



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PESCA

LEONARDO FREITAS GALVÃO DE ALBUQUERQUE

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

FORTALEZA

2019

LEONARDO FREITAS GALVÃO DE ALBUQUERQUE

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

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Engenharia de Pesca. Área de Concentração: Aquicultura.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Hiran Farias Costa.

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- A311d Albuquerque, Leonardo Freitas Galvão de.
Desempenho Zootécnico e econômico do cultivo de *Penaeus vannamei* usando o sistema aquamimicry /
Leonardo Freitas Galvão de Albuquerque. – 2019.
75 f. : il. color.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-
Graduação em Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2019.
Orientação: Prof. Dr. Francisco Hiran Farias Costa.
1. Camarão. 2. alimentação. 3. economia. 4. soja fermentada. I. Título.

CDD 639.2

LEONARDO FREITAS GALVÃO DE ALBUQUERQUE

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

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Engenharia de Pesca. Área de Concentração: Aquicultura.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francisco Hiran Farias Costa (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^a. Dr^a. Elenise Gonçalves de Oliveira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Italo Regis Castelo Branco Rocha
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Prof. Dr. Jair Andrade de Araújo
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Fabio Perdigão Vasconcelos
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Prof. Dr. Antonio Glaydson Lima Moreira
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Dedico esse trabalho primeiramente a DEUS e à minha família, Jairo Galvão de Albuquerque (Pai), Maria de Fátima Freitas Galvão de Albuquerque (Mãe), Raphaela Barros Gadelha (Esposa), e Eduardo Barros Gadelha Galvão de Albuquerque (Filho)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me guiar e me proteger nos caminhos da vida.

À minha esposa Raphaela e ao meu filho Eduardo pela paciência e apoio incondicional durante a minha jornada na pós graduação.

Aos meus pais e irmãos que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos de minha vida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Francisco Hiran Farias Costa, pela dedicação e atenção prestadas durante o doutorado.

Aos membros da banca Prof^a. Dr^a. Elenise Gonçalves de Oliveira, Prof. Dr. Italo Regis Castelo Branco Rocha, Prof. Dr. Jair Andrade de Araújo, Prof. Dr. Fabio Perdigão Vasconcelos e Prof. Dr. Antonio Glaydson Lima Moreira.

A Universidade Federal do Ceará e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, pelo apoio e infraestrutura necessários para a realização do presente trabalho.

A fazenda Monólitos pelo apoio, e infraestrutura que possibilitaram a realização deste trabalho.

Aos amigos que colaboraram com o meu trabalho: Ítalo Rocha, Alan Coêlho, Antonio Glaydson, Denilson Nascimento, Renato Teixeira e Sergio Almeida.

RESUMO

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 ao mercado mundial. A produção brasileira se destaca na piscicultura continental, malacocultura e na carcinicultura, sendo a produção de camarões correspondente a 65,1 mil toneladas, com destaque para a produção obtida no nordeste brasileiro, mais especificamente nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte, onde a espécie cultivada é o *P. vannamei*. Tornou-se imprescindível a adoção de sistemas de cultivo nos quais a renovação de água seja minimizada, reduzindo o uso dos recursos hídricos, a emissão de efluentes e a transmissão de doenças, culminando em uma atividade ambientalmente amigável. Uma abordagem equilibrada e que apresenta menores custos, utilizando microalgas e bioflocos 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 *Pennaeus vannamei* com 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, situada na localidade de Banabuiu – CE. Os resultados mostraram que não houve 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 influenciaram todas as projeções e indicadores econômicos de viabilidade. A partir dos resultados, pode-se concluir que a utilização do sistema aquamimicry é viável do ponto de vista zootécnico e econômico.

Palavras-chave: Camarão. Alimentação. Economia. Soja fermentada.

ABSTRACT

Since the stagnation of fishing activity in the 1980s, aquaculture has been responsible for a significant growth in the supply of fish to the world market. Brazilian production stands out on continental fish farming, shellfish and shrimp farming, with a shrimp production corresponding to 65,1 thousand tons, especially the production obtained in the Brazilian northeast, more specifically in the states of Ceará and Rio Grande do Norte, where the cultivated species is *Penaeus vannamei*. Implementing systems in which the water renewal is minimal has become vital, reducing the use of water resources, waste emission, and disease spreading, making a much more environment friendly activity. A more balanced approach that represents lower costs using microalgae and bioflakes is known as Aquamimicry. The concept is based on natural conditions simulations with zooplanktonic blooms feeding the shrimp, and beneficial bacteria acting to improve water quality, using a fermented carbon source that releases nutrients in the water. The simulation of a natural environment through aquamimicry technique minimizes fluctuations in pH and dissolved oxygen levels, eliminating the need for chemical products. Thus, the objective of this study was to evaluate the zootechnical and economic performance of *Penaeus vannamei* in Aquamimicry system. Tests were performed on one treatment using commercial feed, one treatment using substitution of feed by fermented soybean, and another treatment using the substitution of feed by fermented soybean (70%) and wheat (30%). The experiment was performed at Fazenda Monólitos Aquicultura, located in Banabuiú-CE. The results showed no statistical differences in zootechnical and water quality parameters. Operational costs per cycle on each treatment was respectively R\$ 31.127,82, R\$ 23.681,20 and R\$ 22.243,43 in the same order of treatments mentioned above. The differences found in operational costs influenced all economic projections and viability indicators. From those results it can be affirmed that the use of Aquamimicry system is both zootechnically and economically viable.

Keywords: Shrimp. Food. Economy. Fermented soybean.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Produção mundial proveniente da pesca e aquicultura (FAO, 2018)	12
Figura 2 - Fases da trajetória da carcinicultura no Nordeste do Brasil.	17
Figura 3 - Imagem de satélite da Monólitos Aquicultura Ltda.	31
Figura 4 - Layout da Monólitos Aquicultura Ltda.....	32
Figura 5 - Ativação do probiótico sob aeração (A) e mistura pronta para aplicação após 24 horas (B).....	33
Figura 6 - Inoculação do farelo de arroz fermentado nos viveiros.	34
Figura 7 - Farelos de arroz, soja e trigo.	35
Figura 8 - Ativação do probiótico e preparo dos fermentados.	35

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 - Indicadores financeiros da produção do camarão *P. vannamei* cultivado em 15 ha, no modelo semi-intensivo convencional com uso de ração comercial e no aquamimicry, fazendo uso de dietas a base de fermentados de farelo de soja ou farelo de soja (70%) + trigo (30%)..... 57
- Gráfico 2 - Análise de sensibilidade da produção do camarão *P. vannamei* cultivado em 15 ha, no modelo semi-intensivo convencional com uso de ração comercial e no aquamimicry, fazendo uso de dietas a base de fermentados de farelo de soja ou farelo de soja (70%) + trigo (30%)..... 58
- Gráfico 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..... 62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Maiores produtores aquícolas mundiais.....	13
Tabela 2	– Produção das principais atividades aquícolas brasileiras.....	14
Tabela 3	– Composição bromatológica (farelo de arroz) antes e depois do processo de fermentação, para uso no processo de fertilização de viveiros, em uma fazenda comercial conduzida sob a técnica aquamimicry.....	39
Tabela 4	– Composição bromatológica (soja) antes e depois do processo de fermentação, para uso na alimentação de <i>P. vannamei</i> , em uma fazenda comercial conduzida sob a técnica aquamimicry.....	40
Tabela 5	– Composição bromatológica (soja + trigo) antes e depois do processo de fermentação, , para uso na alimentação de <i>P. vannamei</i> , em uma fazenda comercial conduzida sob a técnica aquamimicry.....	40
Tabela 6	– Dados iniciais da produção do camarão <i>P. vannamei</i> alimentados com ração comercial e duas dietas a base de farelo de soja fermentado e farelo de soja (70%) mais trigo (30%) fermentado, cultivados em uma fazenda comercial conduzida sob a técnica aquamimicry.....	42
Tabela 7	– Dados finais da produção do camarão <i>P. vannamei</i> alimentados com ração comercial e duas dietas a base de farelo de soja fermentado e farelo de soja (70%) mais trigo (30%) fermentado, cultivados em uma fazenda comercial conduzida sob a técnica aquamimicry.....	42
Tabela 8	– Investimento de implantação da Fazenda Monólitos Aquicultura.....	49
Tabela 9	– Vida útil e depreciação de equipamentos e infraestrutura da Fazenda Monólitos Aquicultura.....	50
Tabela 10	– Manutenção da infra-estrutura e implantação dos viveiros da Fazenda Monólitos Aquicultura.....	51
Tabela 11	– Despesa mensal e anual com mão de obra e encargos sobre salários da Fazenda Monólitos Aquicultura.....	51
Tabela 12	– Custos com energia elétrica da produção do camarão <i>P. vannamei</i> em 15 ha, na Fazenda Monólitos Aquicultura.....	53

Tabela 13 – Custos fixos da produção do camarão <i>P. vannamei</i> em 15 hectares de lâmina d'água, na Fazenda Monólitos Aquicultura.....	54
Tabela 14 – Custos variáveis da produção do camarão <i>P. vannamei</i> cultivado no modelo semi-intensivo convencional com uso de ração comercial e no aquamimicry, fazendo uso de dietas a base de fermentados de farelo de soja ou farelo de soja (70%) + trigo (30%).....	55
Tabela 15 – Compilação dos custos variáveis da produção do camarão <i>P. vannamei</i> cultivado no modelo semi-intensivo convencional com uso de ração comercial e no aquamimicry, fazendo uso de dietas a base de fermentados de farelo de soja ou farelo de soja (70%) + trigo (30%).....	55
Tabela 16 – Projeção de receitas da produção do camarão <i>P. vannamei</i> cultivado no modelo semi-intensivo convencional com uso de ração comercial e no aquamimicry, fazendo uso de dietas a base de fermentados de farelo de soja ou farelo de soja (70%) + trigo (30%).....	56
Tabela 17 – Projeção das produções por ciclo e anuais do camarão <i>P. vannamei</i> em 15 ha, cultivado no modelo semi-intensivo convencional com uso de ração comercial e no aquamimicry, fazendo uso de dietas a base de fermentados de farelo de soja ou farelo de soja (70%) + trigo (30%).....	56
Tabela 18 – Projeção das receitas por ciclo e anuais da produção do camarão <i>P. vannamei</i> em 15 ha, cultivado no modelo semi-intensivo convencional com uso de ração comercial e no aquamimicry, fazendo uso de dietas a base de fermentados de farelo de soja ou farelo de soja (70%) + trigo (30%), considerando preço de venda do camarão (10g) de R\$ 15,00.....	56
Tabela 19 – Ponto de equilíbrio de venda anual para produção do camarão <i>P. vannamei</i> cultivado em 15 ha, no modelo semi-intensivo convencional com uso de ração comercial e no aquamimicry, fazendo uso de dietas a base de fermentados de farelo de soja ou farelo de soja (70%) + trigo (30%).....	59
Tabela 20 – Tempo de retorno do investimento para produção do camarão <i>P. vannamei</i> cultivado em 15 ha, no modelo semi-intensivo convencional com uso de ração comercial e no aquamimicry, fazendo uso de dietas a base de fermentados de farelo de soja ou farelo de soja (70%) + trigo (30%).....	60

Tabela 21 – Lucratividade da produção do camarão <i>P. vannamei</i> cultivado em 15 ha, no modelo semi-intensivo convencional com uso de ração comercial e no aquamimicry, fazendo uso de dietas a base de fermentados de farelo de soja ou farelo de soja (70%) + trigo (30%).....	61
Tabela 22 – Margem de contribuição da produção do camarão <i>P. vannamei</i> cultivado em 15 ha, no modelo semi-intensivo convencional com uso de ração comercial e no aquamimicry, fazendo uso de dietas a base de fermentados de farelo de soja ou farelo de soja (70%) + trigo (30%).....	62

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Panorama da aquicultura mundial e brasileira	12
1.2	Cultivo de <i>Penaeus vannamei</i>	14
1.3	Entraves atuais no cultivo de <i>P. vannamei</i>	15
1.4	Evolução tecnológica no cultivo de <i>P. vannamei</i>	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1	Aquamimicry	19
2.2	Probióticos na Aquicultura	20
2.3	Utilização de farelos fermentados na Aquicultura	22
2.4	Utilização do farelo de arroz fermentado na fertilização de viveiros	25
3	JUSTIFICATIVA	27
4	OBJETIVOS	30
4.1	Objetivos específicos	30
5	MATERIAL E MÉTODOS	31
5.1	Local do experimento e material biológico	31
5.2	Delineamento experimental	32
5.3	Fertilização dos viveiros	33
5.4	Ativação do probiótico e preparo da soja fermentada	34
5.5	Análise bromatológica dos farelos <i>in natura</i>, e dos farelos fermentados	35
5.6	Parâmetros zootécnicos	36
5.7	Estudo de viabilidade econômica	36
5.8	Análise estatística	38
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
6.1	Parâmetros de qualidade da água	39
6.2	Bromatologia dos farelos vegetais	39
6.3	Parâmetros zootécnicos	42
6.4	Viabilidade Econômica	48
7	CONCLUSÃO	67
	REFERÊNCIAS	68

1 INTRODUÇÃO

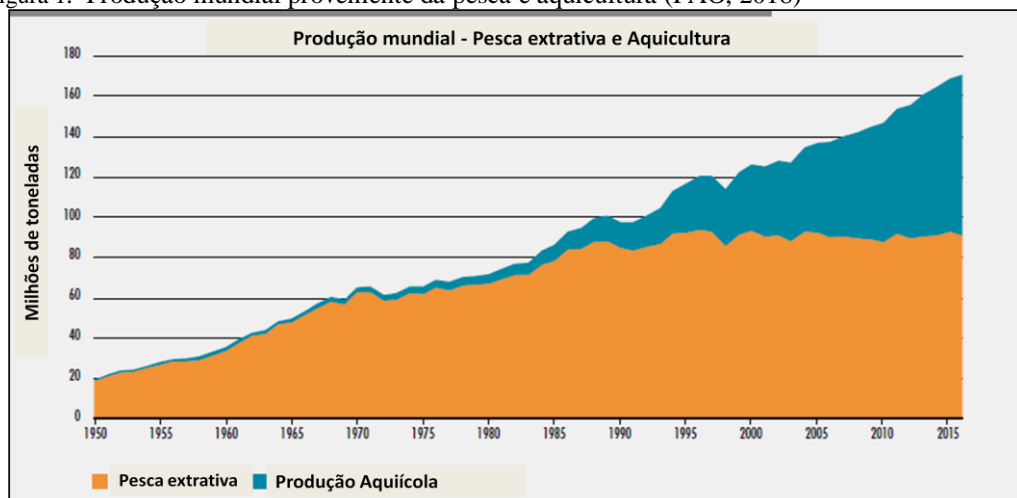
1.1 Panorama da aquicultura mundial e brasileira

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 ao mercado mundial (Figura 1). Nas últimas cinco décadas, houve um crescimento percentual no suprimento de pescado correspondente ao dobro da taxa de crescimento populacional no mesmo período, o que de certa forma, aumentou a disponibilidade *per capita* dos produtos pesqueiros (FAO, 2016).

Em 2014, a produção aquícola ultrapassou pela primeira vez a pesca extrativa em termos de porcentagem de oferta de pescado para o consumo humano, um marco histórico que mostra a evolução constante da aquicultura enquanto a pesca extrativa permanece estável (FAO, 2016).

Em 2016, a produção pesqueira obteve 90,9 milhões de toneladas, produção que se manteve estável como nos anos anteriores. No mesmo ano, a aquicultura produziu 80 milhões de toneladas de pescado, gerando uma renda de 231,6 bilhões de dólares, sendo 7,9 milhões de toneladas de crustáceos, gerando uma renda de 57,1 bilhões de dólares. A aquicultura ainda é uma das atividades produtivas que mais crescem no mundo, com um crescimento anual médio de 5,8%. , embora alguns países ainda mantenham taxas anuais de crescimento de aproximadamente 10% ao ano (FAO, 2018).

Figura 1. Produção mundial proveniente da pesca e aquicultura (FAO, 2018)



Fonte: FAO, 2018.

Entre os 14 países com maior produção aquícola no mundo, destacam-se 10 países asiáticos, em especial, China, Índia e Indonésia. Alguns países de outros continentes se destacam pela produção bastante expressiva como Noruega (Europa), Chile (América do Sul) e Egito (África), padrão que praticamente se repetiu nas últimas décadas (Tabela 1).

Um dado importante a ser ressaltado é o fato de que dentre esses 14 países, apenas China, Noruega e Japão são considerados países desenvolvidos, o que mostra o potencial da produção aquícola em nações subdesenvolvidas ou em desenvolvimento, e como essas nações tem contribuído para a produção mundial de pescado. Alguns dos países listados se destacam também pela alta produtividade mesmo com dimensões territoriais reduzidas, o que aponta para o fato de que alguns países com grandes territórios poderiam ser muito mais produtivos, como é o caso do Brasil, que apesar do grande potencial produtivo, apresenta um índice de apenas 0,07 ton/km².

Tabela 1 - Maiores produtores aquícolas mundiais

País	Continente	Área (km ²)	Produção (ton 10 ⁶)	Produtividade (ton/km ²)
China	Ásia	9.597.000	49,20	5,13
Índia	Ásia	3.287.000,00	5,7	1,73
Indonésia	Ásia	1.905.000	5,00	2,62
Vietnã	Ásia	331.210	3,60	10,87
Bangladesh	Ásia	147.570	2,20	14,91
Egito	África	1.010.000	1,40	1,39
Noruega	Europa	385.203	1,30	3,37
Chile	América do Sul	756.950	1,00	1,32
Myanmar	Ásia	676.575	1,00	1,48
Tailândia	Ásia	513.120	1,00	1,95
Filipinas	Ásia	300.000	0,80	2,67
Japão	Ásia	377.973	0,70	1,85
Brasil	América do Sul	8.511.000	0,58	0,07
Coreia do Sul	Ásia	100.210	0,50	4,99

Fonte: FAO, 2018.

O Brasil se encontra na 13^a posição do ranking mundial da produção aquícola, com uma produção atual de 580,26 mil toneladas. A produção brasileira se destaca na piscicultura continental, malacocultura e na carcinicultura (Tabela 2), sendo a produção de camarões correspondente a 45,76 mil toneladas, com destaque para a produção obtida no nordeste brasileiro, mais especificamente nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte, onde a espécie cultivada é o *Penaeus vannamei* (FAO, 2016).

Tabela 2 - Produção das principais atividades aquícolas brasileiras.

Atividade	Produção (ton 10³)
Piscicultura continental	519,27
Carcinicultura	45,76
Malacocultura	14,23
Algicultura	0,7
Outros animais aquáticos	0,3
Total	580,26

Fonte: IBGE, 2018.

1.2 Cultivo de *Penaeus vannamei*

Na década de 70, a produção mundial de camarões proveniente da pesca extrativa era de aproximadamente 1.000.000 t/ano, enquanto a produção em cativeiro alcançava 9.000 t/ano. Na década de 90, a produção oriunda da carcinicultura já contribuía com 29% da produção mundial (BARBIERI JÚNIOR; OSTRENSKY NETO, 2002).

Até o ano 2000, a espécie *P. monodon* era a espécie mais cultivada mundialmente, fato que começou a mudar com a crescente adoção da espécie *P. vannamei*, domesticada e livre de patógenos específicos (THITAMADEE *et al.*, 2016).

A oferta total de crustáceos, em 2016, derivada da carcinicultura, chega a 7,862 milhões de toneladas, destacando-se a participação da espécie *P. vannamei*, com uma produção de 4.156 milhões de toneladas, contribuindo com 53% da produção de crustáceos consumida no mundo (FAO, 2018).

O *P. vannamei* é a espécie de camarão mais cultivada mundialmente, representando 80% da produção mundial de camarões. Os principais produtores de *P. vannamei* no continente asiático são a China, Indonésia, Vietnã, Índia e Tailândia, enquanto nas Américas os maiores produtores são Equador, México e o Brasil, que produzem juntos aproximadamente 20% da produção mundial (FAO, 2018).

O sucesso produtivo dessa espécie se deve à características zootécnicas como o rápido crescimento, rusticidade, eficiência na conversão alimentar e alta taxa de sobrevivência, aliadas aos pacotes tecnológicos em constante evolução (BARBIERI JÚNIOR; OSTRENSKY NETO, 2002).

A carcinicultura brasileira tem recebido estímulo de vários fatores como o aumento do consumo doméstico; a instalação de laboratórios produtores 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; DE ARAÚJO, 2019).

1.3 Entraves atuais no cultivo de *P. vannamei*

A carcinicultura é uma atividade agropecuária de grande potencial e encontra-se consolidada no nordeste do Brasil, mas 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).

Nos últimos 15 anos, a carcinicultura sofreu perdas da ordem de 15 bilhões de dólares devido à ocorrência de enfermidades, principalmente na Ásia. Segundo a Global Aquaculture Alliance, aproximadamente 60% das doenças são de origem viral e 20% devido à atividade de bactérias patogênicas. Na maioria dos casos, as doenças podem ser prevenidas por meio de estratégias de manejo apropriadas, no que diz respeito à biossegurança, qualidade de água, densidade de estocagem, aeração, aspectos nutricionais e qualidade das pós-larvas (THITAMADEE *et al.*, 2016).

O custo com alimentação representa pelo menos 60% do custo produtivo, o que está relacionado principalmente com a fonte proteica utilizada nas rações comerciais. A produção de camarões deve continuar a crescer para atender a demanda mundial, o que enseja novas pesquisas em busca de fontes proteicas eficientes e de baixo custo, que possam reduzir os custos com alimentação, dando suporte à expansão da indústria carcinicultora (QIU; TIAN; DAVIS, 2017).

A qualidade da água e do solo na carcinicultura possuem uma grande influência no desenvolvimento dos animais. A concentração de oxigênio dissolvido na água, o pH, a salinidade e a concentração de compostos nitrogenados (amônia e nitrito) podem afetar de maneira positiva ou negativa o sistema produtivo (BARBIERI JÚNIOR; OSTRENSKY NETO, 2002), o que exige técnicas de manejo que possam contornar as dificuldades, no intuito de manter o ambiente ideal para o desenvolvimento dos animais cultivados.

A demanda hídrica por água doce deve receber uma atenção especial, visto que o conflito de uso entre várias outras atividades tem gerado crises sucessivas, por se tratar de um recurso limitado e indispensável (AUGUSTO *et al.*, 2012).

Análises recentes demonstram que a carcinicultura no nordeste brasileiro encontra dificuldades que se baseiam na descapitalização, dificuldades operacionais, ausência de avaliações econômicas periódicas, falta de adaptação aos diferentes manejos empregados e as flutuações de mercado. Todas essas causas estão ligadas intrinsecamente à formação profissional incompatível com a atividade, não contratação de consultoria especializada e/ou falta de mão de obra qualificada (DIAS, 2017).

1.4 Evolução tecnológica no cultivo de *P. vannamei*

Na década de 80, os cultivos no Brasil ocorriam em regime extensivo, com densidades de 5 camarões/m². Na década de 90, o regime passou a ser semi-intensivo, com densidades em torno de 25 camarões/m², devido ao avanço tecnológico traduzido em rações específicas, uso de comedouros e aeradores para compensar o aumento no consumo de oxigênio dissolvido do sistema. Os avanços na manipulação das populações bacterianas e o uso de aeração intensiva possibilitaram o aumento considerável das densidades de estocagem (BARBIERI JÚNIOR; OSTRENSKY NETO, 2002).

Os sistemas adotados na carcinicultura podem ser classificados de acordo com o número de fases de cultivo, em monofásicos, bifásicos e trifásicos. Os cultivos monofásicos são caracterizados pelo emprego de baixa tecnologia, cujos viveiros escavados no solo são povoados com pós-larvas recém metamorfoseadas em densidades de estocagem variadas de acordo com o nível tecnológico empregado. O ciclo tem duração média de seis meses sem qualquer transferência de camarões entre os viveiros (SILVA, 2017).

A utilização de tanques berçários em um estágio inicial de adaptação das pós-larvas permite um melhor manejo das pós-larvas, além de possibilitar a formação de populações mais homogêneas e mais resistentes às intempéries do ambiente de cultivo, o que reduz consideravelmente o nível de mortalidade dos camarões. A engorda em altas densidades representa uma vantagem em termos de produtividade, mas pode promover menores taxas de crescimento e sobrevivência, pela limitação de espaço, alimento e oxigênio dissolvido, acúmulo de compostos nitrogenados e outros fatores que contribuem para o estresse dos animais (APÚN-MOLINA *et al.*, 2017).

Os sistemas multifásicos fazem utilização de berçários para um maior controle nas fases iniciais de cultivo. Nos sistemas bifásicos ocorre a manutenção das pós-larvas recém metamorfoseadas em viveiros-berçário durante aproximadamente 20 dias, em seguida, os camarões com peso médio de $\pm 2,0$ g são transferidos para os viveiros de engorda, onde permanecem por mais aproximadamente 120 dias, sendo despescados com peso médio de 11 a 12 g (SILVA, 2017).

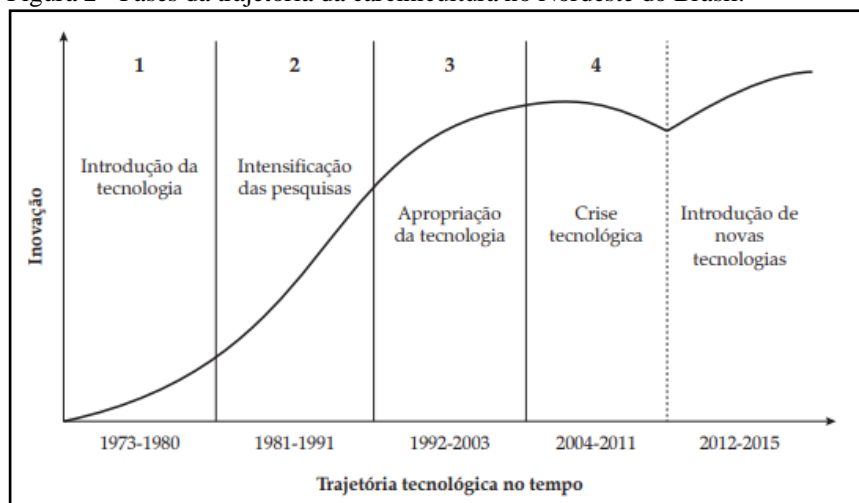
Já no sistema trifásico, há uma fase preliminar realizada em berçários primários, onde as pós-larvas recém metamorfoseadas são estocadas em altas densidades em tanques de concreto, alvenaria ou fibra de vidro. Esta fase, também conhecida como pré-cultivo, tem duração de 15 a 20 dias, onde os organismos com peso médio de 0,05 g são transferidos para

os berçários secundários, seguindo então para a engorda final até o que os animais atinjam o peso comercial (SILVA, 2017).

Assim como na Ásia, a carcinicultura brasileira é caracterizada por micro, pequenos e médios produtores concentrados em pólos produtivos, onde há predominância de cultivos assimétricos em relação ao tamanho e nível tecnológico empregado (TAHIM; DAMACENO; DE ARAÚJO, 2019).

Os impactos negativos da carcinicultura estão relacionados com técnicas de manejo inadequadas, dificuldades na gestão e regulação do setor. Embora o Brasil seja o terceiro produtor da América Latina, atualmente pesquisadores e produtores têm desenvolvido boas práticas de manejo com novas tecnologias, com o objetivo de reduzir impactos ecológicos e socioeconômicos, além de prover alimento saudável e de boa qualidade, como mostra a Figura 2, representando a evolução tecnológica da carcinicultura brasileira (TAHIM; DAMACENO; DE ARAÚJO, 2019).

Figura 2 - Fases da trajetória da carcinicultura no Nordeste do Brasil.



Fonte: TAHIM; DAMACENO; DE ARAÚJO, 2019.

O impacto socioeconômico da carcinicultura pode ser visto sob duas perspectivas principais. Por um lado temos os pequenos produtores com baixo poder de investimento que optam por produções com menor nível tecnológico e menores produtividades, enquanto médios e grandes produtores investem grandes quantias em busca de lucratividade e produtividade mais elevadas, o que acarreta em um aparato tecnológico muito mais eficiente com custos de produção mais elevados. Nos dois casos os impactos socioeconômicos são benéficos, pois criam renda, emprego e oportunidades de negócios, movimentando de maneira significativa economias locais, e posteriormente, economias regionais, como acontece com o nordeste brasileiro (FILIPSKI; BELTON, 2018).

Segundo a FAO (2018), a aquicultura continuará crescendo rapidamente, graças à intensificação dos cultivos, diversificação de espécies e adoção de novas tecnologias.

O sistema de bioflocos é uma dessas tecnologias promissoras, e se baseia na utilização de altas densidades de estocagem sem troca de água, reduzindo consideravelmente a área de cultivo e economizando significativamente os recursos hídricos (POLI *et al.*, 2019).

Outra nova tecnologia que aparece com grande potencial é o aquamimicry, que consiste na utilização de fontes de carbono pré-digeridas com probióticos, fazendo com que o zooplâncton se estabeleça como alimento natural do camarão. Nesse tipo de sistema, a tecnologia tenta imitar o ambiente natural, trazendo estabilidade ambiental ao sistema e promovendo uma redução nos custos com alimentação artificial (BAXTEL, 2017).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aquamimicry

O sistema Aquamimicry é uma abordagem equilibrada e que apresenta menores custos, utilizando microalgas e bioflocos. O conceito é baseado na simulação de condições naturais com florescimento zooplânctônico para alimentação dos camarões e a utilização de bactérias benéficas que garantem a 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).

Segundo pesquisadores do Asian Institute of Technology, no aquamimicry, os produtores combinam o cultivo sustentável e intensivo, onde eles tratam e recriam a biodiversidade natural em tanques artificiais, visando à abordagem ecossistêmica nos sistemas de produção aquícola, o que minimiza a ocorrência de doenças, produzindo animais mais saudáveis (MONJA, 2016).

Essa técnica foi introduzida na Tailândia nos anos 90, quando constatou-se que viveiros em sistemas extensivos mostravam bom desempenho em relação à crescimento e resistência às doenças, mesmo estando próximos aos viveiros infectados, e com o farelo de arroz sendo utilizado como fonte alimentícia. Os primeiros testes foram realizados em viveiros que apresentavam historicamente índices de desempenho 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 (ROMANO, 2017).

Esta tecnologia utiliza fontes de carbono como os farelos de arroz, soja e trigo, para proporcionar o aumento expressivo da população de zooplâncton no sistema, especialmente copépodos, que servem de alimento natural para os camarões cultivados, além de melhorar o sistema imunológico (SANTOS *et al.*, 2018).

O princípio de funcionamento do aquamimicry consiste na simulação de condições naturais, com ênfase em “blooms” zooplânctônicos e proliferação de bactérias benéficas que estabilizam as condições da água, através da adição de fontes de carbono como arroz e trigo, fermentadas pela ação de probióticos específicos, o que facilita a liberação de nutrientes no sistema. Esse método se diferencia dos sistemas de bioflocos em características

marcantes. As quantidades de carbono adicionadas são menores e não estão diretamente relacionadas com as concentrações de nitrogênio, e não há a necessidade de suspensão constante dos flocos. Quando o balanço entre fito e zooplâncton é alcançado, as oscilações de pH e oxigênio são minimizadas, o que também elimina a necessidade de produtos químicos, pois a adição de fontes de carbono pré digeridas fornece alimento para as bactérias probióticas e o zooplâncton, criando uma relação simbiótica no sistema (ROMANO, 2017).

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 (BAXTEL, 2017). Os protocolos abordados no aquamimicry demonstram grande potencialidade, tendo em vista o aumento produtivo com menores custos em comparação às outras tecnologias aquícolas.

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).

2.2 Probióticos na Aquicultura

Doenças que afetam o camarão cultivado são engatilhadas por conta de desequilíbrios nos ambiente de cultivo, e a presença de patógenos, que às vezes são controlados com o uso de antibióticos, trazendo algumas consequências negativas, como o surgimento de cepas bacterianas resistentes, o que incentivou o uso de alternativas mais eficientes em longo prazo, como os probióticos. Os probióticos são microrganismos vivos que servem de suplemento como alimento vivo nos cultivos, alterando a microbiota intestinal dos animais e trazendo benefícios importantes, como o aumento do apetite e da resposta imunológica, o que promove melhores taxas de crescimento e conversão alimentar (VIDAL *et al.*, 2018).

A estratégia probiótica é vista do ponto de vista ecológico e mercadológico, sendo uma alternativa de viés sustentável aplicada na alimentação e controle de qualidade da água e do solo (BISWAS *et al.*, 2019).

O uso dos probióticos na aquicultura tem a finalidade de ação de exclusão por competitividade, fazendo com que a microbiota do cultivo seja controlada pela ação probiótica, que interfere nos sistemas, diminuindo as populações de microrganismos nocivos.

Essa ação de exclusão por competitividade também ocorre fisiologicamente, fazendo com que a microbiota intestinal seja favorecida para que se estabeleça e melhore os aspectos relacionados com a digestão e absorção de nutrientes (LARA-FLORES, 2011).

Bactérias gram-negativas formadoras de esporos como *Bacillus spp.* tem se mostrado como probióticos promissores em cultivos aquícolas, sendo comercializados na forma desidratada e em temperatura ambiente, sem nenhum prejuízo à sua ação biológica. Por essa razão, esses probióticos têm sido cada vez mais utilizados com o objetivo de melhorar o crescimento e a resistência aos patógenos em camarões cultivados, além de melhorar também a eficiência nutricional, o que melhora a taxa de conversão alimentar e automaticamente, reduz custos relacionados com a alimentação (VIDAL *et al.*, 2018).

A utilização de probióticos aparece como uma importante alternativa para prevenção de doenças e melhorias do manejo nutricional, o que promove também melhorias zootécnicas, inclusive em sistemas de maior intensidade, como a tecnologia dos bioflocos (DE MELO *et al.*, 2015).

O uso de probióticos tem sido recomendado como uma alternativa aos tratamentos com antibióticos, para prevenir o surgimento de bactérias resistentes. Essa utilização vem ocorrendo de várias formas, com a obtenção de excelentes resultados, como melhorias nas taxas de crescimento, sobrevivência e conversão alimentar, além de melhorar também aspectos relacionados com a imunidade dos camarões, conseqüentemente, trazendo melhores resultados econômicos (BALCÁZAR *et al.*, 2006; CASTEX *et al.*, 2008; LIU *et al.*, 2010; ZOKAEIFAR *et al.*, 2012).

O gênero *Bacillus* contém várias bactérias utilizadas na aquicultura, que são responsáveis pela secreção de enzimas que melhoram a digestibilidade e a absorção nutricional, interferindo diretamente no crescimento dos organismos cultivados. Além disso, os probióticos são capazes de contribuir com a estabilidade dos parâmetros de qualidade de água (LIU *et al.*, 2010).

O antagonismo entre microrganismos é um fenômeno natural, que tem um papel fundamental no equilíbrio entre bactérias benéficas e bactérias patogênicas. A composição da microbiota gastrointestinal pode ser manipulada por meio da ingestão de microrganismos, o que por exclusão competitiva, comprovadamente inibe a ação de bactérias prejudiciais em vários animais aquáticos (BALCÁZAR *et al.*, 2006).

2.3 Utilização de farelos fermentados na Aquicultura

Atualmente, mais de 50% da produção de camarões é proveniente da aquicultura, sendo a carcinicultura a maior consumidora de rações comerciais, ao mesmo tempo em que aparece como a principal atividade aquícola em termos de economia. Com o intuito de manter a demanda contínua atrelada ao crescimento da carcinicultura, os fabricantes tem optado pela diminuição da inclusão de farinha de peixe nas rações, devido ao aumento de preço constante, que é uma consequência direta do aumento da demanda e escassez do produto (FROEHLICH *et al.*, 2018).

A farinha e o óleo de peixe são os principais ingredientes presentes nas rações para camarões cultivados, pois a farinha tem como características o teor de proteína de alta qualidade, bom perfil de aminoácidos e boa digestibilidade, enquanto o óleo de peixe é a única fonte comercial disponível de ácidos graxos essenciais como o ácido eicosapentaenico (EPA) e o ácido docosahexaenico (DHA). A produção de farinha e óleo de peixe está relacionada diretamente com a pesca extrativa, e por essa razão tem encontrado dificuldades na expansão da produção (TESSER *et al.*, 2019).

A substituição da farinha de peixe por farelos vegetais é considerada sustentável, pois reduz a utilização de recursos marinhos finitos. No entanto, para algumas espécies cultivadas, podem ocorrer problemas devido ao atendimento dos requisitos nutricionais, além de que o uso de farelos vegetais nas rações transfere a pressão produtiva para a produção agrícola, o que afeta indiretamente o meio ambiente, a biodiversidade, a disponibilidade e o preço dos produtos (MALCORPS *et al.*, 2019).

Pesquisas mostram que a substituição da farinha de peixe por farelos vegetais em dietas para camarão só ocorre parcialmente, devido à deficiências relacionadas ao perfil de aminoácidos, baixa palatabilidade, presença de fatores antinutricionais e aproveitamento reduzido de nutrientes. Por essa razão, a mistura de diferentes farelos tem sido testada para suprir a necessidade de um perfil de aminoácidos ideal, onde cada farelo pode contribuir com um perfil diferente de aminoácidos, que podem se complementar. (GARCÍA-ULLOA *et al.*, 2017).

Devido às situações de escassez sazonal e alto custo da farinha de peixe presente nas rações, algumas alternativas tem sido testadas nos últimos 20 anos. Nesse caso específico, farelos vegetais fermentados têm sido testados como potencial fonte proteica para o camarão, devido ao aumento significativo da qualidade nutricional que esses farelos apresentam em relação aos farelos não fermentados (JANNATHULLA *et al.*, 2019).

Diversos estudos tem demonstrado a habilidade de peneídeos cultivados em processar e absorver nutrientes de diferentes fontes vegetais, o que tem possibilitado a substituição parcial ou completa da farinha de peixe por farelos vegetais, como soja e trigo. Os estudos mostram que os camarões podem ser cultivados com uma alimentação de base vegetal sem efeitos deletérios ao crescimento. Isso ocorre devido ao conhecimento adquirido em relação às exigências nutricionais dos camarões e a disponibilidade de tecnologias que podem melhorar os aspectos nutricionais de componentes vegetais inclusos nas dietas (SABRY-NETO *et al.*, 2017).

A continuidade do crescimento da aquicultura depende da habilidade de pesquisadores em validar o uso de fontes proteicas que possam vir a substituir a farinha de peixe nas rações comerciais, sendo esse um dos grandes gargalos da indústria. Farelos vegetais apresentam um grande potencial de uso na alimentação para aquicultura, devido à sua disponibilidade e preços razoáveis (SHI *et al.*, 2015).

Componentes vegetais em excesso na ração podem causar baixa digestibilidade e prejuízo no crescimento dos camarões, devido à escassez de aminoácidos essenciais como metionina, lisina e triptofano, alto teor de fibras e componentes antinutricionais. Processos de fermentação em estado sólido são apontados como técnicas viáveis de processamento que reduzem o teor de substâncias indesejáveis e enriquecem a qualidade nutricional de resíduos agrícolas, como farelo de arroz, soja e trigo (JANNATHULLA *et al.*, 2017; QIU; DAVIS, 2018; SHI *et al.*, 2015).

Microrganismos podem ser cultivados em subprodutos agrícolas no processo de fermentação em estado sólido, o que resulta na produção de uma enorme quantidade de células ricas em proteínas contendo vários aminoácidos essenciais, além de vitaminas e minerais. Por essa razão, o processo de fermentação em estado sólido é considerado um processo eficiente para melhorar a qualidade nutricional de subprodutos agrícolas, que podem a partir da fermentação, serem utilizados na alimentação para aquicultura (JOSEPH; RAJ; BHATNAGAR, 2008).

O desenvolvimento microbiológico acelerado durante o processo de fermentação resulta no aumento do teor de aminoácidos em amostras de materiais orgânicos fermentados. Os microrganismos utilizam carboidratos como fonte de energia e a bioconversão desses carboidratos em proteína microbiológica por meio do metabolismo intermediário pode ser a responsável pelo incremento nos teores de aminoácidos nos produtos fermentados. Além disso, mudanças em outros nutrientes e a perda de matéria seca após o processo de fermentação podem ser razões possíveis para o aumento relacionado aos aminoácidos (QIU;

DAVIS, 2018).

Estudos anteriores mostram que o processo de fermentação reduz significativamente o teor de fibras e fatores antinutricionais, enquanto que os teores de aminoácidos essenciais aumentam, especialmente metionina, lisina e triptofano. Processos de fermentação em estado sólido aumentam os teores de aminoácidos essenciais no farelo de soja com a fermentação sendo conduzida por bactérias, fungos e leveduras (JANNATHULLA *et al.*, 2017).

O camarão branco do Pacífico é considerado como a espécie mais importante do ponto de vista estratégico da aquicultura na Ásia e na América Latina. O desenvolvimento dessa indústria tem sido impactado por surtos patogênicos, aumento nos custos inerentes à alimentação, e deterioração ambiental. Os dois principais desafios residem nos custos com alimentação e controle de doenças, porque os custos com alimentação representam a maior parte percentual dos custos, enquanto as doenças impõem um grande impacto negativo na produção, reduzindo drasticamente a produtividade e conseqüentemente, prejudicando a economia da atividade. Por essas razões, o desenvolvimento de aditivos e a pesquisa em novos ingredientes substitutos que possam minimizar custos e ao mesmo tempo prevenir doenças, tem tido uma importância cada vez maior (CHENG *et al.*, 2019).

O farelo de soja aparece como alternativa viável por apresentar menores flutuações mercadológicas do que a farinha de peixe, possibilidade de armazenamento por longos períodos de tempo, e produção renovável (SCHLEDER *et al.*, 2018).

A soja é a fonte de proteína vegetal mais importante, mas sua utilização na forma integral na alimentação pode trazer problemas para a fisiologia dos animais aquáticos, como a inibição da tripsina e aglutinação de hemácias. Por essas e outras razões já citadas, a soja deve ser processada antes de ser ofertada nos cultivos (OBA-YOSHIOKA *et al.*, 2015).

Ingredientes alternativos podem substituir fontes convencionais de proteína na alimentação aquícola, o que possui o fundamento básico de redução de custos, devido ao alto impacto financeiro relacionado com a alimentação artificial na aquicultura. Maiores coeficientes de digestibilidade de alguns ingredientes levam a efeitos econômicos diretos, devido ao aumento da eficiência alimentar e do desempenho zootécnico, além da melhoria da qualidade da água, tendo em vista que a quantidade de resíduos será menor nesses casos (NUNES *et al.*, 2016).

O uso de probióticos adicionados aos ingredientes alternativos melhora consideravelmente o coeficiente de digestibilidade, inclusive em ingredientes vegetais que não apresentam bons coeficientes quando ofertados *in natura* (LARA-FLORES, 2011).

O consumo de probióticos é reconhecidamente benéfico aos animais aquáticos, e por isso tem sido cada vez mais utilizados na aquicultura moderna, trazendo benefícios como a melhoria na absorção nutricional e conversão alimentar, taxa de crescimento, imunidade e resistência às doenças, além de auxiliar na manutenção de uma microbiota intestinal saudável (DE *et al.*, 2014). Os probióticos também são utilizados para incrementar o valor nutricional de ingredientes vegetais através da fermentação (VAN NGUYEN *et al.*, 2018).

2.4 Utilização do farelo de arroz fermentado na fertilização de viveiros

O farelo de arroz é resultante do processo de descascamento e beneficiamento do arroz, e se destaca como um importante subproduto agrícola, devido ao seu valor nutricional e abundância, além de apresentar baixo custo no mercado. Por isso é utilizado na indústria de rações comerciais e fertilização orgânica. A fermentação em estado sólido é um processo biotecnológico que melhora a funcionalidade do material lignocelulósico, o que pode acarretar em maiores rendimentos e melhorar características nutricionais por meio da liberação de enzimas, ácidos orgânicos, e outros compostos bioativos, além de aumentar o coeficiente de digestibilidade (RAZAK *et al.*, 2017; RIBEIRO, 2018).

A fertilização de viveiros é uma técnica consolidada na aquicultura moderna e já é utilizada há bastante tempo, com a intenção de que os nutrientes presentes nos fertilizantes possam ser incorporados e reciclados pela biomassa fitoplanctônica e bacteriana que servirão de alimento vivo para os animais cultivados. Devido ao custo baixo e composição nutricional, o farelo de arroz é largamente utilizado no processo de fertilização de viveiros, sendo usado preferencialmente na forma fermentada, pois nessa forma o farelo apresenta um maior valor nutricional e reduzidos teores de fatores antinutricionais, além de possuir maior capacidade de disponibilização de nutrientes na água (VILANI, 2011).

Nos processos de fertilização, a fonte de carbono deve ser escolhida criteriosamente, para que tenha efetividade e ao mesmo tempo baixo custo. Para facilitar a solubilidade da fonte de carbono na água, podem ser utilizados pré-tratamentos com microrganismos ou enzimas. Fungos e bactérias são reconhecidamente eficientes na produção de enzimas hidrolíticas que reduzem o teor de fibras e aumentam a solubilidade e o teor de proteína de fontes de carbono como o farelo de arroz, aumentando a eficiência da fertilização (ROMANO *et al.*, 2018).

Razak *et al.*, (2017) comparou a composição do farelo de arroz fermentado e não fermentado, onde foi constatado que o processo de fermentação em estado sólido aumentou de maneira significativa os teores de ácidos orgânicos e atividade oxidante.

Os ácidos orgânicos são compostos de grande potencial de uso na aquicultura, pois trazem benefícios aos animais em relação à redução do pH das dietas, inibição do crescimento microbiano e desnaturação de proteínas. Além dessas vantagens, os ácidos orgânicos agem no trato intestinal modificando a microbiota intestinal, aumentando a atividade enzimática, disponibilizando íons importantes (Ca^{+2} , Mg^{+2} , Fe^{+2} , Cu^{+2} e Zn^{+2}), e servindo como fonte energética para o metabolismo. Estudos demonstram a eficiência no uso de ácidos orgânicos na carcinicultura, trazendo melhorias nas taxas de crescimento, eficiência proteica, aumento no número de hemócitos e incremento da microbiota intestinal (DA SILVA *et al.*, 2017).

A utilização do farelo de arroz como substrato fermentativo aumenta a disponibilidade de nutrientes, e consiste num processo rápido, de baixo custo e de baixo risco, já que as quantidades de microrganismos usados no processo são reduzidas e controladas (RIBEIRO, 2018).

3 JUSTIFICATIVA

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).

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 consequentemente, 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)

A técnica de 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 à cerca 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. Dessa forma fica clara a justificativa do trabalho, tendo em vista que o mesmo se propõe a avaliar pela primeira vez, um protocolo de aplicação do aquamimicry no que se refere aos parâmetros zootécnicos e econômicos.

O custo total de um empreendimento é composto pela soma dos custos fixos e variáveis. Custos fixos são aqueles que permanecem inalterados, e não dependem da variação do nível de produção e vendas, enquanto que os custos variáveis variam na mesma proporção que o nível de produção e vendas. Ainda em relação aos custos, esses podem ser indiretos ou diretos. Os custos diretos são aqueles que podem ser associados diretamente a um produto ou serviço e que possam ser medidos de alguma forma, já os indiretos, não podem ser associados diretamente a um produto ou serviço (PINTO, 2014).

O dilema entre o retorno econômico visível e os custos indiretos não mensuráveis deve ser conduzido com bastante cautela, através da disseminação de informações relacionadas aos custos e benefícios indiretos, o que enseja o estabelecimento de regras objetivas e claras, que darão auxílio ao processo decisório em busca da sustentabilidade da carcinicultura (HAIDER, 2015).

No setor aquícola, as empresas precisam dos fatores de produção e devem combiná-los da maneira correta para obter benefícios de forma eficiente, com o mínimo de

custos possíveis. Para isso, é necessário o monitoramento e registro constante das despesas e receitas anuais. Os custos com alimentação 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)

Na carcinicultura intensiva, a alimentação artificial é um componente essencial que contribui com 50 – 70% dos custos produtivos. O crescimento da carcinicultura mundial demanda hoje um aumento proporcional na produção de rações comerciais (JANNATHULLA *et al.*, 2019). Devido ao alto custo percentual da ração nos cultivos aquícolas, pesquisadores vêm testando farelos vegetais processados em substituição da ração, no intuito de reduzir custos e ao mesmo tempo manter os níveis produtivos (OBA-YOSHIOKA *et al.*, 2015).

Em estudos de viabilidade econômica, é de suma importância determinar o ponto a partir do qual a empresa se torna lucrativa. A esse ponto dá-se o nome de ponto de equilíbrio, e sua análise consiste em uma simples, embora poderosa, abordagem para o planejamento do cultivo, levando-se em consideração as relações entre vendas, custos fixos e custos variáveis. Como o próprio nome diz, a análise requer a derivação de vários relacionamentos entre receitas, custos fixos e custos variáveis, no sentido de determinar as unidades de produção ou o volume de vendas necessário para que a empresa não tenha lucro nem prejuízo, ou seja, quando o total das receitas é exatamente igual ao total dos custos fixos somados aos custos variáveis. (BORDEAUX-RÊGO, 2015).

Os indicadores de rentabilidade mais utilizados para cálculos de viabilidade econômica são a receita bruta, caracterizada pela receita obtida após a venda da produção, e o lucro operacional, caracterizado pela receita remanescente após a retirada dos custos totais (SANCHES *et al.*, 2014).

A depreciação, correspondente à perda de valor de um bem durante sua vida útil, deve ser incluída no custeio, para evitar grandes variações no custo produtivo e possibilitar a formação de um fundo para renovação do capital imobilizado na forma de infraestrutura e equipamentos adquiridos. O retorno do capital se refere ao tempo necessário para que o investimento inicial seja compensado a partir do lucro obtido durante um determinado período de tempo (SILVA, 2017).

A taxa interna de retorno e o valor presente líquido também são indicadores econômicos de grande importância nos estudos de viabilidade de projetos. A taxa interna de retorno é uma média relativa de retorno do investimento, expressa em percentual, que demonstra o quanto rende um projeto de investimento. O valor presente líquido é calculado como a soma do fluxo de receita líquida do projeto, atualizada para o ano zero, utilizando uma

taxa de desconto, onde geralmente se utiliza a taxa básica da economia brasileira, conhecida como taxa SELIC (BORDEAUX-RÊGO, 2015).

Sabendo que todo investimento está sujeito às oscilações referentes ao mercado, ou, no caso da produção animal, aos índices zootécnicos, a análise de sensibilidade é determinante para identificar a viabilidade do empreendimento diante de potenciais oscilações. A partir das simulações realizadas com cenários distintos, pode-se concluir se a atividade possui ou não flexibilidade em sua viabilidade econômica, tornando-a de maior ou menor risco e auxiliando a tomada de decisões pelo investidor (KARIM *et al.*, 2015).

Todos os indicadores citados devem subsidiar os estudos à cerca da aplicação do aquamimicry como estratégia de cultivo, em busca de uma produção sustentável com custo reduzido.

4 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho foi avaliar a utilização da técnica aquamimicry sobre a qualidade da água, o desempenho zootécnico do *P. vannamei* e a viabilidade econômica do emprego da técnica em uma carcinicultura comercial.

4.1 Objetivos específicos

Determinar o valor nutricional do fermentado de farelo arroz utilizado na fertilização dos viveiros, e dos farelos fermentados de soja e trigo utilizados em substituição à ração comercial de *P. vannamei*, cultivados em viveiros mantidos sob a técnica aquamimicry.

Avaliar o desempenho zootécnico de *P. vannamei* cultivado em viveiros mantidos sob a técnica aquamimicry.

Avaliar a viabilidade econômica do cultivo de *P. vannamei* em viveiros mantidos sob a técnica aquamimicry.

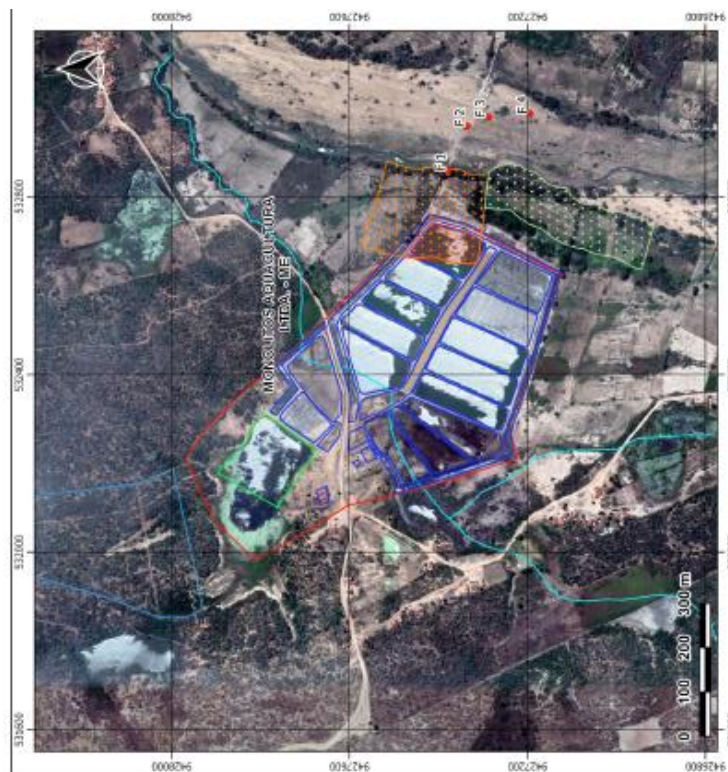
5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Local do experimento e material biológico

O experimento foi realizado na Fazenda Monólitos Aquicultura Ltda, situada na localidade de Barra do Sitiá, município de Banabuiú – CE, a 224,5 km de Fortaleza – CE, apresentando as seguintes coordenadas geográficas: UTM (SIRGAS 2000 – Zona 24 S): 532147 m E / 9427617 m S. O empreendimento foi implantado no ano de 2014, e apresenta uma área inundada de 15,15 hectares para cultivo semi-intensivo de *P. vannamei*, dois canais de abastecimento, dois canais de drenagem, uma bacia de sedimentação, área de apoio administrativo, diques e estradas, totalizando uma área útil de 25,30 hectares, compreendida em uma área total de 68,79 hectares. O cultivo é realizado em águas oligohalinas, proveniente de 4 poços.

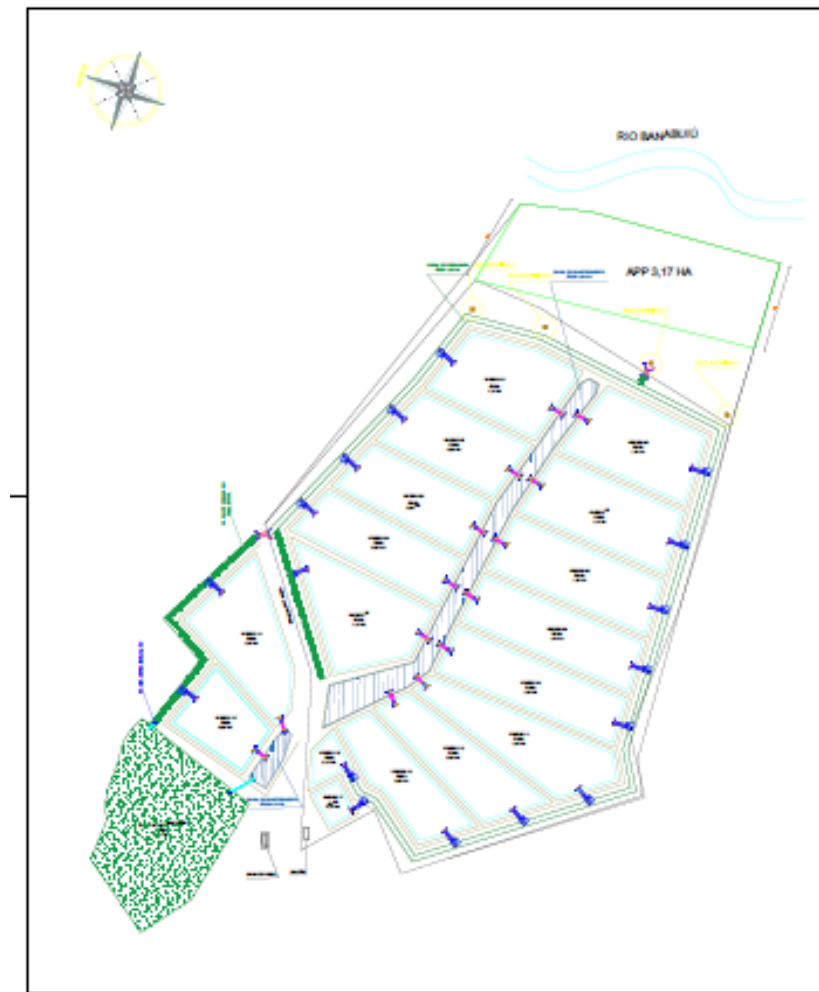
As pós larvas (PL 10) utilizadas no experimento foram adquiridas no laboratório da empresa Celm Aquicultura Ltda, localizada no município de Aracati-CE.

Figura 3 - Imagem de satélite da Monólitos Aquicultura Ltda.



Fonte: Google Earth.

Figura 4 - Layout da Monólitos Aquicultura Ltda.



Fonte: Fazenda Monólitos.

5.2 Delineamento experimental

No estudo foram utilizados três tratamentos (tipos de dieta alimentar) e três repetições (viveiros) em delineamento totalmente ao acaso. No primeiro tratamento, ou tratamento controle, os camarões foram alimentados com ração comercial, seguindo o protocolo alimentar de cultivos convencionais, com base nas biometrias. No segundo tratamento a ração comercial foi substituída por farelo de soja fermentado e no terceiro tratamento a ração comercial foi substituída por farelo fermentado de soja e trigo, na proporção de 70% soja e 30% trigo.

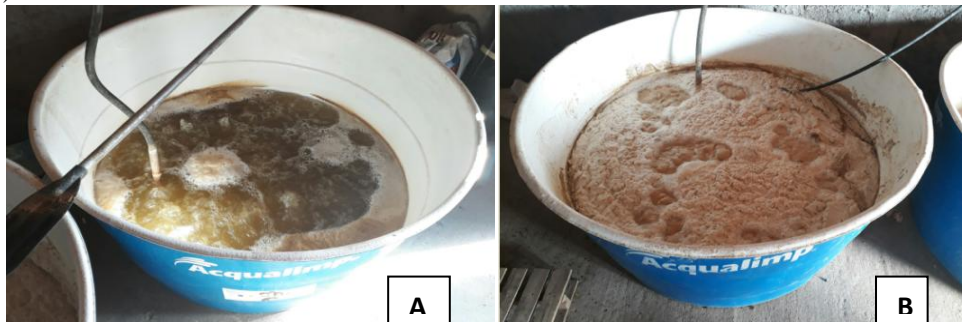
O período experimental ocorreu entre os dias 06 de março de 2018 até o dia 20 de julho de 2018, sendo as pós-larvas de *P. vannamei* estocadas na quantidade de 700 mil PL's por viveiro em todos os tratamentos e alimentadas, nos horários de 07h00min, 12h00min e 17h00min.

5.3 Fertilização dos viveiros

No estudo foram utilizados nove viveiros de aproximadamente 1,0 ha e, para possibilitar a produção acelerada de alimento natural, predominantemente, copépodos e rotíferos, foi adotada a fertilização inicial e de manutenção, a base de farelo de arroz e probiótico.

Para a fertilização inicial dos viveiros, foi realizado o processo de fermentação do farelo de arroz, com a utilização de um probiótico comercial (*Bacillus sp* - BM PRO®, da Biotrends). Para a ativação do probiótico foram utilizados 15 L de água e 5 g de probiótico marca BM PRO, da Biotrends, juntamente com 70 g de bicarbonato de sódio por quilo de farelo de arroz. A mistura foi mantida sob aeração constante por 24 horas (Figura 5) para que o probiótico adicionado fizesse o processo de pré-digestão do material orgânico.

Figura 5 - Ativação do probiótico sob aeração (A) e mistura pronta para aplicação após 24 horas (B).



Fonte: Autor.

Após a ativação do probiótico e fermentação do farelo de arroz, a mistura foi inoculada nos viveiros através da comporta de abastecimento (Figura 6). Para cada viveiro, foram utilizados 14 kg de farelo de arroz e 70 g de probiótico, diluídos em 210 litros de água.

Após a primeira fertilização, o farelo de arroz pré-digerido foi adicionado à água do viveiro, na concentração de 1,4 mg/L de água, diariamente, até que a transparência da água atingisse 25-30 cm. Durante sete dias consecutivos, foram realizadas análises da transparência da água e presença de biocoloides, procedendo-se então, a estocagem das pós larvas. 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).

Figura 6 - Inoculação do farelo de arroz fermentado nos viveiros.



Fonte: Autor.

Na fertilização de manutenção, com vistas a conservar a transparência da água em 25-30 cm, o farelo de arroz pré-digerido utilizando-se proporcionalmente as mesmas quantidades de probiótico, água e bicarbonato de sódio e o mesmo protocolo citado anteriormente, foi administrado três vezes por semana na dose de 3,5 kg por viveiro.

5.4 Ativação do probiótico e preparo da soja fermentada

Para a preparação dos farelos fermentados de soja e trigo, foram utilizados protocolos diferentes do que foi aplicado no caso do farelo de arroz. Assim, inicialmente foi feita a ativação do probiótico comercial (*bacillus sp* - BM PRO®, da Biotrends), utilizando 5,0 g de probiótico por litro de água (5,0 g/L). Após a ativação do probiótico por 6 horas, foi adicionado a este 1 kg de farelo de soja (segundo tratamento) ou da mistura farelo de soja (70%) e farelo de trigo (30%) (terceiro tratamento), mantendo assim uma relação 1,0 L:5,0g:1,0kg, água, probiótico e farelo, respectivamente. Os compostos foram mantidos por 72 horas em tanques hermeticamente fechados, para que o processo de fermentação ocorresse anaerobicamente, com auxílio do probiótico.

A quantidade de farelo utilizada nos processo de fermentação foi calculada a partir das taxas de arraçamento recomendadas para o tratamento com rações comerciais. Os farelos fermentados foram fornecidos no cultivo na mesma proporção calculada para ração, sempre nos mesmos horários, três vezes ao dia.

5.5 Análise bromatológica dos farelos *in natura*, e dos farelos fermentados

Para as análises bromatológicas dos farelos *in natura* e dos farelos fermentados, as amostras (400g) foram preparadas em laboratório de acordo com os protocolos citados anteriormente para os farelos de arroz, soja e soja (70%) mais trigo (30%) (Figuras 7 e 8).

Estas amostras depois de preparadas foram direcionadas ao Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará (NUTEC), que realizou as análises a partir da metodologia de análise físico-química de alimentos descrita nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2005).

Em todos os casos, os parâmetros bromatológicos medidos foram o teor de umidade, proteína bruta, lipídeos, cinzas e carboidratos. Os resultados foram expressos na base seca, para possibilitar a comparação entre os materiais analisados, o que é feito a partir da exclusão do parâmetro umidade e recálculo proporcional dos parâmetros.

Figura 7 - Farelos de arroz, soja e trigo.



Fonte: Autor

Figura 8 - Ativação do probiótico e preparo dos fermentados.



Fonte: Autor.

5.6 Parâmetros zootécnicos

Quinzenalmente, uma amostra dos camarões foi capturada com o auxílio de uma tarrafa e pesada em balança digital para obtenção de dados biométricos. Com a obtenção dos dados, foram determinados os seguintes parâmetros zootécnicos: Taxa de Sobrevivência (S%) (SOUZA *et al.*, 2008), Peso médio final (PMf) (MARQUES *et al.*, 2004), Produtividade (kg ha⁻¹), Ganho de Peso Médio Diário (GPD) (SILVA *et al.*, 2006), Fator de Conversão Alimentar (FCA). Estes parâmetros foram estimados pelas seguintes equações:

$$\text{Sobrevivência (\%)} = N_f \cdot 100 / N_i \quad (1)$$

Onde,

Sobrevivência - taxa de sobrevivência (%);

Nf e Ni - número final e inicial de camarões, respectivamente.

$$\text{Peso médio final (g)} = P_t / N_c \quad (2)$$

Onde,

Pt – peso total dos camarões capturados para biometria;

Nc - número de camarões capturados para biometria.

$$\text{Produtividade} = \text{Produção total por ciclo (kg)} / \text{área de produção} \quad (3)$$

$$\text{GPD} = \text{PMf} - \text{PMi} / T \quad (4)$$

Onde,

GPD - ganho de peso médio diário (g dia⁻¹),

PMf e PMi - peso médio final e inicial (g),

T – tempo de cultivo (dias).

$$\text{FCA} = \text{QR} / \text{GB} \quad (5)$$

Onde,

FCA – fator de conversão alimentar (kg de ração kg de camarão⁻¹);

QR – quantidade de ração consumida (kg).

GB – ganho de biomassa (kg)

5.7 Estudo de viabilidade econômica

Para que fosse calculado o ponto de equilíbrio, assim como o 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, primeiramente 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 soja, farelo de arroz, farelo de trigo, probióticos e outros insumos.

A partir do volume produzido em cada tratamento, as receitas foram contabilizadas para que os cálculos de viabilidade econômica pudessem ser devidamente realizados.

Para o cálculo do ponto de equilíbrio, foi utilizada a metodologia descrita por Silva (2017), utilizando a seguinte fórmula:

$$Q = CF / (p-c) \quad (6)$$

Onde,

Q – quantidade de camarões produzidos (kg)

CF – custo fixo contabilizado

p – preço de venda (R\$)

c – custo médio unitário (custo total/ quantidade produzida)

A margem de contribuição unitária é o valor que resta do preço de venda após serem descontadas as despesas operacionais unitárias e as despesas relacionadas com a comercialização, como por exemplo, impostos e comissões. O valor restante após esses descontos devem ser destinados para o pagamento das despesas fixas e geração lucro, e por essa razão, o cálculo da margem de contribuição é de fundamental importância para o cálculo do preço de venda mais atrativo. A seguinte fórmula foi utilizada para a margem de contribuição:

$$\text{Margem de Contribuição (unitária)} = \text{Preço de venda (R\$)} - (\text{Custo operacional unitário (R\$)} + \text{Despesas de comercialização (R\$)}) \quad (7)$$

A lucratividade é um índice que demonstra quanto do capital investido gerará de lucro anualmente, o que possibilita a comparação entre diferentes empreendimentos e permite a visualização e adoção de estratégias mais eficientes do ponto de vista produtivo (BORGES; BEZERRA; FURTADO-NETO, 2007). A fórmula utilizada nesse caso foi a seguinte:

$$\text{Lucro (R\$)} = \text{Preço de venda (R\$/kg)} - \text{Custo total (R\$/kg)} \quad (8)$$

$$\text{Lucratividade (\%)} = (\text{Lucro (R\$)} / \text{Preço de venda (R\$)}) * 100 \quad (9)$$

Para o cálculo do tempo de retorno do capital (payback), foi utilizada a metodologia descrita por Silva (2017), utilizando a seguinte fórmula:

$$P = \text{investimento inicial} / \text{lucro anual} \quad (10)$$

Onde,

P – payback (tempo de retorno em anos)

O valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR) foram calculados segundo a metodologia aplicada por Bordeaux-Rêgo (2015), utilizando as seguintes fórmulas:

$$\text{VPL} = -I + \sum_{i=0}^n \frac{F_i}{(1+r)^i} \quad (11)$$

Onde,

VPL – Valor presente líquido

I – investimento inicial

F_i – fluxos líquidos do projeto

r – taxa de desconto

$$\text{TIR} \rightarrow \text{VPL} = 0 = -I + \sum_{i=0}^n \frac{F_i}{(1+\text{TIR})^i} \quad (12)$$

TIR – taxa interna de retorno

Para a conclusão dos 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; e finalmente no 6º cenário, foi considerada uma redução de 10% nas receitas e aumento de 10% nos custos.

5.8 Análise estatística

Para os dados zootécnicos e econômicos 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.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Parâmetros de qualidade da água

Os parâmetros físicos e químicos da água durante o experimento foram mantidos dentro da amplitude de tolerância considerada para o cultivo de *P. vannamei* em viveiros escavados, segundo a literatura (BARBIERI JÚNIOR; OSTRENSKY NETO, 2002). Isso provavelmente ocorreu por conta do manejo no cultivo, com as fertilizações periódicas que equilibram o ambiente impedindo grandes oscilações, e a aeração proveniente dos aeradores, ligados sempre no período noturno para estabilizar a concentração de oxigênio dissolvido nos sistemas.

6.2 Bromatologia dos farelos vegetais

A Tabela 3 mostra a composição bromatológica do farelo de arroz antes e depois do processo de fermentação. A partir dos dados tabelados, pode-se perceber que o processo de fermentação ocasionou um aumento considerável nos parâmetros proteína bruta e lipídeos, que alcançaram quase o dobro do teor encontrado no farelo *in natura*. Além disso, foi também notório a redução no teor de carboidratos, o que melhora o aproveitamento do farelo de arroz, funcionando como um poderoso fertilizante proliferador de alimento natural nos viveiros.

Tabela 3 - Composição bromatológica (farelo de arroz) antes e depois do processo de fermentação, para uso no processo de fertilização de viveiros, em uma fazenda comercial conduzida sob a técnica aquamimicry.

Parâmetros	Farelo de arroz (<i>in natura</i>)	Farelo de arroz fermentado
Proteínas (%)	7,79	16,79
Lipídeos (%)	8,24	14,91
Cinzas (%)	13,00	17,36
Carboidratos totais (%)	70,97	50,94

Fonte: Elaborada pelo autor

Romano *et al.*, (2018) testou processos de fertilização com o farelo de arroz natural e o farelo fermentado em sistema de bioflocos com a espécie *Clarias gariepinus*, obtendo como resultado um teor de proteína bruta maior no farelo fermentado, que também apresentou redução no teor de carboidratos. Nesse mesmo estudo os parâmetros zootécnicos obtidos mostraram um efeito benéfico do farelo de arroz fermentado, que melhorou os índices

de sobrevivência, ganho de peso e conversão alimentar. No que se refere à composição centesimal muscular, houve aumento no teor de proteína e lipídios dos peixes cultivados.

Ribeiro (2018) aplicou o processo de fermentação ao farelo de arroz, obtendo maiores índices de proteína bruta, lipídios e matéria mineral, onde todos os minerais tiveram aumento após o processo de fermentação, com exceção do ferro e magnésio. Nos resultados obtidos igualmente foi demonstrado o aumento significativo no teor de proteína e lipídeos após o processo de fermentação.

As Tabelas 4 e 5 mostram a composição bromatológica do farelo de soja e do farelo de soja e trigo antes e depois do processo de fermentação. A partir dos dados observados, foi constatado que o processo de fermentação ocasionou um aumento considerável no parâmetro proteína bruta, que obteve um aumento de aproximadamente 10% nos dois casos. Além disso, houve uma redução significativa no teor de carboidratos, também de aproximadamente de 10%, o que otimiza o aproveitamento nutricional dos farelos, que serviram de alimentação alternativa para os camarões.

Tabela 4 - Composição bromatológica (soja) antes e depois do processo de fermentação, para uso na alimentação de *P. vannamei*, em uma fazenda comercial conduzida sob a técnica aquamimicry.

Parâmetros	Farelo de soja (<i>in natura</i>)	Farelo de soja fermentado
Proteínas (%)	45,69	57,39
Lipídeos (%)	1,98	2,14
Cinzas (%)	7,45	8,16
Carboidratos totais (%)	44,88	32,31

Fonte: Elaborada pelo autor

Tabela 5 - Composição bromatológica (soja + trigo) antes e depois do processo de fermentação, para uso na alimentação de *P. vannamei*, em uma fazenda comercial conduzida sob a técnica aquamimicry.

Parâmetros	Farelo de soja + trigo (<i>in natura</i>)	Farelo de soja + trigo fermentado
Proteínas (%)	33,65	42,90
Lipídeos (%)	2,7	0,98
Cinzas (%)	7,12	7,58
Carboidratos totais (%)	56,53	48,54

Fonte: Elaborada pelo autor

Os resultados descritos neste trabalho estão de acordo com várias citações na literatura científica. O teor de proteína bruta e os teores de aminoácidos foram significativamente maiores no farelo de soja após a fermentação em estado sólido sob a ação fúngica com *Aspergillus niger*, com destaque para as concentrações de aminoácidos essenciais como metionina e lisina, que tiveram suas concentrações dobradas. Além disso,

fatores antinutricionais como inibidores da tripsina, fitato e saponina foram reduzidos em 94,2%, 51,1% e 79,1% respectivamente, graças à fermentação sob a ação fúngica do *Aspergillus niger* (JANNATHULLA *et al.*, 2018).

Hassaan *et al.* (2015) utilizaram dietas à base de soja fermentada e trigo em cultivo experimental de tilápias do Nilo. Em relação à composição nutricional dos farelos, a fermentação em estado sólido da soja e trigo ocasionou um aumento geral de 16,72% no teor de aminoácidos, com destaque para arginina, lisina, metionina, fenilalanina e valina, com aumentos de 3% (histidina) à 30,95% (metionina). O incremento nos teores de proteína e aminoácidos estão ligados diretamente com a acelerada produção celular de organismos que agem no processo de fermentação. No presente trabalho, só foi possível constatar o aumentos nos teores de proteína, já que as análises de aminoácidos não foram realizadas.

De acordo com Wang *et al.*, (2016), o processo de fermentação do farelo de soja fermentado com *L. plantarum*, reduziu significativamente a quantidade de fatores antinutricionais da soja, com uma redução de 40% de tanino, 87% de inibidores da tripsina, 78% de glicina, entre outras reduções importantes. Em contrapartida, o teor de ácido fítico (fitato), proteína bruta e lipídeos permaneceram sem demonstrar diferenças significativas após o processo de fermentação, sendo esse um resultado diferente do atingido no presente estudo, que demonstrou aumentos significativos nos teores de proteína.

A fermentação do farelo de soja com *Saccharomyces cerevisiae* aumentou o teor de proteína bruta e de aminoácidos hidrolisados em 13,65% e 16,27%, respectivamente, semelhante ao ocorrido no presente estudo, onde a proteína obteve um aumento menor, de 11,7%. Fatores antinutricionais como o fitato e inibidores de tripsina foram reduzidos consideravelmente, o que não foi possível constatar por conta da ausência de análises de fatores antinutricionais (HASSAAN; SOLTAN; ABDEL-MOEZ, 2015).

Segundo Amaya; Davis e Rouse (2007), dietas de base vegetal para organismos aquáticos devem ser suplementadas com fontes de ácidos graxos polinsaturados, aminoácidos essenciais e outros micronutrientes, para corrigir a deficiência de ingredientes vegetais inseridos na dieta. Essa suplementação pode ser alcançada através de métodos de processamento como a extrusão ou a fermentação, que funcionam como redutores de fatores antinutricionais.

6.3 Parâmetros zootécnicos

A Tabela 6 mostra os dados iniciais dos cultivos, a partir dos quais foram gerados todos os dados apresentados e discutidos no presente trabalho.

Tabela 6 – Dados iniciais da produção do camarão *P. vannamei* alimentados com ração comercial e duas dietas a base de farelo de soja fermentado e farelo de soja (70%) mais trigo (30%) fermentado, cultivados em uma fazenda comercial conduzida sob a técnica aquamimicry.

Componentes	ração comercial	soja fermentada	soja + trigo
Área do viveiro (ha)	0,98 ± 0,10	1,02 ± 0,10	1,00 ± 0,09
População inicial (milheiro)	700,00 ± 0,00	700,00 ± 0,00	700,00 ± 0,00
Densidade (PLs m ⁻²)	71,70 ± 7,28	69,36 ± 7,45	70,37 ± 6,42
Peso médio inicial (g)	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,00
Biomassa inicial (kg)	14,00 ± 0,00	14,00 ± 0,00	14,00 ± 0,00

Fonte: elaborada pelo autor.

A Tabela 7 apresenta os dados finais de produção, onde pode ser constatado que não houve diferença estatística entre os tratamentos, embora numericamente o tratamento controle tenha mostrado melhores resultados de produção e fator de conversão alimentar, com destaque para o peso médio final, que influencia diretamente no preço de venda do produto, produção e produtividade, que melhoram a receita bruta adquirida.

Tabela 7– Dados finais da produção do camarão *P. vannamei* alimentados com ração comercial e duas dietas a base de farelo de soja fermentado e farelo de soja (70%) mais trigo (30%) fermentado, cultivados em uma fazenda comercial conduzida sob a técnica aquamimicry.

Componentes	ração comercial	soja fermentada	soja + trigo
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
PM _f (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

Fonte: elaborada pelo autor.

A ausência de letras sobrescritas demonstram 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) e não foi constatada 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. O mesmo resultado ocorreu na análise bromatológica da musculatura dos camarões, mas devido aos resultados gerais encontrados, os autores recomendam que a substituição seja feita numa taxa máxima de 75%, por conta de fatores ligados ao perfil de aminoácidos e fatores antinutricionais envolvidos quando se tem grandes quantidades de material vegetal ofertadas aos camarões.

Schleder *et al.* (2018) cultivaram camarões em bioflocos impondo a substituição gradativa da farinha de peixe pelo concentrado proteico de soja em diferentes taxas (0, 33, 66 e 100% de substituição). Além da alteração alimentar, 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%, o que não ocorreu no presente experimento, já que as substituições da ração por farelos fermentados foram de 100% nos tratamentos testados, não demonstrando diferenças à nível zootécnico.

Oba-Yoshioka *et al.*, (2015) trabalharam com a substituição da ração comercial pelo farelo de soja e milho cozido numa taxa de 80% de substituição em cultivo de tambatinga. Os resultados mostraram maior crescimento e ganho de peso com o uso de 80% de farelo cozido na ração, o que mostra o potencial redutor de custos envolvido na aplicação de manejos alimentares a base de componentes vegetais. No que diz respeito à condição hematológica, os peixes alimentados com soja e milho alcançaram melhores índices de hemoglobina corpuscular média e concentração de hemoglobina corpuscular média, assim como ocorreu com as proteínas plasmáticas totais.

De Melo *et al.* (2015), testando dietas com diferentes níveis de proteína bruta com e sem a adição de probióticos, não constataram diferenças estatísticas nos aspectos zootécnicos e de qualidade de água, embora numericamente os tratamentos com probióticos tenham obtido melhores índices zootécnicos no cultivo de camarões. Os probióticos adicionados nos farelos testados neste trabalho proporcionaram um incremento proteico nos farelos, o que favoreceu o crescimento dos camarões, que foi semelhante ao tratamento controle, com ração comercial.

Em outro estudo com resultados semelhantes, os camarões alimentados com dietas experimentais contendo soja fermentada não apresentaram 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 índices entre 91,38 e 96,22%, mas com um tempo de cultivo de 60 dias, o que expõe os camarões as condições de cultivo por menos tempo, o que pode ter determinado maiores índices de sobrevivência.

Estudos demonstraram que a crescente substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja fermentado não influenciou a taxa de sobrevivência dos camarões cultivados, que foi superior às taxas observadas no presente experimento, alcançando taxas entre 82,23 e 83,33%. No entanto, essa substituição pode ocasionar menores taxas de crescimento, diminuição da eficiência proteica, e aumento da conversão alimentar, embora a viabilidade econômica seja atrativa por conta dos preços usualmente praticados na venda da soja. Os resultados alcançados demonstraram parâmetros zootécnicos satisfatórios com custos reduzidos nos casos onde houve a utilização de farelos fermentados. O farelo fermentado de soja apresenta um alto coeficiente de digestibilidade aparente para proteína bruta e lipídeos, embora a relação entre crescimento e níveis de inclusão da soja fermentada deva ser investigada de maneira mais detalhada, para que possa ser estabelecido o nível ideal de inclusão sem prejuízo ao desenvolvimento do cultivo (VAN NGUYEN *et al.*, 2018).

Com a aplicação de dietas experimentais substituindo a farinha de peixe pelo farelo de soja fermentado em 37,42% e 61,67%, não foram constatadas diferenças significativas nas taxas de crescimento do *P. vannamei* em comparação com dietas convencionais, além de que tais dietas contendo peptídeos antimicrobianos inibiram de forma efetiva o crescimento de patógenos específicos como *V. alginolyticus* and *V. parahaemolyticus* (CHENG *et al.*, 2017). As vibrioses são doenças de grande impacto na carcinicultura, que podem prejudicar o desenvolvimento dos organismos cultivados e até mesmo causar episódios de mortalidade em massa (HUYNH *et al.*, 2019).

Em dietas experimentais utilizando o farelo de soja fermentado no cultivo de salmão do atlântico, foram constatadas melhorias nas condições de saúde e no crescimento dos animais cultivados, o que foi atribuído ao aumento significativo da colonização de bactérias benéficas (CATALÁN *et al.*, 2018).

Nos resultados encontrado por Ding (2015), não houveram diferenças significativas na performance de crescimento do *Macrobrachium nipponense* com dietas alternativas baseadas na substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja fermentado, nem mesmo em caso de substituição total. Em alguns casos específicos a substituição mencionada pode levar a uma melhor performance de crescimento, como por exemplo, a substituição em 80% da farinha de peixe pelo farelo de soja processado através da fermentação na alimentação de *Litopennaeus vannamei* (DING *et al.*, 2015a), o que não foi constatado, já que a substituição alimentar não melhorou o crescimento.

Inclusões da ordem de 20-30% da soja fermentada na dieta de *P. vannamei* resultaram em maiores taxas de crescimento e sobrevivência em relação a dietas convencionais (SHAO *et al.*, 2019). Neste trabalho, a substituição das rações por farelos fermentados não ocasionou diferenças estatísticas entre os parâmetros zootécnicos.

A fermentação é um método efetivo de preservação e aumento da palatabilidade e atratividade de ingredientes vegetais na alimentação do camarão, além da melhoria no valor e eficiência nutricional, e potencialização das propriedades funcionais de alimentos como a soja e outros subprodutos agrícolas (SANJUKTA; RAI, 2016).

Vários estudos demonstram benefícios na saúde dos animais alimentados com essas dietas experimentais, que podem ser atribuídos a alguns fatores, como a presença de peptídeos antimicrobianos e outros componentes que alteram benéficamente a microflora dos animais (CATALÁN *et al.*, 2018; CHENG *et al.*, 2017; SANJUKTA; RAI, 2016; WANG *et al.*, 2016).

Sabry Neto *et al.* (2017) demonstraram que juvenis de *P. vannamei* podem sobreviver e crescer de maneira satisfatória sob condições alimentares baseadas quase que totalmente em ingredientes vegetais, sendo nesse caso, aplicada a inclusão mínima de farinha de krill como ingrediente proteico na ração.

Hassaan *et al.* (2015) constataram melhores resultados de ganho de peso, sobrevivência e conversão alimentar em tilápias do Nilo alimentadas a partir de dietas com a substituição da farinha de peixe por farelo de soja e trigo fermentado em 25%, o que também melhorou os índices hematológicos como hematócrito e concentração de hemoglobina. Os mesmos autores mostraram que a inclusão máxima de farelo fermentado seria a de 37,64%, o que comprova que a utilização desses farelos processados pode reduzir o custo da alimentação artificial de organismos aquáticos.

Nos resultados encontrados por Wang *et al.*, (2016), a substituição da farinha de peixe pelo farelo fermentado de soja em até 45% na dieta de *Scophthalmus maximus* foi

possível sem mostrar prejuízos zootécnicos. Na taxa de 60% de substituição houve prejuízo nos parâmetros sobrevivência, conversão alimentar e taxa de crescimento específico.

Amaya, Davis e Rose (2007) utilizaram a substituição da farinha de peixe por farinha de soja e milho em até 100%, e os resultados demonstraram que não houve diferença significativa no que se refere aos parâmetros peso final, ganho de peso, sobrevivência e conversão alimentar, assim como ocorreu com os parâmetros econômicos receita bruta, custo com alimentação e lucro líquido. Os resultados encontrados confirmam que camarões cultivados podem ser alimentados com dietas comerciais à base de ingredientes vegetais, sem que isso cause prejuízos zootécnicos ou econômicos. Esses resultados corroboram com os resultados observados, embora nesse caso, assim como na grande maioria dos demais estudos, a substituição ocorre na formulação da ração, diferentemente da substituição realizada, onde a ração foi retirada da alimentação em troca dos farelos fermentados.

Em outra pesquisa, em relação aos parâmetros de crescimento, a adição de farelo de soja fermentado na dieta não comprometeu o desenvolvimento dos camarões. O fator de conversão alimentar foi melhor na inclusão do farelo fermentado do que na inclusão do farelo *in natura*, o que comprova que a fermentação é um método que melhora o aproveitamento dos farelos. Na composição bromatológica, o teor de lipídeos foi maior na musculatura de camarões alimentados com o farelo de soja fermentado em substituição à farinha de peixe, enquanto nos índices hemolinfáticos, a dieta experimental resultou em maiores teores de glicose (JANNATHULLA *et al.*, 2018).

Sooking e Davis (2011) testaram quatro dietas com inclusão crescente de farelo de soja em substituição a farinha de peixe no cultivo de *P. vannamei*, onde foi constatado que não houveram diferenças estatísticas na produtividade, peso final, conversão alimentar e sobrevivência dos animais cultivados, mesmo com a substituição completa da farinha de peixe pelo farelo de soja, o que também foi observado no presente estudo com a substituição completa da ração por farelos fermentados (SOOKYING; DAVIS, 2011).

A inclusão de farelos fermentados na alimentação de camarões se mostra benéfica, tanto pelo aspecto nutricional como pela presença de probióticos envolvidos na fermentação, que dão suporte à saúde dos animais e melhoram os aspectos nutricionais dos farelos vegetais (SANJUKTA; RAI, 2016).

Zokaeifar *et al.* (2014), testaram a aplicação de probióticos *Bacillus subtilis* na alimentação do camarão branco do pacífico, e obtiveram melhorias significativas nos parâmetros zootécnicos, qualidade de água, atividade enzimática digestiva, resposta

imunológica, resistência à patógenos e microbiota intestinal, o que certamente influencia ótimos resultados produtivos (ZOKAEIFAR *et al.*, 2014).

Liu *et al* (2010) observaram o desenvolvimento larval acelerado e maior sobrevivência em camarões a partir da inclusão de *Bacillus subtilis* no cultivo. No mesmo estudo foi verificada a inibição de vibrioses e o aumento da resistência às condições de cultivo.

Zokaeifar *et al.* (2012), demonstraram o efeito benéfico da inclusão de *Bacillus subtilis* no cultivo de camarões infectados experimentalmente com o *V. harveyi*, sendo constatado que os camarões tratados com os probióticos apresentaram melhores respostas imunológicas, maior taxa de crescimento e melhor atividade enzimática digestiva. Embora o presente estudo não possua dados referentes à imunologia dos camarões, fica evidente a partir dos resultados de outros trabalhos, que a adição de probióticos é benéfica no aspecto nutricional e também no aspecto sanitário, o que pode ter influenciado o desempenho dos camarões nas dietas com farelos fermentados.

Castex *et al.* (2008) trabalharam com o cultivo de *P. stylirostris* em gaiolas, alimentando os animais com uma dieta enriquecida com *P. acidilactici*, o que resultou em melhores taxas de crescimento, sobrevivência e conversão alimentar, assim como melhores taxas de absorção alimentar, com a melhoria da atividade enzimática da microbiota intestinal.

Biswas *et al.* (2019), demonstraram através de uma revisão executada em 100 fazendas em Bangladesh, que a utilização de probióticos trouxeram inúmeros benefícios para a aquicultura local. No que diz respeito à qualidade de água, foi constatado uma melhoria significativa no controle dos parâmetros pH, oxigênio dissolvido, amônia e transparência, o que certamente influenciou a melhora de parâmetros zootécnicos como ganho de peso e produtividade. O uso de probióticos nas fazendas dessa região também evidenciaram uma redução significativa na incidência de doenças, comprovando uma melhoria do sistema imunológico dos animais cultivados.

Vidal *et al.* (2018), testaram a ação do probiótico *Bacillus cereus* em condições de cultivo normais e com testes bacterianos com *V. parahaemolyticus* e *V. alginolyticus*, e obtiveram maiores taxas de sobrevivência nos tratamentos com a presença do probiótico, o que também ocorreu no estudo de NavinChandran *et al.*, (2014), que além da sobrevivência, obtiveram maiores pesos finais e ganhos de peso, o que se deve ao fato dos probióticos auxiliarem na produção de enzimas digestivas, e nutrientes essenciais como vitaminas e aminoácidos, melhorando a absorção nutricional e o crescimento dos animais. Os dois trabalhos demonstram os benefícios do uso de probióticos na carcinicultura nos quesitos

crescimento e resistência à patógenos (NAVINCHANDRAN *et al.*, 2014; VIDAL *et al.*, 2018).

Vários estudos apresentados se mostraram semelhantes aos resultados obtidos neste experimento, o que comprova o potencial da utilização de farelos vegetais fermentados com probióticos na alimentação de *P. vannamei*, já que o processo de fermentação, além de melhorar a composição dos farelos, age como indutor imunológico no camarão.

6.4 Viabilidade Econômica

Os custos de implantação da fazenda foram descritos de acordo com a metodologia proposta por (SOUZA FILHO *et al.*, 2003), onde os custos são separados em diferentes extratos para facilitar os cálculos relacionados com a depreciação e manutenção das estruturas e equipamentos. Os valores relacionados ao investimento financeiro de implantação estão listados na Tabela 8.

Tabela 8 - Investimento de implantação da Fazenda Monólitos Aquicultura.

Nº	Itens	Un.	Quant.	R\$ Unitário	R\$ Total
1	Valor da terra	ha	70	4.285,71	300.000,00
2	Gastos iniciais				14.500,00
2.1	Licenças	un	1	3.000,00	3.000,00
2.2	Elaboração do projeto	un	1	8.000,00	8.000,00
2.3	Levantamento topográfico	un	1	3.500,00	3.500,00
3	Máquinas e equipamentos				
3.1	Equipamentos para aeração				196.200,00
3.1.1	Aerador (2HP)	un	60	3.000,00	180.000,00
3.1.2	Cabo 6 mm2 para motor elétrico 2HP - 15 m	un	60	150,00	9.000,00
3.1.3	Chave p/motor elétrico de 2HP	un	60	120,00	7.200,00
3.2	Equipamentos para transporte interno				147.500,00
3.2.1	Microtrator para aração de viveiros	un	1	5.500,00	5.500,00
3.2.2	Carreta para transporte	un	1	2.000,00	2.000,00
3.2.3	Veículo tipo camionete cabine dupla 4X4	un	1	140.000,00	140.000,00
3.3	Alimentação				26.250,00
3.3.1	Bandejas	un	750	13,00	9.750,00
3.3.2	Caiaque	un	15	1.100,00	16.500,00
3.4	Equipamentos para amostragens e análises				4.820,00
3.4.1	Refratômetro	un	1	300,00	300,00
3.4.2	Oxímetro	un	1	2.200,00	2.200,00
3.4.3	pHmetro	un	1	1.000,00	1.000,00
3.4.4	Tarrafa para biometria	un	2	200,00	400,00
3.4.5	Kit para análise de água	un	1	500,00	500,00
3.4.6	Rede de zooplâncton	un	1	100,00	100,00
3.4.7	Disco de Secchi	un	1	20,00	20,00
3.4.8	Balança biométrica	un	1	300,00	300,00
3.5	Equipamentos para despesca				5.900,00
3.5.1	Rede de despesca	un	2	500,00	1.000,00
3.5.2	Balança de despesca	un	1	2.500,00	2.500,00
3.5.3	Tanque de 1000 L	un	6	350,00	2.100,00
3.5.4	Canastras para despesca	un	30	10,00	300,00
4	Infraestrutura				605.240,00
4.1	Galpão	m ²	300	120,00	36.000,00
4.2	Cubículo para painel soft starter - motor elétrico 50 HP	m ²	12	2.500,00	30.000,00
4.3	Eletrobomba submersa 7,5 HP	un	4	4.960,00	19.840,00
4.4	Eletrobomba 7,5 HP	un	4	2.900,00	11.600,00
4.5	Eletrobomba 50 HP com painel soft starter	un	3	45.000,00	135.000,00
4.6	Transformador 150 Kva	un	2	11.000,00	22.000,00
4.7	Rede elétrica trifásica - principal	m	600	30,00	18.000,00
4.8	Rede elétrica trifásica - secundária	m	1400	20,00	28.000,00
4.9	Comporta de abastecimento	un	15	6.000,00	90.000,00
4.10	Comporta de drenagem	un	15	8.000,00	120.000,00
4.11	Cerca com 8 fios de arame farpado	m	6800	6,00	40.800,00
4.12	Reforma casa sede 300 m2	m ²	300	180,00	54.000,00
5	Serviços para implantação dos viveiros				650.000,00
5.1	Canal de abastecimento	hora ⁽¹⁾	300	500,00	150.000,00
5.2	Canal de drenagem	hora ⁽¹⁾	80	500,00	40.000,00
5.3	Diques principais e secundários	hora ⁽¹⁾	800	500,00	400.000,00
5.4	Bacia de sedimentação	hora ⁽¹⁾	120	500,00	60.000,00
Custo Total (R\$)					1.950.410,00
Custo por ha de viveiro (R\$)					130.027,33

Fonte: elaborada pelo autor.

O investimento total de implantação foi de R\$ 1.950.410,00, onde foram contabilizados todos os investimentos desde a compra do terreno e elaboração de projeto, até a aquisição de equipamentos e construção da infraestrutura. O custo por hectare de lâmina d'água para cultivo foi calculado em R\$ 130.027,33. Os serviços de movimentação de terras para implantação de viveiros tiveram um maior impacto no custo total, seguido pela construção infraestrutural. O valor investido em equipamentos foi o que menos contribuiu no total investido.

Os investimentos na carcinicultura brasileira vêm se intensificando principalmente na região Nordeste, onde as condições climáticas são favoráveis ao cultivo anual sem sazonalidades. Os elevados custos de implantação e o custo operacional (principalmente ração), a falta de mão de obra especializada, as oscilações de preço de venda e outros insumos, constam como dificuldades enfrentadas pelos produtores, que têm buscado cada vez mais alternativas viáveis e menos onerosas para continuidade da atividade (CAMPOS; CAMPOS, 2007). Tais dificuldades precisam ser enfrentadas a partir da adoção de novas estratégias de produção e planejamento financeiro.

Mesmo com os altos custos de implantação, a carcinicultura tem gerado benefícios socioeconômicos notórios na região Nordeste, sendo composta por laboratórios de pós-larvas, fazendas de engorda e centros de processamento que geram bilhões de reais. Sabe-se que esta atividade gera 1,89 empregos diretos e 1,86 empregos indiretos por hectare de viveiro em produção, totalizando 3,75 empregos por hectare. Esta oferta de empregos supera outros setores primários como as cadeias produtivas da cana-de-açúcar, do coco e da fruticultura irrigada (ARAÚJO *et al.*, 2018).

A depreciação dos equipamentos e infraestrutura foi calculada pelo método linear, utilizando a vida útil do item em anos e seu respectivo valor de compra. A despesa com manutenção infraestrutural e manutenção dos viveiros e diques foi orçada em 1% ao ano, conforme metodologia aplicada por Sousa Filho *et al.* (2003). A depreciação e a manutenção mencionadas constam nas Tabelas 9 e 10.

Tabela 9 - Vida útil e depreciação de equipamentos e infraestrutura da Fazenda Monólitos Aquicultura.

Equipamentos	Anos	R\$/ano
Equipamentos para aeracão	10	18.000,00
Equipamentos para transporte interno	10	14.750,00
Equipamentos para amostragens e análises	5	964,00
Equipamentos para despesca	5	1.180,00
Infraestrutura	25	24.209,60
Total		59.103,60

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 10 - Manutenção da infra-estrutura e implantação dos viveiros da Fazenda Monólitos Aquicultura.

Componentes	% ano	R\$/ano
Infraestrutura	1	6.052,40
Serviços para implantação dos viveiros	1	6.500,00
Total		12.552,40

Fonte: elaborada pelo autor.

As despesas relacionadas com a mão de obra do empreendimento foram calculadas a partir dos salários informados pela fazenda e os encargos salariais praticados no Brasil em empresas optantes pelo Simples Nacional. As despesas relacionadas com a mão de obra estão listadas na Tabela 11, onde 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 da taxa encontrada por Araujo *et al.* (2018), que constataram uma taxa de 1,89 empregos diretos por hectare de viveiros de carcinicultura.

Tabela 11 - Despesa mensal e anual com mão de obra e encargos sobre salários da Fazenda Monólitos Aquicultura.

Componentes	Quant.	Salário	Encargos¹	RS Total	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 ²	5	300,00	0,00	300,00	19.500,00
Total					253.223,49

Fonte: elaborada pelo autor.

¹Referente aos encargos médios de 37% sobre os salários.

²Referente ao pagamento avulso de mão de obra específica para despesa.

Os gastos com energia elétrica foram calculados a partir do modelo de cálculo disponibilizado pela ENEL, que leva em consideração a potência do equipamento, a quantidade de tempo que o equipamento permanece ligado e as tarifas de energia elétrica rural vigente.

As tarifas de energia rural são divididas em tarifa de horário de ponta (tarifa cobrada por três horas consecutivas definidas pela empresa concessionária em horário específico exceto feriados, sábados e domingos); fora do horário de ponta (tarifa de energia rural convencional); e horário reservado (tarifa cobrada durante oito horas e meia, no período noturno); sendo o valor de cada tarifa R\$ 1,26, R\$ 0,27 e R\$ 0,03, respectivamente.

Não foram adicionados os impostos incidentes sobre a energia elétrica, como PIS, CONFINS e ICMS, tendo em vista que a modalidade de energia rural é isenta de impostos. O gasto mensal com energia elétrica foi calculado em aproximadamente R\$ 17.385,12. A partir

dos gastos mensais, foi calculada uma despesa anual de R\$ 208.621,44, como mostra a Tabela 12.

Tabela 12- Custos com energia elétrica da produção do camarão *P. vannamei* em 15 ha, na Fazenda Monólitos Aquicultura.

Componente	Quant.	Pot. (Kw)	Pot. (CV)	Pot. (BTU)	Tempo (h)	Horas .Dia ⁻¹	Dias	KW.h	Tarifa ¹ (R\$)	Tarifa ² (R\$)	Tarifa ³ (R\$)	R\$
Ar condicionado	1	2,64		9000	180	6	30	474,52	0,27	1,26	0,03	87,43
Lâmpadas	10	0,50			360	12	30	1800,00	0,27	1,26	0,03	553,22
Eletrobomba 7,5 HP	4	5,51	7,50		510	17	30	11250,00	0,27	1,26	0,03	3.457,61
Eletrobomba 50 HP com painel soft starter	3	36,76	50,00		90	3	30	9926,47	0,27	1,26	0,03	3.050,83
Eletrobomba submersa 7,5 HP	4	5,51	7,50		510	17	30	11.250,00	0,27	1,26	0,03	3.457,61
Freezer	1	1,20			720	24	30	864,00	0,27	1,26	0,03	265,54
Gelagua	1	0,02			720	24	30	14,40	0,27	1,26	0,03	4,43
Aeradores	60	1,47	2		240	8	30	21176,47	0,27	1,26	0,03	6.508,45
TOTAL MENSAL												17.385,12
TOTAL ANUAL												208.621,44

Fonte: elaborada pelo autor.

¹Referente ao horário fora de ponta

²Referente ao horário de ponta

³Referente ao horário reservado

A partir dos gastos enumerados com investimento, depreciação, manutenção, mão de obra e energia elétrica, foi elaborada a Tabela 13, contendo os gastos anuais fixos na projeção da produção de *P. vannamei* em 15 ha de área de cultivo. A tabela mostra um gasto anual total de R\$ 533.500,93.

Tabela 13- Custos fixos da produção do camarão *P. vannamei* em 15 hectares de lâmina d'água, na Fazenda Monólitos Aquicultura.

Componentes	Ano
Depreciação ¹	59.103,60
Manutenção ²	12.552,40
Mão de obra ³	253.223,49
Energia elétrica ⁴	208.621,44
Total	533.500,93

Fonte: elaborada pelo autor.

¹Observar tabela 9.

²Observar tabela 10;

³Observar tabela 11;

⁴Observar tabela 12;

Os custos variáveis são demonstrados na Tabela 14, sendo a composição desses custos realizada a partir dos dados obtidos em relação ao custo com pós-larvas, fertilização inicial e periódica dos viveiros, e as despesas com cada modalidade nutricional aplicada. O resultado mostra uma diferença significativa nos tratamentos em que houve a opção por alimentação alternativa, a base de farelos fermentados.

Essa redução evidente nos custos evidenciada na tabela 15, onde estão compilados os custos variáveis, influenciou todas as demais projeções envolvendo indicadores econômicos, o que corrobora com os estudos que defendem a adoção de ingredientes alternativos na ração, e em alguns casos a própria substituição da ração, de maneira parcial ou total.

Os custos variáveis no tratamento controle contribuíram com 69,18% do custo total, enquanto que nos tratamentos com farelos fermentados, essa contribuição foi de 61%. Levando em consideração apenas a alimentação dos animais, esse parâmetro contribuiu com 52% dos custos totais, enquanto que nos tratamentos com a utilização de farelos, essa contribuição foi de apenas 40%. Campos e Campos (2006) demonstraram a participação dos custos variáveis nos custos totais de fazendas de carcinicultura, onde esses custos chegaram a representar 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 dieta à base de farinha e óleo de peixe, assim

como foi constatado na Tabela 14. 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).

Tabela 14 – Custos variáveis da produção do camarão *P. vannamei* cultivado no modelo semi-intensivo convencional com uso de ração comercial e no aquamimicry, fazendo uso de dietas a base de fermentados de farelo de soja ou farelo de soja (70%) + trigo (30%).

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
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
Total		23.681,20 ± 2.199,78^b	23.376,68 ± 2.101,70^b
soja + trigo			
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
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).

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 15 – Compilação dos custos variáveis da produção do camarão *P. vannamei* cultivado no modelo semi-intensivo convencional com uso de ração comercial e no aquamimicry, fazendo uso de dietas a base de fermentados de farelo de soja ou farelo de soja (70%) + trigo (30%).

Situação	Custo/ciclo (R\$)	Custo/ha (R\$)
ração comercial	31.127,82 ± 1.226,85 ^a	31.939,26 ± 4.097,18 ^a
soja fermentada	23.681,20 ± 2.199,78 ^b	23.376,68 ± 2.101,70 ^b
soja + trigo	22.243,43 ± 788,90 ^b	22.317,61 ± 1.324,86 ^b

Fonte: elaborada pelo autor.

A partir dos dados de produção e peso médio final dos camarões cultivados, foi realizada uma projeção de receitas por ciclo produtivo (Tabela 16). A diferença numérica citada anteriormente em relação ao peso médio final influenciou o preço médio de venda do camarão, o que acabou resultando em uma maior receita no cultivo onde foram utilizadas

rações comerciais. Em contrapartida, mesmo com receitas numericamente inferiores, a utilização de farelos fermentados foi considerada viável, levando em consideração o custo produtivo em cada uma das situações.

Tabela 16 – Projeção de receitas da produção do camarão *P. vannamei* cultivado no modelo semi-intensivo convencional com uso de ração comercial e no aquamimicry, fazendo uso de dietas a base de fermentados de farelo de soja ou farelo de soja (70%) + trigo (30%).

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 + trigo	4.040,31 ± 194,26	14,70 ± 0,50	52.863,15 ± 3.568,60

Fonte: elaborada pelo autor.

¹Receita descontada em 11% referente ao valor de tributação de empresas optantes pelo Simples Nacional
A ausência de letras sobrescritas demonstram que não houve diferença estatística entre os tratamentos.

As Tabelas 17 e 18 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 com três viveiros, sendo essas projeções necessárias para os posteriores cálculos de viabilidade econômica e retorno financeiro.

A partir do que pode ser observado em ambas as tabelas, pode ser constatado o melhor desempenho produtivo do tratamento em que houve a utilização de rações comerciais, o que era esperado tendo em vista que houve numericamente uma maior produção e maior peso médio final, o que interferiu no preço de venda praticado no mercado.

Tabela 17 - Projeção das produções por ciclo e anuais do camarão *P. vannamei* em 15 ha, cultivado no modelo semi-intensivo convencional com uso de ração comercial e no aquamimicry, fazendo uso de dietas a base de fermentados de farelo de soja ou farelo de soja (70%) + trigo (30%).

Situação	kg (ciclo)	kg (ano)
ração comercial	64.764,71	170.557,97
soja fermentada	61.185,05	160.406,41
soja + trigo	60.604,60	149.268,26

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 18- Projeção das receitas por ciclo e anuais da produção do camarão *P. vannamei* em 15 ha, cultivado no modelo semi-intensivo convencional com uso de ração comercial e no aquamimicry, fazendo uso de dietas a base de fermentados de farelo de soja ou farelo de soja (70%) + trigo (30%), considerando preço de venda do camarão (10g) de R\$ 15,00.

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 + trigo	792.889,98	1.952.876,63

Fonte: elaborada pelo autor.

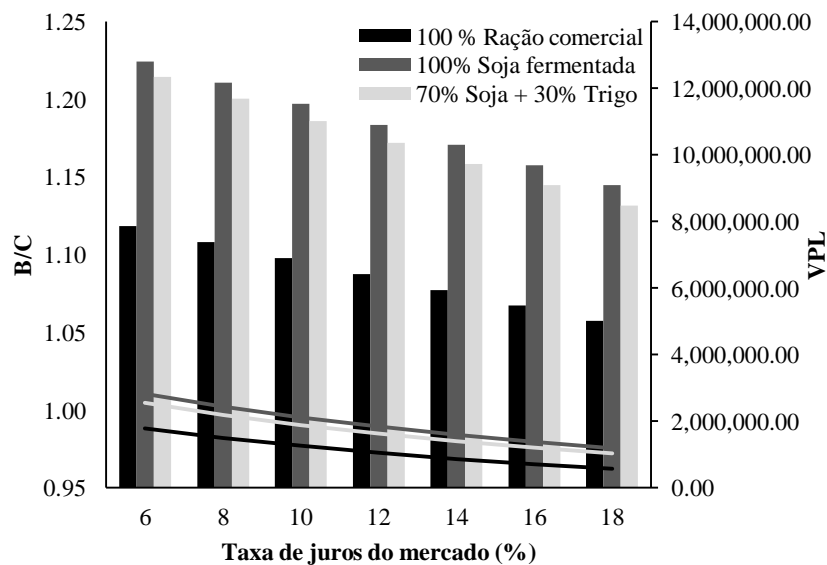
¹Receita anual considerando o preço do camarão (10g) em R\$ 15,00, com 11% de desconto tributário (Simples Nacional)

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 (Gráfico 1). Foram consideradas nesses cálculos diferentes taxas de desconto anual, que variaram de 6 a 18%.

O VPL descontado e 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 influenciaram bastante 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 magnitude da influência do custo relacionado com a alimentação artificial em sistemas de cultivo 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 constatados mostram que a busca por eficiência econômica passa imprescindivelmente por uma redução nos custos mais significativos, como por exemplo, a alimentação artificial, que foi um dos alvos desta pesquisa.

Gráfico 1– Indicadores financeiros da produção do camarão *P. vannamei* cultivado em 15 ha, no modelo semi-intensivo convencional com uso de ração comercial e no aquamimicry, fazendo uso de dietas a base de fermentados de farelo de soja ou farelo de soja (70%) + trigo (30%).



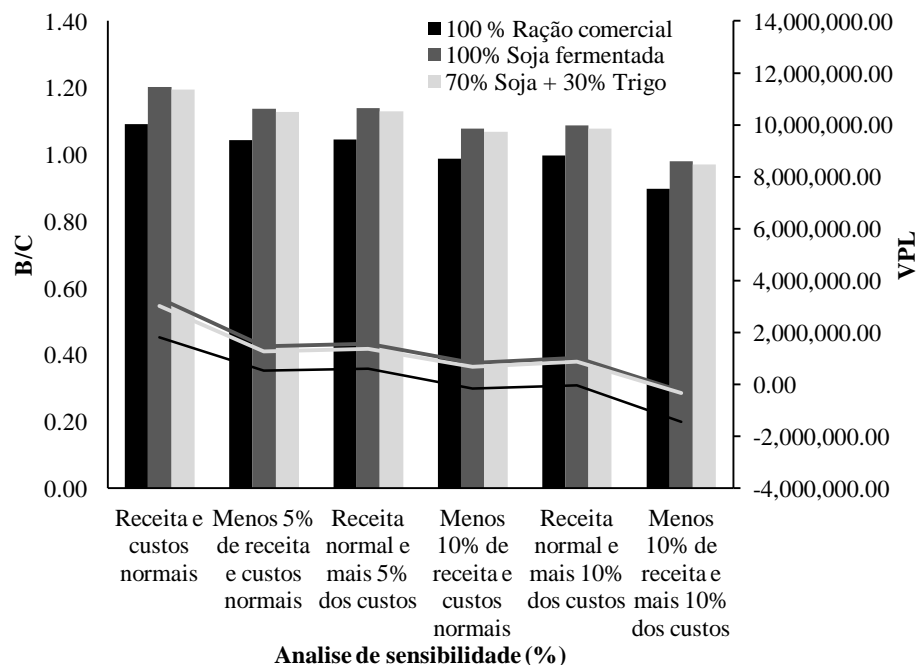
Fonte: elaborado pelo autor.

Em relação à projeção de cenários econômicos, o gráfico 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 no gráfico 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 consequentemente 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.

Gráfico 2 - Análise de sensibilidade da produção do camarão *P. vannamei* cultivado em 15 ha, no modelo semi-intensivo convencional com uso de ração comercial e no aquamimicry, fazendo uso de dietas a base de fermentados de farelo de soja ou farelo de soja (70%) + trigo (30%).



Fonte: elaborado pelo autor.

O ponto de equilíbrio corresponde à quantidade de produto que deve ser comercializado para que os custos fixos e variáveis sejam cobertos, sendo esse parâmetro um importante indicador de viabilidade econômica baseado nas quantidades produzidas.

Na Tabela 19, 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 geração de lucro. 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.

Borges, Bezerra e Furtado-Neto (2006) constataram melhores lucratividades e pontos de equilíbrio em empreendimentos com maior nível de organização administrativa, e consequentemente com maior eficiência econômica, o que é resultado da produtividade aliada à redução de custos, algo que é notadamente importante para o sucesso dos produtores. O planejamento e a avaliação econômica prévia são ferramentas que permitem a busca por estratégias de produção que alcancem resultados econômicos atrativos. A redução de custos foi fundamental para o melhor desempenho econômico do sistema aquamimicry que testado no presente experimento.

Tabela 19 - Ponto de equilíbrio de venda anual para produção do camarão *P. vannamei* cultivado em 15 ha, no modelo semi-intensivo convencional com uso de ração comercial e no aquamimicry, fazendo uso de dietas a base de fermentados de farelo de soja ou farelo de soja (70%) + trigo (30%).

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 + trigo	1.358.020,15	1.358.020,15	92.382,32	4.040,31	149.268,26

Fonte: elaborada pelo autor.

¹Considerando o preço de venda do camarão em R\$ 15,00.

²Considerando a produção em 15 ha, com três ciclos anuais.

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 20).

Tabela 20 - Tempo de retorno do investimento para produção do camarão *P. vannamei* cultivado em 15 ha, no modelo semi-intensivo convencional com uso de ração comercial e no aquacimicry, fazendo uso de dietas a base de fermentados de farelo de soja ou farelo de soja (70%) + trigo (30%).

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 + trigo	1.358.020,15	1.952.876,63	594.856,47	3,84	46,10

Fonte: elaborada pelo autor.

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.

Os índices de lucratividade estão demonstrados na Tabela 21, 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 nos 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 ocasionou 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 camarão de 10 gramas 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 de custos eficiente e constante.

Conforme informações do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o Plano Safra 2019/2020 busca alternativas que incentivem o setor produtivo aquícola, ampliando a inserção das atividades de pesca e aquicultura nas normas do crédito rural e assegurando níveis mínimos de remuneração ao produtor rural na venda de pescado para a indústria de processamento, através do estabelecimento de preços de referência (PODESTÁ, 2019).

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 frequente de fornecimento, o que faz com que alguns produtores não tenham acesso às quantidades necessárias desses subprodutos agrícolas. Esses dois fatores em conjunto tem 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 de juros mínima 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 20, os índices de lucratividade se mostram bastante atrativos.

Tabela 21 - Lucratividade da produção do camarão *P. vannamei* cultivado em 15 ha, no modelo semi-intensivo convencional com uso de ração comercial e no aquamimicry, fazendo uso de dietas a base de fermentados de farelo de soja ou farelo de soja (70%) + trigo (30%)..

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 + trigo	5,51	3,57	14,70	5,62	38,23

Fonte: elaborada pelo autor.

A margem de contribuição demonstra quanto do preço de venda do produto resta para o pagamento do custo fixo por unidade produzida, e é mais um indicador financeiro capaz de demonstrar a viabilidade econômica e capacidade de geração de lucro do negócio.

Nos três casos observados na Tabela 22, fica claro que a margem de contribuição obtida cobre os custos fixos unitários e é perfeitamente capaz de geração de lucros.

Embora haja uma diferença entre as margens de contribuição nos tratamentos com farelos fermentados, o custo fixo unitário do tratamento com soja acabou equilibrando o

resultado final quando se confrontam margens de contribuição e custos fixos unitários dos tratamentos com farelos fermentados, o que fica claro a partir da observação dos lucros unitários obtidos na tabela 20, ambos com valor de R\$ 5,62 por quilo de camarão produzido.

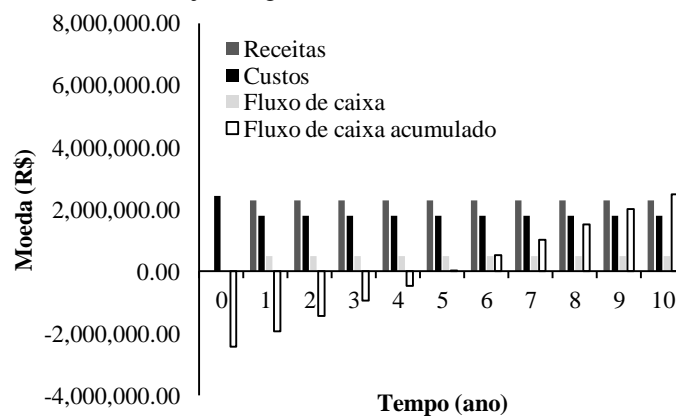
Tabela 22 - Margem de contribuição da produção do camarão *P. vannamei* cultivado em 15 ha, no modelo semi-intensivo convencional com uso de ração comercial e no aquamimicry, fazendo uso de dietas a base de fermentados de farelo de soja ou farelo de soja (70%) + trigo (30%)..

Situação	Custo operacional médio/kg de camarão (R\$)	Preço médio de venda (R\$)	Margem de contribuição (R\$)	Custo fixo médio/kg de camarão (R\$)
ração comercial	7,33	15,07	7,74	3,18
soja fermentada	5,71	14,60	8,89	3,27
soja + trigo	5,51	14,70	9,19	3,57

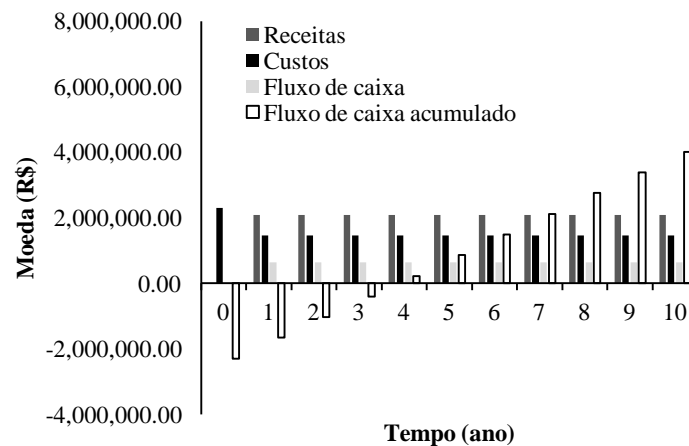
Fonte: elaborada pelo autor.

No gráfico 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.

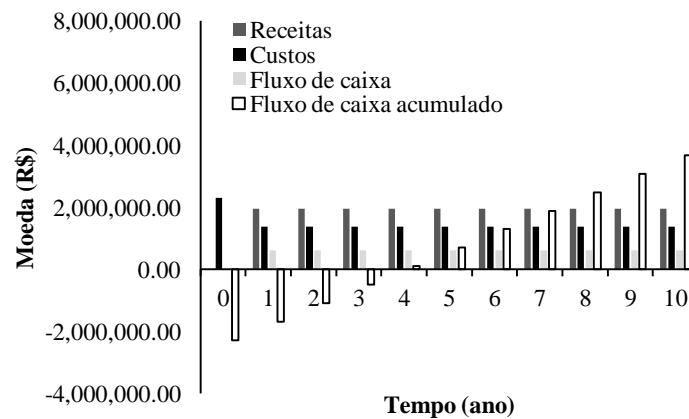
Gráfico 3 – Projeções das receitas, custos, fluxo de caixa e fluxo de caixa acumulado para 10 anos. (A) ração comercial, (B) soja fermentada e (C) soja + trigo fermentado.



A



B



C

Fonte: elaborado pelo autor.

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 super 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 apresentaram 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).

Isso mostra que o uso de tecnologias de cultivo também interfere no retorno econômico da carcinicultura, onde um estudo comprovou que a carcinicultura semi intensiva e intensiva, principalmente em médios produtores, alcançou o dobro de retorno financeiro em relação aos sistemas tradicionais com menor intensidade produtiva. Esse melhor desempenho foi atribuído ao uso de fertilização de viveiros, uso de aeradores, diminuição de custos com alimentação e adoção de medidas de biossegurança (BHATTACHARYA, 2009).

Por isso é importante que as empresas conheçam a relação entre 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).

Os mesmos autores constataram índices econômicos satisfatórios em dez fazendas pesquisadas, mas com grande discrepância nos índices de lucratividade que ficaram entre 9,2% e 73,97%, o que demonstra que alguns produtores conseguem obter resultados muito superiores em relação aos demais, devido a um bom planejamento e eficiência produtiva e econômica.

Além da redução de custos, outros fatores podem contribuir com o aumento da lucratividade dos empreendimentos aquícolas como o uso eficiente de recursos, determinação participação dos intermediários, conhecimento das interações mercadológicas entre insumos e produtos, aplicação de técnicas que aumentem a produtividade, identificação da estrutura de consumo e demanda, atendimento à preferência dos clientes, planejamento da produção e realização de estudos econômicos em todas as partes do ciclo produtivo (ARIKAN; ARAL, 2019).

Para se tornar competitivo no mercado globalizado atual, o produtor deve focar esforços na eficiência produtiva e econômica, e na gestão da qualidade do produto final (CAMPOS; CAMPOS, 2007).

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 principalmente com o custo da alimentação ligado a um fator de conversão alimentar de 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.

Garcia Ulloa *et al.* (2017) substituíram a farinha de peixe por uma mistura de farelos contendo soja, milho e trigo em diferentes porcentagens de inclusão, testando as dietas experimentais para comparação com a dieta convencional. Apesar de a dieta convencional ter proporcionado maior peso final, não houveram diferenças significativas na sobrevivência, assim como na taxa de crescimento específico. Em relação aos custos gerados por quilo de camarão, a dieta com 100% de substituição da farinha de peixe por farelos vegetais obtiveram os menores custos e os melhores resultados em termos de lucratividade. Os resultados demonstraram que a farinha de peixe pode ser substituída parcialmente ou totalmente por farelos vegetais, e em condições de cultivo, essa substituição auxilia o crescimento dos organismos e melhora a performance econômica do empreendimento.

Alternativas viáveis na alimentação dos organismos cultivados devem ser estudadas em busca da redução de custos, desde que essas alternativas 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).

Ding *et al.*, (2015) testaram a inclusão de soja fermentada na ração em substituição da farinha de peixe na dieta de *Macrobrachium nipponense*, constatando que não houve influência negativa de tal substituição nos parâmetros de crescimento. Na verdade a substituição em 25% foi a que obteve melhor ganho de peso e conversão alimentar. A contagem de hemócitos e atividade fagocítica foram as mesmas em substituições de até 50% da farinha de peixe pela soja fermentada, o que não ocorreu nos casos de substituições de 75%

e 100%, onde os animais apresentaram menor resistência em desafios de infecção experimental com *Aeromonas hydrophyla*.

Resultados como esse demonstram que a substituição da farinha de peixe pode ser realizada em várias porcentagens, o que pode influenciar fortemente o custo de produção da carcinicultura, desde que o produtor tome as devidas precauções em relação à biossegurança e prevenção de enfermidades.

A busca por fontes proteicas de boa qualidade e baixo custo, como os farelos vegetais, tem sido uma constante no caminho evolutivo da aquicultura, apesar de que os farelos vegetais apresentam alguns fatores antinutricionais. Tem sido demonstrado através de estudos que o processo de fermentação pode remover ou inativar esses fatores antinutricionais. Isso permite que farelos vegetais possam ser utilizados como substitutos da farinha de peixe, que apresenta escassez sazonal e alta de preços. Essa substituição tem efeitos diretos nos índices de viabilidade econômica da aquicultura (DING *et al.*, 2015b).

García-ulloa *et al.*, (2017) utilizando a substituição da farinha de peixe por uma mistura de farelos de soja, trigo e milho mostraram que a redução de custos alcançada através dessa substituição, faz do uso de farelos vegetais uma alternativa promissora em busca de melhores índices econômicos na produção de camarão.

Os custos com alimentação devem ser revistos na aquicultura através de estratégias que possam substituir a farinha de peixe, tendo em vista a forte pressão que esse recurso recebe, e sua produção dependente da pesca extrativa, que permanece em estado de estagnação produtiva (HASSAAN; SOLTAN; ABDEL-MOEZ, 2015).

A carcinicultura tem se colocado como uma alternativa econômica promissora e vem se intensificando devido à própria capacidade da espécie cultivada de se adaptar às condições ambientais, à expansão da área cultivada, ao uso de produtos biotecnológicos, à alta densidade de estocagem dos viveiros e à melhoria da gestão da propriedade (ARAUJO *et al.*, 2018).

7 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*, já que não houve prejuízo à qualidade de água nem ao crescimento dos animais cultivados.

Os parâmetros de qualidade de água permaneceram estáveis e satisfatórios para o cultivo de *P. vannamei*, o que certamente influenciou os resultados zootécnicos, que não mostraram diferença estatística significativa entre os tratamentos.

Quanto aos aspectos bromatológicos, fica evidente que o processo de fermentação alterou benéficamente os farelos utilizados, principalmente no que se refere ao teor proteico, fazendo com que os mesmos fossem não só aceitos pelos camarões, mas também que contribuíssem com os bons resultados zootécnicos.

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 farelos fermentados 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 são necessários 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.
- APÚN-MOLINA, J. P.; ROBLES-ROMO, A.; ALVAREZ-RUIZ, P.; SANTAMARIA-MIRANDA, A.; ARJONA, O.; RACOTTA, I. S. Influence of stocking density and exposure to white spot syndrome virus in biological performance, metabolic, immune, and bioenergetics response of whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 479, n. March, p. 528–537, 2017.
- 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 de outubro de 2019.
- ARAUJO, J. A.; NORÕES, A. K. M.; MONTEIRO, J. V.; DE ARAÚJO, R. C. P.; DA 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.
- AUGUSTO, L. G. DA S.; DANTAS, I. G.; GURGEL, HENRIQUE FERNANDES CÂMARA NETO, C. H.; DE MELO, A. M. C. The global and national context regarding the challenges involved in ensuring adequate access to water for human consumption. **Ciencia & saude coletiva**, v. 17, n. 6, p. 1511–22, 2012.
- BALCÁZAR, J. L.; BLAS, I. DE; RUIZ-ZARZUELA, I.; CUNNINGHAM, D.; VENDRELL, D.; MÚZQUIZ, J. L. The role of probiotics in aquaculture. **Veterinary Microbiology**, V. 114, N. 3-4, P. 173-186, 2006.
- BARBIERI JÚNIOR, R. C.; OSTRENSKY NETO, A. **Camarões marinhos**. Viçosa, Minas Gerais: Aprenda Fácil Editora, 2002.
- 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 de outubro de 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.
- BISWAS, P. C.; SULTANA, S.; KABIRAJ, M.; SM, S. H. Role of probiotics in aquaculture practice of Satkhira region of Bangladesh. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, v. 7, n. 5, p. 174–181, 2019.
- BORDEAUX-RÊGO, R. **Viabilidade econômico-financeira de projetos**. 4^a ed. Rio de Janeiro, Brasil: FGV, 2015.

BORGES, D. A.; BEZERRA, M. A.; FURTADO-NETO, M. A. D. A. Avaliação do ponto de equilíbrio e lucratividade aplicados a sistemas de produção de camarão marinho, no estado do Ceará, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 40, n. 2, p. 42–46, 2007.

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.

CASTEX, M.; CHIM, L.; PHAM, D.; LEMAIRE, P.; WABETE, N.; NICOLAS, J. L.; SCHMIDELY, P.; MARIOJOULS, C. Probiotic *P. acidilactici* application in shrimp *Litopenaeus stylirostris* culture subject to vibriosis in New Caledonia. **Aquaculture**, v. 275, n. 1–4, p. 182–193, 31 mar. 2008.

CATALÁN, N.; VILLASANTE, A.; WACYK, J.; RAMÍREZ, C.; ROMERO, J. Fermented soybean meal increases lactic acid bacteria in gut microbiota of Atlantic Salmon (*Salmo salar*). **Probiotics and Antimicrobial Proteins**, v. 10, n. 3, p. 566–576, 2018.

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* E20- fermented soybean meal (FSBM) or an antimicrobial peptide derived from *B. subtilis* E20- FSBM. **Aquaculture Research**, n. July, p. 1–10, 2019.

CHENG, A. C.; LIN, H. L.; SHIU, Y. L.; TYAN, Y. C.; LIU, C. H. Isolation and characterization of antimicrobial peptides derived from *Bacillus subtilis* E20-fermented soybean meal and its use for preventing *Vibrio* infection in shrimp aquaculture. **Fish and Shellfish Immunology**, v. 67, p. 270–279, 1 ago. 2017.

CRAB, R.; DEFOIRDT, T.; BOSSIER, P.; VERSTRAETE, W. Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. **Aquaculture**, v. 356–357, p. 351–356, 2012.

DA SILVA, B. C.; JESUS, G. F. A.; MARTINS, M. L.; MOURIÑO, J. L. P. Ácidos orgânicos: uma nova ferramenta nutricional para a aquicultura. **Aquaculture Brasil**, v. 7, p. 31–39, ago. 2017.

DE, B. C.; MEENA, D. K.; BEHERA, B. K.; DAS, P.; DAS MOHAPATRA, P. K.; SHARMA, A. P. Probiotics in fish and shellfish culture: Immunomodulatory and ecophysiological responses. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 50, n. 1, p. 1-10, 2014.

DE 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.

DIAS, J. M. **Avaliação econômica da produção de camarão sob a condição de risco no Município de Acaraú – CE**. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

DING, Z.; ZHANG, Y.; YE, J.; DU, Z.; KONG, Y. An evaluation of replacing fish meal with fermented soybean meal in the diet of *Macrobrachium nipponense*: Growth, nonspecific immunity, and resistance to *Aeromonas hydrophila*. **Fish and Shellfish Immunology**, v. 44, n. 1, p. 295–301, 2015.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture, 2016**. Roma, 2016.

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

FILIPSKI, M.; BELTON, B. Give a Man a Fishpond: Modeling the Impacts of Aquaculture in the Rural Economy. **World Development**, v. 110, p. 205–223, 2018.

FROEHLICH, H. E.; JACOBSEN, N. S.; ESSINGTON, T. E.; CLAVELLE, T.; HALPERN, B. S. Avoiding the ecological limits of forage fish for fed aquaculture. **Nature Sustainability**, v. 1, n. 6, p. 298–303, 1 jun. 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.

HAIDER, M. Z. Cost-benefit analysis of shrimp cultivation in the south-west region of Bangladesh. **International Journal of Environment and Sustainable Development**, v. 14, n. 4, p. 315–331, 2015.

HASSAAN, M. S.; SOLTAN, M. A.; ABDEL-MOEZ, A. M. Nutritive value of soybean meal after solid state fermentation with *Saccharomyces cerevisiae* for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Animal Feed Science and Technology**, v. 201, p. 89–98, 1 mar. 2015.

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.

HUYNH, T. G.; HU, S. Y.; CHIU, C. S.; TRUONG, Q. P.; LIU, C. H. Bacterial population in intestines of white shrimp, *Litopenaeus vannamei* fed a synbiotic containing *Lactobacillus plantarum* and galactooligosaccharide. **Aquaculture Research**, v. 50, n. 3, p. 807–817, 1 mar. 2019.

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

JANNATHULLA, R.; DAYAL, J. S.; VASANTHAKUMAR, D.; AMBASANKAR, K.; MURALIDHAR, M. Effect of fermentation methods on amino acids, fiber fractions and anti-nutritional factors in different plant protein sources and essential amino acid index for *Penaeus vannamei* Boone, 1931. **Indian Journal of Fisheries**, v. 64, n. 2, p. 40–47, 2017.

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.

JOSEPH, I.; RAJ, R. P.; BHATNAGAR, D. Effect of solid state fermentation on nutrient composition of selected feed ingredients. **Indian Journal of Fisheries**, v. 55, n. 4, p. 327–

332, 2008.

KARIM, H. M.; DE FREITAS, J. E. C.; LIMA, T. P. DE C.; NASCIMENTO, M. DOS S.; HAYD, L. DE A. Viabilidade econômica da produção do camarão-do-pantanal (*Macrobrachium pantanalense*). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 41, n. 1, p. 103–112, 2015.

LARA-FLORES, M. The use of probiotic in aquaculture : an overview. **International Research Journal of Microbiology (IRJM)**, v. 2, n. 12, p. 471–478, 2011.

LIU, K. F.; CHIU, C. H.; SHIU, Y. L.; CHENG, W.; LIU, C. H. Effects of the probiotic, *Bacillus subtilis* E20, on the survival, development, stress tolerance, and immune status of white shrimp, *Litopenaeus vannamei* larvae. **Fish and Shellfish Immunology**, v. 28, n. 5–6, p. 837–844, maio 2010.

MALCORPS, W.; KOK, B.; VAN T LAND, M.; FRITZ, M.; VAN DOREN, D.; SERVIN, K.; VAN DER HEIJDEN, P.; PALMER, R.; AUCHTERLONIE, N.; RIETKERK, M.; SANTOS, M.; DAVIES, S. The Sustainability Conundrum of Fishmeal Substitution by Plant Ingredients in Shrimp Feeds. **Sustainability**, v. 11, n. 4, p. 1212, 2019.

MONJA, M. L. **Aquamimetismo: Um novo modelo na carcinicultura sustentável?**

Disponível em: <http://www.panoramadaaquicultura.com.br/novosite/?p=6397>. Acesso em: 2 de outubro de 2017.

NAVINCHANDRAN, M.; IYAPPARAJ, P.; MOOVENDHAN, S.; RAMASUBBURAYAN, R.; PRAKASH, S.; IMMANUEL, G.; PALAVESAM, A. Influence of probiotic bacterium *Bacillus cereus* isolated from the gut of wild shrimp *Penaeus monodon* in turn as a potent growth promoter and immune enhancer in *P. monodon*. **Fish and Shellfish Immunology**, v. 36, n. 1, p. 38–45, jan. 2014.

NUNES, C. A. R.; LUDKE, M. DO C. M. M.; PEREIRA, C. M.; DE LIMA, M. R.; DOS SANTOS, J. Avaliação nutricional de ingredientes para o camarão branco do pacífico. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 3, p. 716–724, 1 jul. 2016.

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.

PINTO, A. A. G. **Gestão de custos**. 4ª ed. Rio de Janeiro, Brasil: FGV Management, 2014.

PODESTÁ, I. **No período 2019/2020, pesca e aquicultura têm melhores condições de comercialização — Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/melhores-condicoes-de-comercializacao-beneficiam-o-setor-de-pesca-e-aquicultura>. Acesso em: 19 de novembro de 2019.

POLI, M. A.; LEGARDA, E. C.; DE LORENZO, M. A.; PINHEIRO, I.; MARTINS, M. A.; SEIFFERT, W. Q.; DO NASCIMENTO VIEIRA, F. Integrated multitrophic aquaculture applied to shrimp rearing in a biofloc system. **Aquaculture**, v. 511, n. June, p. 1–6, 2019.

QIU, X.; DAVIS, D. A. Evaluation of dried fermented biomass as a feed ingredient in plant-based practical diets for juvenile Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture Nutrition**, v. 24, n. 1, p. 383–391, 1 fev. 2018.

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.

RAZAK, D. L.; RASHID, N. Y.; JAMALUDDIN, A.; SHARIFUDIN, S. A.; KAHAR, A.; LONG, K. Cosmeceutical potentials and bioactive compounds of rice bran fermented with single and mix culture of *Aspergillus oryzae* and *Rhizopus oryzae*. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 16, n. 2, p. 127–134, 1 abr. 2017.

RIBEIRO, A. C. **Farelo de arroz fermentado: caracterização, avaliação biológica e aplicação tecnológica**. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Departamento de Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande, 2018.

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 de outubro de 2019.

ROMANO, N.; DAUDA, A. B.; IKHSAN, N.; KARIM, M.; KAMARUDIN, M. S. Fermenting rice bran as a carbon source for biofloc technology improved the water quality, growth, feeding efficiencies, and biochemical composition of African catfish *Clarias gariepinus* juveniles. **Aquaculture Research**, v. 49, n. 12, p. 3691–3701, 1 dez. 2018.

SABRY-NETO, H.; LEMOS, D.; RAGGI, T.; NUNES, A. J. P. Effects of soy protein ratio, lipid content and minimum level of krill meal in plant-based diets over the growth and digestibility of the white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture Nutrition**, v. 23, n. 2, p. 293–303, 2017.

SANCHES, E. G.; SILVA, C.; PAULA, A.; ALMEIDA, F. D. Viabilidade Econômica Do Cultivo Do Robalo-Flecha Em Empreendimentos De Carcinicultura No Nordeste Do Brasil. **B. Inst. Pesca**, v. 40, n. 4, p. 577–588, 2014.

SANJUKTA, S.; RAI, A. K. Production of bioactive peptides during soybean fermentation and their potential health benefits. **Trends in Food Science and Technology**, v. 50, n. 1, p. 1–10, 2016.

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 de outubro 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.

SHI, C.; HE, J.; YU, J.; YU, B.; HUANG, Z.; MAO, X.; ZHENG, P.; CHEN, D. Solid state

fermentation of rapeseed cake with *Aspergillus niger* for degrading glucosinolates and upgrading nutritional value. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 6, n. 1, 2015.

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.

SOOKYING, D.; DAVIS, D. A. Pond production of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) fed high levels of soybean meal in various combinations. **Aquaculture**, v. 319, n. 1–2, p. 141–149, set. 2011.

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.

THITAMADEE, S.; PRACHUMWAT, A.; SRISALA, J.; JAROENLAK, P.; SALACHAN, P. V.; SRITUNYALUCKSANA, K.; FLEGEL, T. W.; ITSATHITPHAISARN, O. Review of current disease threats for cultivated penaeid shrimp in Asia. **Aquaculture**, v. 452, p. 69–87, 2016.

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.

VIDAL, J. M. A.; PESSÔA, M. N. D. C.; SANTOS, F. L. DOS; MENDES, P. D. P.; MENDES, M. S. Probiotic potential of *Bacillus cereus* AGAINST *Vibrio spp.* IN post-larvae shrimps. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 2, p. 495–503, 2018.

VILANI, F. G. **Uso do farelo de arroz na fertilização da água em sistema de cultivo com bioflocos e seu efeito sobre o desempenho zootécnico de pós-larvas de *Litopenaeus vannamei*.** Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

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*). **Aquaculture**, v. 464, p. 87–94, 1 nov. 2016.

ZOKAEIFAR, H.; BALCÁZAR, J. L.; SAAD, C. R.; KAMARUDIN, M. S.; SIJAM, K.; ARSHAD, A.; NEJAT, N. Effects of *Bacillus subtilis* on the growth performance, digestive enzymes, immune gene expression and disease resistance of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Fish and Shellfish Immunology**, v. 33, n. 4, p. 683–689, out. 2012.

ZOKAEIFAR, H.; BABAEI, N.; SAAD, C. R.; KAMARUDIN, M. S.; SIJAM, K.; BALCAZAR, J. L. Administration of *Bacillus subtilis* strains in the rearing water enhances the water quality, growth performance, immune response, and resistance against *Vibrio harveyi* infection in juvenile white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Fish and Shellfish Immunology**, v. 36, n. 1, p. 68–74, 2014.