

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS NATURAIS E
BIOTECNOLOGIA

THIAGO BRANDÃO CAVALHEIRO

AVALIAÇÃO DO EFLUENTE DA DESSALINIZAÇÃO UTILIZADO NO CULTIVO
DE CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus vannamei*

Cuité – PB

Julho / 2015

THIAGO BRANDÃO CAVALHEIRO

**AVALIAÇÃO DO EFLUENTE DA DESSALINIZAÇÃO UTILIZADO NO CULTIVO
DE CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus vannamei***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais e Biotecnologia – Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Naturais e Biotecnologia.

Orientadora: Profa. Dra. Marta Maria da Conceição

Cuité - PB

Julho / 2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA NA FONTE
Responsabilidade Msc. Jesiel Ferreira Gomes – CRB 15 – 256

C376a Cavalheiro, Thiago Brandão.

Avaliação do efluente da dessalinização utilizado no cultivo de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*. / Thiago Brandão Cavalheiro. – Cuité: CES, 2015.

69 fl.

Dissertação (Curso de Mestrado em Ciências Naturais e Biotecnologia) – Centro de Educação e Saúde / UFCG, 2015.

Orientadora: Dra. Marta Maria da Conceição.

1. Carcinicultura. 2. Dessalinização - efluente. 3. Camarão marinho. 4. *Litopenaeus vannamei*. I. Título.

CDU 639.512

THIAGO BRANDÃO CAVALHEIRO

**AVALIAÇÃO DO EFLUENTE DA DESSALINIZAÇÃO UTILIZADO NO CULTIVO
DE CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus vannamei***

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Marta Maria da Conceição - DTA/CTDR/UFPB
(Orientadora)

Profa. Dra. Denise Domingos da Silva - CES/UFCG
(Examinador Interno)

Profa. Dra. Márcia Helena Pontieri – DTS/CTDR/UFPB
(Examinador Externo)

AGRADECIMENTOS

A meus pais Marcelino e Lena, minha irmã Thaís, por acreditar e me apoiar a seguir na vida acadêmica.

Especialmente a minha noiva Clarisse, pela paciência e amor dedicados.

Agradeço a minha orientadora, Dra. Marta Maria da Conceição, pela disponibilidade e dedicação durante o decorrer do trabalho.

Aos membros da Banca Examinadora, Dra. Denise Domingos da Silva e Dra. Márcia Helena Pontieri, pelas críticas e sugestões que certamente contribuirão para enriquecer a qualidade deste trabalho.

Agradeço a todos que compõem o LACOM/CCEN/UFPB, pela disponibilidade dos laboratórios para realização da pesquisa.

Agradeço a todos que compõem o IpeFarM/UFPB por permitir a realização da pesquisa em seus laboratórios.

A CAPES, pelo apoio financeiro concedido em forma de bolsa durante a execução deste projeto.

Aos proprietários e a todo o pessoal da Fazenda Agreste, em Serra Branca/PB, e da Granja Cavalheiro, em São Miguel do Taipú/PB, pela disponibilidade sempre que preciso e participação de forma direta e indireta neste trabalho.

Ao Professor Dr. João Agnaldo do Nascimento, pelo apoio e colaboração durante realização deste trabalho.

A coordenação do PPGCN-BIOTEC pelo apoio administrativo na realização no curso.

A todos os professores do PPGCN-BIOTEC/CES/UFCG, que foram importantes na minha vida acadêmica e no desenvolvimento desta dissertação.

Agradeço aos meus colegas de curso pelos momentos de lazer, conversas e ajuda com o trabalho.

“Tenho a impressão de ter sido apenas uma criança a brincar na praia e a encontrar, de vez em quando, uma pedrinha ou pequenina concha mais linda, enquanto o imenso oceano da verdade, inexplorado, se estendia na minha frente.”

(Isaac Newton)

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE TABELAS

RESUMO

ABSTRACT

1.INTRODUÇÃO	14
1.1 Justificativa.....	15
2. OBJETIVOS.....	16
2.1 Objetivo Geral.....	16
2.2 Objetivos Específicos.....	16
3. REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1 O cultivo do camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i> no Brasil.....	17
3.1.1 Criação de camarão na Paraíba.....	18
3.2 Crescimento e requerimentos protéicos do camarão marinho.....	19
3.3 Qualidade da água na criação de camarões marinhos.....	20
3.3.1 Regulamentação do CONAMA quanto a qualidade da água.....	21
3.4 Utilização do efluente de dessalinização.....	22
3.5 Contaminação por metais no ambiente e no camarão cultivado.....	23
3.5.1 Contaminação por metais no efluente de dessalinização.....	24
3.6 Ácidos graxos em camarões.....	24
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	26
4.1 Área de estudo.....	26
4.1.1 Características do meio aquático.....	26

4.2	Manejo de criação do camarão marinho.....	27
4.2.1	Crescimento dos camarões.....	28
4.2.2	Taxa de Conversão Alimentar (FCA) e Sobrevivência.....	30
4.3	Análise dos dados.....	31
4.3.1	Curvas de crescimento.....	31
4.4	Qualidade de água na criação do camarão.....	32
4.5	Análise da condutividade do solo dos viveiros.....	33
4.6	Análise de metais	33
4.6.1	Trituração mecânica das amostras de camarão.....	34
4.6.2	Digestão das amostras em Micro-ondas BERGHOF.....	34
4.6.3	Determinação da concentração de metais nas amostras.....	35
4.7	Análise de ácidos graxos dos camarões.....	36
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5.1	Qualidade da água.....	37
5.2	Crescimento do camarão marinho no Cariri e no Agreste Paraibano.....	47
5.3	Análise do Crescimento.....	50
5.4	Condutividade e pH do solo nos viveiros de cultivo	53
5.5	Análise de metais em camarões.....	55
5.6	Ácidos graxos.....	56
6	CONCLUSÃO	59
	REFERÊNCIAS	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Localização do município de Serra Branca-PB (Fazenda Agreste) na região do Cariri Paraibano e do município de São Miguel de Taipú (Granja Cavalheiro) na Região do Agreste Paraibano.....	26
Figura 02. Preparação do solo no viveiro realizada na Granja Cavalheiro, São Miguel de Taipú-PB.....	28
Figura 03. (A) Captura de camarões dos viveiros com tarrafa para posterior pesagem e medição; (B) Processo de Medição com régua dos camarões na Fazenda Agreste no município de Serra Branca-PB.....	29
Figura 04. Processo de pesagem dos camarões na Fazenda Agreste no município de Serra Branca-PB.....	30
Figura 05. Solo estratificado para análise de salinidade em três profundidades: Superfície (0cm), Média (20cm), e Profunda (50cm).....	34
Figura 06. (A) Deposição de amostra no vaso do micro-ondas (B) Micro-ondas BERGHOF speedwave four.....	35
Figura 07. Variação do pH durante o período de cultivo no Agreste (Rio Paraíba) e Cariri (Efluente de dessalinização).....	39
Figura 08. Variação da salinidade (S‰) durante o período de cultivo no Agreste (Rio Paraíba) e Cariri (Efluente de dessalinização).....	40
Figura 09. Variação da temperatura (°C) durante o período de cultivo no Agreste (Rio Paraíba) e Cariri (Efluente de dessalinização).....	41
Figura 10. Variação da transparência (cm) durante o período de cultivo no Agreste (Rio Paraíba) e Cariri (Efluente de dessalinização).....	41
Figura 11. Variação de oxigênio dissolvido (mg/L) durante o período de cultivo no Agreste (Rio Paraíba) e Cariri (Efluente de dessalinização).....	42
Figura 12. Variação da alcalinidade (mg CaCO ₃ /L) durante o período de cultivo no Agreste (Rio Paraíba) e Cariri (Efluente de dessalinização).....	43
Figura 13. Variação da dureza (mg CaCO ₃ /L) durante o período de cultivo no Agreste (Rio Paraíba) e Cariri (Efluente de dessalinização).....	44
Figura 14. Variação da amônia durante o período de cultivo no Agreste (Rio Paraíba) e Cariri	

(Efluente de dessalinização).....	45
Figura 15. Variação do nitrito durante o período de cultivo no Agreste (Rio Paraíba) e Cariri (Efluente de dessalinização).....	45
Figura 16. Variação do nitrato durante o período de cultivo no Agreste (Rio Paraíba) e Cariri (Efluente de dessalinização).....	46
Figura 17: Teor (%) de ácidos graxos no camarão no Agreste (Rio Paraíba) e Cariri (Efluente de dessalinização).....	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 01. Produção total, continental e marinha da aquicultura no Brasil entre 2008 e 2010	17
Quadro 02. A Carcinicultura marinha nas Macrorregiões Brasileiras.....	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 01. Modelos e Equações de crescimento utilizadas para obtenção do índice de ajuste.....	32
Tabela 02. Programa de temperatura para digestão de pescado em micro-ondas BERGHOF.....	35
Tabela 03: Análise de água dos viveiros (V1,V2) e índice de pluviosidade na região do Agreste Paraibano (Rio Paraíba).....	37
Tabela 04. Análise de água dos tanques (T1,T2) e índice de pluviosidade na região do Cariri Paraibano (Efluente da dessalinização).....	38
Tabela 05. Informações sobre o cultivo de camarão nas duas regiões do estudo.....	47
Tabela 06. Média de crescimento do camarão marinho no Cariri Paraibano (Tanques 01 e 02).....	49
Tabela 07. Média de crescimento do camarão marinho no Agreste Paraibano (Viveiro 01 e 02).....	50
Tabela 08. Valores dos parâmetros calculados para os diversos dados e equações utilizados nas relações $W \times L$, $W \times t$ e $L \times t$ no Cariri Paraibano (Serra branca-PB) nos respectivos tanques (T1 e T2).....	51
Tabela 09. Valores dos parâmetros calculados para os diversos dados e equações utilizados nas relações $W \times L$, $W \times t$ e $L \times t$ no Agreste Paraibano (São Miguel de Taipu-PB) nos respectivos viveiros (V1 e V2).....	52
Tabela 10. O modelo cúbico como melhor índice de ajuste (r^2) obtidos entre os diferentes modelos de crescimento durante o cultivo do camarão no cariri e agreste.....	53
Tabela 11. Variação da condutividade do solo nos viveiros e tanques antes e depois da realização dos cultivos.....	54
Tabela 12. Variação do pH do solo nos viveiros e tanques antes e depois da realização dos cultivos.....	55
Tabela 13: Níveis de metais detectados no cefalotórax dos camarões do Agreste (Rio Paraíba) e Cariri (Efluente de dessalinização).....	56
Tabela 14. Composição de ácidos graxos dos camarões nos diferentes cultivos.....	56

CAVALHEIRO, T. B. Avaliação do efluente da dessalinização utilizado no cultivo de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*. 2015. 69f. Dissertação. (Mestrado em Ciências Naturais e Biotecnologia) – Centro de Educação e Saúde, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2015.

RESUMO

A carcinicultura se apresenta como uma atividade econômica de grande importância para a região nordeste do Brasil. O semiárido nordestino possui grande quantidade de poços salinizados que podem fornecer água e tornar a região uma nova área para esta atividade. O trabalho consiste na avaliação do efluente da dessalinização de uma fábrica de água mineral no Cariri paraibano para o cultivo do camarão, realizando a comparação com o cultivo tradicional realizado no vale do Rio Paraíba/PB. Análises físico-químicas e microbiológicas das águas foram realizadas, além da avaliação do crescimento, condutividade e pH do solo dos viveiros, e teor de ácidos graxos e metais dos camarões nos dois ambientes de cultivo. As águas de cultivo foram analisadas segundo os parâmetros: pH, temperatura, transparência, salinidade, alcalinidade, dureza total, amônia, nitrito, nitrato e coliformes totais, as quais permaneceram no limite estabelecido pela resolução do Conama para cultivo de camarão contribuindo positivamente para o crescimento e sobrevivência dos camarões. O crescimento ocorreu em períodos de 74 a 86 dias (efluente e água rio), sendo verificado ganho de peso diário de 40% dos camarões cultivados em efluente de água dessalinizada frente aos do modelo tradicional de cultivo. O modelo matemático de crescimento cúbico apresentou melhor índice de ajuste para os dois ambientes. Quanto à incorporação de sais nas camadas do solo verificou-se um aumento nas duas regiões, entretanto, na região cariri o aumento superou em até 340% ao agreste. As análises de ácidos graxos evidenciaram maior teor de ácidos graxos poliinsaturados no agreste e de ácidos graxos monoinsaturados na região do cariri. Os metais Mn, Ni, Pb, Cd e Co foram detectados no cefalotórax dos camarões das duas regiões, com uma leve superioridade nos camarões do agreste. O cultivo de camarão com efluente de dessalinização é uma alternativa potencial de geração de renda para comunidades que descartam este material no meio ambiente. Entre os metais investigados o Pb é o que expressa maior preocupação devido a ocorrência em valores significativos que se consumidos em longo prazo podem levar a problemas de saúde, sendo necessário um estudo para identificar os fatores que levaram a bioacumulação destes metais.

Palavras-chave: Carcinicultura, dessalinização, efluente, camarão marinho.

CAVALHEIRO, T. B. Desalination effluent assessment used in marine shrimp farming *Litopenaeus vannamei*. 2015. 69p. Dissertação. (Mestrado em Ciências Naturais e Biotecnologia) – Centro de Educação e Saúde, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2015.

ABSTRACT

Shrimp farming is an economic activity of great importance for the northeast region of Brazil. The semi-arid northeast has a large amount of saline wells that can provide water and make the region a new area for this activity. This study consists in evaluating the effluent from desalination a factory of mineral water in Cariri for shrimp cultivation, making the comparison with the traditional cultivation done in the valley of the Rio Paraíba/PB. Physicochemical and microbiological water analysis were carried out in addition to the evaluation of growth, conductivity and pH of the ponds and content of fatty acids and metals of shrimp cultivation in the two regions. Growing waters were analyzed according to the parameters: pH, temperature, transparency, salinity, alkalinity, total hardness, ammonia, nitrite, nitrate and total coliform, which remained in the limit established by Resolution CONAMA to shrimp farming for the positive contribution growth and survival of shrimps. The growth occurred in periods 74-86 days (effluent and water) and it is checked daily gain 40% of shrimp grown in desalinated water effluent front of the traditional model of cultivation. The mathematical model of cubic growth showed better adjustment index for the two regions. As to incorporation of salts in the soil layers there was an increase in both regions, however, the increase in cariri region was up to 340% the “Agreste”. The fatty acid analyzes showed higher content of polyunsaturated fatty acids in Agreste and monounsaturated fatty acids in Cariri region. The metals Mn, Ni, Pb, Cd and Co were detected in the carapace of shrimps in the two regions, with a slight superiority in the Agreste shrimps. The shrimp farming with desalination effluent is a potential alternative income generation for communities discard this material on the environment. Among the metals investigated Pb is expressing greater concern due to the occurrence of significant values that long-term if consumed can lead to health problems, a study is needed to identify the factors that led to bioaccumulation of these metals.

Keywords: Shrimp farm, desalination, wastewater, marine shrimp.

INTRODUÇÃO

A aquicultura é definida como o processo de produção em cativeiro de organismos de habitat aquático como peixes, camarões, rãs e outras espécies. (SCHOBER, 2006). Segundo o MPA (Ministério da Pesca e da Aquicultura, 2012) o Brasil apresenta grande potencial de desenvolvimento da aquicultura com 12% da água doce disponível do planeta, um litoral de mais de oito mil quilômetros e ainda uma faixa marítima, demonstrando um grande potencial para a atividade de carcinicultura conforme estudos de Tenório *et al.* (2015) , ou seja, uma Zona Econômica Exclusiva (ZEE), equivalente ao tamanho da Amazônia. Com relação à produção Brasileira, ela é predominantemente Continental, com 82,3% da produção nacional continental contra 17,7% da produção marinha litorânea.

A carcinicultura é conhecida como a criação de camarão em cativeiro, sendo uma atividade econômica que tem apresentado grande crescimento a nível mundial nos últimos anos. Atualmente difundida em mais de 50 países, é responsável pela produção de 25% de todo camarão consumido no mundo, com volume médio de 1.000.000 ton/ano. Apesar de ser uma atividade relativamente recente no Brasil, a carcinicultura se encontra em franco crescimento (ATLANTIS, 2014).

A produção mundial de camarões cultivados e capturados, em 2014, foi da ordem de 5,328 milhões de toneladas, das quais 33,87% vieram dos cultivos (FAO, 2014). Entre os fatores que contribuíram para esta elevada produção, destacam-se as pesquisas na área tecnológica, a elevada demanda do mercado mundial do setor e a redução na produção de camarão oriundo da pesca extrativa (RODRIGUES, 2005).

A região nordeste possui nas águas subterrâneas uma importante fonte para as atividades agropecuárias e o consumo humano. No semiárido nordestino geralmente a água destes poços possui elevados níveis de sais dissolvidos, fato que inviabiliza seu uso. A dessalinização é um processo que torna esta água viável para consumo humano e animal. Porém o subproduto da dessalinização é a água hipersalina, que se descartada sem tratamento, causa impactos ambientais, como a salinização do solo verificada por Amorim *et al.* (1997) em Petrolina-PE. Alguns autores sugerem algumas medidas para diminuição do impacto do rejeito da dessalinização (PORTO *et al.*, 2006), como a utilização de plantas halófitas (erva-sal, *Atriplex nummularia*) como forma de medida mitigatória da diminuição do nível de sais no solo.

A carcinicultura é uma atividade econômica amplamente distribuída no nordeste

brasileiro e a espécie de camarão mais utilizada, *Litopenaeus vannamei*, necessita de certo nível de salinidade para um melhor desenvolvimento. O rejeito da dessalinização também pode vir a ser utilizado nos tanques de criação de camarão marinho. Vários são os fatores físico-químicos que afetam a qualidade da água e conseqüentemente o crescimento e desenvolvimento dos camarões marinhos, dentre estes: níveis de amônia, nitrato, nitrito, temperatura, fosfato, pH, alcalinidade, oxigênio dissolvido, salinidade e matéria em suspensão (ARANA, 1997).

Diante do contexto, demonstra-se a importância de avaliar a criação do camarão marinho em viveiros escavados utilizando água proveniente do rejeito da dessalinização comparando com ambiente utilizando água procedente de criação tradicional.

1.1 Justificativa

A carcinicultura surge como uma oportunidade para o aproveitamento do rejeito da dessalinização. Neste sentido o trabalho visa contribuir com o desenvolvimento científico e tecnológico, visto a carência de estudos abordando o tema, o qual é de grande impacto econômico principalmente para a região Nordeste, que é grande produtora de camarão.

O conjunto de sais presentes no efluente da dessalinização poderá contribuir para a absorção de minerais biodisponíveis em maior concentração no meio aquático viabilizando o crescimento mais rápido dos animais e reduzindo o tempo de cultivo, conseqüentemente diminuindo os custos de produção.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Avaliar a criação do camarão *Litopenaeus vannamei* em viveiro escavado utilizando efluente do processo de dessalinização em comparação com água de rio em criação tradicional.

2.2 Objetivos específicos

- Preparar dois viveiros escavados (Região do Cariri e Agreste Paraibano) para criação do camarão *Litopenaeus vannamei*;
- Monitorar quinzenalmente a qualidade da água quanto aos parâmetros físicos (pH, salinidade, temperatura e transparência) e químicos (alcalinidade, dureza total, amônia, nitrito, nitrato e oxigênio dissolvido) durante o crescimento do camarão nos diferentes ambientes;
- Avaliar a incorporação de sais no solo antes e depois do período de criação de camarão nos respectivos ambientes com efluente do processo de dessalinização e com água de rio em criação tradicional.
- Avaliar o crescimento quinzenal dos camarões em peso e comprimento durante a criação, a taxa de Conversão Alimentar (FCA) nos diferentes ambientes de cultivo, a taxa de sobrevivência e dados de produção nos respectivos ambientes;
- Analisar a presença de metais nos camarões cultivados em efluente do processo de dessalinização e em água de rio em criação tradicional.
- Determinar a composição de ácidos graxos dos camarões cultivados em efluente do processo de dessalinização e em água de rio em criação tradicional.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* no Brasil

No Brasil, o cultivo de camarões marinhos iniciou-se na década de 1970, primeiramente, com as espécies nativas e, posteriormente, com as exóticas. Entretanto, a produção nacional possui concentração na região continental (águas interiores) sobre a produção marinha (águas litorâneas), fato que demonstra um grande potencial de expansão, visto a grande extensão territorial litorânea que o Brasil possui (Quadro 01).

Quadro 01. Produção total, continental e marinha da aquicultura no Brasil entre 2008 e 2010

Produção	2008		2009		2010	
	t	%	t	%	t	%
Total	365.366,4	-	415.649,4	-	479.398,6	-
Continental	282.008,1	77,2	337.352,2	81,2	394.340,0	82,3
Marinha	83.358,3	22,8	78.296,4	18,8	85.058,6	17,7

Fonte: MPA/ABCC (2013)

O camarão *Litopenaeus vannamei* foi trazido para o Rio Grande do Norte em 1981 para fins de cultivo em viveiros (ABCC, 2014), porém não apresentou bons resultados durante anos. Somente a partir do início da década de 90, a espécie começou a apresentar resultados positivos, passando a ser cultivada ao longo de praticamente toda a costa brasileira. Atualmente, trata-se da espécie que predomina na carcinicultura brasileira (CAHÚA et al, 2012).

O cultivo de camarões em cativeiro é uma atividade do agronegócio brasileiro de maior representatividade na Região Nordeste, onde a maioria dos produtores utiliza metodologia de cultivo semi-intensivo, caracterizada por densidades populacionais de aproximadamente 40 animais/m², pela utilização de aeradores e pela adição de ração aos

viveiros em complemento ao alimento natural (OLIVEIRA, 2009).

Entre os fatores que contribuíram para a elevada produção do camarão cultivado, destacam-se as pesquisas na área tecnológica, a elevada demanda do mercado mundial do setor e a redução na produção de camarão oriundo da pesca extrativa (RODRIGUES, 2005).

A carcinicultura, mesmo sendo uma atividade comercial recente no Brasil, vem se consolidando como uma das mais promissoras atividades econômicas da região Nordeste. “A faixa costeira do Brasil abriga grande parte da indústria de camarão nacional, além de centros de processamento para o mercado e dos laboratórios de larvicultura. Mais de 90% desta capacidade está na região Nordeste (Quadro 02)”. De uma forma de infraestrutura básica, a região Nordeste parte para uma estrutura totalmente consolidada e sustentada pela qualidade e produtividade do camarão oferecido ao mercado externo. Entendendo a queda em alguns segmentos do agronegócio nordestino, os empresários desenvolveram o “negócio” de produção de camarão de uma forma integrada: a melhor estrutura de laboratórios de larvicultura, os berçários e tanques de engorda e as áreas, bastante eficazes, de beneficiamento (LISBOA FILHO, CARLINI JUNIOR, 2004).

Quadro 02: A Carcinicultura marinha nas Macrorregiões Brasileiras.

Região	Fazendas		Produção	
	Nº	%	Ton	%
Norte	3	0,2%	56	0,1%
Nordeste	1.429	92%	69.171	99,3%
Sudeste	1	0,1%	-	-
Centro-Oeste	-	-	-	-
Sul	112	7%	344	0,6%
Total	1.545	100%	69.571	100%

Fonte: MPA/ABCC (2013).

3.1.1 Criação de camarão na Paraíba.

A carcinicultura na Paraíba é uma atividade consolidada no agronegócio do estado e possui grande importância econômica nos dois polos produtores: Região litorânea e no vale do Rio

Paraíba. A produção estadual é de 1.530 toneladas segundo levantamento realizado pelo Ministério da Pesca e da Aquicultura, ocupando a sétima colocação nacional dos estados brasileiros produtores de camarão marinho (ABCC/MPA, 2013). No vale do Rio Paraíba encontra-se fazendas na maioria de micro e pequenos produtores nos municípios de Pilar, Mogeiro, Salgado de São Félix, São Miguel de Taipú e Itabaiana utilizando água oligohalina do próprio rio, poços e reservatórios. Dos 53 produtores de camarão ativos no estado da Paraíba, 43 são de micro e pequenos empreendimentos (ABCC/MPA, 2013).

A água pesada, rica em carbonatos, é encontrada em muitos açudes, lagoas e poços artesianos do nordeste brasileiro e que é rejeitada para o consumo humano, pode ser utilizada de forma adequada para se produzir camarões marinhos em escala comercial e se atribuir valor econômico e social a um recurso natural disponível e com baixas condições de uso (humano e agrícola). (RODRIGUES, AKIRA JÚNIOR, 2014)

3.2 Crescimento e requerimentos proteicos do camarão marinho

De uma forma geral, os peneídeos são classificados como onívoros. Entretanto em algumas espécies os adultos também podem ser detritívoros e/ou carnívoros.

De acordo com Cuzon *et al.* (2004), os níveis de proteínas exigidos para o desenvolvimento dos camarões variam em cada fase da vida. Em pós-larvas, esses níveis variam em torno de 30%-35% e em juvenis de 30%. Assim, alguns autores recomendam que os níveis proteicos das rações variem de acordo com o crescimento do camarão (WYK, 1999). Portanto, as rações desempenham um papel importante para esses animais (VALENÇA, MENDES, 2003).

Na larvicultura a administração de uma alimentação adequada é fundamental, pois afeta diretamente a sobrevivência e o tempo de desenvolvimento larval. Entretanto, é importante que mais de um alimento de mesma natureza seja utilizado para que o número de aminoácidos, vitaminas e demais nutrientes seja o mais completo possível (VALENTI, 1998).

Os alimentos balanceados têm sido elaborados com a finalidade de suprir os requerimentos nutricionais dos camarões com intuito de manter os animais de tal forma que possam crescer a taxas máximas e, além disso, tolerar as pressões normalmente presentes nos tanques de cultivo. Levando em conta isto, a indústria tem se focado principalmente no melhoramento dos alimentos balanceados com a finalidade de suprir cada vez melhor os

requerimentos nutricionais dos animais cultivados.

Glencross et al. (2015) cita que a inclusão de proteína em dietas para camarão continua a ser o maior custo em formulações de rações para carcinicultura, onde o crescimento é observado fortemente influenciado pelo nível de proteína da dieta, no entanto, pouco afetado pelo teor de amido.

3.3 Qualidade da água na criação de camarões marinhos

Na carcinicultura é de extrema importância o controle da qualidade na água, principalmente quando é utilizado um sistema de cultivo intensivo, em que o camarão marinho necessita de parâmetros nos níveis ideais para seu pleno desenvolvimento. De acordo com Nunes (2001), é importante que se mantenha um bom monitoramento destes parâmetros.

Segundo Wyk (2004), a temperatura é o parâmetro físico principal pelas atividades metabólicas e responsável pelo crescimento, além de influencia no índice de sobrevivência dos camarões.

O pH da água é um importante fator para assegurar uma boa produção do camarão marinho. A faixa de pH de 6,5 a 9,0 é usualmente sugerida para a carcinicultura, mas a faixa pode diferir para diferentes espécies. Baixos níveis de pH reduzem o crescimento e a reprodução dos animais (LOPES et al., 2001).

A salinidade é um fator determinante para o crescimento do camarão marinho (Boyd, 2001; CHEN, LEU, ROELANTS, 1992). O camarão peneídeo *L. vannamei* pode ser cultivado em salinidade acima de 0,5ppm para a sobrevivência e e crescimento adequados (BOYD,2001).

O oxigênio dissolvido em tanques é monitorado por ser o primeiro parâmetro de qualidade da água que pode ser afetado através do aumento da alimentação e do metabolismo dos camarões. A Resolução 357 do CONAMA (2005) disciplina valores acima de 5,0 mg/L, enquanto Nunes *et al.* (2005) avalia que valores acima de 3,0 mg/L permitem pleno desenvolvimento.

A condutividade elétrica é uma medida da concentração de íons na água, principalmente, cálcio, magnésio, potássio, carbonato, sulfato e cloreto (ESTEVES, 1988). Pode ser utilizada como forma indireta de medir a salinidade da água.

A alcalinidade está relacionada a diversas etapas no cultivo do camarão: Efeito tamponante na variação do pH do viveiro e principalmente na ecdise (troca do exoesqueleto) e no crescimento (BOYD,2002).

A dureza total é a concentração de cátions divalentes na água, onde o cálcio (Ca^{2+}) e o magnésio (Mg^{2+}), são os mais comuns em água doce. É recomendado para sistemas de aquicultura, valores de dureza total acima de $20 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$ fator associado a biodisponibilidade de cálcio necessários a ecdise (BOYD e EGNA, 1997).

O nitrogênio nos sistemas de cultivo provém da decomposição da ração não ingerida e da excreção dos organismos cultivados (Barak et al. 2003).

A amônia é um resíduo nitrogenado produzido através do catabolismo dos aminoácidos, sendo, na água, reduzida a nitrito pela nitrificação bacteriana antes de ser convertida a nitrato (COSTA et al., 2004). Candido et al., (2005) afirma que os níveis de amônia se originam dos excretos dos animais e da decomposição da matéria orgânica, causando toxidez e diminuição da taxa de crescimento.

O nitrito (NO_2^-) e o nitrato (NO_3^-) estão presentes no cultivo resultantes da transformação da amônia na presença de oxigênio. O nitrito é um intermediário da oxidação da amônia a nitrato. Está presente em ambientes eutrofizados e em camadas mais profundas de água (Kubitza, 2003).

Os compostos nitrogenados podem ser evitados através da renovação constante de água, evitando a disposição excessiva de ração e as altas densidades que elevam a quantidade de excretas e nutrientes na água (COSTA *et al.*, 2008)

A diminuição da transparência e turbidez da água se deve ao aporte de ração, fertilizantes em excesso e fezes do camarão, fatos que aumentam a produtividade primária do ambiente e podem contribuir negativamente a qualidade da água.

3.3.1 Regulamentação do CONAMA quanto à qualidade da água

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), no uso das atribuições que lhe confere na Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 estabeleceu a classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional. A água do Rio Paraíba utilizada no Agreste Paraibano (Granja Cavalheiro) e do Poço pertencente Fazenda Agreste no Cariri (Serra Branca - PB) para a carcinicultura é pertencente a Classe II (Salobra, águas com salinidade igual ou

superior a 0,5 ‰ e 30 ‰) – águas destinadas:

- à recreação de contato primário;
- à proteção das comunidades aquáticas;
- à aquicultura e à atividade de pesca;

Para as águas de Classe II (salobras), são estabelecidos os limites ou condições seguintes:

- a) Oxigênio dissolvido: não inferior a 5 mg/l O₂;
- b) pH: 6,5 a 8,5
- c) Cádmio: 0,005 mg/l Cd
- d) Níquel: 0,025 mg/L Ni
- e) Coliformes: Coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 2500 por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

3.4 Utilização do efluente de dessalinização

A região nordeste, especialmente no semiárido, possui elevado índice de poços e fontes de água salinizadas ou salobras. Fato que impossibilita o consumo direto humano, animal e para agricultura. A instalação de dessalinizadores na região veio possibilitar o consumo e uso desta água, porém a água residual do processo e que tem concentração iônica maior que a existente no subsolo pode causar impactos ambientais se não destinados de maneira eficaz. Segundo o Documento 187 da EMPRAPA (Embrapa Semi-Árido, 2004) quase na totalidade dos casos, estes efluentes não recebem nenhum tipo de tratamento, e são lançados diretamente no solo, propiciando alto acúmulo de sais nas camadas superficiais do terreno, os quais podem ser lixiviados com as águas das chuvas, salinizando o perfil do solo e atingindo os aquíferos.

Pesquisas têm sido conduzidas para o aproveitamento deste efluente na produção de peixe (Porto *et al.*, 2006) e irrigação de plantas halófitas (Porto *et al.*, 2001), reduzindo o impacto ambiental e gerando proteína animal tanto para consumo, como para comercialização.

3.5 Contaminação por metais no ambiente e no camarão cultivado

Efluentes de indústrias e urbanos ocasionalmente são descartados sem nenhum tratamento em rios, estuários e oceanos levando a poluição destes corpos aquáticos e dos organismos existentes.

Um dos grandes problemas da poluição de ambientes aquáticos é a bioacumulação nos organismos existentes e na cadeia alimentar, fato que aumenta à medida que se eleva os níveis tróficos da cadeia, principalmente ocasionada por metais pesados. (MARKERT, 1998). Elementos como o Al, Ba, Be, Cd, Pb, Hg e Ni alteram as estruturas celulares e substituem metais cofatores de atividades enzimáticas (MINDELL; MUNDIS, 1996).

Em mar aberto, pouco afetado pela poluição, os crustáceos contém apenas a concentração de metais normal presente, porém quando submetidos a criação em cativeiro (cultivados) o camarão está sujeito a poluentes dos ambientes aquáticos e os níveis de metais podem ser encontrados em teores superiores ao normal (GONÇALVES,2011).

O excesso do teor de metais na água do cultivo do camarão pode levar a absorção e posterior bioacumulação do metal na carcaça e tecidos do animal, que em teores elevados pode causar riscos a saúde humana (FERNANDEZ *et al.*,2008).

Sousa (2009) indica que os metais traço são continuamente lançados no ambiente aquático por via natural ou antropogênica. Cd e Pb, ainda que em baixas concentrações, podem causar sérios efeitos tóxicos aos organismos, visto que os organismos aquáticos tendem a acumular metais traço em seus tecidos, mesmo quando a água possui níveis desses compostos abaixo da concentração máxima tolerada pela legislação, há grandes riscos de contaminação dentro da cadeia trófica.

A alimentação do camarão cultivado é composta essencialmente pela ração, esta que sofre alterações de ingredientes devido a demanda e custos, os principais são proteínas de origem animal (peixes, vísceras, etc) e vegetais (farelos de soja, milho). Estes ingredientes se não avaliados quanto a presença de metais podem acumular no tecido do camarão e causar sérios riscos a saúde humana.

Kubitza e Ono (2005) afirmam que apenas os produtores mais esclarecidos e interessados em aprimorar seu trabalho se preocupam com o risco de contaminação por microrganismos, por resíduos de produtos químicos, de antibióticos e de metais pesados nos pescados.

Wu e Yang (2011) em estudo realizado na China com camarões selvagens e cultivados observou que todos os níveis de metais foram menores nos camarões cultivados, encontrando apenas cromo, zinco e ferro acumulados no tecido do camarão cultivado *Litopenaeus vannamei*.

Santos (2011) observou em pesquisa na Bahia que tanto o camarão (*Penaeus brasiliensis*) quanto o sururu (*Mytella guyanensis*) apresentaram maior tendência à acumulação de cádmio e de chumbo com teores acima do limite previsto pela legislação.

Visando a prática sustentável e uma boa qualidade do produto, este trabalho identificará os níveis de metais no cefalotórax do camarão cultivado na região do Agreste e Cariri Paraibano.

3.5.1 Legislação Brasileira sobre metais em pescados

A legislação brasileira possui o Decreto nº 55871, de 26 de março de 1965 que regulamenta os aditivos contidos nos alimentos, atualmente também é utilizado como parâmetro que estabelece os limites máximos de tolerância para os contaminantes inorgânicos em alimentos a Portaria nº 685, de 27/08/98 (D.O.U, de 24/09/98) da Secretaria de Vigilância Sanitária / Ministério da Saúde (SVS/MS). O limite considerado tolerável para cádmio é de 1 ppm e para chumbo 2 ppm em peixes e produtos de pesca (BRASIL, 1998), enquanto o níquel é de 5 ppm (BRASIL, 1965). Entretanto, os níveis de cobalto e manganês não estão especificados nas resoluções.

3.6 Ácidos graxos

Os ácidos graxos são encontrados em óleos e gorduras, formados por cadeias de átomos de carbono que se ligam a átomos de hidrogênio com um radical ácido em uma de suas extremidades. (MONTGOMERY, 1994). Os ácidos graxos podem ser saturados, que possuem apenas ligações simples entre carbonos e baixa reatividade química, e os insaturados divididos em: Monoinsaturados (uma ligação dupla) e polinsaturados (duas ou mais ligações duplas), estes possuem maior reatividade química.

Franco (2001) observa que o estado de saturação ou insaturação constitui uma importante característica química, assim como nutricional, face ao papel exercido por certos ácidos graxos nos processos metabólicos e imunitários.

Na nutrição humana existem dois ácidos essenciais: o ácido alfa-linolênico 18:3 w-3 que forma parte das famílias dos ácidos graxos ômega-3 e o ácido linoléico 18:2 w-6 que forma parte das famílias dos ácidos graxos ômega-6. Eles não podem ser sintetizados pelo organismo humano, sendo necessários na dieta (SIRIWARDHANA et al., 2004).

O camarão marinho possui elevado teor de ácidos graxos insaturados, fato que está relacionado ao seu hábito alimentar, composto de zooplânctons que se alimentam de algas marinhas produtoras de ácidos graxos, onde destaca-se um maior teor de ácidos graxos em animais marinhos que em animais de água doce (MARTINO; TAKAHASHI, 2001).

González-Félix *et al.* (2002) observaram que o conteúdo de lipídeos e a composição dos ácidos graxos de organismos cultivados estão relacionados diretamente com a dieta.

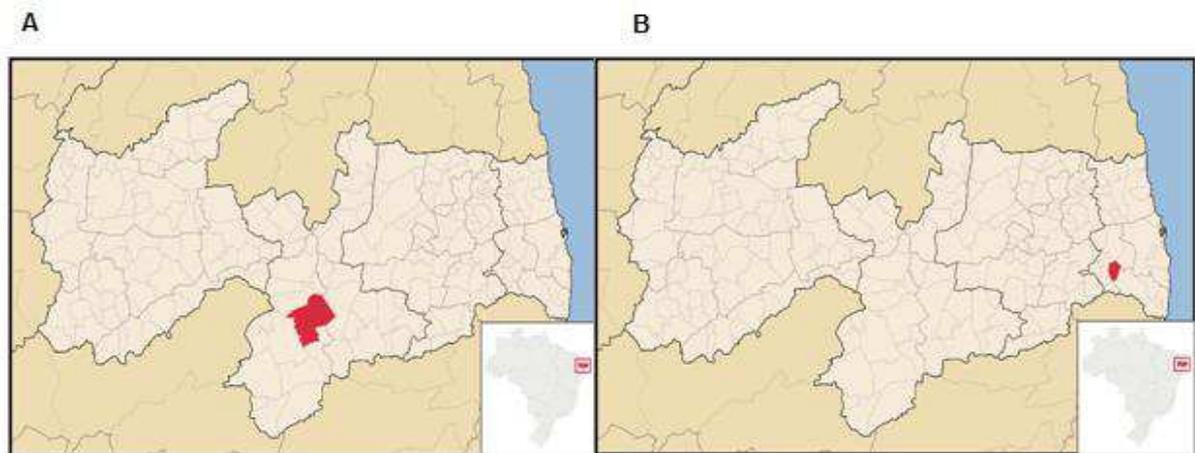
4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

A criação do camarão foi realizada em duas regiões do Estado da Paraíba, identificadas como região do Cariri, no Município de Serra Branca (Fazenda Agreste) e na região do Agreste, no Município de São Miguel de Taipú (Granja Cavalheiro).

É importante salientar que os respectivos ambientes de criação foram povoados com densidades populacionais iguais, ou seja, 30 camarões por metro quadrado, bem como utilizados os mesmos procedimentos de manejo na condução do experimento (ração ofertada, renovação de água nos viveiros, quantidade de comedouros por área, e uso de aeradores).

Figura 01: (A) Localização do município de Serra Branca-PB (Fazenda Agreste) na região do Cariri Paraibano. (B) Município de São Miguel de Taipú (Granja Cavalheiro) na Região do Agreste Paraibano



Fonte: Google Imagens (2014)

4.1.1 Características da água

Na condução deste experimento foram utilizadas diferentes fontes de captação de água. Na região do cariri, a fazenda Agreste disponibilizou água residual proveniente de poço

salinizado que é utilizada pela empresa de dessalinização, e assim disponibilizou o efluente que foi utilizado na condução da criação. Na região do agreste paraibano, a granja Cavalheiro é abastecida pelo Rio Paraíba, o qual serviu para captação no abastecimento dos viveiros.

4.2 Manejo de criação do camarão marinho

A preparação do solo foi baseada no uso de calcário dolomítico conforme análise preliminar do pH em 03 pontos de amostragem em cada viveiro. Os viveiros utilizados inicialmente passaram por um processo de correção do pH através do uso de calcário e cal hidratada em dosagem que variam entre 200 a 2000 kg / ha / ciclo para obter níveis de pH entre 7,0 a 7,8 considerados ideais para o cultivo.

Os viveiros permaneceram secos durante um período de 3 dias e a fertilização procedeu com a adição de uréia (40 a 50 kg / ha), superfosfato triplo (10 a 20 kg / ha), estes que tem a função de permitir o desenvolvimento de fitoplâncton, que é a base inicial da cadeia alimentar nos viveiros, que por sua vez vai permitir o desenvolvimento do zooplâncton e do zoobenton, todos estes organismos participam da dieta natural dos camarões.

Fertilizado o viveiro, este foi abastecido com uma lâmina d'água média de 50 cm, e permaneceu neste nível por 3 a 5 dias até constatar-se o desenvolvimento do fitoplâncton. O alimento natural constitui algo em torno de 30 a 40% do consumo nutricional dos camarões dentro do processo de cultivo. Todavia, a alimentação artificial que é constituída através do uso de rações comerciais durante o cultivo semi-intensivo que representa um complemento da alimentação natural, para tanto, os programas de fertilização são de grande importância para o processo produtivo.

O calcário utilizado para correção de pH pode ser composto de carbonato de cálcio ou carbonato de cálcio-magnésio (calcário dolomítico). Em valores inferiores a um pH de 6,0 o calcário é utilizado em dosagens superiores a 2000 kg / ha. Se o pH do solo estiver entre 6,0 e 7,0 utiliza-se de 1000 a 1500 kg / ha de calcário, procedimentos estes aplicados pela equipe de cada empreendimento.

Figura 02: Preparação do solo no viveiro realizada na Granja Cavalheiro, São Miguel de Taipú-PB



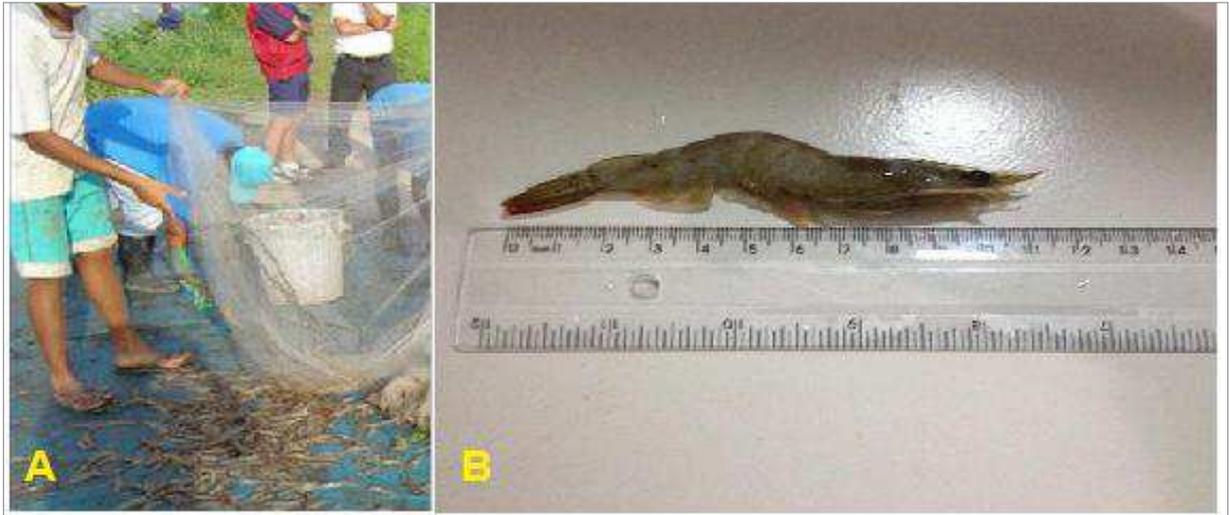
Fonte: Arquivo pessoal (2014).

4.2.1 Crescimento dos camarões.

Os camarões foram avaliados quinzenalmente quanto ao seu peso (gramas) e comprimento (centímetros), utilizando uma balança semi-analítica (duas casas decimais) e régua (em centímetros). A ração foi a mesma utilizada nos dois cultivos.

A biometria foi realizada quinzenalmente, com o objetivo de analisar o desenvolvimento e crescimento dos camarões criados em uma granja com suprimento de água do Rio Paraíba e em uma criação utilizando os efluentes do processo de dessalinização. Os camarões foram capturados dos viveiros e aferidos o peso e o comprimento (Figura 03).

Figura 03: (A) Captura de camarões dos viveiros com tarrafa; (B) Processo de Medição com régua dos camarões na Fazenda Agreste no município de Serra Branca-PB.



Fonte: Arquivo Pessoal (2014).

As taxas de crescimento de peso (Pr), incremento em peso relativo diário da biomassa (Br) e a taxa de sobrevivência ($TS\%$), foram obtidas pelas seguintes formulas, de acordo com Diaz-Iglesia, Brito Perz e Baez-Hidalgo (1991):

$$Pr = \frac{(P_{fi} - P_{in})}{P_{in}} \times 100 \quad \text{Eq.1}$$

Em que: P_{fi} = peso médio final e P_{in} = peso médio inicial;

$$Br = \frac{(P_{fi} \times n) - (P_{in} \times n)}{(P_{in} \times n)} \times 100 \times \frac{1}{T} \quad \text{Eq. 2}$$

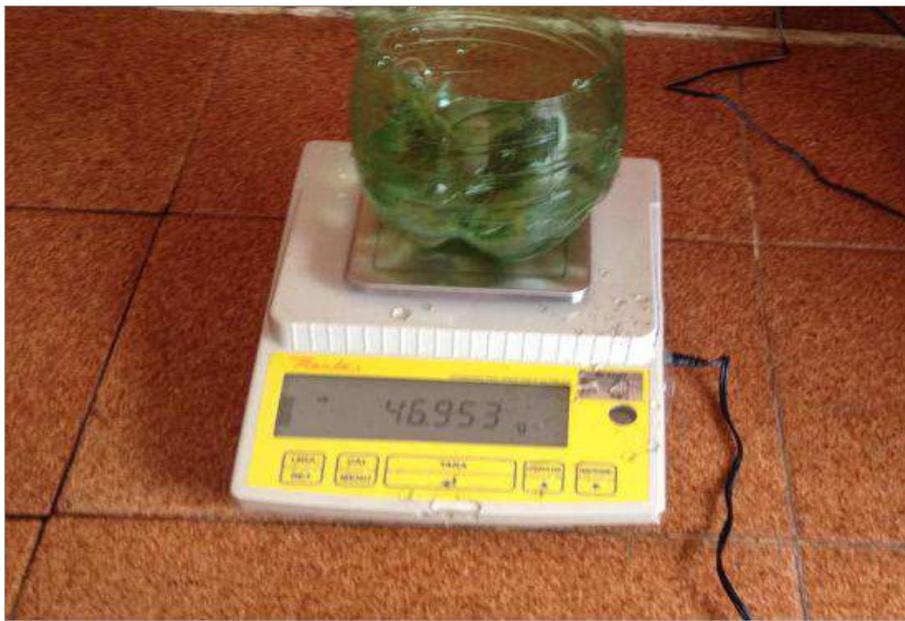
Em que: n = numero de sobreviventes, T = Tempo de experimento.

Para calcular a taxa de sobrevivência (TS%) dos camarões foi utilizada a seguinte expressão:

$$TS\% = \frac{Nf \times 100}{Ni} \quad \text{Eq.3}$$

Em que: Nf = número final de pós-larvas ou camarões adultos e Ni = número inicial de larvas e pós-larvas.

Figura 04: Pesagem dos camarões na Fazenda Agreste no município de Serra Branca-PB.



Fonte: Arquivo Pessoal (2014).

4.2.2 Taxa de Conversão Alimentar (FCA) e Sobrevivência.

Para obter estes valores foram anotados todos os valores de pesos de rações utilizados em cada viveiro, seguindo a formula abaixo:

FCA = Biomassa de camarão obtido no final da criação / quantidade de ração usada no

viveiro.

4.3 Análise dos Dados

Para avaliar o crescimento do camarão nos diferentes ambientes de cultivo (Cariri e Agreste Paraibano) realizou-se uma análise quantitativa dos dados obtidos quinzenalmente até a despesca final.

4.3.1 Curvas de crescimento

Utilizando a metodologia de análise quantitativa aplicada a aquicultura (SANTOS, 1978; RICKER, 1975), dando ênfase as estimativas da relação peso total/tempo de cultivo ($W \times t$), comprimento total/tempo ($L \times t$) e peso total/comprimento total ($W \times L$), aplicou-se diversos modelos matemáticos de crescimento (DRAPER, SMITH, 1981). Todavia, para escolha do modelo matemático mais adequado foi levado em conta o índice de ajuste dos dados, parâmetro similar ao coeficiente de determinação (r^2) que é dado pela expressão:

$$I.A. = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n \left(y_i - \hat{y}_i \right)^2}{\sum_{i=1}^n \left(y_i - \bar{y}_i \right)^2}$$

Em que:

y_i = valores observados da variável y ; $i = 1,2,3,\dots,n$;

\hat{y}_i

= valores estimados da variável y ; $i = 1,2,3,\dots,n$;

\bar{y}_i = média dos valores observados da variável y , e I.A., igualmente r^2 , indica a

proporção da variação dos dados observados explicada pela equação ajustada.

Neste trabalho foram utilizadas comparações entre as equações de crescimento discriminadas na Tabela 01, para escolher o melhor índice de ajuste conforme os pontos observados em cultivo. Estes modelos de crescimento podem auxiliar o produtor para identificar as possíveis melhores datas para despesca e na programação do seu cultivo.

Tabela 01: Modelos e Equações de crescimento utilizadas para obtenção do índice de ajuste.

Modelo	Equação
Linear	$Y = b_0 + b_1.x$
Quadrático	$y = b_0 + b_1.x + b_2$
Cúbico	$y = b_0 + b_1.x + b_2 .x^2 + b_3 .x^3$
Logarítmico	$y = b_0 + b_1.\ln x$
Inverso	$y = b_0 + b_1/x$
Potência	$y = b_0 . X^{b_1} \Leftrightarrow \ln y = \ln b_0 + b_1.\ln x$
Logístico	$y = \frac{1}{1/u + b_0.b_1x}$
Crescimento	$y = e^{b_0 + b_1.x} \Leftrightarrow \ln y = b_0 + b_1 .x$
Exponencial	$y = b_0 .e^{b_1.x} \Leftrightarrow \ln y = \ln b_0 + b_1 .x$

Para obtenção da estimativa dos modelos de crescimento estudados utilizou-se o Software IBM SPSS Statistics.

4.4 Qualidade de água na criação do camarão

A manutenção das condições limnológicas ideais nos viveiros foi permitida através do uso

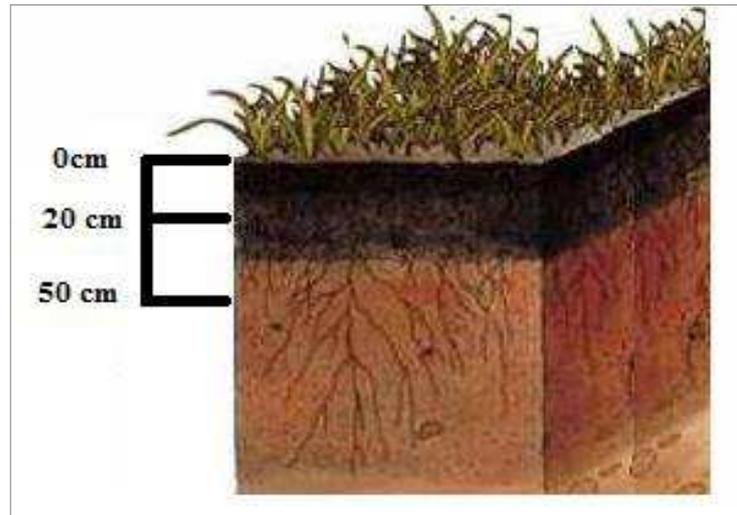
de programas de bombeamento que vão suprir as perdas com evaporação, infiltração e evapotranspiração. Além de ajustar os parâmetros da qualidade da água tão necessários ao desenvolvimento dos camarões. Foram utilizados como parâmetros para verificação da qualidade da água através de coleta quinzenal, exceto para coliformes totais que foram realizadas uma coleta no início do cultivo e outra na despesca, os itens abaixo:

- ▶ Temperatura: As medidas de temperatura foram realizadas a média profundidade, utilizando-se de um termômetro de mercúrio com 1 °C de resolução.
- ▶ Salinidade: Através de um refratômetro.
- ▶ pH: Medido utilizando-se um medidor digital e portátil.
- ▶ Transparência: Utilizou-se um disco de Secchi.
- ▶ Alcalinidade e Dureza Total: Método titulométrico de acordo com Golterman *et al.*, (1978).
- ▶ Oxigênio dissolvido: Foi realizado através de um oxímetro digital.
- ▶ Nitrito: As concentrações de nitrito ($\mu\text{g/L}$) dissolvido na água foram determinadas segundo técnica descrita em Mackereth *et al.*, (1978)
- ▶ Nitrato: As concentrações de nitrato dissolvido na água foram determinadas pelo método colorimétrico (salicilato de sódio) segundo técnica descrita em Rodier (1975).
- ▶ Amônia: As concentrações de amônio dissolvidas na água foram determinadas segundo técnica descrita em Mackereth *et al.*, (1978).
- ▶ Coliformes totais: Técnica de tubos múltiplos conforme método citado em Silva *et al.* (1997).

4.5 Análise da condutividade do solo dos viveiros

Os sais solúveis foram determinados no solo estratificado dos viveiros antes e após a despesca (término do cultivo) com 0, 20 e 50 cm da superfície pela medição de cátions e ânions no extrato aquoso, onde a salinidade do solo foi estimada pela condutividade elétrica do extrato (CLAESSEN, 1997).

Figura 05: Solo estratificado para análise de salinidade em três profundidades: Superfície (0cm), Média (20cm), e Profunda (50cm).



Fonte: Arquivo Pessoal (2014).

4.6 Análise de metais

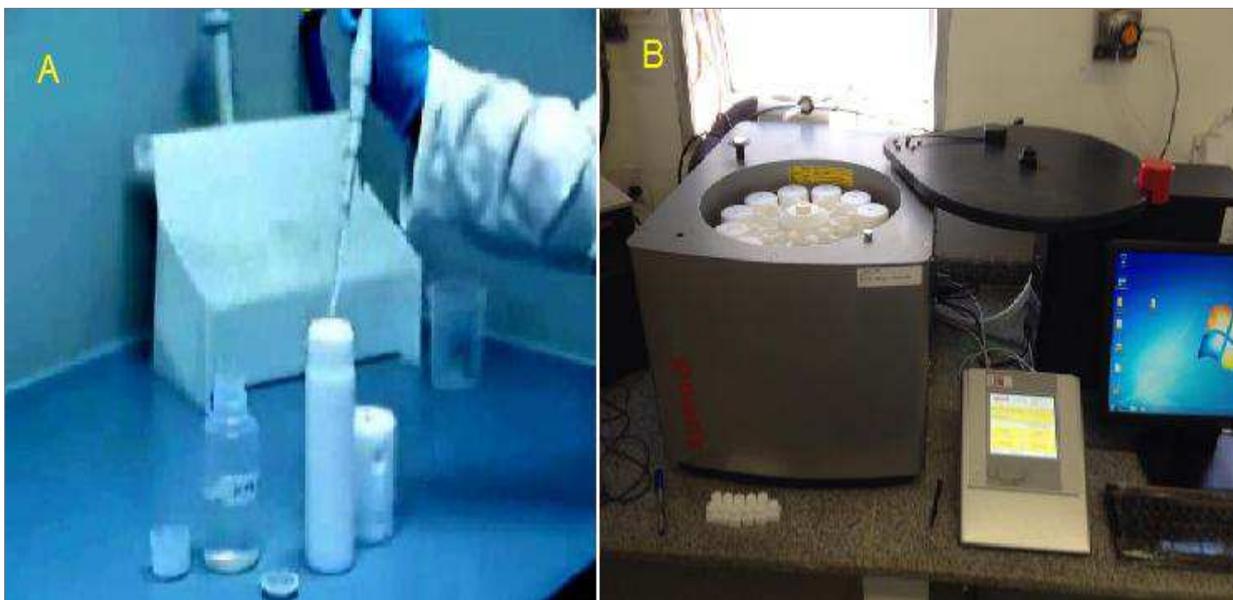
4.6.1 Trituração mecânica das amostras de camarão

No final do cultivo amostras do cefalotórax dos camarões, obtidos dos diferentes ambientes de criação (Agreste e Cariri), foram trituradas em processador de alimentos.

4.6.2 Digestão das amostras em Micro-ondas BERGHOF

Amostras de 500 mg dos cefalotórax dos camarões foram trituradas e inseridas no vaso de digestão, onde foram adicionados 8,0 mL de HNO_3 e 2,0 mL de H_2O_2 . A mistura foi agitada cuidadosamente. Após 10 minutos colocou-se o vaso no micro-ondas BERGHOF (Figura 04) com a seguinte programação de temperatura (Tabela 02).

Figura 06: (A) Deposição de amostra no vaso do micro-ondas (B) Micro-ondas BERGHOF.



(Fonte: Arquivo Pessoal,2015)

Tabela 02: Programa de temperatura para digestão de pescado em micro-ondas BERGHOF.

Etapa	T [°C]	P [bar]	Ta [min]	Tempo [min]	Potência [%]
1	200	35	15	10	90
2	50	25	1	10	0

As amostras após a digestão foram filtradas e colocadas em recipientes, identificadas e refrigeradas para análise por Espectrometria de Emissão Atômica por Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-OES).

4.6.3 Determinação da concentração de metais nas amostras

Os metais pesquisados foram: Chumbo (Pb), Cádmiio (Cd), Cobalto (Co), Manganês (Mn) e Níquel (Ni). A Espectrometria de Emissão Atômica por Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-OES) é atualmente utilizada em análises de elementos traço. O ICP possui a

vantagem de realizar análises de vários elementos em um curto período de tempo e em concentrações extremamente baixas.

A análise dos metais foi realizada no Laboratório de Combustíveis e Materiais (LACOM) da Universidade Federal da Paraíba. As leituras foram feitas em triplicata no Espectrômetro de Emissão Atômica por Plasma Acoplado ICP-OES ICAP 6000 Series ThermoScientific.

4.7 Análise de ácidos graxos

Para a obtenção dos ésteres metílicos, utilizou-se 15 mL do extrato lipídico, proveniente de cada amostra contendo camarões inteiros das diferentes regiões (Agreste e Cariri), obtido por metodologia de Folch, Less e Stanley (1957), os quais foram transferidos para balões de fundo chato, seguido de evaporação do clorofórmio em estufa à 105°C. Os extratos lipídicos obtidos foram transmetilados segundo o método de Hartman e Lago (1973) que consiste numa saponificação e conversão dos ácidos graxos em ésteres metílicos.

A saponificação foi realizada no material graxo pela adição de uma solução metanólica de hidróxido de potássio 0,5 N mantida sob refluxo por quatro minutos. A esterificação foi realizada adicionando-se ao extrato lipídico 7,5 mL do reagente de esterificação (metanol + cloreto de amônia + ácido sulfúrico por três minutos sob refluxo), após isso o material foi lavado com 12,5 mL de éter etílico e 25 mL de água destilada, repetindo a lavagem com 12,5mL de água por duas vezes e filtrado com hexano em papel de filtro contendo sulfato de sódio anidro.

Os ésteres transmetilados foram acondicionados em frascos de vidro (7 mL), lacrados e armazenados em freezer (-18°C) para posterior análise em Cromatógrafo a Gás (CG) com coluna de 30m acoplado a Espectrômetro de massas, modelo GCMS-QP2010 Ultra Shimadzu e realizados no Instituto de Pesquisa em Fármacos e Medicamentos da Universidade Federal da Paraíba.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Qualidade da Água

As análises físico-químicas das águas dos viveiros na região do Agreste que utiliza a água do Rio Paraíba (V1 e V2) e dos tanques na região do Cariri que utiliza o efluente da dessalinização (T1 e T2) durante o cultivo do camarão marinho (Tabela 3 e 4) apresentaram resultados dentro das normas para uso na carcinicultura (CONAMA/357).

Tabela 03: Análise de água dos viveiros (V1,V2) e índice de pluviosidade na região do Agreste Paraibano (água do Rio Paraíba).

Parâmetros	Ambientes	Media	Conama/357
pH	V1	8,15	6,5-8,5
	V2	8,30	
Temperatura (°C)	V1	27,50	
	V2	27,50	
Salinidade (‰)	V1	1,5	
	V2	1,5	
OD (mg/L)	V1	5,20	>5,0
	V2	5,05	
Alcalinidade (mg CaCO ₃ /L)	V1	162,50	
	V2	162,50	
Dureza (mg CaCO ₃ /L)	V1	154,00	
	V2	157,00	
Amônia (NH ₄ -N/L)	V1	0,30	
	V2	0,30	
Nitrito (mg NO ₂ -N/L)	V1	0,0045	<0,20 mg/L N
	V2	0,0040	

Nitrato (mg NO ₃ -N/L)	V1	0,125	<0,70 mg/L N
	V2	0,115	
Transparência (cm)	V1	50,0	
	V2	55,0	
Pluviosidade (mm)	-	15	
Coliformes (NMP/m/L)	V1	55,00	
	V2	55,00	<2500*

*Coliformes termotolerantes

Tabela 04: Análise de água dos tanques (T1, T2) e índice de pluviosidade na região do Cariri Paraibano (Efluente da dessalinização).

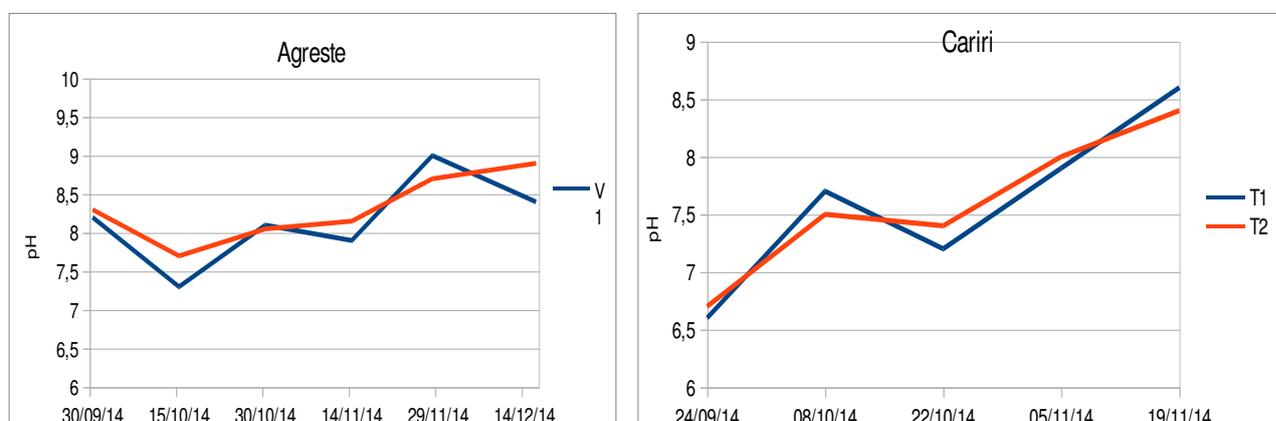
Parâmetros	Ambientes	Media	Conama/357
pH	T1	7,6	6,5-8,5
	T2	7,6	
Temperatura (°C)	T1	29,50	
	T2	29,50	
Salinidade (‰)	T1	4,50	
	T2	4,70	
OD (mg/L)	T1	6,20	>5,0
	T2	6,05	
Alcalinidade (mg CaCO ₃ /L)	T1	84,00	
	T2	102,00	
Dureza (mg CaCO ₃ /L)	T1	2160,00	
	T2	2030,00	
Amônia (NH ₄ -N/L)	T1	0,055	
	T2	0,055	
Nitrito (mg NO ₂ -N/L)	T1	0,0075	<0,20 mg/L N
	T2	0,0080	
Nitrato	T1	0,025	<0,70 mg/L N

(mg NO ₃ -N/L)	T2	0,025	
Transparência (cm)	T1	60,00	
	T2	65,00	
Pluviosidade anual (mm)	-	7,00	
Coliformes (ppm)	T1	-	
	T2	-	<2500*

*Coliformes totais

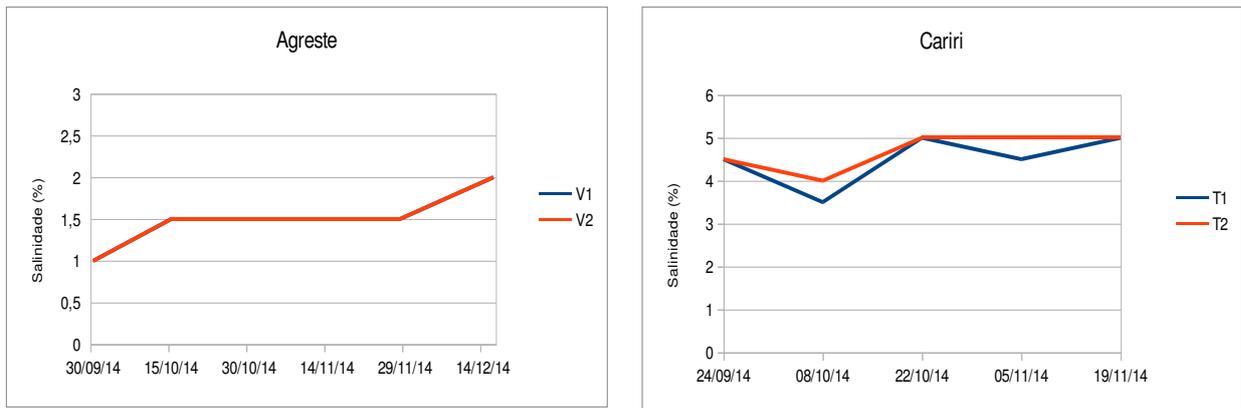
O pH apresentou uma tendência ácida com variação de 6,60 a 8,60 na região do cariri e uma tendência alcalina com variação entre 7,30 a 9,00 na região do agreste, amplitude esta que se encontra dentro dos limites normais (6,00 a 9,00) citados por Marques e Andreatta (1998) onde relatam que esta como a melhor faixa para os camarões marinhos conforme a Figura 07, destacando que a faixa de pH encontrada não interfere no crescimento dos camarões. Alguns autores encontraram sob condições experimentais resultados semelhantes, Fróes *et al.* (2007) registrou média de 7,5; Ferreira (2009) registrou uma faixa de 7 a 7,8 enquanto Tenório *et al.*(2015) os resultados variaram entre 7,1 a 9,0. Embora o pH tenha apresentando limite superior na quarta coleta (29/11/14), a média se enquadrou dentro da norma exigida pelo CONAMA/357 (2005).

Figura 07: Variação do pH durante o período de cultivo no Agreste (Rio Paraíba) e Cariri (Efluente de dessalinização).



A salinidade no agreste variou de 1% a 2%, enquanto no Cariri entre 3,5% e 5% conforme Figura 08, os resultados encontrados se encontram dentro da faixa para crescimento e sobrevivência observadas pela literatura. O camarão peneídeo *L. vannamei* pode ser cultivado em salinidade acima de 0,5 ppm para a sobrevivência e crescimento adequados (BOYD,2001), mas é uma das espécies que apresentam melhores tolerâncias a baixas salinidades, sendo cultivado até em água doce (BOYD, 1997).

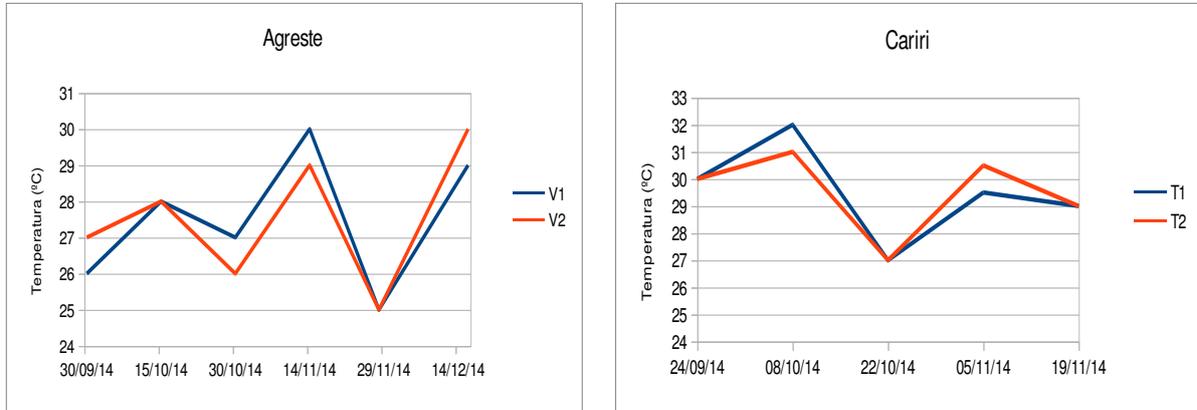
Figura 08: Variação da salinidade (‰) durante o período de cultivo no Agreste (Rio Paraíba) e Cariri (Efluente de dessalinização).



*Sobreposição de valores.

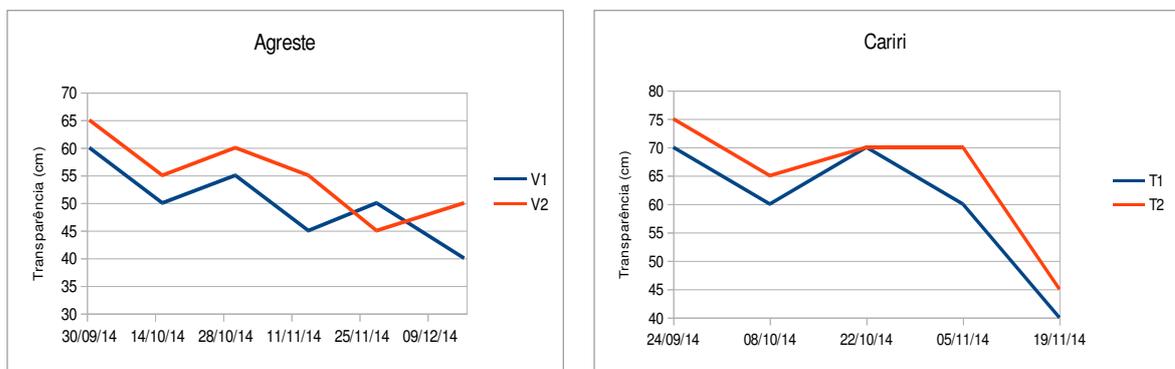
A temperatura da água nos viveiros (Agreste) apresentou uma variação entre 25°C a 30°C e nos tanques (Cariri) entre 27°C a 32°C (Figura 09). Segundo Boyd e Clay (2002) os valores encontrados no trabalho estão dentro dos padrões exigidos pela espécie (25°C a 32°C). Portanto contribuindo positivamente para o crescimento e sobrevivência no cultivo.

Figura 09: Variação da temperatura (°C) durante o período de cultivo no Agreste (Rio Paraíba) e Cariri (Efluente de dessalinização).



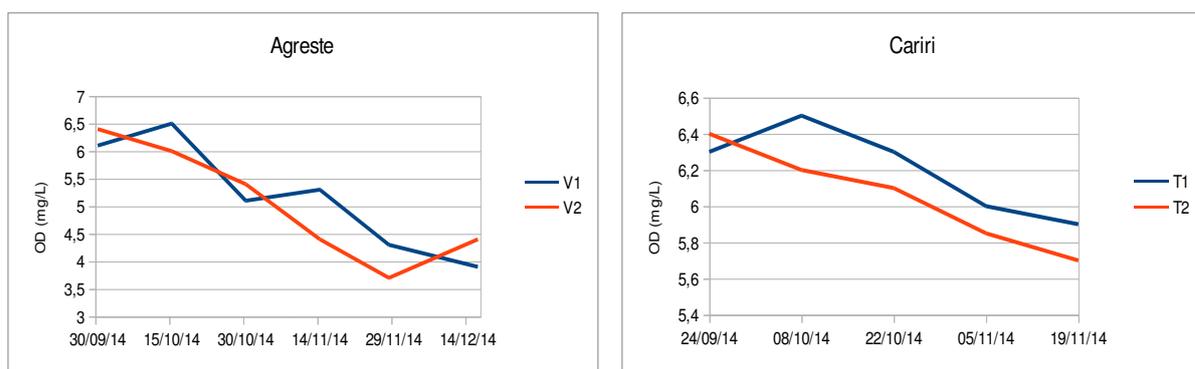
A diminuição da transparência, medida através do disco de Secchi (cm) pode ter sua variabilidade devido ao crescimento do fitoplâncton e partículas de solo suspensas, que podem restringir a penetração de luz na água. A presença de fitoplâncton é importante, pois aumenta a quantidade de alimento natural para o camarão. A faixa considerada ótima é 40 a 60cm. O agreste apresentou turbidez maior em relação ao Cariri, visto que a água do primeiro é procedente do Rio Paraíba, contém significativa contribuição de matéria orgânica, e a do Cariri provém de poço artesiano, que por sua natureza apresenta pouca influência de nutrientes (Figura 10). Bezerra, Silva e Mendes (2007) em cultivos semelhantes obtiveram valores entre 38 e 68 cm para este parâmetro.

Figura 10: Variação da transparência (cm) durante o período de cultivo no Agreste (Rio Paraíba) e Cariri (Efluente de dessalinização).



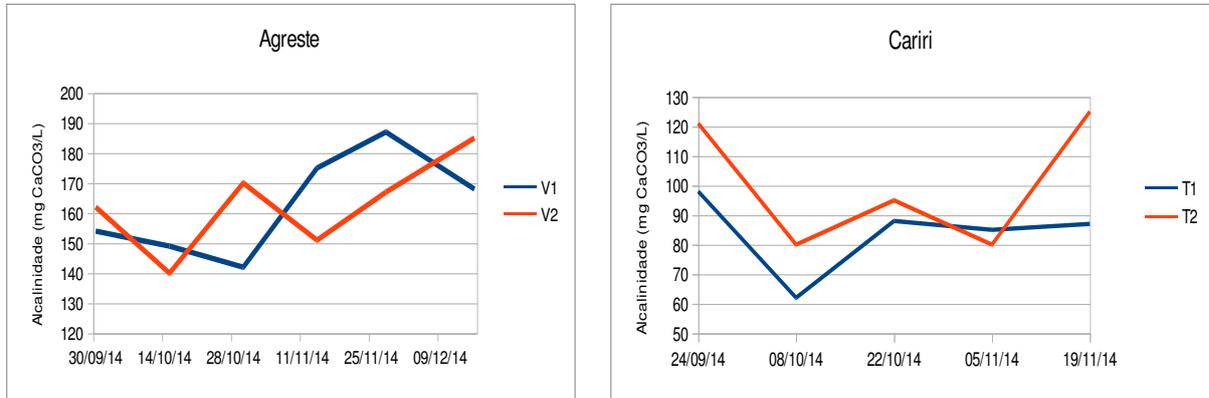
As quedas de oxigênio dissolvido ocasionadas pela deficiência da qualidade de água e atrelada ao número inadequado de aeradores, podem levar a população de camarões ao estresse profundo, deixando-os sujeitos a contaminação por microrganismos patógenos presentes na água e nos sedimentos dos viveiros (ABCC,2005). Alves e Mello (2007) considera o nível de OD ideal acima de 5 mg/L, enquanto Nunes *et al* (2005) avalia que acima de 3 mg/L há pleno desenvolvimento. Nos experimentos realizados verificou-se leituras mínimas entre 3,7 e 5,7 mg/L para a região do Agreste e Cariri respectivamente (Figura 11). Embora no agreste tenha se observado valores abaixo da resolução 357, as médias neste cultivo foram superiores e não foram registradas mortalidades acima da normalidade.

Figura 11: Variação de oxigênio dissolvido (mg/L) durante o período de cultivo no Agreste (Rio Paraíba) e Cariri (Efluente de dessalinização).



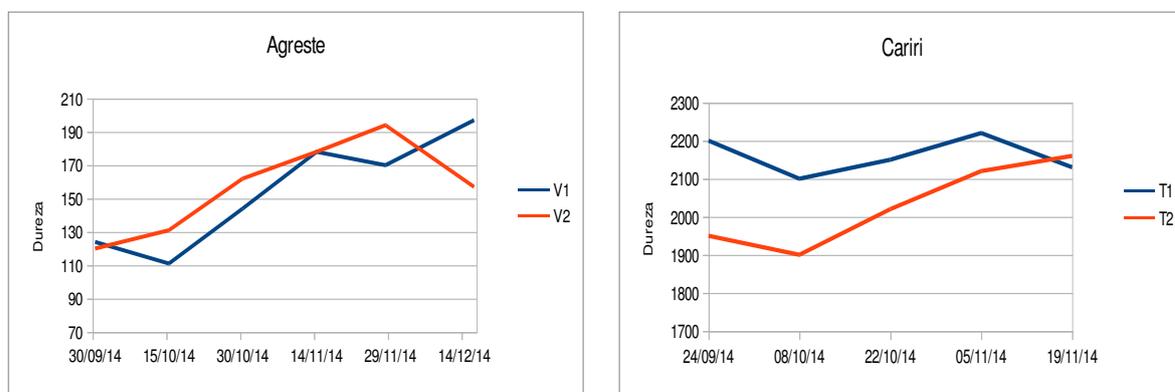
A alcalinidade pode influenciar no crescimento dos camarões marinhos, visto que afetam a disponibilidade de nutrientes, interferindo na produtividade orgânica do sistema de cultivo (VERANI, 1987). A alcalinidade verificada no Agreste variou de 140 a 187 (mg CaCO₃/l), já no Cariri ouve uma variação de 62 a 125 (mg CaCO₃/l). O principal efeito da alcalinidade no cultivo do camarão marinho é o tamponamento das variações no pH. Desta forma, verificamos menores valores da alcalinidade na região do Cariri, o que pode ter contribuído para uma maior flutuação nesta região do pH conforme Figura 12.

Figura 12: Variação da alcalinidade (mg CaCO₃/L) durante o período de cultivo no Agreste (Rio Paraíba) e Cariri (Efluente de dessalinização).



No agreste a dureza nos viveiros variaram entre 111 a 197 mg/L, enquanto no cariri os tanques apresentaram valores superiores, estes entre 1900 e 2200mg CaCO₃/l (Figura 13). Segundo Boyd (1997), a dureza deve exceder a quantidade de 20mg CaCO₃/L para o crescimento do camarão, e que estão associados a biodisponibilidade de cálcio necessárias para a etapa de ecdise, permitindo consequentemente o crescimento dos crustáceos. O desvio padrão apresentou uma variação elevada que pode estar associados a episódios de pluviosidade ocorridos na região e devido ao fato das análises serem realizadas quinzenalmente, fato que é corroborado pelo trabalho de Barroncas *et al.* (2015) que teve seus experimentos realizados em viveiros escavados e associa que o elevado valor do desvio padrão é resultado da grande amplitude da variação no tempo e não da variação entre as réplicas.

Figura 13: Variação da dureza (mg CaCO₃/L) durante o período de cultivo no Agreste (Rio Paraíba) e Cariri (Efluente de dessalinização).

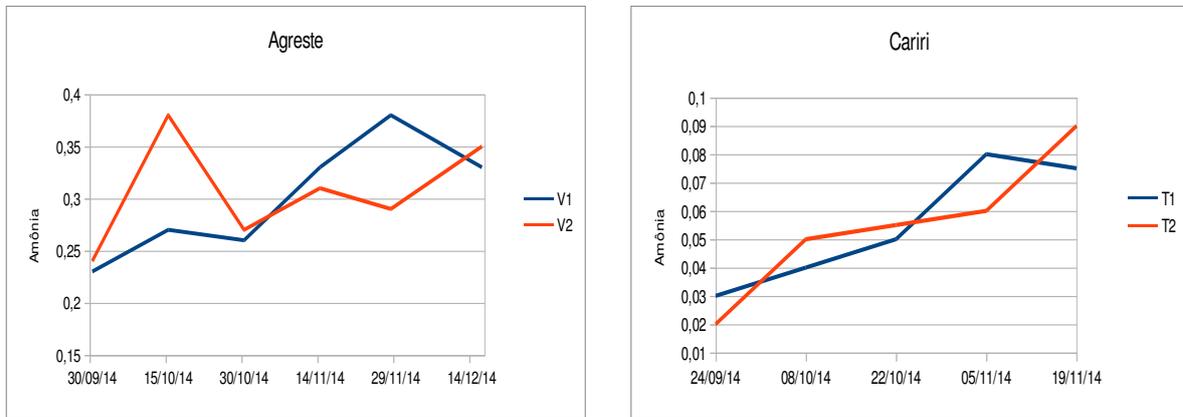


Os níveis de amônia nas regiões do agreste e cariri permaneceram durante todo o cultivo abaixo dos valores máximos conforme Tabela 03 e 04, entretanto, mostrando um comportamento de elevação conforme Figura 14. A amônia é resultado da excreção do camarão e degradação da matéria orgânica presente no viveiro (sobras de ração). São considerados prejudiciais ao crescimento valores acima de 1mg/l que podem tornar mais frágeis a possíveis doenças (ABCC,2013).

Um dos principais problemas na produção de camarão é a toxicidade dos resíduos nitrogenados presentes na água de cultivo, como por exemplo amônia e nitrito, que podem levar a redução do crescimento e da sobrevivência (BARAJAS *et al*, 2006). Desta forma, a interação entre amônia e a produção de camarão deve ser sempre considerada pelos carcinicultores (LEITÃO *et al*, 2011).

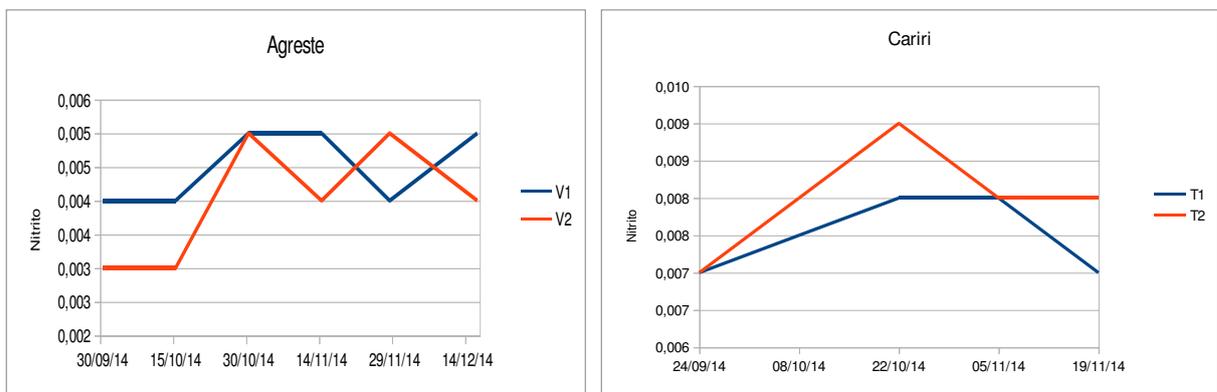
Pesquisas sobre a toxicidade da amônia em escala laboratorial, Maia, Galvez e Silva (2011) relatam que valores acima de 3 mg/l são letais. Todavia no experimento realizado por Campos *et al* (2008) no estado do Ceará obteve-se registros de amônia com 1,4 mg/l durante os períodos de cultivos.

Figura 14: Variação da amônia durante o período de cultivo no Agreste (Rio Paraíba) e Cariri (Efluente de dessalinização).



Os níveis de nitrito (Figura 15) na região do agreste (0,003 a 0,005 mg/L) e na região do cariri (0,007 a 0,009 mg/L) se apresentaram dentro dos níveis recomendados, menores que 1 mg/L, descritos por Nunes *et al* (2005), enquanto Boyd (2000) destaca que o limite máximo é de 0,3 mg/l. Em uma experimentação de campo realizada por Campos *et al.* (2008) obteve-se nível médio de nitrito de 0,76 mg/l utilizando sistema de recirculação.

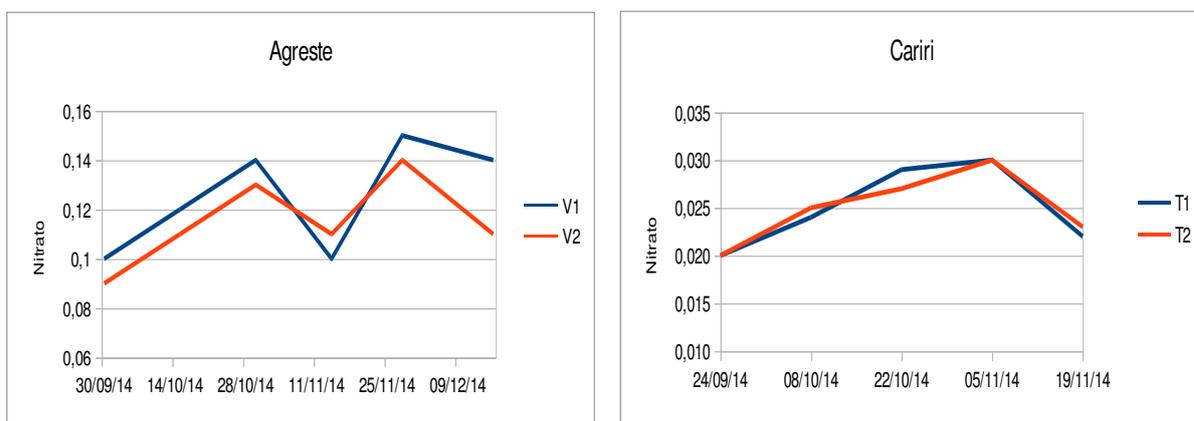
Figura 15: Variação do nitrito durante o período de cultivo no Agreste (Rio Paraíba) e Cariri (Efluente de dessalinização).



A variação do nível de nitrato no agreste foi entre 0,09 e 0,15 mg NO₃-N/L, enquanto no cariri foi de 0,02 a 0,03 (Figura 16). Os níveis estão abaixo do recomendado pela literatura < 10,0 mg NO₃-N/L (ABCC, 2013), entretanto, Camargo et al. (2005) afirma que o nitrato tem limite aceitável de tolerância para animais aquáticos de 2,0 mg/l.

O aumento dos níveis de nitrato em sistemas de aquicultura se deve em virtude da nitrificação e do aumento de culturas de microalgas no sistema. A maior ação tóxica deste composto em animais aquáticos é a conversão dos pigmentos transportadores de oxigênio (hemoglobina e hemocianina) em formas incapazes de realizar esse transporte (BOYD; CLAY, 2002)

Figura 16: Variação do nitrato durante o período de cultivo no Agreste (Rio Paraíba) e Cariri (Efluente de dessalinização).



O nível de coliformes no Agreste (110 NMP/100 ml) foi maior que no Cariri (000 NMP/100 ml) conforme Tabela 03 e 04, fato que é devido a proveniência da água, no Agreste a água é oriunda do Rio Paraíba, que está sujeito a despejos clandestinos de esgoto e detritos e ou animais que em suas margens coabitam (aves, bovinos, suínos e outros). Enquanto no Cariri a água é de poço artesiano e não apresenta qualquer tipo de contaminação. Existem estudos que comprovam a possibilidade de contaminação dos viveiros pelos animais que neles coabitam e a sobrevivência das bactérias por longos períodos de tempo (SANTOS, 2001).

Entretanto, o nível de coliformes no agreste ficou dentro da norma do CONAMA/357 para este parâmetro.

A pluviosidade na região do cariri foi inferior a registrada na região do agreste compreendendo o período de setembro a dezembro de 2014 e setembro a novembro de 2014 respectivamente, fato que pode favorecer maior drenagem com aumento dos esgotos clandestinos existentes nas cidades que margeiam o Rio Paraíba e assim influenciando nos valores obtidos para as análises de coliformes na região do Agreste.

5.2 Crescimento do camarão marinho no Cariri e no Agreste Paraibano

Os resultados gerais do cultivo do camarão na região do Cariri e do Agreste paraibano com ênfase nos dados de crescimento estão resumidos na Tabela 05. Entretanto, os dados biométricos quinzenais de peso e comprimento estão dispostos nas Tabelas 06, 07, 08 e 09. As datas de despesca são estabelecidas pelos proprietários das fazendas e escolhidas de acordo com o preço de mercado do camarão no momento e suas preferências de gramatura.

Tabela 05: Informações sobre o cultivo de camarão nas duas regiões do estudo.

Variáveis	Cariri		Agreste	
	T1	T2	V1	V2
Data de estocagem	09/09/14	09/09/14	16/09/14	16/09/14
Data de despesca	19/11/14	19/11/14	09/12/14	09/12/14
Área viveiro/tanque (ha)	0,04	0,04	0,4	0,4
Taxa de estocagem (ind./m ²)	30	30	30	30
Densidade (Nº milheiros)	12	12	120	120
Dias de experimento	74	74	86	86
Peso médio inicial (g)	0,014	0,014	0,014	0,014
Taxa de arraçoamento	3 a 10%	3 a 10%	3 a 10%	3 a 10%
Peso médio final (g)	14,10	14,60	9,60	9,80
Comp. médio final (cm)	12,6	12,20	11,10	11,30
Total de ração fornecida (kg)	193,188	217,075	1.328,025	1.298,186

Sobrevivência (%)	95,15	96,80	88,00	83,00
Nº de sobreviventes	11.418	11.616	105.600	99.600
Biomassa ganha (kg)	160,99	169,59	1.013,76	976,08
Taxa de conversão alimentar	1,20	1,28	1,31	1,33
Peso ganho/dia/camarão (g)	0,191	0,197	0,112	0,114
Prod. líquida (kg/ha/ciclo)	4.024,75	4.239,75	2534,40	2.440,20
Prod. líquida (kg/ha/ano)	16.099	16.959	10.137,6	9.760,8

As taxas de sobrevivência durante os cultivos realizados no Agreste e no Cariri foram em média 85,50% e 95,98% respectivamente. Apesar de utilizada a mesma taxa de estocagem (30 ind./ m²), peso médio inicial e taxa de arraçoamento, constatou-se diferenças nos valores biométricos quinzenais em peso e comprimento ao longo da experimentação, sobretudo, os valores biométricos do cariri apresentaram-se superiores (T1 e T2) aos do agreste (V1 e V2) conforme as Tabelas 06, 07, 08 e 09.

Vale ressaltar que os camarões cultivados no Cariri (T1 e T2) apresentaram seus dados de peso (g) e comprimento (cm) dispostos na Tabela 06 e 07 onde verifica-se que o peso médio final foi de 14,10 g e 12,6 cm para o T1, e de 14,6 g e 12,2 cm para o T2, durante um período de cultivo realizado em 74 dias, o que representa um crescimento diário de 0,191 e 0,197 gramas/dia com uma taxa de sobrevivência média de 95,15 e 96,80% respectivamente, já para os cultivos nos viveiros da região Agreste, o peso ganho diário foi de 0,112 e 0,114 g/dia, inferiores aos do Cariri em 41,76%. Entretanto superiores a taxa de sobrevivência encontradas por Spanghero *et al* (2008), obtidos em cultivos de águas oligohalinas que foram de 44,83%. Podemos afirmar que a superioridade de crescimento do camarão no Cariri se deve a alguns fatores como a qualidade da água, como o pH que ultrapassou limites recomendados na região do Agreste, da mesma forma a temperatura mais elevada na região do Cariri pode ter contribuído favoravelmente ao crescimento e a disponibilidade de OD que no Agreste caiu a níveis menores que 5,0 mg/L nos dois viveiros da região, entretanto no Cariri não houve registros abaixo dos limites estabelecidos.

Quanto as taxas de conversão alimentar (FCA) verificamos que nos tanques de cultivo no Cariri (T1 e T2), foram obtidos valores de 1,20 e 1,28 (kg ração/peso do camarão), valores inferiores aos obtidos pelos mesmos autores. Todavia, comparando os valores dos cultivos do

Agreste (V1 e V2), estes estão apresentados nas Tabelas 06 e 07, destacando que o peso médio final foi de 9,6 e 9,8g e de comprimento médio final de 8,5 e 8,8 cm realizados no período de 86 dias, apresentaram-se inferiores aos constatados nos tanques de cultivo da região do Cariri, e com uma taxa de conversão alimentar de 1,31 e 1,33 respectivamente; superiores aos obtidos no cultivo do Cariri, e inferiores as médias de cultivos em águas oligohalinas realizados por Spanghero *et al.* (2008).

Quanto aos dados de produtividade, constata-se que no Cariri a média foi de 4.132,25 kg/ha/ciclo e no Agreste com 2.487,3 kg/ha/ciclo, valores estes semelhantes aos obtidos aos cultivos em água salgada por Spanghero *et al.* (2008) e superiores aos encontrados por tenório *et al.* (2015) que constatou uma produtividade entre 3315 kg/ha/ano a 4387 kg/ha/ano.

Tabela 06: Média de crescimento do camarão marinho no Cariri Paraibano (Tanques 01 e 02).

Parâmetro	24/09/14		08/10/14		22/10/14		05/11/14		19/11/2014	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
Peso médio (g)	2,88	2,90	5,82	5,98	8,80	8,63	11,65	11,98	14,10	14,6
Desvio padrão	0,43	0,46	0,93	0,91	1,32	1,35	1,86	1,80	2,11	2,27
Comprimento médio (cm)	2,6	2,7	5,2	5,1	7,8	7,5	10,4	9,7	12,6	12,2
Desvio padrão	0,21	0,23	0,42	0,41	0,70	0,68	0,93	0,85	0,95	0,90

Tabela 07: Média de crescimento do camarão marinho no Agreste Paraibano (Viveiros 01 e 02).

Parâmetro	30/09/14		15/10/14		30/10/14		14/11/14		28/11/14		16/12/14	
	V1	V2										
Peso médio (g)	1,72	1,68	3,40	3,37	4,90	5,2	6,68	6,7	8,3	8,7	9,6	9,8
Desvio padrão	0,29	0,28	0,51	0,54	0,74	0,80	1,10	1,20	1,41	1,62	1,72	1,86
Comprimento médio (cm)	1,4	1,3	2,8	2,9	4,5	4,5	5,9	6,0	7,4	7,45	8,5	8,8
Desvio padrão	0,12	0,11	0,22	0,25	0,36	0,37	0,53	0,54	0,60	0,62	0,69	0,73

5.3 Análise do Crescimento

A comparação entre 09 modelos de crescimento utilizados neste trabalho permitem escolher conforme melhor índice de ajuste para o modelo cúbico, tanto para os tanques (Cariri) como para os viveiros (Agreste) nas relações $W \times t$, $L \times t$ e $W \times L$. Todavia, verifica-se que os melhores valores dos Índices de ajuste (I.A.) conforme Tabela 08 e 09 para a região do Cariri e Agreste, nas diferentes relações e ambientes de cultivo. É importante destacar que nas relações apresentadas se visualizam diferenças representativas, todavia, nas relações $W \times L$ e $L \times t$, configura-se uma leve superioridade aos dados dos cultivos nos viveiros (agreste) quando comparados aos tanques (cariri) conforme Tabela 10. Ainda deve ser destacado a importância desta análise ao produtor que a partir do modelo cúbico pode identificar qual provável data o camarão irá atingir a gramatura desejada.

Tabela 08: Parâmetros calculados para os diversos dados e equações utilizados nas relações W x L, W x t e L x t no Cariri Paraibano (Serra branca-PB) nos respectivos tanques (T1 e T2)

Equação	T1			T2		
	W x t	L x t	W x L	W x t	L x t	W x L
Linear	b ₀ =3,199	b ₀ =2,799	b ₀ = 0,131	b ₀ =2,937	b ₀ =2,937	b ₀ =2,937
	b ₁ =0,200	b ₁ =0,179	b ₁ =1,111	b ₁ =0,210	b ₁ =0,210	b ₁ =0,210
	r ² =0,995	r ² =0,995	r ² = 0,985	r ² =0,999	r ² =0,999	r ² = 0,997
Quadrático	b ₀ =2,912	b ₀ =2,941	b ₀ =-1,727	b ₀ =2,905	b ₀ =2,905	b ₀ =-0,585
	b ₁ =0,241	b ₁ =0,158	b ₁ =1,695	b ₁ =0,215	b ₁ =0,215	b ₁ =1,292
	b ₂ =-0,001	b ₂ =-0,000	b ₂ =-0,037	b ₂ =-8,173E-5	b ₂ =-8,173E-5	b ₂ =-0,003
	r ² =0,999	r ² =0,996	r ² =0,994	r ² =0,999	r ² =0,999	r ² = 0,998
Cúbico	b ₀ =-3,012	b ₀ =-2,941	b ₀ =-0,538	b ₀ = 2,935	b ₀ =-2,935	b ₀ =0,519
	b ₁ =0,190	b ₁ =0,158	b ₁ = 1,110	b ₁ =0,199	b ₁ =0,199	b ₁ =0,692
	b ₂ =0,002	b ₂ =0,000	b ₂ =0,044	b ₂ =0,001	b ₂ =0,001	b ₂ =0,088
	b ₃ = -3,031E-5	b ₃ = 5,698E-8	b ₃ = -0,003	b ₃ = -9,056E-6	b ₃ = -9,056E-6	b ₃ = -0,004
	r ² =1,0	r ² =0,996	r ² =0,994	r ² =0,999	r ² =0,999	r ² = 0,998
Logarítmico	b ₀ =6,971	b ₀ =6,259	b ₀ =-5,763	b ₀ =6,942	b ₀ =6,942	b ₀ =-5,582
	b ₁ =1,002	b ₁ =0,844	b ₁ = 7,542	b ₁ =1,027	b ₁ =1,027	b ₁ =7,651
	r ² =0,672	R ² =0,598	r ² =0,980	r ² =0,644	r ² =0,644	r ² = 0,952
Inverso	b ₀ =-10,253	b ₀ =9,003	b ₀ =15,573	b ₀ =10,301	b ₀ =10,301	b ₀ =15,267
	b ₁ = -0,073	b ₁ =-0,060	b ₁ =-40,543	b ₁ =-0,074	b ₁ =-0,74	b ₁ =-36,440
	r ² =0,534	r ² =0,459	r ² =0,900	r ² =0,506	r ² =0,506	r ² = 0,831
Potência	b ₀ =5,793	b ₀ =5,335	b ₀ =1,007	b ₀ =5,700	b ₀ =5,700	b ₀ =1,007
	b ₁ =0,156	b ₁ =0,041	b ₁ =1,054	b ₁ =0,161	b ₁ =0,161	b ₁ =1,077
	r ² =0,845	R ² =0,768	r ² = 0,987	r ² =0,837	r ² =0,837	r ² = 0,998
Logístico	b ₀ =0,259	b ₀ =0,284	b ₀ =0,419	b ₀ =0,271	b ₀ =0,271	b ₀ =0,463
	b ₁ = 0,969	b ₁ =0,970	b ₁ =0,839	b ₁ =0,967	b ₁ =0,967	b ₁ =0,821
	r ² =0,948	r ² =0,978	r ² =0,927	r ² =0,961	r ² =0,961	r ² =0,961
Crescimento (Growth)	b ₀ =1,287	b ₀ =1,206	b ₀ =0,882	b ₀ =1,249	b ₀ =1,249	b ₀ =0,796
	b ₁ =0,027	b ₁ =0,026	b ₁ =0,149	b ₁ =0,028	b ₁ =0,028	b ₁ =0,166
	r ² =0,931	r ² =0,968	r ² =0,908	r ² =0,943	r ² =0,943	r ² =0,944
Crescimento exponencial	b ₀ =3,623	b ₀ =0,026	b ₀ =2,417	b ₀ =3,486	b ₀ =3,486	b ₀ =2,217
	b ₁ =0,027	b ₁ =3,339	b ₁ =0,149	b ₁ =0,028	b ₁ =0,028	b ₁ =0,166
	r ² =0,931	r ² =0,968	r ² =0,908	r ² =0,943	r ² =0,943	r ² =0,944

Tabela 09: Parâmetros calculados para os diversos dados e equações utilizados nas relações W x L, W x t e L x t no Agreste Paraibano (São Miguel de Taipu-PB) nos respectivos viveiros (V1 e V2)

Equação	V1			V2		
	W x t	L x t	W x L	W x t	L x t	W x L
Linear	b ₀ =1,775	b ₀ =1,485	b ₀ = 0,150	b ₀ =1,758	b ₀ =1,937	b ₀ =0,216
	b ₁ =0,114	b ₁ =0,103	b ₁ =1,101	b ₁ =0,119	b ₁ =0,107	b ₁ =1,104
	r ² =0,999	r ² =0,996	r ² = 0,997	r ² =0,996	r ² =0,999	r ² = 0,998
Quadrático	b ₀ =1,690	b ₀ =1,324	b ₀ =0,425	b ₀ =1,623	b ₀ =1,287	b ₀ =0,196
	b ₁ =0,123	b ₁ =0,121	b ₁ =0,953	b ₁ =0,133	b ₁ =0,119	b ₁ =1,114
	b ₂ =0,000	b ₂ =0,000	b ₂ =0,015	b ₂ = 0,000	b ₂ =0,000	b ₂ =-0,001
	r ² =0,999	r ² =0,998	r ² =0,998	r ² =0,997	r ² =1,000	r ² = 0,998
Cúbico	b ₀ =-1,746	b ₀ =1,377	b ₀ =0,280	b ₀ = 1,698	b ₀ =1,296	b ₀ =0,616
	b ₁ =0,105	b ₁ =0,103	b ₁ = 1,084	b ₁ =0,109	b ₁ = 0,116	b ₁ =0,729
	b ₂ =0,00	b ₂ =0,000	b ₂ =-0,015	b ₂ =0,001	b ₂ = -4,715E-5	b ₂ =0,088
	b ₃ = -6,800E-6	b ₃ = -6,393E-6	b ₃ = 0,002	b ₃ = -9,056E-6	b ₃ =-1,161E-6	b ₃ = -0,006
	r ² =1,000	r ² =0,999	r ² =0,998	r ² =0,998	r ² =1,000	r ² = 0,998
Logarítmico	b ₀ =4,224	b ₀ =3,708	b ₀ =-0,455	b ₀ =4,318	b ₀ =3,710	b ₀ =-0,287
	b ₁ =0,623	b ₁ =0,624	b ₁ = 4,238	b ₁ =0,713	b ₁ =0,649	b ₁ =4,221
	r ² =0,602	r ² =0,612	r ² =0,927	r ² =0,607	r ² =0,614	r ² = 0,926
Inverso	b ₀ =6,578	b ₀ =5,842	b ₀ =9,058	b ₀ =6,756	b ₀ =5,932	b ₀ =9,071
	b ₁ = -0,049	b ₁ =-0,044	b ₁ =-11,541	b ₁ =-0,051	b ₁ =-0,046	b ₁ =-10,839
	r ² =0,440	r ² =0,448	r ² =0,769	r ² =0,444	r ² =0,451	r ² = 0,747
Potência	b ₀ =3,412	b ₀ =2,904	b ₀ =1,249	b ₀ =3,421	b ₀ =2,836	b ₀ =1,287
	b ₁ =0,170	b ₁ =0,180	b ₁ =0,942	b ₁ =0,176	b ₁ =0,191	b ₁ =0,933
	r ² =0,807	r ² =0,813	r ² = 0,997	r ² =0,812	r ² =0,835	r ² = 0,998
Logístico	b ₀ =0,444	b ₀ =0,534	b ₀ =0,652	b ₀ =0,448	b ₀ =0,555	b ₀ =0,641
	b ₁ = 0,974	b ₁ =0,973	b ₁ =0,775	b ₁ =0,973	b ₁ =0,972	b ₁ =0,776
	r ² =0,945	r ² =0,930	r ² =0,959	r ² =0,939	r ² =0,926	r ² =0,952
Crescimento (Growth)	b ₀ =0,778	b ₀ =0,598	b ₀ =0,430	b ₀ =0,770	b ₀ =0,562	b ₀ =0,445
	b ₁ =0,024	b ₁ =0,025	b ₁ =0,230	b ₁ =0,024	b ₁ =0,026	b ₁ =0,228
	r ² =0,933	r ² =0,919	r ² =0,949	r ² =0,926	r ² =0,914	r ² =0,941
Crescimento exponencial	b ₀ =2,177	b ₀ =1,818	b ₀ =1,538	b ₀ =2,161	b ₀ =1,754	b ₀ =1,561
	b ₁ =0,024	b ₁ =0,025	b ₁ =0,230	b ₁ =0,024	b ₁ =0,026	b ₁ =0,228
	r ² =0,933	r ² =0,919	r ² =0,949	r ² =0,926	r ² =0,914	r ² =0,941

Tabela 10: O modelo cúbico como melhor índice de ajuste (r^2) obtidos entre os diferentes modelos de crescimento durante o cultivo do camarão no Cariri e Agreste.

Relação	Cariri		Agreste	
	T1	T2	V1	V2
W x t	1,000	0,999	1,000	0,998
L x t	0,996	0,999	0,999	1,000
W x L	0,994	0,998	0,998	0,998

5.4 Condutividade e pH do solo nos viveiros de cultivo

O uso de dessalinizadores na região semiárida do Nordeste do Brasil tem tido elevada expansão visando viabilizar o uso da água de poços salinos e impróprios para o consumo humano e animal. Rejeitos desta técnica estão sendo despejados sem nenhum tratamento conforme Amorim et al (1997).

De acordo com a Tabela 11, que apresenta a condutividade na coluna do solo dos viveiros e tanques de cultivo de camarão, observa-se que os dados obtidos evidenciaram um aumento para ambos os ambientes (Cariri e Agreste). Entretanto, a região do cariri, no qual os tanques são abastecidos por rejeitos de água provenientes do processo de dessalinização por osmose reversa, verifica-se um aumento de aproximadamente 385% no valor encontrado depois de realizar o cultivo. Vale ressaltar que a lixiviação na coluna do solo (0, 20 e 50 cm) segue com o aumento. Todavia o aumento na profundidade de 50 cm é de 2,20%.

A mesma situação se repete para os valores de condutividade nos viveiros (Agreste), sendo neste verificado um aumento de 39% na camada superficial do solo e valores muito próximos no percentual de aumento nas camadas inferiores (20 e 50cm). Destacando que os valores nominais (antes e depois) apresentaram-se superiores na região do cariri e que são elevados com o uso do rejeito da dessalinização.

Segundo Amorim *et al* (2004), os impactos proporcionados implicam no prejuízo da ocorrência de vegetação, além de poder contaminar os mananciais hídricos, o solo e até a fauna e flora da região, chegando a salinizar as águas e áreas próximas. Contudo, sabe-se que os minerais provenientes deste processo podem contribuir para absorção pelos camarões que necessitam durante seu crescimento e troca de carapaças.

Tabela 11: Variação da condutividade do solo nos viveiros e tanques antes e depois da realização dos cultivos.

Perfil do solo	Cariri*			Agreste*		
	Antes	Depois	% Aumento	Antes	Depois	% Aumento
0 cm	4230	20500	384,63%	205	285	39,02%
20 cm	3320	4320	30,12%	189	225	19,04%
50 cm	2720	2780	2,20%	176	180	2,27%

Legenda:*microS/cm

Na Tabela 12, estão decorridos os resultados médios do pH do solo dos viveiros (Agreste) e tanques (Cariri) antes e depois da realização do primeiro cultivo de camarão. Observamos que o pH na região do agreste apresenta valores superiores aos encontrados no cariri, entretanto, os aumentos em porcentual com a realização do cultivo ocorrem nas três camadas do perfil do solo analisado (0, 20 e 50 cm) para as duas regiões.

É importante destacar que os percentuais de aumento são semelhantes para cada profundidade, e a maior elevação se dá na camada superficial do agreste (5,68). Tanto nos valores nominais, como no incremento de valor após o cultivo (33,64%), o que de forma semelhante, também se verifica nos estudos de Wanderley (2009).

Medidas mitigatórias podem ser utilizadas futuramente nas áreas dos viveiros salinizadas como a utilização de erva-sal descritas por Porto *et al.* (2006) a fim de diminuir a concentração de sais no solo.

Tabela 12: Variação do pH do solo nos viveiros e tanques antes e depois da realização dos cultivos.

Perfil do solo	Cariri			Agreste		
	Antes	Depois	% Aumento	Antes	Depois	% Aumento
0 cm	3,80	4,92	29,47%	4,25	5,68	33,64%
20 cm	3,65	4,15	13,69%	4,10	4,80	17,07%
50 cm	3,52	3,98	13,06%	3,90	4,20	7,69%

5.5 Análise de metais em camarões

A presença dos metais manganês, níquel, chumbo, cádmio e cobalto foi detectada por ICP-OES na parte denominada cefalotórax dos crustáceos que compreende quase totalidade do sistema digestório dos camarões e que corresponde a 42% a 45% do peso total do animal (OGAWA, MAIA, 1999). O cefalotórax compreende ainda a fração com maior bioacumulação de metais conforme Silva (2012) onde as maiores bioconcentrações de metais foram encontradas nas vísceras.

Os valores médios encontrados estão abaixo dos limites permitidos na portaria 685 da ANVISA/ANS referente aos metais Chumbo e Cádmio (Tabela 13), logo o seu consumo não estará comprometido, embora estes valores sejam significativos e seu efeito a longo prazo podem gerar futuros problemas de saúde. O trabalho de Santos (2011) avaliou a detecção de chumbo em camarões nativos (*Penaeus brasiliensis*) onde identificou limites superiores aos estabelecidos pela legislação nas amostras (0,19 a 3,4 ppm). Quanto a presença de cádmio no camarão neste mesmo estudo estavam abaixo dos limites permitidos (0,073 a 0,081 ppm), entretanto acima dos encontrados na região agreste e cariri.

Quanto ao cobalto e manganês os valores encontrados neste trabalho foram menores que os encontrados por Wu e Yang (2011) que identificou 0,02 ppm Co no fígado do camarão, as concentrações de Mn foram de 2,5 ppm onde observou que há maior susceptibilidade de absorção no exoesqueleto do camarão do que no músculo.

As concentrações de metais do agreste e cariri no cefalotórax do camarão foram semelhantes, exceto os teores de níquel no agreste (0,0209 ppm) e cariri (0,0035 ppm), no

estudo de Sousa (2009) de detecção de metais em peixes não encontrou presença de Ni.

Tabela 13: Níveis de metais detectados no cefalotórax dos camarões do Agreste (Rio Paraíba) e Cariri (Efluente de dessalinização).

Metais	Agreste	Cariri	Portaria ANVISA 685/98
Mn	0,0356 ppm	0,0273 ppm	-
Ni	0,0209 ppm	0,0035 ppm	-
Pb	0,364 ppm	0,367 ppm	2,0 ppm
Cd	0,0009 ppm	0,0010 ppm	1,0 ppm
Co	0,0030 ppm	0,0019 ppm	-

5.6 Ácidos graxos

O teor de ácidos graxos no músculo do camarão cultivado nos dois ambientes (Agreste e Cariri Paraibano) estão expostos na Tabela 14. Dez ácidos graxos foram identificados no extrato lipídico do músculo, entre os quais: quatro ácidos graxos saturados (AGS): C15:0, C18:0, C19:0, C20:0; Três ácidos graxos monoinsaturados (AGMI): C17:1, C19:1, C21:1 e três ácidos graxos polinsaturados (AGPI): C19:3, C21:4 e C23:6.

Tabela 14: Composição de ácidos graxos dos camarões nos diferentes cultivos.

Camarão	Ácidos graxos										Totais (%)
	Saturado					Monoinsaturados			Polinsaturados		
	C15	C18	C19	C20	C17:1	C19:1	C21:1	C19:3	C21:4	C23:6	
Agreste	-	2,30	19,3	1,57	4,03	24,9	-	-	32,1	15,7	100
Cariri	2,93	5,73	24,2	0,59	6,31	28,32	0,93	0,51	20,78	9,67	100

O camarão cultivado no Cariri apresentou maior quantidade de ácidos graxos que o cultivado no Agreste, com a presença do saturado C15; do monoinsaturados C21:1 e do polinsaturados C19:3. Na figura 17 observou-se que no Agreste houve uma maior presença de polinsaturados (47,8%), enquanto no agreste de monoinsaturados (35,56%).

Almeida, Narain e Bora (2001) encontraram em uma espécie nativa da costa brasileira, o camarão rosa *Penaeus brasiliensis*, 51,5% de ácidos graxos saturados (AGS); 18,8% de ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) e 29% de ácidos graxos polinsaturados (AGPI).

Enquanto Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (1997) observaram no camarão rosa o total de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e polinsaturados: 30,2 ; 22,6 e 45,0%, respectivamente.

Moreira (2001) observou em estudos realizados no Brasil que peixes oriundos da piscicultura possui quantidades menores de ômega-3 (AGPI) em relação aos peixes da indústria extrativa.

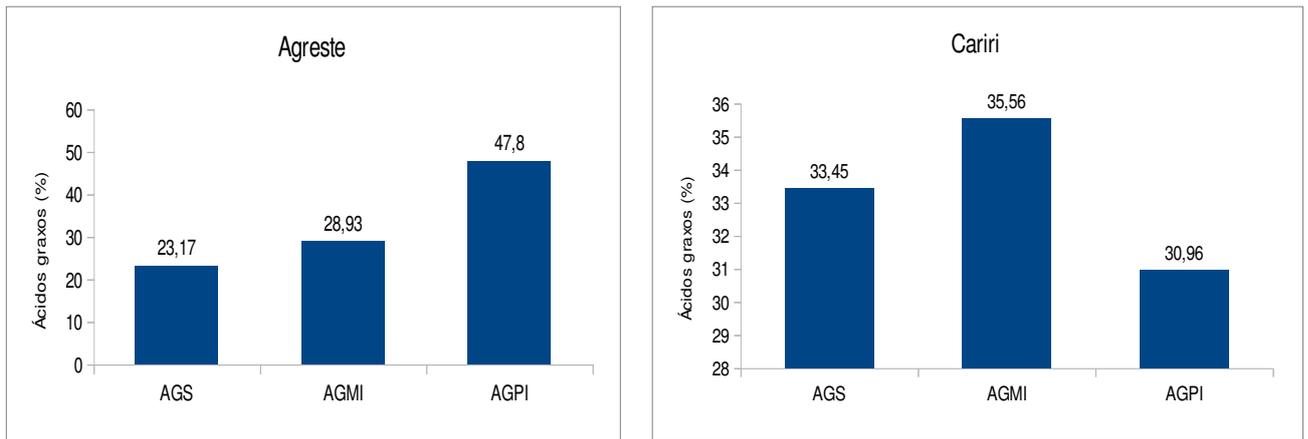
No Agreste o nível de AGPI foi mais elevado do que em camarões nativos oriundos da pesca extrativa, um diferencial que pode gerar valor agregado a este produto desta região.

Os ácidos graxos são importantes na alimentação humana, principalmente os polinsaturados que diminuem os níveis de colesterol e reduzem os riscos de doenças cardíacas. Em seu estudo com o camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii*, Murthy (2003) afirma que os ácidos graxos polinsaturados são importantes para o crescimento, sobrevivência e resistência a doenças em camarões cultivados.

Em sua pesquisa Calado et al. (2005) identificou que o teor de ácidos graxos de pós-larvas de camarão cultivadas sob diferentes temperaturas (20 e 26 ° C) e alimentadas com a mesma dieta foram semelhantes.

A composição de ácidos graxos dos camarões é influenciada por sua alimentação, na alimentação introduzida no cultivo de camarão as rações são oriundas de diferentes produtores que utilizam na sua formulação diferentes espécies de peixes e oleaginosas, o que de fato vai produzir rações diferentes a cada lote influenciando os níveis de ácidos graxos no camarão, fato que pode ser justificado por González-Félix *et al.* (2002) no qual utilizaram 12 diferentes dietas com diferentes fontes lipídicas submetidas no cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei* que interferiram diretamente na composição dos ácidos graxos no camarão.

Figura 17: Teor (%) de ácidos graxos no camarão do agreste (Rio Paraíba) e Cariri (Efluente da dessalinização).



6 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho, em duas diferentes condições de cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei*, utilizando efluente do processo de dessalinização em comparação com água de rio, permitem afirmar as seguintes conclusões:

- ▶ Os parâmetros físico-químicos se mantiveram dentro dos valores estabelecidos pela literatura.
- ▶ O cultivo do camarão com efluente de dessalinização (realizado no Cariri) se mostrou de superior rendimento frente ao cultivo tradicional realizado no Agreste Paraibano.
- ▶ O cultivo de camarão com efluente de dessalinização é uma alternativa potencial de geração de renda para comunidades que descartam este material no meio ambiente.
- ▶ O modelo cúbico de crescimento foi o que apresentou melhor índice de ajuste nas duas regiões de cultivo.
- ▶ A atividade de carcinicultura nos dois ambientes de cultivo elevaram a condutividade e o pH do solo.
- ▶ No que se refere à presença de ácidos graxos prevaleceu os poliinsaturados no cultivo tradicional e os monoinsaturados no cultivo com efluente de dessalinização.
- ▶ As concentrações de metais encontradas no cefalotórax do camarão nos dois cultivos ficaram abaixo dos limites máximos de tolerância da Portaria 685/98 da ANVISA/ANS.
- ▶ Entre os metais investigados o Pb é o que expressa maior preocupação devido a ocorrência em valores significativos que se consumidos em longo prazo podem levar a problemas de saúde, sendo necessário um estudo para identificar os fatores que levaram a bioacumulação destes metais.

REFERÊNCIAS

ABCC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO. Camarões Marinhos Gestão de Qualidade e Rastreabilidade na Fazenda, Jan. 2005. Disponível em: <www.aqualider.com.br/download.php>. Acesso em: 23 de março de 2014.

ABCC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO (Org.). Programa de Biossegurança para Fazendas de Camarão Marinho. 1. ed. Recife, 68p. 2005.

ABCC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO (Org.) Manejo da Qualidade da Água na Aquicultura e no Cultivo de Camarão Marinho. 1. ed. Recife, 157p. 2013.

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

ALMEIDA, J. N.; NARAIN, N.; BORA, P. S. Ácidos graxos do óleo do camarão-rosa (*Penaeus brasiliensis*). In: IV SIMPÓSIS LATINO AMERICANO DE CIÊNCIAS DE ALIMENTOS. Campinas. **Livro de resumos**. R Vieira Gráfica e Editora Ltda., 2001.

ALVES, C. S.; MELLO, G. L. **Manual para o Monitoramento Hidrobiológico em Fazendas de Cultivo de Camarão**. 58p. Recife, 2007.

AMORIM, M. C. C. de; SILVA JÚNIOR, L. G. de A.; PORTO, E. R. Efeito de sais no solo provenientes do rejeito da dessalinização por osmose inversa no semi-árido pernambucano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26., 1997, Campina Grande. **Anais**. Campina Grande: SBEA, 1997. 1 CD-ROM.

AMORIM, M. C. C.; PORTO, E. R.; SILVA JÚNIOR, L. G. A. **Evaporação solar como alternativa de reuso dos efluentes da dessalinização por osmose inversa**. 2004. Disponível em: <<http://www.cepis.org.pe/bvsaidis/aresidua/i-007.pdf>> Acesso em 01 de maio de 2015.

ARANA, L. V. **Princípios químicos da qualidade da água em aquicultura**. Editora da UFSC. V. 7, 66 pág, 1997.

ATLANTIS. **A carcinicultura**. Disponível em:<<http://www.atlantis.com.br>>. Acesso em Março/2014.

BARRONCAS, M. F.; PEREIRA-FILHO, M.; GOMES, L. C.; ROUBACH, R.; ONO, E. A. Efeitos da troca de água sobre os índices zootécnicos e qualidade dos efluentes na criação intensiva de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros escavados. **Revista Brasileira de Eng. de Pesca**. v. 7, p. 55-75, 2015.

BARAJAS, F. J. M.; VILLEGAS, R. S.; CLARK, G. P.; MORENO, B. L. *Litopenaeus vannamei* (Boone) post-larval survival related to age, temperature, pH and ammonium concentration. **Aquaculture Research**, v.37, p.492-499, 2006.

BARAK, Y.; CYTRYN, E.; GELFAND, I.; KROM, M.; van RIJN, J. Phosphorus removal in a marine prototype, recirculating aquaculture system. **Aquaculture**, Amsterdam v.220, p.313-326, 2003.

BEZERRA, A. M.; SILVA, J. A.; MENDES, P.; Seleção de variáveis em modelos matemáticos dos parâmetros de cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.42, n.3, p.385-391, mar. 2007.

BOYD, C. **Manejo da qualidade de água na aquicultura e no cultivo de camarão marinho**. 1. ed. Recife: ABCC, 2000.

BOYD, C. E. Composição da água e manejo do viveiro de camarão. **Revista ABCC**, Recife, v.3,n.1,p. 17-19, 2001.

BOYD, C. E. Parâmetros da qualidade da água: Oxigênio dissolvido. **Revista ABCC**, Recife, v.4,n.1,p. 66-69, 2002.

BOYD, C. E.; CLAY, J. W. Evaluation of Belize Aquaculture, Ltd: A Super intensive Shrimp Aquaculture System. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. Work in Progress for Public Discussion. Published by the Consortium. 17 p. 2002,

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. Otimização da determinação de colesterol POR CLAE e teores de colesterol, lipídios e Ácidos graxos Totais em camarão rosa (*Penaeus brasiliensis*). **Ciênc.Tecnol.Aliment.**, Campinas, v. 17, n.3, p.275-280, dezembro 1997. Disponível a partir <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611997000300016&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 01 de maio de 2015.

BRASIL. Leis, Decretos, etc. Decreto nº 55871, de 26 de março de 1965 da Presidência da República. D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 09 de abril de 1965.

BRASIL. Leis, Decretos, etc. Portaria nº 685, de 27 de agosto de 1998, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde. Princípios gerais para o estabelecimento de níveis máximos de contaminantes químicos em alimentos. Diário Oficial, Brasília, DF, de 24 de setembro de 1998.

BRASIL. CONAMA. Resolução nº 357. Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. 2005.

CAHÚA, T. B.; SANTOSA, S. D.; MENDES, A.; CÓRDULA, C. R.; CHAVANTEC, S. F.; CARVALHO JR, L. B.; NADER, H. B., BEZERRA, R. S. Recovery of protein, chitin, carotenoids and glycosaminoglycans from Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) processing waste. **Process Biochemistry**. v. 47, p. 570–577, 2012.

CALADO, R.; FIGUEIREDO, J.; ROSA, R.; NUNES, M.L.; NARCISO, L. Effects of temperature, density, and diet on development, survival, settlement synchronism, and fatty

acid profile of the ornamental shrimp *Lysmata seticaudata*. **Aquaculture**, 245. p. 221-237. 2005.

CAMARGO, J.A.; ALONSO, A.; SALAMANCA, A. Nitrate toxicity to aquatic animals: a review with new data for freshwater invertebrates. **Chemosphere**, 58: 1255-1267. 2005.

CAMPOS, A. A. B.; MAIA, E. P.; COSTA, W. M.; BRITO, L. O.; GALVEZ, A. O. Qualidade da água em fazenda de camarão marinho *Litopenaeus vannamei* com sistema de recirculação parcial. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.4, p.819-826, 2008.

CANDIDO, A. S., MELO JÚNIOR, A. P., COSTA, O. R., COSTA, H. J. M. S., IGARASHI, M. A. Effect of different densities in feed conversion of tilapia *Oreochromis niloticus* with marine shrimp *Litopenaeus vannamei* in policulture system. **Revista Ciência Agrônômica**, n.3, v.36, p. 279-284, 2005.

CHEN, H. Y.; LEU, Y. T.; ROELANTS, I. Quantification of arginine requirements of juvenile marine shrimp *Penaeus monodon* microencapsulated arginine. **Marine Biology**, v.114, p.229-233, 1992.

CLAESSEN, M. E. C. (org.) **Manual de métodos e análises de solo**, 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA–CNPS, 1997.212p. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual+de+Metodos_000fzvhotqk02wx5ok0q43a0ram31wtr.pdf>. Acesso em Abril /2014.

COSTA, O.T.F. et al. Susceptibility of the Amazonian fish, *Colossoma macropomum* (Serrasalminae), to short-term exposure to nitrite. **Aquaculture**, v.232, p.627-636, 2004.

COSTA, W. M.; GÁLVEZ, A. O.; BRITO, L. O.; SANTOS, E. L. Produção de ortofosfato, amônia, nitrito e nitrato no cultivo de *Litopenaeus vannamei* utilizando dietas com diferentes níveis de proteína vegetal e animal. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.34. n.2, p.303-310, 2008.

CUZON, G.; LAWRENCE, A.; GAXIOLA, G.; ROSAS, C.; GUILLAUME, J. Nutrition of *Litopenaeus vannamei* reared in tanks or in ponds. **Aquaculture**, v. 235, p. 513-551, 2004.

DRAPER, N. R.; SMITH, H. **Applied Regression analysis**, New York: Johnwiley & Sons. 701p. 1981.

EGNA, S.; BOYD, C.E. **Dynamics of Pond Aquaculture**. CRC Press, Boca Raton, Florida. 1997.

EMBRAPA. Sistema de Produção Integrado Usando Efluentes da Dessalinização / Everaldo Rocha Porto. Petrolina, PE : Embrapa Semi-Árido Documentos (187), 22 p. 2004.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Interciência, 575p.,1988.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Database on Introductions of Aquatic species. 2014.

FERNANDEZ, D; ZANUY, S.; BEBIANO, M. J.; PORTE, C. Chemical and biochemical tools to assess pollution exposure in cultured fish. **Environmental Pollution**, p. 138-46, 2008.

FERREIRA, N. C. **Aplicação de índices de qualidade de água (IQA) como apoio a carcinicultura marinha**. Dissertação de Mestrado em Aquicultura. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

FOLCH, J., LEES, M.; STANLEY, G.H.S. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. **J. Biol. Chem.** 226, 497-509. 1957.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. 307 p. São Paulo: Atheneu, 2001.

FRÓES, C. N.; ABE, M. P.; WASIELESKY JR., W.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C.; CAVALLI, R. O. Efeitos de dietas práticas com diferentes níveis de proteína bruta na sobrevivência e crescimento do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante,

1967). **Atlântica**, Rio Grande, v. 29, n. 1, p. 25-34, 2007.

GLENCROSS, B.; ARNOLD, S.; IRVIN, S. Bioactive factors in microbial biomass have the capacity to offset reductions in the level of protein in the diet of black tiger shrimp, *Penaeus monodon*. **Aquaculture**. n. 446 p. 74–79. 2015.

GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S.; OHNSTAD, M.A.M. **Methods for physical and chemical analysis of freshwater**. Oxford: BlackwellScientific Publications. 213p. 1978.

GOOGLE IMAGENS. Banco de dados sobre imagens. Disponível em <www.google.com/images>. 2014.

GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do pescado: Ciência, tecnologia, inovação e legislação**. Rio de Janeiro. Editora Atheneu. 2011.

GONZÁLEZ-FÉLIX, M. L.; LAWRENCE, A.L.; GATLIN III, D. M.; PEREZ-VELAZQUEZ, M. Growth, survival and fatty acid composition of juvenile *Litopenaeus vannamei* fed different oils in the presence and absence of phospholipids. **Aquaculture**. 205. p. 325-343. 2002.

HARTMAN, L.; LAGO, R. C. A. Rapid preparation of fatty acid methyl from lipids. **Laboratory Practice**, London, v. 22, n. 3, p. 475-473, 1973.

INPI, Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Disponível em < <http://www.inpi.gov.br/> > Acesso em 30 de Março de 2014.

KUBITZA, F.; ONO, E. Percepções sobre a qualidade do pescado. **Panorama da Aqüicultura** 15(87):17-22. 2005.

KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. ESALQ/USP, 3^a ed. Jundiaí. 229P, 2003.

LEITÃO, R. C.; CAVALCANTE, R. R.; RIBEIRO, E. M.; CLAUDINO, R. L.; MACIEL, N. M., ROSA, M. F. Reúso da água da despesca na produção de camarão. **R. Bras. Eng. Agric. Ambiental**. v.15. n.12, p.1314-1320. Campina Grande, 2011.

LISBOA FILHO, W. ; CARLINI JUNIOR, R. J. A carcinicultura na região nordeste: uma promissora alternativa de diversificação econômica, **Cadernos da FACECA**, Campinas, v. 13, n. 1, p. 65-78, jan./jun. 2004.

LOPES, J.M. et al. Survival and growth of silver catfish larvae exposed to different water pH. **Aquaculture International**, v.9, p.73-80, 2001.

NUNES, A. J. Panorama do cultivo de camarões marinhos no Brasil. **Revista Brasileira de Agropecuária**. São Paulo, Ano I, n.12, p. 40-41, 2001.

NUNES, A. J. P.; GESTEIRA, T.C.V.; OLIVEIRA, G.G.; LIMA, R. C.; MIRANDA, P.T.C.; MADRID, R.M. **Princípios para boas práticas de manejo (BPM) na engorda de camarão marinho no Estado do Ceará**. Instituto de Ciências do Mar (Labomar/UFC). Programa de Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Ceará, Fortaleza, Ceará. 109P, 2005.

MAIA, E. P.; GÁLVEZ, A. O.; SILVA, L. O. B.; Brazilian shrimp farms for *Litopenaeus vannamei* with partial and total recirculation systems. **International Journal of Aquatic Science**. v.2, p.16-26, 2011.

MACKERETH, F. J. H.; HERON, J.; TALLING, J. F. **Water analysis: some revised methods for limnologists**. 1978.

MARKERT, B. Distribution and Biogeochemistry of Inorganic Chemicals in the Environment. In: SCHÜÜRMAN, G. and MARKERT, B. (eds.). **Ecotoxicology**. Heidelberg, Germany: John Wiley and Sons. Inc and Spektrum Akademischer Verlag, 1998. Part 2, p. 165-199.

MARQUES, L.C.; ANDREATTA, E.R. Efeito de frequência alimentar sobre o consumo de ração e crescimento de juvenis do camarão rosa *Penaeus paulensis* (Perez-Farfante, 1967) In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 11. Recife. **Anais...** Recife: AEP-BR, 1998. p.571-580, 1998.

MARTINO, R.; TAKAHASHI, N.S. A importância da adição de lipídios em rações para a aquicultura. **Óleos e Grãos**, n.58, p.32-37, 2001.

MINDELL, E.; MUNDIS, H. Vitaminas: guia prático das propriedades e aplicações. Trad. R. J. Schneider. São Paulo: Melhoramentos. Viver com saúde. 1996.

MONTGOMERY, R. et al. **Bioquímica**. 5. ed. São Paulo: Artes Médicas. 1994.

MOREIRA, A. B.; VISENTAINER, J.V.; SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M. Fatty acids profile and cholesterol contents of three Brazilian Brycon freshwater fishes. *Journal of Food Composition and Analysis*, Roma, 14: 565-574, 2001.

MURTHY, H. S. Effect of dietary supplementation of sardine oil as source of HUFAs on growth and disease resistance in freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. In: *World Aquaculture*, Anais. Salvador, 2003.

OLIVEIRA, V. M.; FREITAS, M. Q. de; CLEMENTE, S. C. S.; MARSICO, E. T. Método do índice de qualidade (miq) desenvolvido para camarão (*Litopenaeus vannamei*) CULTIVADO. **Revista Universidade Rural**. Série Ciências da Vida, v. 29, p. 60-71, 2009.

OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de pesca**. São Paulo: Varela. v. 1. 430p. 1999.

ONG, C.; TANJI, K.; DAHLGREN, R.; SMITH, G.; QUEK, A. Water quality and trace element evapoconcentration in evaporation ponds for agricultural waste water disposal. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.43, n.7, p.1941-1947. 1995.

PORTO, E. R.; AMORIM, M. C. C. e SILVA JÚNIOR, L. G. de A. (2001). Uso de rejeito da

dessalinização de água salobra para irrigação da erva-sal (*Atriplex Nummularia*). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 5(1), p. 111-114.

PORTO, E. R.; AMORIM, M. C. C. de; DUTRA, M. T.; PAULINO, R. V.; BRITO, L. T. de L.; MATOS, A. N. B. Rendimento da *Atriplex nummularia* irrigada com efluentes da criação de tilápia em rejeito da dessalinização de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, p.97-103, 2006.

RICKER, N. E. Computation and intpretation of biological statistics of fish populations. **Bull. Fish. Res. Bd. Can.**, Otawwa, v.191, p. 1-381, 1975.

RODIER, J. L. **Analyse de l'eau: eause naturelles, euax residuales, eaux de mer. Dunod.** Paris, 692 p. 1975.

RODRIGUES, J.; JUNIOR, AKIRA. Produção intensiva de camarões marinhos em águas continentais da Paraíba. **Revista da associação brasileira de criadores de camarão - ABCC**, n. 1, p.31-33, 2014.

RODRIGUES, J. Carcinicultura marinha desempenho em 2004. **Revista da associação brasileira de criadores de camarão - ABCC**, n. 7(2), p.38-44, 2005.

SANTOS, C.A.L. Plataforma tecnológica do camarão marinho cultivado. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Departamento de pesca e Agricultura. Brasília, 2001.

SANTOS, L. F. P. Avaliação dos teores de cádmio e chumbo em pescado proveniente de São Francisco do Conde, Bahia. **Dissertação.** Universidade Federal da Bahia. Escola de Nutrição. 75 p. 2011.

SANTOS, E. P. de.; **Dinâmica de populações aplicada a pesca e à piscicultura.** São Paulo: HUCITEC, 129p. 1978.

SCHOBBER. J; Sustentabilidade é Fundamental para Desenvolvimento da Aquicultura. Disponível em <<http://www.pescabrasil.com.br/aquicultura.asp>>. Acesso em 20 de março de

2014.

SENAI, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Disponível em < <http://www.portaldaindustria.com.br/senai/> > Acesso em 31 de Março de 2014.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica**. São Paulo: Varela. 295p. 1997.

SILVA, E. ; VIANA, Z. C.V.; SANTOS, L. C. S.; KORN, M. G.; SANTOS, E. C. Avaliação da Influência de Fatores Biométricos na Bioacumulação de Elementos Químicos Essenciais (Zn, Cu, Fe, Mn) em Tecidos de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). **Resumo expandido**. 52º Congresso Brasileiro de Química. Recife, 2012.

SOUSA, J. K. C. Avaliação de impactos ambientais causados por metais traço em água, sedimento e material biológico na Baía de São Marcos, São Luís – Maranhão. 90 p. **Tese** (Doutorado) – UFPB/CCEN - João Pessoa, 2009.

SPANGHERO, D. B. N.; SILVA, U. L.; PESSOA, M. N. C.; MEDEIROS, E. C. A.; OLIVEIRA, I. R.; MENDES, P. P. Utilização de modelos estatísticos para avaliar dados de produção do camarão *Litopenaeus vannamei* cultivados em águas oligohalina e salgada. **Acta Sci. Anim. Sci.** v.30, n.4, p.451-458, Maringá, 2008.

SIRIWARDHANA, N.; LEE, K.W.; KIM, S.H.; HA, J. H.; PARK, G. T.; JEON, Y. J. Lipid peroxidation inhibitory effects of *Hizikia fusiformis* methanolic extract on fish oil and linoleic acid. **Food Science and Technology International**, v. 10, n. 2, p.65-72. 2004.

TENÓRIO, G. S.; SOUZA-FILHO, P. W. M.; RAMOS, E. M. L. S.; ALVES, P. J. O. Mangrove shrimp farm mapping and productivity on the Brazilian Amazon coast: Environmental and economic reasons for coastal conservation. **Ocean & Coastal management**. n.104. p.65-77. 2015.

VALENÇA, A. R.; MENDES, G. N. Cultivo de *Litopenaeus vannamei*: Água doce ou

oligohalina?. **Panorama da Aqüicultura**, v. 13, n. 78, p. 35-41, 2003.

VALENTI, W.C. **Carcinicultura de água doce** - Tecnologia para a produção de camarões. Brasília: Fapesp, 1998. 383p.

VERANI, J. R. Análise quantitativa aplicada em experimentos de cultivo intensivo e semi-intensivo de curibatá, *Prochilodus scrofa steindachner*, 1881. Tese de Doutorado em Ciências Biológicas da Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR, 1987.

WANDERLEY, R. A. Salinização de solos sob aplicação de rejeito de dessalinizadores com e sem adição de fertilizantes. 2009. 53 p. **Dissertação**. (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009.

WU, X. Y.; YANG, Y. F. Heavy metal (Pb, Co, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn and Zn) concentrations in harvest-size white shrimp *Litopenaeus vannamei* tissues from aquaculture and wild source. **Journal of Food Composition and Analysis**. n.24 p. 62–65, 2011.

WYK, P. V. Nutrition and feeding of *Litopenaeus vannamei* in intensive culture systems. In: WYK, P. V., et al., (Eds.), *Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems*. Florida Department of Agriculture and Consumer Services Tallahassee, USA, p. 125-139, 1999.

WYK, P. V. Nutrition and Feeding of *Litopenaeus vannamei* in Culture System. Chapter 7, 2004.