

DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E ECONÔMICO DO CULTIVO DE *Penaeus vannamei* USANDO O SISTEMA AQUAMIMICRY

Leonardo Freitas Galvão de Albuquerque

Doutor em Engenharia de Pesca pela
Universidade Federal do Ceará

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência
e Tecnologia do Ceará
Morada Nova - CE

Anderson Alan da Cruz Coelho

Mestre em Engenharia de Pesca pela
Universidade Federal do Ceará

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência
e Tecnologia do Ceará
Morada Nova - CE

Antonio Glaydson Lima Moreira

Doutor em Engenharia de Pesca pela
Universidade Federal do Ceará

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência
e Tecnologia do Ceará
Morada Nova - CE

Francisco Hiran Farias Costa

Doutor em Engenharia de Pesca pela
Universidade Federal do Ceará

Instituição: Universidade Federal do Ceará
Fortaleza - CE

Rio Grande do Norte, onde se cultiva o *Penaeus vannamei*. Tem sido imprescindível a adoção de sistemas eficientes de cultivo, reduzindo o uso dos recursos hídricos, a emissão de efluentes e a transmissão de enfermidades, culminando em uma atividade ambientalmente amigável. Uma abordagem equilibrada e que apresenta menores custos, utilizando probióticos é conhecida como aquamimicry. O conceito é baseado na simulação de condições naturais com florescimento zooplanctônico para alimentação dos camarões e a utilização de bactérias benéficas que garantem a qualidade da água, utilizando a fermentação de uma fonte de carbono, que libera nutrientes na água, de maneira análoga ao sistema de bioflocos. A simulação de um ambiente natural por meio do aquamimicry minimiza oscilações de pH e oxigênio dissolvido, não havendo a necessidade do uso de produtos químicos. Desta forma, o objetivo deste trabalho consiste em avaliar o desempenho zootécnico e econômico do *P. vannamei*, usando o sistema aquamimicry. Foram testados um tratamento utilizando rações comerciais, um tratamento com a substituição da ração pelo fermentado de soja, e um tratamento com a substituição da ração pelo farelo fermentado de soja (70%) e trigo (30%). O experimento foi realizado na Fazenda Monólitos Aquacultura Ltda (Banabuiú, Ceará, Brasil). Os resultados mostraram que não houve

RESUMO: A produção aquícola brasileira se destaca na piscicultura continental, malacocultura e na carcinicultura, esta última com uma produção de 65,1 mil toneladas, para o ano de 2016, com destaque para o Nordeste brasileiro, em especial, os estados do Ceará e

diferença estatística nos aspectos zootécnicos. Os custos operacionais por ciclo de cada tratamento foram respectivamente, R\$ 31.127,82, R\$ 23.681,20 e R\$ 22.243,43, na mesma ordem dos tratamentos mencionados acima. A diferença constatada nos custos operacionais influenciou todas as projeções e indicadores econômicos de viabilidade. A partir dos resultados, pode-se concluir que a utilização do sistema aquamimicry é viável tanto do ponto de vista zootécnico como econômico.

PALAVRAS-CHAVE: camarão, alimentação, soja fermentada.

ZOOTECNICAL AND ECONOMIC PERFORMANCE OF *Penaeus vannamei* CULTURE USING THE AQUAMIMICRY SYSTEM

ABSTRACT: Brazilian aquaculture production is concentrated in continental fish culture, malacoculture and shrimp culture. This late, with a production of 65.1 thousand tons in 2016; mainly in Brazilian Northeast Region and specially at Ceará and Rio Grande do Norte states, where *Penaeus vannamei* is grown. The adoption of efficient cultivation systems has been essential, reducing the use of water resources, the emission of effluents and the transmission of diseases; culminating in an environmentally friendly activity. A balanced and cost-effective approach using probiotics is known as aquamimicry. The concept is based on the simulation of natural conditions, with zooplanktonic flowering for shrimp feeding and on the use of beneficial bacteria that guarantee water quality, using a carbon source fermentation; which releases nutrients in the water, such similar to bioflocs system. The simulation of a natural environment through aquamimicry system minimizes pH and dissolved oxygen fluctuations, with no need of chemical products. Thus, the objective of this work is to evaluate the zootecnical and economic performance of *P. Vannamei* using the aquamimicry system. There were tested three diferente treatments: the first one using a commercial shrimp feed, the second using fermented soybean, and the last one using fermented soybean (70%) and wheat (30%) meals. The experiment was carried out at Fazenda Monólitos Aquacultura Ltda (Banabuiú, Ceará, Brazil). The results showed no statistical difference in zootecnical aspects. The operating costs per cycle of each treatment were R\$31,127.82, R\$23,681.20 and R\$ 22,243.43, respectively. The difference found in operating costs influenced all projections and economic viability indicators. From the results, it can be concluded that the use of the aquamimicry system is viable both from a zootecnical and an economic point of view.

KEYWORDS: shrimp, feed, fermented soybean.

1 | INTRODUÇÃO

A partir da estagnação da atividade pesqueira desde a década de 80, a aquicultura tem sido responsável por um expressivo crescimento no que se refere ao fornecimento de pescado para o mercado mundial. Nas últimas décadas, houve um crescimento no suprimento de pescado correspondente ao dobro da taxa de crescimento populacional

no mesmo período, aumentando a disponibilidade *per capita* dos produtos pesqueiros, sendo que atualmente, a aquicultura contribui com mais de 50% da produção mundial de pescado para o consumo humano (FAO, 2018). O Brasil se encontra na 13ª posição do ranking mundial da aquicultura, com uma produção atual de 580,26 mil toneladas, com destaque para a piscicultura continental, malacocultura e na carcinicultura, esta última com uma produção de 65,1 mil toneladas, para o ano de 2016, com destaque para o Nordeste brasileiro, em especial, os estados do Ceará e Rio Grande do Norte, onde se cultiva o *Penaeus vannamei* (IBGE, 2018).

A carcinicultura brasileira tem recebido estímulo de vários fatores: a instalação de larviculturas de pós-larvas; a instalação de novas fábricas de ração e a aplicação de novas tecnologias, que possibilitam altos níveis de produtividade e um maior número de ciclos por ano (TAHIM; DAMACENO; ARAÚJO, 2019). Por outro lado, essa indústria ainda enfrenta problemas que afetam seu pleno desenvolvimento e acarretam em perdas significativas, com as enfermidades representando um dos principais desafios a serem superados (BESSA-JÚNIOR; HENRY-SILVA, 2018). Em adição, os gastos com ração representam pelo menos 60% do custo produtivo, o que está relacionado principalmente com a fonte protéica utilizada nas dietas comerciais (QIU; TIAN; DAVIS, 2017).

O sistema aquamimicry não apresenta registros em publicações científicas, e devido ao ineditismo dos dados obtidos com a utilização dessa estratégia de cultivo, é de fundamental importância que se façam estudos acerca dos diferentes protocolos de aplicação e seus resultados. Esses estudos podem determinar novas estratégias de cultivo que reduzam os custos operacionais das fazendas, principalmente no que se refere à alimentação dos animais. Esse protocolo é uma abordagem equilibrada e que apresenta menores custos, utilizando microalgas e probióticos. O conceito é baseado na simulação de condições naturais com florescimento zooplânctônico para alimentação dos camarões e a utilização de bactérias benéficas que garantem uma adequada qualidade da água, utilizando a pré-digestão de uma fonte de carbono, que libera nutrientes na água, de maneira análoga ao sistema de bioflocos. A simulação de um ambiente natural por meio do aquamimicry minimiza oscilações de pH e oxigênio dissolvido, não havendo a necessidade do uso de produtos químicos (ROMANO, 2017) and the amount of doxorubicin released was measured. For in vivo experiments, liposomes and free doxorubicin were injected i.v. in mice followed by pulsed-HIFU exposures in s.c. murine adenocarcinoma tumors at 0 and 24 h after administration. Combinations of the exposures and drug formulations were evaluated for doxorubicin concentration and growth inhibition in the tumors. In vitro incubations simulating the pulsed-HIFU thermal dose (42 degrees C for 2 min. Essa simbiose se mostra na relação entre a biologia aquática e a tecnologia aquícola, em busca da reprodução de condições naturais em ambientes de cultivo. Os protocolos abordados no aquamimicry demonstram grande potencialidade, tendo em vista o aumento produtivo com menores custos em comparação às outras tecnologias aquícolas (BAXTEL, 2017).

Os primeiros testes foram realizados em viveiros que apresentavam historicamente índices de desempenho zootécnicos e econômicos inferiores, mas que passaram a apresentar inúmeras vantagens, como a redução significativa dos custos produtivos, alcançando uma redução de 50%, o que motivou a expansão da técnica para outros viveiros (SANTOS *et al.*, 2018). O crescimento da carcinicultura mundial demanda hoje um aumento proporcional na produção de rações comerciais (JANNATHULLA *et al.*, 2019). Devido ao alto custo da ração nos cultivos aquícolas, pesquisadores vêm testando farelos vegetais processados como substituto da ração, no intuito de reduzir custos e ao mesmo tempo manter os níveis produtivos (OBA-YOSHIOKA *et al.*, 2015).

A cautela na administração e redução de todos os custos envolvidos na compra, produção e venda de produtos ou serviços, pode implicar no sucesso ou insucesso do empreendimento, o que determina a necessidade de redução de desperdícios, a compra pelo melhor prazo e preço e o controle de todas as despesas internas. Quanto menores os custos produtivos, maior a probabilidade de sucesso em termos de lucratividade (SILVA, 2017). Os custos com ração são os que mais têm influência no custo operacional das empresas aquícolas, e por essa razão, novas alternativas tecnológicas na aquicultura devem ser adotadas para minimizar esses custos (ARIKAN; ARAL, 2019).

O aquamimicry aparece como a mais nova e avançada tecnologia direcionada à indústria do camarão, provendo uma dieta baseada em alimento vivo antes da etapa de estocagem, estabilidade dos parâmetros hidrológicos, aumento da taxa de sobrevivência e crescimento e, conseqüentemente, maior lucratividade, além de ser uma técnica sustentável, que não agride o meio ambiente. Probióticos e enzimas são utilizados na decomposição biológica da matéria orgânica, criando condições de prevenção às doenças, e melhorando o desempenho zootécnico dos camarões (AQUA-DEALS, 2017). Cada vez mais os produtores procuram por alternativas que apresentem uma maior eficiência em relação aos custos, adotando modelos mais sustentáveis do ponto de vista ambiental e que sejam viáveis economicamente (HUANG *et al.*, 2016). Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho zootécnico e a viabilidade econômica do cultivo de *P. vannamei* usando o sistema aquamimicry.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local do experimento e material biológico

O experimento foi realizado na fazenda Monólitos Aquacultura Ltda (Banabuiú, Ceará, Brasil). O empreendimento apresenta uma área inundada de 15,0 ha de viveiros para o cultivo semi-intensivo de *Penaeus vannamei*, um canal de abastecimento, um canal de drenagem integrado e uma bacia de sedimentação, em sistema de

recirculação, totalizando uma área de 25,30 ha, sendo que a área da propriedade compreende um total de 68,79 ha. A fazenda faz uso de águas oligohalinas, provenientes de 4 poços artesianos com vazão de 50.000 L h⁻¹ cada.

2.2 Delineamento experimental

No presente estudo, foram utilizados três tratamentos (três dietas, sendo uma comercial e duas experimentais) com três repetições (viveiros de 1 ha) em delineamento totalmente ao acaso. No primeiro tratamento (grupo controle), os camarões foram alimentados com ração comercial, seguindo o protocolo alimentar de cultivos convencionais. No segundo tratamento (T_{soja}), a ração comercial foi substituída por farelo de soja fermentado e no terceiro tratamento (T_{soja+trigo}), a ração comercial foi substituída por farelo de soja e de trigo fermentado, na proporção de 70% soja e 30% trigo.

As pós-larvas (PLs) utilizadas no experimento foram adquiridas na larvicultura Celm Aquicultura Ltda (Aracati, Ceará, Brasil). O período experimental ocorreu no período de 06 de março de 2018 até o dia 20 de julho de 2018, sendo as pós-larvas de *P. vannamei* estocadas na quantidade de 700.000 PLs por viveiro em todos os tratamentos e alimentadas, nos horários de 09h00min, 13h00min e 15h00min. Os camarões foram alimentados 3 vezes ao dia com ração comercial, contendo 40% (35 primeiros dias de cultivo, GuabiTech Inicial, Guabi®, São Paulo, Brasil) e 35% de proteína bruta (do 36º dia até o final do cultivo) (PotiGuaçu 35, Guabi®, São Paulo, Brasil), no caso do grupo controle, com o farelo de soja fermentado (T_{soja}) e com o farelo de soja e de trigo fermentado (T_{soja+trigo}). As taxas de arraçoamento variaram entre de 5,0 e 3% do peso corpóreo/dia, sendo ajustadas semanalmente.

2.3 Fertilização dos viveiros

Para possibilitar a produção acelerada de alimento natural (predominantemente copépodos e rotíferos) dos nove viveiros utilizados, foi adotada a fertilização inicial e de manutenção, a base de farelo de arroz e probiótico, baseado no sistema Aquamimicry. Para a fertilização inicial dos viveiros, foi realizado o processo de fermentação do farelo de arroz, com a utilização do probiótico comercial BM-PRO® (Biotrends Ltda, Fortaleza, Ceará, Brasil). O probiótico, ativado por 12 h na base de 5 g para cada 3 L de água, foi utilizado para a fermentação de 1 kg de farelo de arroz, sendo utilizado 70 g de bicarbonato de sódio, para fazer o tamponamento da mistura. A mistura permaneceu sob aeração constante por 24 horas, ocorrendo o processo de pré-digestão do material orgânico. O farelo de arroz fermentado foi, então, inoculado nos viveiros na base de 14 kg de farelo de arroz para cada 70 g de probiótico (em 210 litros de água) por viveiro.

Durante sete dias consecutivos, foram realizadas análises de transparência da água, com disco de Secchi, e presença de alimento natural, procedendo-se então, a estocagem das PLs. Para manter os níveis de oxigênio em concentrações entre 5,0 e 8,0 mg L⁻¹, os viveiros foram submetidos à aeração noturna, utilizando aeradores de pás (8 HP ha⁻¹). Para a manutenção da alimentação natural durante o ciclo de produção, o farelo de arroz fermentado foi administrado três vezes por semana na base de 3,5 kg de farelo de arroz para cada 17,5 g de probiótico (em 52,5 litros de água) por viveiro.

2.4 Preparação das dietas fermentadas

Inicialmente, foi feita a ativação do probiótico BM-PRO[®], utilizando 5,0 g de probiótico para cada 1 L de água. Após a ativação do probiótico por 6 horas, fez-se a adição de 1 kg de farelo de soja (T_{soja}) e 1 kg da mistura farelo de soja (70%) e farelo de trigo (30%) (T_{soja+trigo}), mantendo assim uma relação 1,0 kg : 5,0 g : 1,0 L (farelo : probiótico : água, respectivamente). A mistura foi mantida por 48 horas em tanques de 1.000 L, hermeticamente fechados para que o processo de fermentação ocorresse anaerobicamente.

2.5 Parâmetros zootécnicos

Semanalmente, os camarões foram amostrados para avaliar o crescimento em peso. Para isso, 200 camarões foram capturados e pesados em cada um dos viveiros experimentais. Após cada amostragem, a quantidade de dieta fornecida foi ajustada para o peso médio e biomassa de cada viveiro. Ao final do cultivo, os camarões foram despescados e a sobrevivência (S, %), o peso médio final (PMf, g), produtividade (P, kg ha⁻¹), ganho de peso diário (GPD, g dia⁻¹) e fator de conversão alimentar (FCA) foram calculados, conforme a metodologia utilizada por Hamidoghli *et al.* (2019)60, 90, 120 and 150 g/kg.

2.6 Estudo de viabilidade econômica

Para o cálculo do ponto de equilíbrio, assim como do tempo de retorno do investimento, foram contabilizados os custos para implantação do projeto, sendo esses custos relacionados à aquisição do terreno, projeto técnico, licenciamento ambiental, movimentação de terra, infraestrutura e equipamentos em geral. Quanto ao estudo de viabilidade, foram levantados os custos fixos, relacionados à mão de obra e encargos sociais, energia elétrica e depreciação das estruturas. Foram também contabilizados os custos variáveis, relacionados ao volume produzido, sendo esses custos referentes à aquisição de pós-larvas, ração, farelo de arroz, farelo de soja, farelo de trigo, probióticos e outros insumos.

Apartir do volume produzido em cada tratamento, as receitas foram contabilizadas para a realização dos cálculos de viabilidade econômica. Para o cálculo do ponto de equilíbrio, lucratividade, tempo de retorno do capital (payback), valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR), fez-se uso da metodologia descrita por Bordeaux-Rêgo (2015). Em adição aos estudos de viabilidade econômica, foi realizada uma análise de sensibilidade, onde foram considerados seis cenários diferentes. No 1º cenário, foram considerados custos e receitas atuais. No 2º cenário, foi considerada uma redução de 5% nas receitas. No 3º cenário, foi considerado um aumento de 5% nos custos. No 4º cenário, foi considerada uma redução de 10% nas receitas. No 5º cenário, foi considerado um aumento de 10% nos custos. Finalmente, no 6º cenário, foi considerada uma redução de 10% nas receitas e aumento de 10% nos custos.

2.7 Análise estatística

Para os dados zootécnicos e custos variáveis computados nos experimentos, foram realizadas análises de variância (ANOVA) e, no caso de diferença significativa, as médias foram submetidas ao teste de Tukey para ao nível de 5%, utilizando o programa BioEstat 5.0. Para os indicadores econômicos, foram utilizadas projeções com base na produção de um ciclo, extrapolando-se os dados para um cenário anual considerando-se os 15 hectares de viveiros para cada tratamento.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.8 Parâmetros zootécnicos

A Tabela 1 apresenta os parâmetros zootécnicos observados no presente processo produtivo, podendo ser constatado que não houve diferença estatística entre os tratamentos. Tesser *et al.* (2019) testaram diferentes níveis de substituição de farinha de peixe por farelo de soja (0, 25, 50, 75 e 100% de substituição) na alimentação de *Penaeus vannamei*, e não observaram diferença significativa entre os tratamentos no que se refere aos parâmetros de peso médio final, ganho de peso, taxa de conversão alimentar e sobrevivência, corroborando com os resultados do presente estudo.

Schleder *et al.* (2018) cultivando *P. vannamei* em bioflocos, avaliaram a substituição de farinha de peixe por concentrado proteico de soja em dietas (0, 33, 66 e 100% de substituição). Em adição, os camarões foram submetidos a um teste de vibriose. Os resultados mostraram que nas substituições de 33 e 66% ocorreram menores taxas de mortalidade nas primeiras 70 horas. Não houve diferença significativa nos parâmetros hematológicos e imunológicos entre os tratamentos, embora o crescimento dos camarões tenha sido menor nas taxas de substituição de 66 e 100%.

Melo *et al.* (2015), testando dietas com diferentes níveis de proteína com e sem a adição de probióticos, não constataram diferenças estatísticas nos aspectos zootécnicos e de qualidade de água. No presente trabalho, os probióticos adicionados nos tratamentos proporcionaram um incremento proteico nos farelos fermentados, o que favoreceu o crescimento *P. vannamei* semelhante ao grupo controle com ração comercial.

Em um estudo similar, *P. vannamei* alimentado com dietas experimentais contendo soja fermentada não apresentou diferenças significativas nos parâmetros zootécnicos referentes à sobrevivência, crescimento e conversão alimentar, em relação ao cultivo com alimentação convencional, embora o tratamento experimental tenha demonstrado mudanças benéficas no que se refere à microbiota intestinal dos animais cultivados, com o aumento da diversidade e número de bactérias benéficas (CHENG *et al.*, 2019). A sobrevivência alcançada nesse estudo foi muito superior a do presente trabalho, alcançando valores entre 91,38 e 96,22%, durante 60 dias, em condições laboratoriais, o que pode ter determinado a maior taxa de sobrevivência.

Níveis de inclusão da ordem de 20-30% de soja fermentada na dieta de *P. vannamei* resultaram em maiores taxas de crescimento e sobrevivência em relação a dietas convencionais (SHAO *et al.*, 2019). Amaya, Davis e Rose (2007) substituíram farinha de peixe por farelos de soja e milho em até 100%, e os resultados demonstraram que não houve diferença significativa em relação ao peso final, ganho de peso, sobrevivência e fator de conversão alimentar. Os resultados encontrados confirmam que *P. vannamei* pode ser cultivado com dietas comerciais à base de ingredientes vegetais, sem prejuízos zootécnicos. Esses resultados corroboram com os resultados observados no presente trabalho.

3.9 Viabilidade Econômica

Mesmo com os altos custos de implantação, a carcinicultura tem gerado benefícios socioeconômicos notórios na região Nordeste, sendo esta indústria composta por larviculturas de pós-larvas, fazendas de crescimento/terminação, indústrias de processamento e fábricas de rações que geram anualmente valores acima de 1,0 bilhão de reais. A oferta de empregos oriundos da carcinicultura supera outros setores primários como as cadeias produtivas da cana-de-açúcar, do coco e da fruticultura irrigada (ARAUJO *et al.*, 2018).

Para a implantação da fazenda, o investimento foi de R\$ 1.950.410,00, sendo contabilizados os investimentos desde a compra da propriedade, elaboração de projeto, aquisição de equipamentos, construção da infraestrutura, etc. O custo por hectare de produção foi calculado em R\$ 130.027,33. Os serviços de movimentação de terra para implantação de viveiros apresentaram um maior impacto no custo total, seguido pela construção da infraestrutura complementar, como galpões, rede elétrica, etc.

As despesas relacionadas com a mão de obra do empreendimento foram calculadas a partir dos salários informados pela empresa e os encargos salariais praticados por empresas optantes pelo Simples Nacional. As despesas relacionadas com a mão de obra estão listadas na Tabela 2, sendo que a despesa foi expressa em valores mensais e anuais. Em termos de empregos diretos por hectare de viveiro, foi constatada a taxa de 0,93, o que difere dos valores encontrados por Araujo *et al.* (2018), que constataram uma taxa de 1,89 empregos diretos por hectare de viveiros de carcinicultura.

A partir dos gastos enumerados com investimento, depreciação, manutenção, mão de obra e energia elétrica foi elaborada a Tabela 3, contendo os gastos anuais fixos para a projeção da produção de *P. vannamei* em uma área de produção de 15 ha, apresentando um gasto anual total de R\$ 533.500,93. A depreciação dos equipamentos e da infraestrutura foi calculada pelo método linear, utilizando a vida útil do item, em anos, e seu respectivo valor de compra. A despesa com manutenção da infraestrutura e dos viveiros e diques foi orçada em 1% ao ano, conforme metodologia aplicada por Sousa-Filho *et al.* (2003). Os gastos com energia elétrica foram calculados a partir do modelo de cálculo disponibilizado pela companhia elétrica ENEL Ceará (Ceará, Brasil), que leva em consideração a potência do equipamento, a quantidade de tempo que o equipamento permanece ligado e as tarifas vigentes para a energia elétrica rural, sendo a tarifa de horário de ponta, fora do horário de ponta e horário reservado, sendo o valor das tarifas de R\$ 1,26/kWh, R\$ 0,27/kWh e R\$ 0,03/kWh, respectivamente. A média dos gastos mensais com energia elétrica foi calculada em aproximadamente R\$ 17.385,12, resultando em uma despesa anual de R\$ 208.621,44.

Os custos variáveis estão demonstrados na Tabela 4, sendo a composição desses custos obtida a partir dos dados relacionados com os custos com pós-larvas, fertilização inicial e periódica dos viveiros, e as despesas com cada dieta utilizada. O resultado mostra uma diferença significativa nos tratamentos em que houve a opção por farelos fermentados. Essa redução evidente nos custos influenciaram em todas as projeções envolvendo indicadores econômicos, o que corrobora com os estudos que defendem a adoção de ingredientes alternativos na ração, incluindo a substituição da ração, de maneira parcial ou total.

Os custos variáveis no grupo controle alcançaram 69,18% do custo total, enquanto que nos tratamentos com farelos fermentados, essa contribuição foi de 61%. Levando em consideração somente o item alimentação, esse parâmetro foi responsável por 52% dos custos totais, enquanto que nos tratamentos com a utilização de farelos fermentados, essa contribuição foi de 40%. Campos e Campos (2007) demonstraram a participação dos custos variáveis nos custos totais de fazendas de carcinicultura, onde esses custos alcançaram 78,8% dos custos totais, o que enseja a adoção de alternativas que reduzam esse impacto econômico.

Embora, o processo de fermentação resulte no aumento do custo relacionado com a inclusão de farelos vegetais, ainda assim pode ser verificada uma redução significativa no custo da alimentação quando comparado com a ração comercial, como foi constatado na Tabela 4. Levando em consideração que grande parte do custo operacional é proveniente da alimentação artificial, essa redução de custo tem grande importância para a indústria da carcinicultura (JANNATHULLA *et al.*, 2018).

A partir dos dados de produção e peso médio final dos camarões cultivados, foi realizada uma projeção de receitas por ciclo produtivo (Tabela 5). A diferença em relação ao peso médio final influenciou o preço médio de venda do camarão, resultando em uma maior receita no cultivo onde foram utilizadas rações comerciais. Em contrapartida, mesmo com receitas inferiores, a utilização de farelos fermentados foi considerada viável, levando em conta o custo produtivo em cada uma das situações.

As Tabelas 6 e 7 mostram as projeções de produção e receitas por ciclo e anuais considerando uma área total de produção de 15 ha. As projeções foram calculadas a partir dos dados brutos obtidos de cada tratamento, sendo necessárias para os cálculos de viabilidade econômica e retorno financeiro. A partir das projeções anuais de custos fixos e variáveis e das receitas obtidas em 15 ha de produção, foram calculados os índices financeiros de relação benefício-custo e valor presente líquido descontado nos três tratamentos executados (Figura 1). Foram consideradas nesses cálculos diferentes taxas de desconto anual, que variaram de 6 a 18%.

O VPL descontado e a relação benefício/custo com melhores resultados foram obtidos no tratamento com utilização de farelo de soja fermentado, seguido do tratamento com soja e trigo fermentados, e por último, o tratamento com rações comerciais. O preço da soja e do trigo influenciou os resultados, fazendo com que o desempenho do tratamento com rações comerciais em termos de viabilidade se mostre inferior aos demais tratamentos, fato esse que demonstra a influência do custo relacionado com a alimentação artificial em sistemas aquícolas.

Fica evidente que existem diferenças significativas no retorno econômico que dependem das práticas de cultivo, sazonalidade de produção e preços, e tecnologias adotadas. Os custos com alimentação e as perdas relacionadas com surtos patogênicos são os fatores que mais impactam a produção (RAJARAJAN, 2017). Os resultados desta pesquisa constatados mostram que a busca por eficiência econômica passa por uma redução nos custos mais significativos, como por exemplo, a alimentação artificial.

Em relação à projeção de cenários econômicos, a Figura 2 mostra seis situações diferentes para cada tratamento. Nos cenários com custos e receitas normais, redução de 5% nas receitas e custos normais e aumento de custo de 5% e receitas normais, todos os tratamentos se mantiveram em situação de lucratividade nos parâmetros VPL e relação benefício/custo, sendo a ordem de desempenho a mesma constatada na Figura 1, que demonstra os mesmos parâmetros sobre condições normais de mercado. A partir do cenário que apresenta redução de 10% nas receitas, o tratamento com

utilização de rações comerciais mostra resultados negativos, com relação benefício/custo menor que 1 e VPL, conseqüentemente, negativo, enquanto que os demais tratamentos ainda se mostram viáveis economicamente. No último cenário econômico testado, onde foram considerados um aumento de 10% nos custos e diminuição de 10% nas receitas, todos os tratamentos se mostraram com desempenho negativo de VPL e relação benefício/custo menores que 1, o que significa prejuízo ao produtor e inviabilidade econômica do projeto nas circunstâncias consideradas.

Na Tabela 8, foram consideradas as produções necessárias para cobrir todos os custos, a partir do preço de venda médio obtido em cada tratamento, que foram respectivamente, R\$ 15,07, R\$ 14,60 e R\$ 14,70, praticados a partir do peso médio final obtido em cada cultivo. A partir do preço médio de venda e das projeções de produção por hectare e anuais, foi constatado que todos os tratamentos foram capazes de atingir o ponto de equilíbrio do empreendimento, o que significa dizer que em todos os casos os custos foram cobertos e a receita gerada foi suficiente para a obtenção de lucro (Tabela 8). Novamente, a situação mais favorável se repetiu para o tratamento onde houve a utilização de farelo de soja e trigo, seguido pelo farelo de soja.

Considerando custos e receitas anuais, a partir do lucro obtido foi calculado o tempo necessário para o retorno do investimento composto pelo custo de implantação e o capital necessário para realização do primeiro ciclo de cultivo. Como resultado das projeções anteriores, o tratamento com rações comerciais foi o que obteve o pior resultado, com quase 5 anos de tempo para retorno do investimento. Os tratamentos com farelos fermentados obtiveram melhores resultados, todos com menos de 4 anos para retorno do investimento total (Tabela 9).

Os índices de lucratividade estão demonstrados na Tabela 10, com o melhor desempenho dos tratamentos aparecendo onde foram utilizados os farelos fermentados. Embora tenha ocorrido uma pequena diferença entre os custos unitários de produção nesses tratamentos, a diferença entre os pesos médios finais e, conseqüentemente, os preços de venda, fizeram com que a lucratividade nos dois tratamentos tenham sido praticamente as mesmas. Os custos variáveis envolvidos na produção com rações comerciais ocasionaram uma lucratividade mais baixa, embora a lucratividade obtida tenha permanecido atraente em termos de mercado. De acordo com os preços médios de venda praticados por produtores de camarão, as oscilações mercadológicas são constantes nas operações de venda, onde o quilograma do camarão tipo “médio”, com peso em torno de 10 g, pode alcançar desde R\$ 14,00 a R\$ 15,00, entre os meses de abril e agosto, até R\$ 17,00 a R\$ 20,00, entre os meses de setembro e março, o que exige do produtor uma estratégia de venda bem consolidada e um controle eficiente e constante dos custos.

Outro ponto importante relacionado às oscilações de mercado diz respeito aos farelos de arroz, soja e trigo, que também apresentaram aumento nos últimos anos devido ao aumento na demanda. Além do aumento de preços, existe um problema

de sazonalidade no fornecimento, o que faz com que alguns produtores não tenham acesso às quantidades necessárias desses subprodutos agrícolas. Esses dois fatores em conjunto têm grande impacto na utilização de farelos na carcinicultura, tendo em vista que a alta de preços e as falhas no fornecimento podem inviabilizar seu uso constante em larga escala, mas não impede o uso em menores quantidades, o que certamente reduziria o custo, considerando maiores períodos de tempo.

A lucratividade de um empreendimento deve ser superior à taxa mínima de atratividade praticada no mercado que também é conhecida como taxa livre de risco, e corresponde a taxa mínima de juros que um investidor pode obter como rendimento. Quanto menor o risco do investimento, menor será a taxa de juros, e se valendo dessa informação, um investidor poderá escolher opções de investimento que superem a taxa mínima de atratividade, que geralmente é a taxa de juros atrelada a investimentos de baixo risco, como as cadernetas de poupança (BORDEAUX-RÊGO, 2015). Nos casos observados na Tabela 11, os índices de lucratividade se mostram bastante atrativos.

Na Figura 3, são demonstrados os fluxos de caixa anuais e fluxos de caixa acumulados em 10 anos nos três tratamentos testados. Nas três situações, os resultados são positivos numa projeção de 10 anos, mostrando a solidez da carcinicultura como atividade econômica em suas várias vertentes. Pode ser observado a partir desses gráficos que os fluxos de caixa passam a ser positivos no ano 5 (rações comerciais) e no ano 4 (farelos fermentados), sendo o melhor desempenho constatado no tratamento com soja e trigo fermentados.

Embora, o potencial econômico da carcinicultura já esteja comprovado, é importante salientar que o sucesso econômico de qualquer empreendimento depende da estrutura de custos e receitas relacionada ao modelo de produção adotado. A carcinicultura apresenta uma extensa variação de modelos produtivos que vão desde a produção extensiva, com o mínimo de interferência externa na produção, até sistemas intensivos, onde são adotadas as mais modernas tecnologias disponíveis (BHATTACHARYA, 2009).

Para exemplificar, empreendimentos no estado do Ceará, nos municípios de Aracati, Itaiçaba e Jaguaruana mostraram uma grande diversidade de modelos de produção no ano de 2016, o que se traduziu em uma grande variabilidade de resultados econômicos. A maior parte dos produtores apresentou margens brutas e índices de lucratividade atrativos, embora a heterogeneidade dos modelos produtivos tenha ocasionado resultados diferentes em termos de eficiência. Em alguns casos ocorreram condições insustentáveis da atividade, principalmente por questões relacionadas aos custos produtivos. Nesse estudo foi detectado que em média, os custos operacionais anuais contribuem com até 50% do custo total. Esse mesmo trabalho mostrou uma variabilidade no índice de lucratividade de -19,07% até 83,42%, o que está diretamente relacionado com a eficiência produtiva e econômica dos produtores (CHAVES; CAMPOS; CAMPOS, 2018). No presente estudo, essa variação na lucratividade se deu num intervalo de 30,23% até 38,48%.

Bhattacharya (2009) demonstrou que a lucratividade por hectare apresenta relação direta com o tamanho dos empreendimentos por conta da diluição dos custos em maiores áreas de cultivo. Já em outro estudo, a carcinicultura de Honduras obteve otimização econômica a partir de medidas de manejo na alimentação, fertilização de viveiros e controle do estresse de cultivo, independentemente do porte dos empreendimentos pesquisados (VALDERRAMA; ENGLE, 2002). Por isso, é importante que as empresas conheçam efetivamente os custos de produção para que obtenham maiores lucratividades. Assim, as empresas devem determinar alterações nos custos, apontando onde os mesmos podem ser reduzidos, dando preferência aos custos que apresentam maiores níveis de impacto na produção, como os custos ligados à alimentação dos organismos (ARIKAN; ARAL, 2019), conforme foi proposto e executado no presente trabalho.

Bessa-Júnior e Henry-Silva (2018) testando três possibilidades de cultivo com densidades diferentes (98, 14 e 8 camarões/m²) constataram uma maior produtividade no tratamento com 98 camarões/m², onde também foi detectado um maior custo operacional relacionado com o custo da alimentação, por conta da alta taxa de conversão alimentar (2,95). Embora, a receita bruta alcançada tenha sido maior no tratamento com maior densidade de estocagem, os custos operacionais elevados desse tratamento tornaram a operação economicamente inviável, o que mostra a necessidade de redução de custos com alternativas alimentares de menor impacto financeiro.

Alternativas viáveis na alimentação dos organismos cultivados devem ser estudadas em busca da redução de custos, desde que não causem danos do ponto de vista zootécnico e sanitário e possam de fato trazer melhorias no desempenho econômico dos cultivos. Diversos trabalhos apontaram para o fato de que a inclusão de farelos vegetais fermentados na alimentação de camarões cultivados pode proporcionar índices zootécnicos semelhantes aos índices alcançados com rações comerciais (GARCÍA-ULLOA *et al.*, 2017; SHAO *et al.*, 2019; VAN NGUYEN *et al.*, 2018; WANG *et al.*, 2019, 2016).

4 | CONCLUSÃO

A utilização de farelos fermentados em substituição de rações comerciais, juntamente com a aplicação de protocolos de fertilização periódica com farelo de arroz fermentado baseados nos sistemas de aquamimicry foram bem sucedidos no cultivo de *P. vannamei*, visto que não houve prejuízo à qualidade de água nem ao crescimento dos animais cultivados. No que se refere aos fatores econômicos, a diferença significativa constatada nos custos variáveis devido à diferença no processo de alimentação, demonstrou indicadores de viabilidade melhores nos tratamentos onde houve a utilização de farelos fermentados, o que valida a utilização desses produtos na carcinicultura, com protocolos baseados no sistema aquamimicry. Dentre

os indicadores econômicos mais expressivos da viabilidade do sistema aquamimicry, podem ser destacados o valor presente líquido, o ponto de equilíbrio, o tempo de retorno do investimento e os índices de lucratividade quase idênticos nos casos em que houve utilização dos farelos fermentados na alimentação. Em relação aos cenários econômicos que foram simulados no trabalho, o sistema aquamimicry mostrou maior solidez e resistência às intempéries do mercado, com exceção da situação de aumento de 10% nos custos e diminuição de 10% nas receitas, que mostrou situação de prejuízo em todos os casos testados. Os resultados demonstrados no presente estudo são importantes e devem incentivar a produção de trabalhos futuros abordando a técnica do aquamimicry, demonstrando seus benefícios em termos zootécnicos, ambientais e econômicos. É importante ressaltar que a adoção do sistema aquamimicry exige uma logística muito eficiente, diante do fato de que é necessário o fornecimento constante de farelos de arroz, soja e trigo, além do fato da importância referente à capacitação dos colaboradores e disponibilidade de estrutura dedicada à elaboração dos fermentados.

REFERÊNCIAS

- AMAYA, E.; DAVIS, D. A.; ROUSE, D. B. Alternative diets for the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 262, n. 2–4, p. 419–425, 2007.
- AQUA-DEALS. **Aquamimicry – the new aquaculture paradigm has begun**. Disponível em: <<http://blog.aqua.deals/aquamimicry-the-new-aquaculture-paradigm-has-begun/>>. Acesso em: 20 out. 2019.
- ARAUJO, J. A.; NORÕES, A. K. M.; MONTEIRO, J. V.; ARAÚJO, R. C. P.; SILVA, F. P. Eficiência produtiva das fazendas de carcinicultura no estado do Ceará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, n. 1, p. 35–50, 2018.
- ARIKAN, M. S.; ARAL, Y. Economic analysis of aquaculture enterprises and determination of factors affecting sustainability of the sector in Turkey. **Ankara Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi**, v. 66, n. 1, p. 59–66, 2019.
- BAXTEL. **Shrimp Farming - Aquamimicry - Inspired by Nature**. Disponível em: <https://www.bioshrimp.com/Aquamimicry_Und_Shrimp_Und_Farming:!Aquamimicry_natural_shrimp_farming>. Acesso em: 20 out. 2019.
- BESSA-JÚNIOR, A. P.; HENRY-SILVA, G. G. Zootechnical and economical evaluation of the creation of marine shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in different management strategies and densities. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 6, p. 1887–1898, 1 nov. 2018.
- BHATTACHARYA, P. Economics of shrimp farming: a comparative study of traditional vs. scientific shrimp farming in West Bengal. **Working paper**, v. 1, n. 1, p. 1-26, Índia, 2009.
- BORDEAUX-RÊGO, R. **Viabilidade econômico-financeira de projetos**. 4ª ed. Rio de Janeiro, Brasil: FGV, 2015.
- CAMPOS, K. C.; CAMPOS, R. T. Alternativa econômica para o novo rural do Nordeste brasileiro: o cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei* em água doce. **Revista GEPEC**, v. 10, n. 2, p. 40–53, 2007.
- CHAVES, F. A. H.; CAMPOS, K. C.; CAMPOS, R. T. Avaliação econômica de produção de camarão no estado do Ceará. **Revista de Economia da UEG2**, v. 14, n. 1, p. 94–108, 2018.

CHENG, A.; YEH, S.; HU, S.; LIN, H.; LIU, C. Intestinal microbiota of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, fed diets containing *Bacillus subtilis* fermented soybean meal (FSBM) or an antimicrobial peptide derived from *B. subtilis* FSBM. **Aquaculture Research**, n. July, p. 1–10, 2019.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture, 2018**. Roma, 2018.

GARCÍA-ULLOA, M.; HERNANDEZ-LLAMAS, A.; DE JESÚS ARMENTA-SOTO, S.; RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, H. Substituting fishmeal with mixtures of wheat, corn and soya bean meals in diets for the white leg shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone): effect on production parameters and preliminary economic assessment. **Aquaculture Research**, v. 48, n. 9, p. 4864–4873, 2017.

HAMIDOGHLI, A.; WON, S.; AYA, F. A.; YUN, H.; BAE, J.; JANG, I. K.; BAI, S. C. Dietary lipid requirement of whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei* juveniles cultured in biofloc system. **Aquaculture Nutrition**, n. September, p. 1–10, 2019.

HUANG, J. F.; CHOU, M. T.; LEE, J. M.; CHENG, Y. H. Effects of culture area, stocking density, and shrimp and fish polyculture on the cost efficiency of hard clam, *Meretrix meretrix*, culture: a case study of hard clam farms in Yunlin, Taiwan. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 47, n. 4, p. 481–495, 2016.

IBGE. **Produção Pecuária Municipal**, v. 45, p. 1-53. Rio de Janeiro. 2018.

JANNATHULLA, R.; DAYAL, J. S.; AMBASANKAR, K.; MURALIDHAR, M. Effect of *Aspergillus niger* fermented soybean meal and sunflower oil cake on growth, carcass composition and haemolymph indices in *Penaeus vannamei* Boone, 1931. **Aquaculture**, v. 486, n. October 2017, p. 1–8, 2018.

JANNATHULLA, R.; DAYAL, J. S.; VASANTHAKUMAR, D.; AMBASANKAR, K.; PANIGRAHI, A.; MURALIDHAR, M. Apparent digestibility coefficients of fungal fermented plant proteins in two different penaeid shrimps—A comparative study. **Aquaculture Research**, v. 50, n. 5, p. 1491–1500, 2019.

MELO, F. P.; FERREIRA, M. G. P.; DE LIMA, J. P. V.; CORREIA, E. DE S. Cultivo do camarão marinho com bioflocos sob diferentes níveis de proteína com e sem probiótico. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 4, p. 202–210, 1 out. 2015.

OBA-YOSHIOKA, E. T.; ALMEIDA, R. DOS S.; GEMAQUE, S. R. F.; BRASILIENSE, A. R. P.; SILVA, R. DE S.; MARINHO, R. DAS G. B. Substituição parcial da ração comercial por soja e milho cozidos e sua influência sobre o cultivo de híbridos tambatingas. **Biota Amazônia**, v. 5, n.1, p. 61–67, jan. 2015.

QIU, X.; TIAN, H.; DAVIS, D. A. Evaluation of a high protein distiller's dried grains product as a protein source in practical diets for Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 480, n. July, p. 1–10, 2017.

RAJARAJAN, P. **An economic analysis of *Litopenaeus vannamei* shrimp farming in Nagapattinam District, Tamil Nadu**. Dissertação (Mestrado em Economia Pesqueira) - Departamento de Economia Pesqueira Universidade de Tamil Nadu, Índia, 2017.

ROMANO, N. **Aquamimicry: A revolutionary concept for shrimp farming**. Disponível em: <advocate.gaalliance.org/aquamimicry-a-revolutionary-concept-for-shrimp-farming/ Aquamimicry simulates natural conditions>. Acesso em: 19 out. 2019.

SANTOS, A. L. B. DOS; VIANA, J. T.; RODRIGUES, A. L. B.; BORGES, L. D.; MAIA, H. D.; FILHO, A. A. S. **Aquamimetismo: Uma Revisão de Princípios**. Disponível em: <<http://periodicos.ufc.br/eu/article/view/34193>>. Acesso em: 20 out. 2019.

SCHLEDER, D. D.; JATOBÁ, A.; DA SILVA, B. C.; FERRO, D. P. D.; SEIFFERT, W. Q.; VIEIRA, F. D. N. Soybean protein concentrate in pacific white shrimp reared in bioflocs: Effect on health and vibrio challenge. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v. 40, 2018.

SHAO, J.; WANG, B.; LIU, M.; JIANG, K.; WANG, L.; WANG, M. Replacement of fishmeal by fermented soybean meal could enhance the growth performance but not significantly influence the intestinal microbiota of white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 504, p. 354–360, 2019.

SILVA, J. C. **Carcinicultura: a viabilidade da criação de camarão em rondônia**. Monografia (Bacharelado em Ciências Contábeis) - Departamento de Ciências Contábeis, Universidade Federal de Rondônia, Cacoal, 2017.

SOUZA FILHO, J.; COSTA, S. W. DA; TUTIDA, L. M.; FRIGO, T. B. ; HERZOG, D. **Custo de produção do camarão marinho**. Florianópolis - SC: Instituto Cepa/SC/Epagri, 2003.

TAHIM, E. F.; DAMACENO, M. N.; DE ARAÚJO, I. F. Trajetória tecnológica e sustentabilidade ambiental na cadeia de produção da carcinicultura no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 57, n. 1, p. 94–107, 2019.

TESSER, M. B.; CARDOZO, A. P.; CAMAÑO, H. N.; WASIELESKY, W. Substituição da farinha e do óleo de peixe por farinha e óleo de origem vegetal em rações utilizadas na fase de engorda do camarão-branco-do-pacífico *Litopenaeus vannamei*, em sistemas de bioflocos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, n. 2, p. 703–710, 2019.

VALDERRAMA, D.; ENGLE, C. R. Economic optimization of shrimp farming in Honduras. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 33, n. 4, p. 398–409, 2002.

VAN NGUYEN, N.; HOANG, L.; VAN KHANH, T.; DUY HAI, P.; HUNG, L. T. Utilization of fermented soybean meal for fishmeal substitution in diets of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). **Aquaculture Nutrition**, v. 24, n. 3, p. 1092–1100, 2018.

WANG, A.; RAN, C.; WANG, Y.; ZHANG, Z.; DING, Q.; YANG, Y.; OLSEN, R. E.; RINGØ, E.; BINDELLE, J.; ZHOU, Z. Use of probiotics in aquaculture of China - a review of the past decade. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 86, p. 734–755, 1 mar. 2019.

WANG, L.; ZHOU, H.; HE, R.; XU, W.; MAI, K.; HE, G. Effects of soybean meal fermentation by *Lactobacillus plantarum* P8 on growth, immune responses, and intestinal morphology in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.). **Aquaculture**, v. 464, p. 87–94, 1 nov. 2016.

Tabela 1 – Parâmetros zootécnicos do cultivo de *P. vannamei*, usando diferentes tipos de dieta.

Componentes	Ração comercial	Soja fermentada	Soja (70%) + trigo (30%) fermentados
Área do viveiro (ha)	0,98 ± 0,10	1,02 ± 0,10	1,00 ± 0,09
Tempo do ciclo (dias)	138,67 ± 3,79	139,33 ± 4,73	148,33 ± 5,51
Sobrevivência (%)	59,73 ± 3,11	61,40 ± 4,33	59,60 ± 3,94
Peso médio inicial (g)	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,00
Peso médio final (g)	10,13 ± 0,60	9,60 ± 1,06	9,70 ± 0,50
Biomassa inicial (kg)	14,00 ± 0,00	14,00 ± 0,00	14,00 ± 0,00
Produção (kg)	4.245,69 ± 470,77	4.146,99 ± 754,01	4.040,31 ± 194,26
Produtividade (kg ha-1)	4.371,09 ± 821,63	4.080,09 ± 610,46	4.081,08 ± 298,53
GPD (g dia-1)	0,08 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,07 ± 0,01
FCA	1,62 ± 0,09	1,72 ± 0,07	1,79 ± 0,12

A ausência de letras sobrescritas demonstra que não houve diferença estatística entre os tratamentos.

Tabela 2 – Despesa mensal e anual com mão de obra e encargos sobre salários para o cultivo de *P. vannamei*, na empresa Monólitos Aquicultura Ltda.

Componentes	Quant.	Salário	Encargos ¹ (R\$)	RS Total (Mês)	RS Total (ano)
Gerente de produção	1	3.500,00	1.377,95	4.877,95	63.413,35
Contador	1	1.400,00	551,18	1.951,18	25.365,34
Vigia	1	2.000,00	787,40	2.787,40	36.236,20
Arraçoador	6	1.000,00	393,70	1.393,70	108.708,60
Despesa mensal	5	300,00	0,00	300,00	19.500,00
Total					253.223,49

¹ Encargos sociais e trabalhistas.

Tabela 3 – Custos fixos para o cultivo de *P. vannamei*, na empresa Monólitos Aquicultura Ltda.

Componentes	Ano
Depreciação	59.103,60
Manutenção	12.552,40
Mão de obra	253.223,49
Energia elétrica	208.621,44
Total	533.500,93

Tabela 4 – Custos variáveis do cultivo de *P. vannamei*, na empresa Monólitos Aquicultura Ltda.

Componentes	Unidade	Custo/ciclo (R\$)	Custo/ha (R\$)
Ração comercial			
Pós larva	milheiro	7.000,00 ± 0,00	7.169,95 ± 727,66
Ração comercial (40%PB)	kg	72,84 ± 0,00	74,61 ± 7,57
Ração comercial (38%PB)	kg	7.236,78 ± 296,09	7.428,10 ± 984,90
Ração comercial (35%PB)	kg	16.181,27 ± 947,16	16.615,33 ± 2.359,21
Farelo de arroz	kg	333,00 ± 8,52	340,50 ± 26,40
Probiótico comercial	kg	303,92 ± 7,79	310,77 ± 24,08
Custos variáveis total		31.127,82 ± 1.226,85 ^a	31.939,26 ± 4.097,18 ^a
Soja fermentada			
Pós larva	milheiro	7.000,00 ± 0,00	6.936,03 ± 744,56
Farelo de soja	kg	12.551,08 ± 1.712,31	12.368,58 ± 1.400,38
Probiótico comercial	kg	3.490,33 ± 476,18	3.439,58 ± 389,43
Farelo de arroz	kg	334,50 ± 10,63	330,69 ± 24,52
Probiótico comercial	kg	305,30 ± 9,72	301,82 ± 22,36
Custos variáveis total		23.681,20 ± 2.199,78 ^b	23.376,68 ± 2.101,70 ^b
Soja (70%) + trigo (30%) fermentados			
Pós larva	milheiro	7.000 ± 0,00	7.037,04 ± 641,50
Farelo de soja	kg	8.931,02 ± 470,13	8.952,48 ± 420,63
Farelo de trigo	kg	2.085,82 ± 109,08	2.090,83 ± 98,24
Probiótico comercial	kg	3.548,04 ± 186,77	3.556,56 ± 167,10
Farelo de arroz	kg	354,75 ± 12,39	355,87 ± 19,48
Probiótico comercial	kg	323,81 ± 11,33	324,83 ± 17,76
Custos variáveis total		22.243,43 ± 788,90 ^b	22.317,61 ± 1.324,86 ^b

*Os valores representam as médias ± desvio padrão. Letras diferentes representam diferença estatística ($p < 0,05$).

Tabela 5 – Projeção de receitas do cultivo de *P. vannamei*, na empresa Monólitos Aquicultura Ltda.

Situação	Produção (kg)	R\$ (kg)	Receita (R\$) ¹
Ração comercial	4.245,69 ± 470,77	15,07 ± 060	57.099,55 ± 9.668,39
Soja fermentada	4.146,99 ± 754,01	14,60 ± 1,06	54.358,43 ± 15.751,53
Soja (70%) + trigo (30%) fermentados	4.040,31 ± 194,26	14,70 ± 0,50	52.863,15 ± 3.568,60

¹Receita descontada em 11% referente ao valor de tributação de empresas optantes pelo Simples Nacional.

A ausência de letras sobrescritas demonstra que não houve diferença estatística entre os tratamentos.

Tabela 6 - Projeção das produções por ciclo e anuais do cultivo de *P. vannamei*, na empresa Monólitos Aquicultura Ltda.

Situação	kg (ciclo)	kg (ano)
Ração comercial	64.764,71	170.557,97
Soja fermentada	61.185,05	160.406,41
Soja (70%) + trigo (30%) fermentados	60.604,60	149.268,26

Tabela 7 – Projeção das receitas por ciclo e anuais do cultivo de *P. vannamei*, na empresa Monólitos Aquicultura Ltda, considerando preço de venda do camarão tipo “médio” (10g) por R\$ 15,00/kg.

Situação	R\$ (ciclo)	R\$ (ano) ¹
Ração comercial	868.451,61	2.287.068,66
Soja fermentada	795.038,53	2.084.320,88
Soja (70%) + trigo (30%) fermentados	792.889,98	1.952.876,63

¹Receita anual considerando o preço do camarão (10g) em R\$ 15,00, com 11% de desconto tributário (Simples Nacional).

Figura 1 – Indicadores financeiros do cultivo de *P. vannamei*, na empresa Monólitos Aquicultura Ltda.

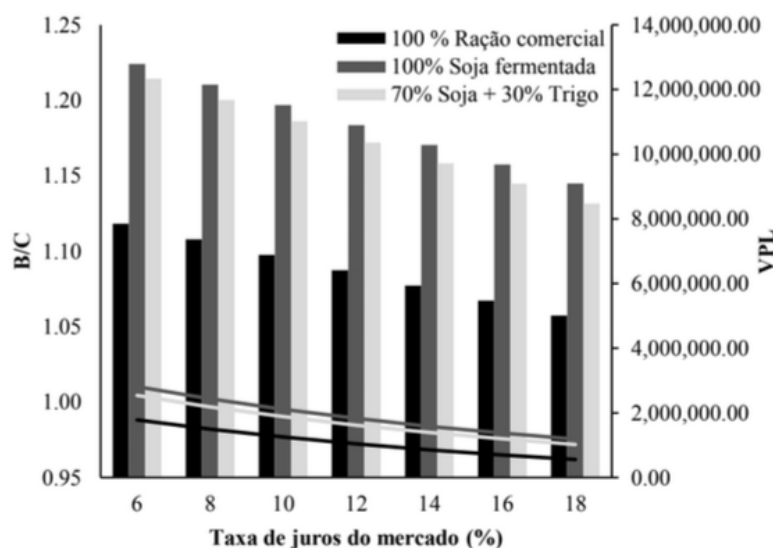


Figura 2 - Análise de sensibilidade do cultivo de *P. vannamei*, na empresa Monólitos Aquicultura Ltda.

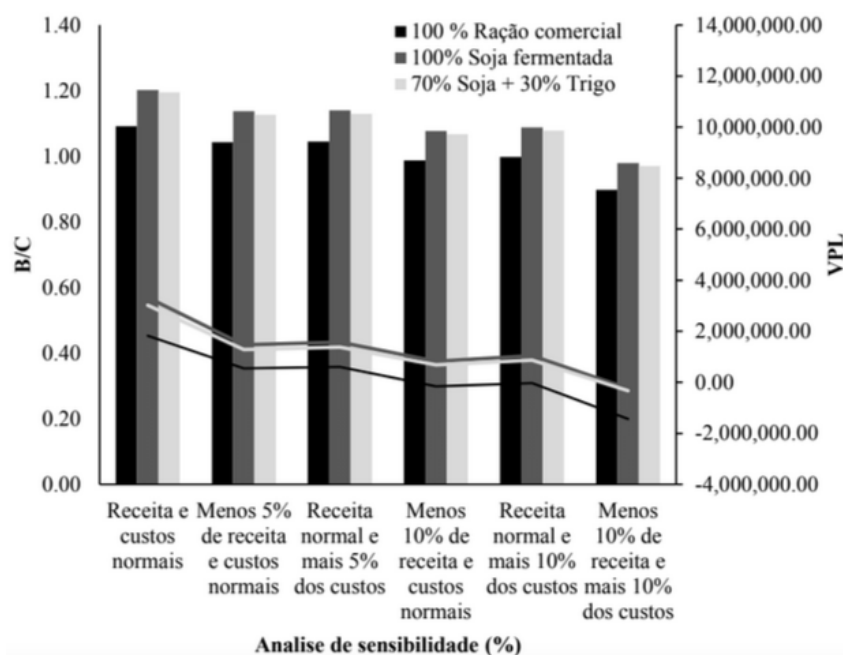


Tabela 8 – Ponto de equilíbrio de venda anual para o cultivo de *P. vannamei*, na empresa Monólitos Aquicultura Ltda.

Situação	Custo fixo + operacional anual (R\$)	Ponto de Equilíbrio (R\$)	Ponto de Equilíbrio (kg) ¹	Produção média (kg/ha)	Produção média anual (kg) ²
Ração comercial	1.795.182,09	1.795.182,09	119.149,25	4.317,65	170.557,97
Soja fermentada	1.452.786,76	1.452.786,76	99.505,94	4.079,00	160.406,41
Soja (70%) + trigo (30%) fermentados	1.358.020,15	1.358.020,15	92.382,32	4.040,31	149.268,26

¹Considerando o preço de venda do camarão em R\$ 15,00. ²Considerando a produção em 15 ha, com três ciclos anuais.

Tabela 9 – Tempo de retorno do investimento para o cultivo de *P. vannamei*, na empresa Monólitos Aquicultura Ltda.

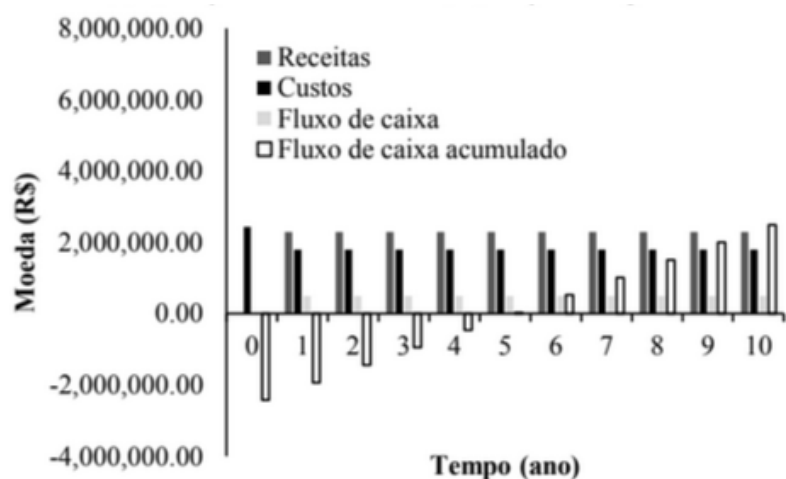
Situação	Custo fixo + operacional anual (R\$)	Receita anual (R\$) ¹	Lucro anual (R\$)	Payback (anos) ²	Payback (meses)
Ração comercial	1.795.182,09	2.287.068,66	491.886,57	4,94	59,27
Soja fermentada	1.452.786,76	2.084.320,88	631.534,12	3,64	43,72
Soja (70%) + trigo (30%) fermentados	1.358.020,15	1.952.876,63	594.856,47	3,84	46,10

¹Receita anual considerando o preço do camarão em R\$ 15,00, com 11% de desconto tributário incluso do Simples Nacional. ²Payback considerando o investimento de implantação + capital de giro para o primeiro ciclo.

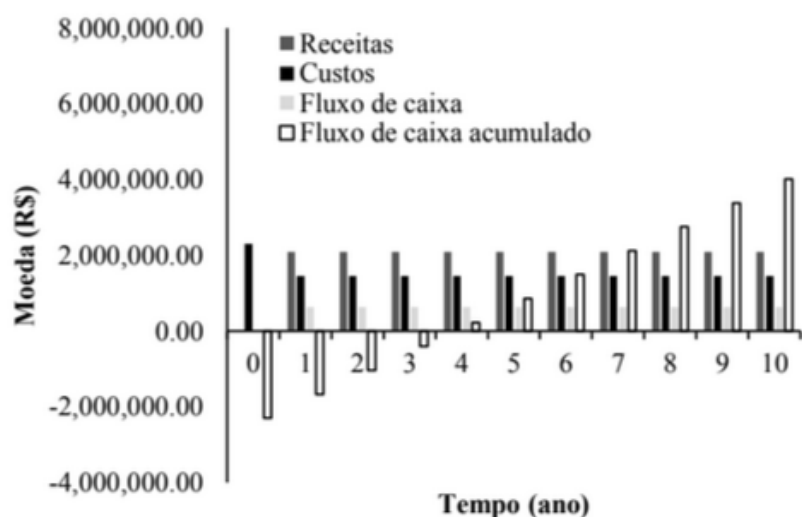
Tabela 10 – Lucratividade do cultivo de *P. vannamei*, na empresa Monólitos Aquicultura Ltda.

Situação	Custo operacional médio/kg de camarão (R\$)	Custo fixo médio/kg de camarão (R\$)	Preço médio de venda (R\$)	Lucro/kg (R\$)	Lucratividade (%)
Ração comercial	7,33	3,18	15,07	4,55	30,23
Soja fermentada	5,71	3,27	14,60	5,62	38,48
Soja (70%) + trigo (30%) fermentados	5,51	3,57	14,70	5,62	38,23

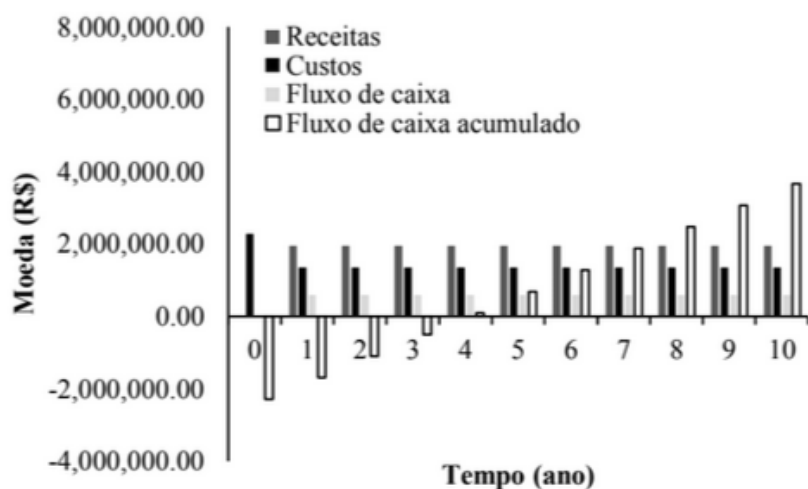
Figura 3 – Projeções das receitas, custos, fluxo de caixa e fluxo de caixa acumulado para 10 anos. (A) ração comercial, (B) soja fermentada e (C) soja + trigo fermentado.



A



B



C