ha)	Ciclos Conduzidos	Produção/Ciclo (kg)	Produção Total* (kg)	Preço** (R$/kg)	Valor (R$)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
TOTAL	Xx	Xxx			Xxx	

*Produção total anual, incluindo autoconsumo, doação,pagamentos de empregados e serviços.

** Preço **efetivamente** recebido pelo produtor. **Identificar o preço mínimo:**

R$/kg:_____período_____.

preço máximo:

R$/kg:_____período_____.

B) OUTRAS RECEITAS ANUAIS EM 2015/2016

Vendas de Pós-larvas ..... R$ _____

Aluguel de máquinas, aparelhos e equipamentos..... R$ _____

Aluguel de Berçário _____ ..... R$ _____

Outros (especificar) _____.....R$ _____

Outros (especificar) _____ ..... R$ _____

TOTAL ..... R$ _____

PARTE VI - REMUNERAÇÃO DOS SERVIÇOS DO EMPRESÁRIO

A) Caso o Sr. **desistisse** da atual atividade (ou não estivesse envolvido com ela), com o seu treinamento empresarial, com a sua experiência e com as oportunidades de emprego e trabalho vigentes atualmente, **qual seria o valor** de uma remuneração que o Sr. consideraria **NORMAL e POSSÍVEL** de ser obtida pelos os seus SERVIÇOS como empresário ou como produtor? R$/mês _____; R$/ano _____ .

PARTE VII - INOVAÇÃO TECNÓLOGICA

1. Sem utilização de tratamento biológico:

Técnicas	Idade	Quantidade	Valor Atual (R$)	Vida Útil Futura (Anos)
Bacia de sedimentação				
Filtro físico				

Técnicas	Área (m^2)	Custo de instalação (R$)	Custo total da instalação (R$)	Custo unitário (R$/$m^2$)	Custo total
Uso de geomembranas de PVC					
Uso de telas proteção					

2. Com utilização de tratamento biológico:

Técnicas	Unidade.	Quantidades por ciclo	Custo (unitário)	Custo (total)
Uso de probióticos				
Uso de melaço				

3. Caracterização da gestão/administração das propriedades rurais.

Caracterização da Administração			
Práticas		**Valor**	
		SIM	**NÃO**
X_1	Para iniciar o negócio fez algum projeto	1	0
X_2	Faz Planejamento da Produção (mensal ou anual)	1	0
X_3	Faz Exploração do Negócio como Proprietário[1]	1	0
X_4	Realiza algum tipo de controle de qualidade dos produtos	1	0
X_5	Registrou a sua Empresa (junta comercial)	1	0
X_6	Anotação para a Tomada de Decisões (livro caixa, diário, IR, dentre outros)	1	0
X_7	Utiliza instrumentos para Organização contábil-administrativa[2]	1	0
X_8	Faz Levantamento de Custos	1	0
X_9	Responsável Pelas Anotações é o Proprietário[3]	1	0
X_{10}	Possui Consultoria externa (advogado, contador, cooperativa)	1	0
X_{11}	Compra de matéria-prima (insumos) em estabelecimentos especializados[4]	1	0
X_{12}	Vende os produtos diretamente no mercado varejista[5]	1	0
X_{13}	As despesas particulares são separadas das despesas para a produção	1	0
X_{14}	Participou de treinamento e capacitação na atividade (cursos e palestras)	1	0
X_{15}	Contratou assistência técnica particular	1	0

1. Faz exploração com mais de um proprietário, como arrendatário ou meeiro.
2. Utiliza escritório de contabilidade, da cooperativa ou do sindicato ou profissional da área ou familiares.
3. Quem faz anotações são familiares do proprietário e/ou funcionários.
4. Compra de insumos na cooperativa, atravessadores e/ou comércios locais.
5. Vende os produtos na porteira, para o mercado atacadista, cooperativa e/ou atravessadores.

PARTE VIII – POLÍTICAS PÚBLICAS E FORMAS DE FINANCIAMENTO

1.Quais **políticas públicas** poderiam contribuir para o aumento da eficiência competitiva dos produtores da região? Favor indicar o grau de importância utilizando a escala, onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa.

Ações de Política	Grau de importância			
Programas de capacitação profissional e treinamento técnico	(0)	(1)	(2)	(3)
Melhorias na educação básica	(0)	(1)	(2)	(3)
Programas de apoio a consultoria técnica	(0)	(1)	(2)	(3)
Estímulos à oferta de serviços tecnológicos	(0)	(1)	(2)	(3)
Programas de acesso à informação (produção, tecnologia, mercados, etc.)	(0)	(1)	(2)	(3)
Linhas de crédito e outras formas de financiamento	(0)	(1)	(2)	(3)
Incentivos fiscais	(0)	(1)	(2)	(3)
Programas de estímulo ao investimento (venture capital)	(0)	(1)	(2)	(3)
Outras (especifique):	(0)	(1)	(2)	(3)

2. Você utilizou crédito agrícola ou outra forma de financiamento para a atividade nos últimos anos?

( ) Sim ( ) Não

Se **SIM,** Informe (mesmo que o agricultor já tenha pago o empréstimo tomado):

Ano	Custeio/Invest	Montante (R$)	Pagamentos (R$)	A Pagar (R$)

3. Indique os **principais obstáculos que limitam o acesso do produtor as fontes externas de financiamento**: Favor indicar o grau de importância utilizando a escala, onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa.

Limitações	Grau de importância			
Inexistência de linhas de crédito adequadas às necessidades da empresa	(0)	(1)	(2)	(3)
Dificuldades ou entraves burocráticos para se utilizar as fontes de financiamento existentes	(0)	(1)	(2)	(3)
Exigência de aval/garantias por parte das instituições de financiamento	(0)	(1)	(2)	(3)
Entraves fiscais que impedem o acesso às fontes oficiais de financiamento	(0)	(1)	(2)	(3)
Outras. Especifique	(0)	(1)	(2)	(3)