



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS
E AQUICULTURA – PPG-RPAq
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM AQUICULTURA – MESTRADO

DINÂMICA TEMPORAL DA QUALIDADE DA ÁGUA EM
VIVEIROS DE CAMARÃO MARINHO DURANTE UM CICLO
DE CULTIVO

EMÍLIA CARNEIRO LACERDA DOS SANTOS

RECIFE
2003

DINÂMICA TEMPORAL DA QUALIDADE DA ÁGUA EM VIVEIROS DE CAMARÃO MARINHO DURANTE UM CICLO DE CULTIVO.

Emília Carneiro Lacerda dos Santos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura do Departamento de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura.

Orientador: Prof. Dr. William Severi

Ficha Catalográfica
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central – UFRPE

S237d Santos, Emília Carneiro Lacerda dos
Dinâmica temporal de variáveis limnológicas em viveiros
de camarão marinho durante um ciclo de cultivo / Emília
Carneiro Lacerda dos Santos. – 2004.
70f. : il.

Orientador: William Severi
Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e
Aqüicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.
Departamento de Pesca.
Referências

CDD 639.543

1. Carcinicultura
 2. Efluentes
 3. Qualidade da água
 4. Rio Formoso (PE)
- I. Severi, William
 - II. Título

DEDICATÓRIA

Aos meus pais:

Alcides Carneiro Lacerda (*em Memória*) e Amara Tereza dos Santos, pessoas simples, porém sábias, que me mostraram e fizeram entender que o estudo é a maior conquista que podemos fazer na vida.

À minha filha:

Natália Carneiro Lacerda dos Santos, pelo incentivo e força ao longo desse trabalho e pela paciência na minha ausência.

Ao Prof. Dr. Antônio Lisboa Nogueira da Silva (*em Memória*): grande incentivador na criação deste Curso e por todo incentivo que me deu durante o tempo em que trabalhamos juntos.

Agradecimentos

Ao Departamento de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco, na pessoa do Diretor Prof. Luiz Lira, pelo incentivo e apoio para a minha participação no Curso.

Ao Sr. Emerson Barbosa, proprietário da Fazenda Costa Dourada Camarões Ltda, por ter disponibilizado as instalações da fazenda para a viabilização e realização de parte da pesquisa.

Ao Orientador, Prof. Dr. William Severi, pela dedicação ao curso, paciência e orientação na execução deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Alfredo Olivera Gálvez, pelo apoio, ajuda e estímulo durante o desenvolvimento da pesquisa e da execução da dissertação.

À Dra. Alitiene Moura, pela amizade e colaboração prestada no decorrer da elaboração do trabalho.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura, pela amizade, dedicação e ensinamentos a nós dedicados durante o Curso.

Aos engenheiros de pesca Thales Ramon e Sérgio Henrique, pelo apoio e informações durante a minha estadia na fazenda.

Aos estagiários do Laboratório de Produção de Alimento Vivo (LAPAVI) e do Laboratório de Maricultura Sustentável (LAMARSU), em especial a João Neto, Rodolfo, Davi Dias, Davi Sato, Danielli Matias, Waleska, Antônio Marcos, Eugênio Noronha, Leônidas e Luciana, que contribuíram para a realização deste trabalho.

Às Doutorandas Ana Carla (Aninha) e Rosana (Nega), pela amizade, companheirismo e orientação quando necessário.

Aos amigos do Laboratório de Ictiologia, Elton, Mavíael, Sandra, Bruno, Bela, Andrezza, Viviane e Tatiane, pela amizade e companheirismo.

Ao Pessoal do Laboratório de Limnologia, Henrique, Anderson, Bruno Dourado, Aureliano e Marcelo, pela grande contribuição nas análises físico-químicas da água.

A todos os funcionários da Fazenda Costa Dourada, pelo apoio a minha pessoa, os quais muito me ajudaram durante as coletas.

Aos colegas de Curso, João Laurindo, Mércia, Baracho, Augusto, Marcos, Ruy, Berwiek, Simon, Manlio e Patrocínio, pela amizade e companheirismo durante o Curso.

Em especial, À Sra. Verônica Severi, secretária do PPG-RPAq e Telma Bezerra Pascoal, secretária do Departamento do Pesca/UFRPE, pela dedicação, atenção e paciência a nós dispensada durante o Curso.

A todas as pessoas que não foram citadas, mas que, de alguma forma, contribuíram para a realização dessa pesquisa.

A Deus, Pai da infinita sabedoria, pela força nas horas em que achei que não iria conseguir.

RESUMO

As contínuas renovações de água, das quais necessitam os viveiros de camarões, originam um sério problema de descarga de efluentes. Elas estão intimamente ligadas ao excesso de matéria orgânica, causando assim um sério risco de degradação ambiental. Neste contexto, o presente trabalho avaliou a dinâmica temporal de variáveis limnológicas em viveiros de camarão durante um ciclo de cultivo. A pesquisa foi realizada em dois viveiros na Fazenda Costa Dourada Camarões Ltda., localizada no município de Sirinhaém, no litoral sul de Pernambuco, a 75km do Recife. O ciclo de cultivo teve duração de 96 dias, onde foi realizado o monitoramento das principais variáveis ambientais *in situ* e efetuadas coletas semanais de água para análises laboratoriais, além de dois ciclos nictemerais e acompanhamento da despesca, nos dois viveiros da fazenda estudada. As variáveis monitoradas *in situ* incluíram temperatura, pH, oxigênio dissolvido, salinidade, condutividade e sólidos totais dissolvidos, através de monitores portáteis de campo. Em laboratório, foram analisadas as concentrações de clorofila-a, nitrato, nitrito, amônia, fósforo total, fosfato total, ortofosfato e alcalinidade. Todas as variáveis hidrobiológicas foram analisadas no Laboratório de Limnologia do Departamento de Pesca da UFRPE. Os resultados das análises mostraram que os efluentes da fazenda, em relação aos teores de fósforo total e fosfato total, apresentaram valores elevados, com potencial ação impactante sobre o estuário receptor. Sendo assim, faz-se necessário um monitoramento na região, de modo a subsidiar informações de grande importância para a prática de uma carcinicultura sustentável.

ABSTRACT

Water renewals, often associated with intensive shrimp farming, frequently cause negative impact because of wastewater discharge. The build-up of waste organic materials within the pond frequently reach a level beyond the ecosystem's natural capacity to degrade them into basic and harmless substances, thus compromising the environment. In this sense, the objective of this study was to analyze the seasonal dynamics of limnological variables during an entire production cycle. The experiments were conducted at Costa Dourada Camarões Ltda., located in Serinhaém, southern coast of the State of Pernambuco, about 75 km from Recife. The production cycle comprised 96 days, in which all environmental parameters were monitored *in situ*. Water samples were collected weekly along two nictemeral cycles and during shrimp harvesting. Water temperature, pH, dissolved oxygen, salinity, conductivity, as well as total dissolved solids were monitored with a portable meter. Laboratory analyses were carried out for chlorophyll-a, nitrite, nitrate, ammonia, total phosphorus, total phosphate, orthophosphate and alkalinity. All hydrobiological parameters were analyzed in the Laboratory of Limnology of the Departamento de Pesca of UFRPE. The results indicated that effluents were potentially impactants on the estuary, with regard to total phosphorus and total phosphate levels, once these variables presented high concentrations during all samplings. Therefore, it is important to improve the water discharge system in order to prevent water pollution, consequently assuring a responsible and environment-friendly shrimp farming.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS

RESUMO

ABSTRACT

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

1 - INTRODUÇÃO.....	01
2 – OBJETIVOS.....	05
3 - MATERIAL E MÉTODOS	05
3.1 Caracterização da área estuarina.....	05
3.2 Área de estudo.....	08
3.3 Caracterização do experimento.....	09
3.4 Metodologia de campo.....	10
3.5 Análise laboratorial.....	10
3.6 Análise de dados.....	11
4 - RESULTADOS.....	11
4.1 Resultados das análises estatísticas.....	11
4.2 Variações semanais.....	14
4.3 Variação nictemeral – viveiro 4.....	20
4.4 Variação nictemeral – viveiro 6.....	28
4.5 Despesca – viveiro 4.....	37
4.6 Despesca – viveiro 6	43
5 - DISCUSSÃO	50
6 - CONCLUSÕES	55
7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Mapa de localização geográfica da área de estudo no estado de Pernambuco e detalhe do complexo estuarino de rio Formoso e localização da Fazenda Costas Dourada. 7
- Figura 2 - Leiaute da disposição dos viveiros da Fazenda Costa Dourada, com a localização daqueles estudados. 8
- Figura 3 - Variação das variáveis ambientais da água nas coletas semanais durante o ciclo de cultivo nos viveiros 4 e 6: a) temperatura; b) pH; c) salinidade; d) oxigênio dissolvido; e) condutividade elétrica; f) sólidos totais dissolvidos e g) disco de secchi 17
- Figura 3 - (Continuação) Variação das variáveis ambientais da água nas coletas semanais durante o ciclo de cultivo nos viveiros 4 e 6: h) clorofila *a*; i) fósforo total; j) fosfato total; l) nitrato; m) nitrito; n) ortofosfato; o) amônia e p) alcalinidade. 19
- Figura 4 - Variação média das variáveis da água no viveiro 4 nos dois ciclos nictemerais: a) temperatura; b) pH; c) salinidade; d) oxigênio dissolvido; e) condutividade elétrica; f) sólidos totais dissolvidos e g) disco de secchi. 23
- Figura 4 - (Continuação) Variação média das variáveis da água no viveiro 4 nos dois ciclos nictemerais: h) clorofila *a*; i) fósforo total; j) fosfato total; l) nitrato; m) nitrito; n) ortofosfato; o) amônia e p) alcalinidade. 27
- Figura 5 - Variação média das variáveis ambientais da água no viveiro 6 nos dois ciclos nictemerais: a) temperatura; b) pH; c) salinidade; d) oxigênio dissolvido; e) condutividade elétrica; f) sólidos totais dissolvidos e g) disco de secchi. 31
- Figura 5 - (Continuação) Variação média dos nutrientes da água no viveiro 6 nos dois ciclos nictemerais: h) clorofila *a*; i) fósforo total; j) fosfato total; l) nitrato; m) nitrito; n) ortofosfato; o) amônia e p) alcalinidade. 36
- Figura 6 - Valores das variáveis ambientais da água obtidos durante a despesca do viveiro 4: a) temperatura; b) pH; c) salinidade; d) oxigênio dissolvido; e) condutividade elétrica; f) sólidos totais dissolvidos; g) disco de secchi e h) profundidade. 39
- Figura 6 (Continuação) - Valores dos nutrientes da água obtidos durante a despesca do viveiro 4: h) clorofila *a*; i) fósforo total; j) fosfato total; l) nitrato; m) nitrito; n) ortofosfato; o) amônia e p) alcalinidade 42
- Figura 7 - Valores das variáveis ambientais da água obtidos durante a despesca do viveiro 6: a) temperatura; b) pH; c) salinidade; d) oxigênio dissolvido; e) condutividade elétrica; f) sólidos totais dissolvidos; g) disco de secchi e h) profundidade. 46
- Figura 7 (Continuação) - Valores das nutrientes da água obtidos durante a despesca do viveiro 6: h) clorofila *a*; i) fósforo total; j) fosfato total; l) nitrato; m) nitrito; n) ortofosfato; o) amônia e p) alcalinidade. 49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores de p resultantes da análise de variância entre os pontos 1 e 2 dos viveiros 4 e 6, para as variáveis estudadas durante as coletas semanais	11
Tabela 2 - Valores de p resultantes da análise de variância entre os as profundidades (superfície e fundo) para as variáveis ambientais durante as nictemerai nos viveiros 4 e 6	12
Tabela 3 - Valores de p resultantes da análise de variância entre a 1ª e 2ª nictemerai dos viveiros 4 e 6, para as variáveis estudadas	12
Tabela 4 - Valores de p resultantes da análise de variância durante as coletas semanais entre os viveiros 4 e 6, para as variáveis estudadas	13
Tabela 5 - Valores de p resultantes da análise de variância entre as coletas nos viveiros 4 e 6, para as variáveis estudadas	13
Tabela 6 - Valores médios para as variáveis ambientais da água obtidos no viveiro 4 durante o ciclo de cultivo	15
Tabela 7 - Valores médios dos nutrientes da água obtidos no viveiro 4 durante o ciclo de cultivo	15
Tabela 8 - Valores médios para as variáveis ambientais da água obtidos no viveiro 6 durante o ciclo de cultivo	16
Tabela 9 - Valores médios dos nutrientes da água obtidos no viveiro 6 durante o ciclo de cultivo	16
Tabela 10 - Valores médios obtidos para as variáveis ambientais durante a 1ª e 2ª nictemerai no viveiro 4	22
Tabela 11 - Valores médios obtidos para os nutrientes durante a 1ª análise nictemeral no viveiro 4	25
Tabela 12 - Valores médios obtidos para os nutrientes durante a 2ª análise nictemeral no viveiro 4	26
Tabela 13 - Valores médios obtidos para as variáveis ambientais durante a 1ª e 2ª nictemerai no viveiro 6	30
Tabela 14 - Valores médios obtidos para os nutrientes durante a 1ª análise nictemeral no viveiro 6	34
Tabela 15 - Valores médios obtidos para os nutrientes durante a 2ª análise nictemeral no viveiro 6	35
Tabela 16 - Valores médios obtidos para as variáveis ambientais durante a despesca do viveiro 4	38
Tabela 17 - Valores médios obtidos para os nutrientes durante a despesca do	40

viveiro 4

Tabela 18 - Valores médios obtidos para as variáveis ambientais durante a 1ª etapa da despesca do viveiro 6 45

Tabela 19 - Valores médios obtidos para as variáveis ambientais durante a 2ª etapa da despesca do viveiro 6 45

Tabela 20 - Valores médios obtidos para os nutrientes durante a 1ª etapa da despesca do viveiro 6 47

Tabela 21 - Valores médios obtidos para os nutrientes durante a 2ª etapa da despesca do viveiro 6 47

1 – INTRODUÇÃO

O cultivo de camarão marinho é o segmento produtivo da aqüicultura mundial que mais cresceu em todos os países tropicais em desenvolvimento que, em diferentes momentos das últimas três décadas, iniciaram a exploração comercial desse crustáceo (Rocha e Rodrigues, 2002). Sua produção mundial alcançou 1.263,7 toneladas em 2001, em cerca de 1.751,699 hectares cultivados e 1.319,1 toneladas em 2002, numa área de 2.049,426 ha em 50 países (Rocha e Rodrigues, 2003).

A criação de camarões marinhos em cativeiro está cada vez ganhando mais popularidade no Brasil. A atividade, que começou de uma forma tímida e insípida nos anos 80 na região Nordeste, hoje se apresenta estabelecida em escala industrial em vários estados litorâneos do Brasil, desde a região Sul ao Norte do país. Práticas de cultivo aparentemente simples, mas sofisticadas do ponto de vista técnico e ambiental, foram desenvolvidas e aprimoradas pelos carcinicultores brasileiros. Essas inovações na indústria permitiram posicionar o Brasil como líder mundial em produtividade de camarão, incluindo o país no ranking dos 10 maiores produtores de camarão cultivado do mundo (Nunes, 2001). Historicamente, este rápido avanço pode ser associado a dois fatores: à introdução do camarão *Litopenaeus vannamei* e à produção, no país, de uma ração formulada de alta qualidade para camarões marinhos (Nunes 2001).

Segundo Rocha e Rodrigues (2003), a carcinicultura marinha brasileira destaca-se internacionalmente, devido aos elevados índices de produtividade do camarão *L. vannamei*, que variaram de 4.706 kg/ha/ano em 2001 para 5.458 kg/ha/ano em 2002; uma produção de 40.000 t (2001) para 60.128 t (2002) e um aumento nas áreas de produção de 8.500 ha em 2001 para 11.016 ha em 2002. O número de produtores passou de 507 em 2001 para 680 em 2002.

As 60.128 t de camarão cultivado produzido em 2002, embora pareçam um volume modesto em relação à produção da China (310.750 t) e da Tailândia (260.000 t), colocaram o Brasil como maior produtor de camarão cultivado do Hemisfério Ocidental, à frente do Equador e México, que tradicionalmente ocupavam a primeira e a segunda posição (Rocha e Rodrigues, 2003).

No Brasil, o litoral nordestino é considerado ideal para o cultivo de camarões marinhos. A região possui extensas áreas costeiras com temperaturas elevadas, possibilitando a criação de camarões durante o ano inteiro (Nunes, 2001). Na costa nordestina, as condições climáticas e hidrológicas se sobressaem, pelo fato de ser perfeitamente viável utilizar efetivamente cerca de 350 dias do ano para o cultivo do camarão, enquanto nos países asiáticos de maior produção, esse indicador se reduz a 240 dias (Rocha, (1999).

Apesar do Brasil dispor de condições favoráveis para a prática da carcinicultura em toda a extensão de sua costa, o desenvolvimento dessa atividade está concentrado na região Nordeste, registrando-se pequenas iniciativas nas regiões Sudeste e Sul (Rocha e Maia, 1998).

Segundo Rocha e Rodrigues (2003), o Nordeste é o maior produtor de camarão cultivado, com 96,5% (58.010 t) da produção nacional. Entre os estados do Nordeste, Pernambuco contribui com 11,30% (6.792 t) para a consolidação dessa produção, numa área cultivada de 1.031 ha, ocupando o 3º lugar em produtividade, com 6.588 kg/ha/ano.

Em Pernambuco, a carcinicultura no sistema estuarino do rio Formoso é recente e se encontra em fase de expansão. Pequenos produtores, com áreas inundadas de até 1 ha, estão localizados nas proximidades do município do Rio Formoso. Existem, ainda, três fazendas, duas delas em funcionamento, consideradas de médio porte: a fazenda Campo Novo (Rio Formoso) com 30 ha e a Costa Dourada Camarões (Sirinhaém) com 50 ha, além de uma terceira em fase de construção, porém com nove viveiros em produção, considerada de grande porte, com 150 ha, denominada de fazenda Tinoco (Sirinhaém).

O rápido desenvolvimento da atividade comercial em importantes áreas do mundo vem sendo, entretanto, acompanhado de crescentes preocupações sobre a sustentabilidade ambiental. Como uma atividade econômica que usa recursos naturais para aumentar a oferta de alimentos, tal como ocorre com as atividades agropecuárias em geral, o cultivo de camarão, se implementado com deficiência no seu planejamento, na instalação de sua infra-estrutura produtiva e no manejo dos principais parâmetros físicos, químicos e biológicos que lhe dão sustentação, pode causar impactos negativos no meio ambiente de sua área de influência (DPA/MA, 2001).

A liberação de efluentes pela carcinicultura é muito diversificada, pois depende do método de cultivo empregado, no qual estão incluídas variáveis como espécies, sistema de cultivo, manejo, alimentação, local, circulação de água e outros. Wainberg (2000) menciona que a descarga de efluentes ricos em matéria orgânica pode causar hiper-nitrificação, eutrofização, sedimentação e mudança na produtividade e estrutura da comunidade bentônica. Kautsky e Folke (1989) enfatizam que apenas 25% dos nutrientes adicionados como alimento são incorporados pelos animais, enquanto que o restante permanece no ambiente, podendo causar impactos. Entretanto, Currier,(1994) enfatiza que nos países onde a carcinicultura é bem desenvolvida, o saldo ambiental é negativo; devido ao processo de transformação dos recursos naturais e à produção de efluentes, que já atingiram níveis alarmantes que prejudicam a própria atividade

A qualidade da água tem um papel indispensável no cultivo dos organismos aquáticos. A água é, também, um dos componentes do cultivo sobre o qual se tem menos controle de suas variações. Essa situação é agravada quando não há um monitoramento rotineiro dos parâmetros de qualidade de água. Em viveiros, as condições da água estão sempre mudando, causando efeitos significativos sobre o bem estar e a saúde dos camarões (Hermández e Nunes, 2001). É de fundamental importância observar o comportamento das principais variáveis físico-químicas que possam ser manipuladas, de forma a conferir aos animais confinados, o maior conforto possível, com reflexos diretos na melhoria da produtividade do sistema (Borba, 2000).

Em aquícultura, é comum a troca de água com o propósito de manter uma boa oxigenação no ambiente. Porém, ao se efetuar esse manejo são perdidos diariamente nutrientes básicos que favorecem a população microbiana, microalgas e bactérias, e, conseqüentemente, os animais que delas dependem. O camarão é um animal que ingere grande quantidade de microorganismos e animais dos mais diversos tamanhos na sua dieta nutricional que, em conjunto, podem ser considerados o alimento natural presente nos viveiros de cultivo (Mata *et al.*, 2001).

Sistemas com troca de água reduzida demonstram ser bastante eficientes. Sem a renovação diária de parte do volume da água dos viveiros, os nutrientes básicos são preservados, favorecendo a produção primária e todo elo alimentar que

dela depende, assim proporcionando ao ambiente de cultivo, estabilidade por um período maior (Mata e Santos, 2001).

Uma das principais considerações ambientais no cultivo de camarão é o possível impacto negativo dos efluentes de viveiros na qualidade das águas costeiras. Poluentes nos efluentes podem causar eutrofização (aumento de nutrientes), enriquecimento orgânico, sedimentação e toxicidade, resultando na degradação dos ecossistemas costeiros e perda da biodiversidade (Boyd, 2001).

O manejo adequado da ração é tão importante quanto a sua formulação, para promover o crescimento satisfatório do camarão e, ao mesmo tempo, para diminuir resíduos e poluição na água (Davis e Miles, 2001). Os resíduos derivados de alimentos não consumidos, de material fecal e do metabolismo de nutrição são a principal fonte de poluentes em fazendas de camarão mal administradas. Num sistema intensivo de cultivo de camarão tem sido observado que apenas 15-20% da ração são utilizados no crescimento do tecido animal. Do total da ração ofertada, 15% se perdem como ração não consumida mediante dissolução, entre 15-20% são evacuadas através de fezes e 40-45% são utilizadas pelo camarão no processo normal de metabolismo, manutenção e muda. A quantidade de resíduos produzida está relacionada com a qualidade da ração e o sistema de cultivo (Mukhi *et al.*, 2001).

A tecnologia de cultivo em uso no Brasil é o resultado de um esforço de validação de práticas tecnológicas, muitas das quais voltadas para manter a qualidade da água e, portanto, minimizar os possíveis efeitos dos efluentes do cultivo no meio. O uso correto da aeração mecânica, para aumentar a disponibilidade de oxigênio dissolvido; das bandejas tipo comedouros, que permitem a dosagem racional da ração, eliminando metabólitos e bactérias indesejáveis; o tratamento de fundo de viveiros, para corrigir problemas de acidez do solo, entre outros, contribuem para manter a água em boa qualidade, reduzindo ou minimizando possíveis impactos ambientais dos efluentes (ABCC, 2002).

Considerando o rápido desenvolvimento do cultivo de camarão e o risco de impactos ambientais decorrentes de processos de produção mal conduzidos, para a própria sobrevivência da atividade, torna-se necessária a prática de uma carcinicultura sustentável, que contemple o acompanhamento da qualidade da água nas fazendas de cultivo, desde a captação até a drenagem dos efluentes.

2. Objetivos

2.1 Geral – Determinar as características da água de viveiros de camarão marinho, durante um ciclo de produção, no que se refere a variáveis físico-químicas.

2.1 Específicos – Avaliar as alterações na qualidade da água dos viveiros ao longo de um ciclo de cultivo, bem como do efluente liberado durante a despesca.

3 - Material e Métodos

3.1 Caracterização da área estuarina

O Sistema estuarino do Rio Formoso (Figura 1), dentre as 14 zonas estuarinas do Estado de Pernambuco, destaca-se por sua importância pesqueira, turística e econômica, e pelo grau de conservação de seus manguezais. Este estuário está localizado a cerca de 90 km ao sul da cidade do Recife (08° 35' 00"S e 035° 95' 00" W).

O sistema estuarino do rio Formoso é abastecido, principalmente, pelo rio de mesmo nome, que nasce no engenho Vermelho, no município de Rio Formoso - PE. Sua vazão é relativamente pequena, mas ao longo do seu curso de aproximadamente 20 km recebe, por meio de afluentes, as águas de outros dois rios que integram o seu sistema, que são os rios dos Passos (Sirinhaém-PE), que por sua vez recebe as águas dos rios das Pedras e do Lemenha; e Ariquindá (Tamandaré-PE), formando o terceiro maior complexo estuarino do litoral sul do estado, estando o mesmo inserido dentro de uma área de proteção ambiental (APA – Guadalupe).

O sistema corresponde a uma das maiores áreas estuarinas de Pernambuco em bom estado de conservação, com 2.724 ha. Segundo Lira *et al.*(1979), a bacia hidrográfica do rio Formoso é pequena, com 272 ha de área, sendo em seu maior trecho influenciada pela salinidade do mar. Para melhor caracterização, pode-se dividir a zona estuarina do rio Formoso em três segmentos: superior, médio e inferior. A zona estuarina inferior, com 3,5km de extensão, vai da linha recifal, após o Pontal de Guadalupe, até a confluência do rio Ariquindá. A zona estuarina média, com 2,5km, segue até a bifurcação do rio dos Passos com o rio Formoso. O trecho

médio, na realidade, funciona como uma laguna costeira, constituída de um leito principal paralelo à costa e ramificação por entre o manguezal por diversas gamboas. A zona estuarina superior, com 6,5 km de extensão, é a de menor largura e profundidade inferior a 2 m, correspondente à fração limitada a montante da porção superior da zona estuarina média, até as proximidades da cidade do Rio Formoso.

A fazenda Costa Dourada fica localizada entre as zonas inferior e média e é abastecida pelas águas do rio dos Passos, um dos afluentes do rio Formoso.

3.2 Área de Estudo

O presente trabalho foi realizado na fazenda Costa Dourada Camarões Ltda., localizada na ilha do Lemenha, na zona rural do município de Sirinhaém, no litoral sul de Pernambuco, a 75km do Recife, tendo como posição geográfica 08°38'28.7"S e 35°04'58.6" W.

A fazenda possui uma área total de 57 ha, sendo 51,24 ha de espelho d'água, distribuídos entre 12 viveiros de engorda, com áreas individuais variando entre 3,24 a 5,45 ha (Figura 2). O canal de abastecimento tem aproximadamente 9,0m de largura, 2,0 de profundidade e 700m de comprimento, o qual é abastecido por meio de 02 bombas de 70 HP, com uma vazão média de 700 litros/seg.

A fazenda é abastecida com a água captada do rio dos Passos (afluente do rio Formoso), e drenada diretamente para o estuário. O empreendimento possui um setor de berçário, formado por quatro tanques redondos com volume de 50m³ cada; instalações onde funcionam escritórios, alojamentos, refeitórios, almoxarifado, depósito de ração, casa de bombas, geradores de energia e um setor de beneficiamento ainda desativado.

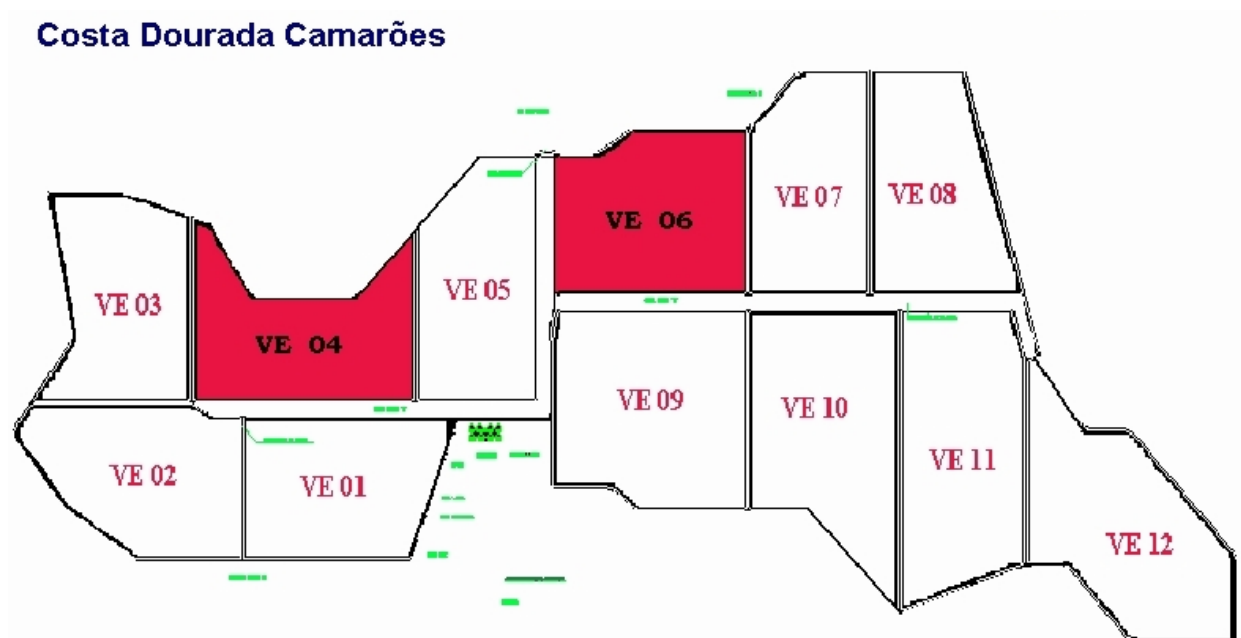


Figura 2 – Leiaute dos viveiros da Fazenda Costa Dourada Camarões, com a localização daqueles estudados (em vermelho).

3.3 Caracterização do Experimento

O presente estudo se refere ao acompanhamento da qualidade da água de um ciclo de cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), em dois viveiros na fazenda Costa Dourada Camarões Ltda., realizado no período de abril a julho de 2002. O ciclo teve início no dia 18/04/2002 para os dois viveiros e finalizou no dia 17/07/2002 no viveiro 04 e 21/07/2002 no viveiro 06.

O **Viveiro 4** possui uma área de 4,62 ha, com 1 metro de profundidade e volume aproximado de 46.200 m³. O sistema de cultivo utilizado foi intensivo, com troca zero de água ou quando necessário. A quantidade estocada foi de 2.310.000 PL₂₀, correspondendo a uma densidade de 50 camarões/m². Foram utilizados 23 aeradores de pá (2 HP), correspondendo a uma relação de aproximadamente 10HP/ha. Para a alimentação, foram instaladas 196 bandejas e utilizada uma ração comercial, com 40% de proteína, nas quatro primeiras semanas, e outra, com 35% de proteína bruta, a partir da 5^a semana até o final do cultivo.

Esse viveiro possui uma comporta de abastecimento e duas de drenagem, sendo que uma delas é mais utilizada. O mesmo foi preparado previamente, seguindo os padrões usuais de manejo: secagem, correção do pH, revolvimento do solo e adição de 1.000 kg/ha de calcário dolomítico. Após o abastecimento, foi realizada a fertilização inicial, em duas etapas, com intervalos de dois dias, utilizando 40kg/ha de uréia, 4kg/ha de M.A.P. (monofosfato de amônia) e 8kg/ha de silicato. Calagens e fertilizações de manutenção foram feitas durante o cultivo, quando necessárias.

O **Viveiro 6** possui uma área de 3.89 ha, com 1 metro de profundidade e um volume aproximado de 38.900 m³. O sistema de cultivo adotado foi o mesmo do viveiro 4. A quantidade estocagem foi de 2.070.000 PL₂₀, correspondendo a uma densidade de 53 camarões/m². Para a alimentação, foram instaladas 196 bandejas com as mesmas rações e forma de fornecimento do viveiro 4. Foram utilizados 20 aeradores de pás (2 HP), resultando numa relação de 10HP/ha.

Esse viveiro possui comportas distintas, para drenagem e abastecimento. O mesmo foi preparado segundo o procedimento descrito para o viveiro 4.

3.4 Metodologia de Campo

Em cada viveiro, foram estabelecidos 2 pontos de amostragem: Ponto 1 (abastecimento interno) e Ponto 2 (drenagem interna) para as coletas semanais de água e a caracterização das variáveis ambientais, além de 1 ponto para as análises nictemerais e 1 ponto para a despesca. A metodologia adotada foi a seguinte:

Coletas semanais - Foram realizadas semanalmente, entre 12:00 e 15:00h, num total de 10 coletas. As variáveis ambientais monitoradas *in situ* incluíram temperatura, pH, oxigênio dissolvido, salinidade, sólidos totais dissolvidos e alcalinidade, monitoradas com o auxílio de um medidor portátil de campo modelo YSI 556 MPS. Amostras de água, para determinação da concentração de nutrientes e clorofila-a, foram coletadas com uma garrafa Van Dorn.

Nictemeral – Aos 30 e 60 dias contados a partir do início do cultivo, foram realizados ciclos nictemerais em cada viveiro, com coleta de amostras de água para análise de nutrientes e clorofila-a a cada 2 horas, coleta de plâncton a cada 6 horas e leitura das variáveis ambientais a cada hora, durante 25 horas.

Despesca - Durante as despescas, foi coletada água para análise de nutrientes e clorofila-a e monitoramento das variáveis hidrobiológicas a cada 10cm de redução do nível do viveiro, na parte interna da comporta de drenagem.

3.5 Análise Laboratorial

Todas as análises dos nutrientes da água e clorofila-a foram realizadas no Laboratório de Limnologia do Departamento de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

As amostras foram analisadas quanto aos níveis de alcalinidade; nitrato, nitrito e amônia dissolvidos e de fosfato total, fosfato dissolvido, fósforo total e clorofila-a. A concentração de nitrato e nitrito foi analisada segundo Mackereth *et al.* (1978) e de amônia segundo Koroleff (1976). O fosfato dissolvido e total e o fósforo total foram determinados segundo Strickland e Parsons (1960) e a clorofila-a segundo Nusch (1980).

3.6 Análise de Dados

Os resultados foram analisados estatisticamente quanto a diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as semanas, para as coletas semanais, e entre profundidades (superfície e fundo), para as nictemerais. Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade dos dados, tendo sido transformados por logaritmização - $\log(n + 1)$ - e, em seguida, analisados pelos testes não-paramétricos de Mann-Whitney e Kruskal-Wallis, conforme o caso (Zar, 1996). Todos os dados foram analisados através dos programas Microsoft Excel 98 e STATISTICA versão 6.0.

4. Resultados

4.1 Resultados das Análises Estatísticas

A análise estatística aplicada aos valores das variáveis bióticas e abióticas entre os pontos de coletas 1 e 2 (Tabela 1), durante as coletas semanais nos viveiros 4 e 6, mostrou que não houveram diferenças significativas entre eles ($p \leq 0,05$). Deste modo, foi considerada a média entre os dois pontos de cada viveiro para representar os seus resultados semanais.

Tabela 1 - Valores de **p** resultantes da análise de variância entre os pontos 1 e 2 dos viveiros 4 e 6, para as variáveis estudadas durante as coletas semanais.

Variável	Viveiro 4	Viveiro 6
Temperatura	0,6760	0,7623
pH	0,6214	0,5967
Salinidade	0,3422	0,8205
Oxigênio dissolvido	0,3422	0,5967
Disco de Secchi	0,7903	0,2413
Condutividade elétrica	0,3422	0,9397
Sólidos totais dissolvidos	0,3822	0,8205
Clorofila-a	1,0000	0,7623
Fósforo Total	0,7903	0,7623
Fosfato Total	0,4704	0,6501
Nitrato	0,7558	0,7239
Nitrito	0,5688	0,1124
Ortofosfato	0,2875	0,8501
Amônia	0,2100	0,7337
Alcalinidade	0,6250	0,3538

A análise estatística, aplicada aos valores das variáveis ambientais das duas profundidades (superfície e fundo) nas nictemerais (Tabela 2), mostrou que não houveram diferenças significativas entre elas ($p \leq 0,05$), pelo que foi considerado o valor médio entre as profundidades. Apenas o pH do viveiro 6 apresentou diferença entre as profundidades na 2ª. nictemeral.

No entanto, foram detectadas diferenças significativas entre as nictemerais para a maioria das variáveis em ambos os viveiros, conforme evidenciado na Tabela 3.

Tabela 2 – Valores de **p** resultantes da análise de variância entre as profundidades (superfície e fundo) para as variáveis ambientais durante as nictemerais nos viveiros 4 e 6.

Variável	Viveiro 4		Viveiro 6	
	1ª Nictemeral	2ª Nictemeral	1ª Nictemeral	2ª Nictemeral
Temperatura	0,9458	0,7123	0,9381	0,7341
pH	0,4909	0,7562	0,4970	0,0352*
Salinidade	1,0000	0,7415	0,9381	0,8309
Oxigênio dissolvido	0,4848	0,8008	0,5936	0,1429
Disco de Secchi	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Condutividade elétrica	0,8613	0,9277	0,8537	0,9381
Sólidos totais dissolvidos	0,6908	0,5936	0,6908	0,7562

* $p \leq 0,05$

Tabela 3 - Valores de **p** resultantes da análise de variância entre a 1ª e 2ª nictemerais dos viveiros 4 e 6, para as variáveis estudadas.

Variável	Valor de p	
	Viveiro 4	Viveiro 6
Temperatura	0,0000	0,0000
pH	0,0076	0,0000
Salinidade	0,0000	0,0000
Oxigênio Dissolvido	0,5346 ^{NS}	0,0052
Disco de Secchi	0,0257	0,0726 ^{NS}
Condutividade elétrica	0,0000	0,0000
Sólidos totais dissolvidos	0,0000	0,0000
Clorofila a	0,0000	0,0000
Fósforo Total	0,1062 ^{NS}	0,0257
Fosfato Total	0,0000	0,0726 ^{NS}
Nitrato	0,0000	0,7005 ^{NS}
Nitrito	0,0000	0,0274
Ortofosfato	0,1008 ^{NS}	0,0027
Amônia	0,0003	0,1554 ^{NS}
Alcalinidade	0,0858 ^{NS}	0,0333

^{NS} = $p > 0,05$

Tabela 4 - Valores de **p** resultantes da análise de variância durante as coletas semanais entre os viveiros 4 e 6, para as variáveis estudadas.

Variável	Valor de p
Temperatura	0,7352
pH	0,8817
Salinidade	0,7454
Oxigênio dissolvido	0,7049
Disco de Secchi	0,4818
Condutividade elétrica	0,7867
Sólidos totais dissolvidos	0,7660
Clorofila-a	0,3169
Fósforo Total	0,3577
Fosfato Total	0,5249
Nitrato	0,6167
Nitrito	0,6167
Ortofosfato	0,6263
Amônia	0,1368
Alcalinidade	0,3301

A análise entre os viveiros 4 e 6, para as variáveis analisadas durante as coletas semanais, não evidenciou diferenças significativas, conforme Tabela 4. No entanto, estas apresentaram diferenças significativas entre as coletas semanais para ambos os viveiros (Tabela 5).

Tabela 5 - Valores de **p** resultantes da análise de variância entre as coletas semanais nos viveiros 4 e 6 para as variáveis estudadas.

Variável	Valor de P	
	Viveiro 4	Viveiro 6
Temperatura	0,0321	0,1204 ^{NS}
pH	0,0314	0,0294
Salinidade	0,0283	0,0275
Oxigênio dissolvido	0,0436	0,0387
Disco de Secchi	0,0976 ^{NS}	0,1033 ^{NS}
Condutividade elétrica	0,0283	0,0265
Sólidos totais dissolvidos	0,0283	0,0265
Clorofila-a	0,0445	0,0343
Fósforo Total	0,1752 ^{NS}	0,0502 ^{NS}
Fosfato Total	0,0656 ^{NS}	0,1640 ^{NS}
Nitrato	1,0000 ^{NS}	0,0634 ^{NS}
Nitrito	0,0297	0,2086 ^{NS}
Ortofosfato	0,1439 ^{NS}	0,1734 ^{NS}
Amônia	0,0401	0,0416
Alcalinidade	1,0000 ^{NS}	0,0657 ^{NS}

^{NS} = $p > 0,05$

4.2 Variação semanal

Os valores médios das variáveis analisadas nos viveiros 4 e 6 ao longo do período de estudo constam nas Tabelas 6, 7, 8 e 9.

A amplitude de variação de temperatura foi semelhante entre os dois viveiros, com tendência a uma diminuição ao longo do período de coletas (Figura 3A), variando entre 26,87 e 31,8 °C no viveiro 4 e de 27,0 a 31,1 °C no viveiro 6.

Entre os viveiros, o padrão de variação do pH também foi semelhante, porém variou significativamente ao longo do ciclo de cultivo (Figura 3B), com valores entre 6,8 e 9,2 em ambos viveiros.

Os viveiros apresentaram variação similar para os valores de salinidade. Esses mostraram um declínio entre o início e o final do cultivo, com uma grande amplitude de variação ao longo do período (Figura 3C), que pode estar associada às chuvas que ocorreram durante o período. A salinidade no viveiro 4 variou de 14,5 a 36,5 e no viveiro 6 de 15,8 a 38,0.

Através da Figura 3D, pode-se observar que os valores de oxigênio dissolvido oscilaram bastante nos dois viveiros ao longo das coletas, alcançando na 4ª semana níveis críticos de 0,62 mg/L no viveiro 4 e 0,50 mg/L no viveiro 6. Valores máximos de 11,97 e 10,84 mg/L foram registrados, respectivamente, na 1ª semana no viveiro 4 e na 7ª semana no viveiro 6.

Os valores da condutividade elétrica também diferiram pouco entre os viveiros, com uma redução ao longo do cultivo (Figura 3E). O viveiro 4 apresentou um valor de 55,35 mS/cm no início e de 24,11 mS/cm no final, enquanto no viveiro 6 foram registrados valores de, respectivamente, 57,36 e 27,42 mS/cm. Essa queda, da mesma forma que para a salinidade, foi relacionada com uma diluição decorrente da precipitação pluviométrica no período.

Os valores de sólidos totais dissolvidos variaram de modo semelhante aos de salinidade e condutividade, em função da relação existente entre estas variáveis. Apresentaram valores semelhantes entre os dois viveiros, tendo-se registrado valores entre 35,98 e 15,67 mg/L, no viveiro 4, e entre 37,33 e 16,81 mg/L no viveiro 6.

Tabela 6 – Valores médios das variáveis ambientais da água obtidos no viveiro 4 durante o ciclo de cultivo.

Viveiro	Coleta	Hora	Temperatura (°C)	pH	Salinidade	Oxigênio (mg/L)	Disco de Secchi (m)	Condutividade elétrica (mS/cm)	Sólidos t. dissolvidos (mg/L)
V4	1		31,07 ^d	9,28 ^f	36,58 ^g	11,97 ^c	0,33 ^{ab}	55,35 ^g	35,97 ^g
V4	2		30,72 ^{cd}	8,77 ^{ef}	36,07 ^g	9,86 ^{bc}	0,47 ^b	54,62 ^g	35,49 ^g
V4	3		31,80 ^d	8,75 ^{def}	33,33 ^f	9,23 ^{bc}	0,37 ^{ab}	51,08 ^f	33,38 ^f
V4	4		31,31 ^d	8,53 ^{de}	30,82 ^e	0,62 ^a	0,35 ^{ab}	47,57 ^e	30,92 ^e
V4	5		27,79 ^{ab}	8,05 ^{bc}	31,21 ^e	7,71 ^b	0,18 ^a	48,02 ^e	31,21 ^e
V4	6		27,12 ^a	6,83 ^a	29,87 ^e	2,66 ^a	0,26 ^a	46,16 ^e	29,99 ^e
V4	7		29,19 ^{bc}	7,67 ^{bc}	25,58 ^d	8,14 ^{bc}	0,35 ^{ab}	40,20 ^d	26,12 ^d
V4	8		28,10 ^{ab}	7,12 ^{ab}	19,81 ^c	7,56 ^b	0,30 ^{ab}	31,89 ^c	20,73 ^c
V4	9		26,80 ^a	6,65 ^a	16,73 ^b	1,83 ^a	0,30 ^{ab}	27,41 ^b	17,82 ^b
V4	10		28,51 ^{ab}	7,74 ^{bc}	14,55 ^a	7,93 ^{bc}	0,32 ^{ab}	24,10 ^a	15,66 ^a

Valores com letras diferentes são estatisticamente diferentes entre si.

Tabela 7 – Valores médios dos nutrientes da água obtidos no viveiro 4 durante o ciclo de cultivo.

Viveiro	Coleta	Clorofila a (µg/L)	Fósforo Total (µg/L)	Fosfato Total (µg/L)	Nitrato (µg/L)	Nitrito (µg/L)	Ortofosfato (µg/L)	Amônia (µg/L)	Alcalinidade (mg/L)
V4	1	49,10 ^a	406,81 ^a	266,00 ^a	-	0,07 ^a	48,42 ^a	30,21 ^{ab}	-
V4	2	83,70 ^a	782,81 ^a	622,87 ^a	77,57 ^{cd}	0,24 ^c	111,2 ^a	100,66 ^{cd}	110,00 ^e
V4	3	61,38 ^a	1809,0 ^a	1097,06 ^a	81,51 ^d	0,36 ^d	382,11 ^a	119,45 ^d	90,00 ^{cd}
V4	4	278,32 ^b	702,6 ^a	563,40 ^a	78,36 ^{cd}	0,32 ^d	13,61 ^a	155,84 ^d	92,5 ^d
V4	5	375,82 ^c	792,0 ^a	751,75 ^a	57,32 ^{abcd}	0,17 ^b	7,56 ^a	35,90 ^{abc}	96,25 ^d
V4	6	12,83 ^a	804,38 ^a	368,44 ^a	42,59 ^{ab}	0,03 ^a	5,29 ^a	25,07 ^{ab}	108,5 ^e
V4	7	15,06 ^a	918,42 ^a	926,88 ^a	28,13 ^a	0,08 ^a	33,29 ^a	28,25 ^{ab}	88,75 ^{cd}
V4	8	19,53 ^a	1026,28 ^a	518,79 ^a	45,49 ^{abc}	0,06 ^a	34,80 ^a	88,97 ^{bcd}	80,00 ^{bc}
V4	9	16,18 ^a	715,01 ^a	441,13 ^a	64,42 ^{bcd}	0,06 ^a	3,78 ^a	17,49 ^a	70,25 ^b
V4	10	13,95 ^a	594,81 ^a	181,74 ^a	75,20 ^{bcd}	0,18 ^b	7,56 ^a	107,98 ^d	76,00 ^b

Valores com letras diferentes são estatisticamente diferentes entre si.

Tabela 8 – Valores médios das variáveis ambientais da água obtidos no viveiro 6 durante o ciclo de cultivo.

Viveiro	Coleta	Hora	Temperatura (°C)	pH	Salinidade	Oxigênio (mg/L)	Disco de Secchi (m)	Condutividade elétrica (mS/cm)	Sólidos totais dissolvidos (mg/L)
V6	1		30,96 ^{de}	8,47 ^{def}	38,0 ⁱ	7,80 ^{cd}	0,45 ^{ab}	57,35 ⁱ	37,33 ^h
V6	2		30,35 ^{de}	9,02 ^f	36,2 ^h	10,27 ^d	0,42 ^{ab}	54,79 ^h	36,10 ^g
V6	3		31,13 ^e	8,10 ^{cdef}	31,2 ^g	2,43 ^{ab}	0,55 ^b	48,18 ^g	31,32 ^f
V6	4		31,08 ^e	8,69 ^{cdef}	28,5 ^e	0,50 ^a	0,42 ^{ab}	44,41 ^e	28,86 ^d
V6	5		27,80 ^{ab}	8,02 ^{cde}	31,2 ^g	7,12 ^{bcd}	0,16 ^a	48,05 ^g	31,23 ^e
V6	6		27,00 ^a	6,84 ^{ab}	29,3 ^f	2,60 ^{ab}	0,45 ^{ab}	45,46 ^f	29,56 ^d
V6	7		29,60 ^{cd}	7,97 ^{cde}	24,5 ^d	10,84 ^d	0,26 ^{ab}	38,68 ^d	25,13 ^c
V6	8		28,10 ^{ab}	7,73 ^{bcd}	17,6 ^c	10,16 ^d	0,27 ^{ab}	28,76 ^c	18,68 ^b
V6	9		26,98 ^{ab}	7,29 ^{abc}	15,7 ^a	6,59 ^{bcd}	0,24 ^{ab}	25,86 ^a	16,81 ^a
V6	10		28,60 ^{bc}	6,63 ^a	16,5 ^b	2,96 ^{abc}	0,36 ^{ab}	27,42 ^b	17,62 ^a

Valores com letras diferentes são estatisticamente diferentes entre si.

Tabela 9 – Valores médios dos nutrientes da água obtidos no viveiro 6 durante o ciclo de cultivo.

Viveiro	Coleta	Hora	Clorofila a (µg/L)	Fósforo Total (µg/L)	Fosfato Total (µg/L)	Nitrato (µg/L)	Nitrito (µg/L)	Ortofosfato (µg/L)	Amônia (µg/L)	Alcalinidade (mg/L)
V6	1		15,62 ^a	317,44 ^a	335,39 ^a	-	0,007 ^a	13,61 ^a	4,58 ^a	-
V6	2		82,30 ^a	496,19 ^{ab}	358,52 ^{ab}	36,55 ^a	0,098 ^a	43,89 ^a	65,60 ^{ab}	106,25 ^b
V6	3		6,41 ^a	434,55 ^{ab}	304,00 ^a	53,64 ^{ab}	0,175 ^a	50,70 ^a	98,07 ^{bc}	98,75 ^b
V6	4		185,85 ^b	647,20 ^{ab}	627,83 ^{ab}	43,91 ^a	0,136 ^a	87,77 ^a	213,31 ^d	89,50 ^{ab}
V6	5		312,81 ^c	1029,3 ^{ab}	969,84 ^b	51,80 ^a	0,145 ^a	3,78 ^a	64,27 ^{ab}	111,75 ^b
V6	6		3,90 ^a	1060,19 ^{ab}	533,66 ^{ab}	126,48 ^b	0,228 ^a	9,08 ^a	106,21 ^{bc}	116,25 ^b
V6	7		26,78 ^a	764,32 ^{ab}	741,83 ^{ab}	28,66 ^a	0,035 ^a	27,24 ^a	88,71 ^{abc}	77,50 ^{ab}
V6	8		27,34 ^a	1109,50 ^b	512,18 ^{ab}	59,69 ^{ab}	0,194 ^a	8,32 ^a	121,04 ^{bc}	82,50 ^{ab}
V6	9		24,55 ^a	530,09 ^{ab}	388,26 ^{ab}	98,87 ^{ab}	0,187 ^a	34,81 ^a	45,19 ^{ab}	86,75 ^{ab}
V6	10		6,69 ^a	773,56 ^{ab}	313,91 ^a	68,89 ^{ab}	0,159 ^a	40,86 ^a	156,39 ^{cd}	85,00 ^{ab}

Valores com letras diferentes são estatisticamente diferentes entre si.

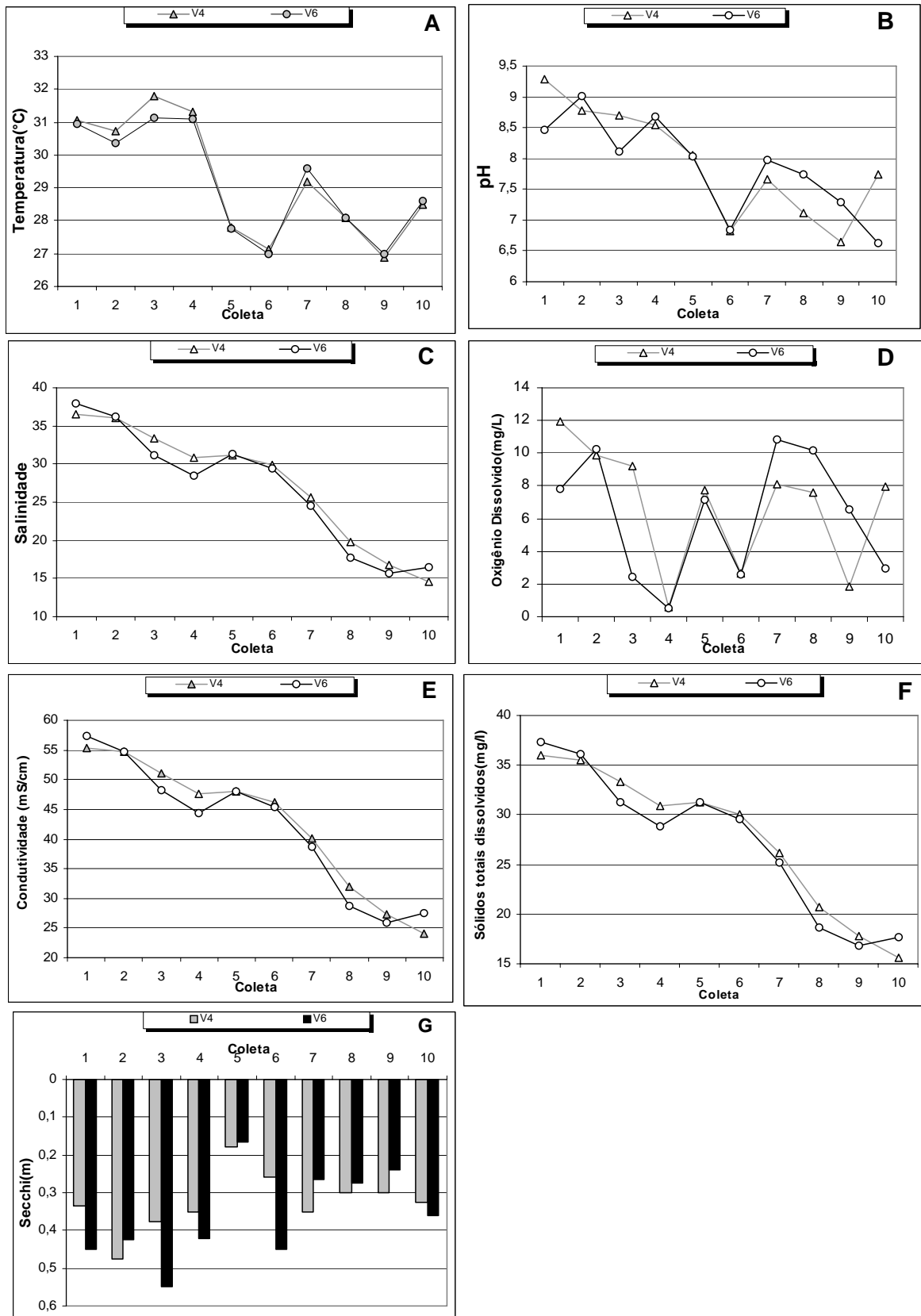


Figura 3 – Variação das variáveis ambientais da água nas coletas semanais durante o ciclo de cultivo nos viveiros 4 e 6: A. Temperatura; B. pH; C. Salinidade; D. Oxigênio dissolvido; E. Condutividade; F Sólidos totais dissolvidos. e G. Secchi.

A transparência da água, obtida através da leitura do disco de Secchi, variou entre 0,17 a 0,55 m nos dois viveiros. Apresentou como menores valores, 0,18 e 0,16 m na 5ª coleta em ambos os viveiros, e os maiores 0,48 m na 2ª coleta no viveiro 4 e 0,55 m na 3ª coleta no viveiro 6 (Figura 3G).

Os viveiros 4 e 6 apresentaram um padrão semelhante de variação da clorofila-a, apresentando considerável elevação na 4ª e 5ª semana de coleta, ocorrendo uma queda brusca na 6ª coleta, mantendo níveis reduzidos até o final do cultivo (Figura 3H). Os valores máximos de 375,83 µg/L para o viveiro 4 e 312,82 µg/L para o viveiro 6 ocorreram na 5ª coleta, em resposta à fertilização dos viveiros feita dias antes desta coleta. O menor valor, de 3,91 µg/L, foi observado no viveiro 6 na 6ª coleta (Tabela 7 e 9).

Em relação ao fósforo total, os valores diferiram entre os viveiros, que apresentaram variação diversa entre os mesmos ao longo do período (Figura 3I). No viveiro 4, foram registrados dois picos, de 1.809,10 e 1.026,29 µg/L respectivamente na 3ª e 8ª coletas. No viveiro 6, estes ocorreram na 5ª, 6ª e 8ª coletas, sendo o maior deles - 1.109,50 µg/L - observado na 8ª semana (Tabela 9).

A Figura 3J mostra que os níveis de fosfato total nos dois viveiros apresentaram variação bem acentuada e diferente entre si, durante o período estudado. Os valores mais altos - 1.097,06 e 926,88 µg/L - foram registrados no viveiro 4 na 3ª e 7ª coletas (Tabela 7), enquanto no viveiro 6 estes foram ligeiramente inferiores, com valores de 969,84 e 741,84 µg/L, observados na 5ª e 7ª coletas (Tabela 9).

Para o nitrato, os níveis apresentaram padrões de variação diferente. No viveiro 4, os valores apresentaram variação menos acentuada que no viveiro 6 (Figura 3L), observando-se o valor máximo de 81,52 µg/L na 3ª coleta e o mínimo de 28,14 µg/L na 7ª coleta (Tabela 7). Quanto ao viveiro 6, foram observados dois picos, um na 6ª coleta, com 126,48 µg/L, e outro na 9ª, com 98,87 µg/L, sendo o mínimo de 26,66 µg/L na 7ª coleta.

Os valores do nitrito entre os dois viveiros também foram diferentes quanto à amplitude e variação ao longo do ciclo de cultivo, como pode ser visto na Figura 14M. Uma concentração máxima de 0,376 µg/L foi observada no viveiro 4 na 3ª coleta, e mínima de 0,035 µg/L na 6ª coleta (Tabela 7). No viveiro 6, o valor máximo

observado foi de 0,228 $\mu\text{g/L}$ na 6^a semana e o mínimo de 0,007 $\mu\text{g/L}$ na 1^a semana (Tabela 9).

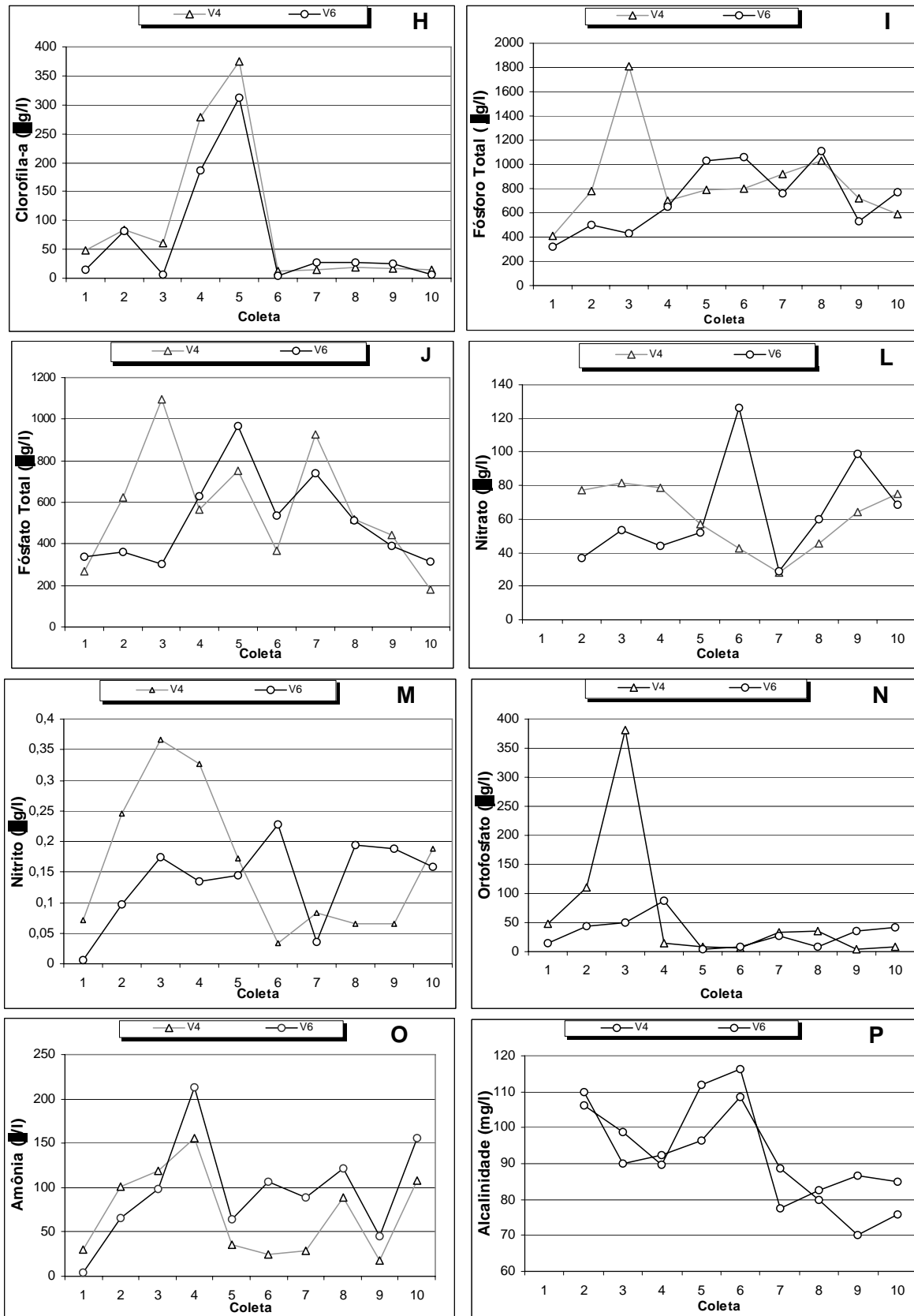


Figura 3 (Continuação)- Variação dos nutrientes da água nas coletas semanais durante o ciclo de cultivo nos viveiros 4 e 6: H. Clorofila a; I. Fósforo total; J. Fosfato total; L. Nitrato; M. Nitrito; N. Ortofosfato; O. Amônia e P Alcalinidade.

Para o ortofosfato, valores máximos (111,23 e 382,11 $\mu\text{g/L}$) ocorreram na 2ª e 3ª coletas no viveiro 4, e na coleta seguinte registrou-se uma queda acentuada, mantendo valores baixos até o final do cultivo (Figura 3N e Tabela 7). No viveiro 6, os valores observados foram bem menores, oscilando entre 3,78 e 87,77 $\mu\text{g/L}$, sendo o maior deles registrado na 4ª coleta (Tabela 9).

Em relação à amônia, os valores variaram de modo semelhante nos dois viveiros, sendo menores no viveiro 6 (V6). Em ambos os viveiros ocorreram dois picos um na 4ª coleta com 155,8 (V4) e 213,31 $\mu\text{g/L}$ (V6), e outro na 10ª com 107,99 (V4) e 156,39 $\mu\text{g/L}$ (V6). Ao longo do ciclo, ocorreu uma redução na 5ª semana e um aumento na semana final (Figura 3 O).

A amplitude de variação da alcalinidade observada nos dois viveiros esteve entre 70,25 a 111,75 mg/L . No viveiro 4, ocorreram dois picos, um na 1ª coleta com 110,00 mg/L e outro com 108,50 mg/L na 6ª coleta. No viveiro 6, estes foram observados na 5ª coleta, com 111,75 mg/L e na 6ª, com 116,25 mg/L (Figura 3P).

4.3 - Variação Nictemeral – viveiro 4

Na análise nictemeral, a temperatura nos dois ciclos mostrou índices mais elevados no período diurno, ocorrendo uma diminuição desde a noite até o amanhecer (Figura 4A). Um valor máximo de 32,42°C foi verificado na 1ª nictemeral às 12:30 e um mínimo de 24,88°C na 2ª nictemeral às 07:00h, tendo os valores sido mais baixos e com menor amplitude de variação nesse ciclo (Tabela 10).

O pH variou de 8,71 a 7,00 durante os dois ciclos, sendo que na 1ª nictemeral os valores foram um pouco mais altos, tendo os maiores ocorrido no período diurno, atingindo o valor máximo de 8,71 às 13:30h e o mínimo de 7,29 às 07:30h na 1ª nictemeral, e o maior valor de 8,34 às 15:30h e o menor de 7,00 às 07:30h na 2ª nictemeral. Os menores valores ocorreram durante a madrugada até as primeiras horas da manhã (Figura 4B).

Durante os dois ciclos nictemerai, a salinidade se manteve estável (Figura 4C). Os valores do 1º ciclo ficaram entre 29,74 e 30,66, enquanto no 2º ciclo estes foram um pouco menores, entre 23,33 e 24,78. Os maiores índices ocorreram no período diurno (Tabela 10).

As concentrações de oxigênio dissolvido nos dois ciclos nictemerai apresentaram os menores valores no período noturno, tendo atingido valor mínimo de 1,4 mg/L às 06:30h na 1ª nictemeral, e 2,5 mg/L às 04:30h na 2ª nictemeral. Os maiores valores ocorreram às 13:30 nos dois ciclos, com o valor máximo de 11,50 mg/L observado no 1º ciclo (Figura 4D).

A Figura 4E mostra que os valores da condutividade elétrica mantiveram-se estáveis durante as 24 horas nos dois ciclos. O padrão de variação dos sólidos totais dissolvidos durante os dois ciclos nictemerai foi semelhante aos da salinidade (Figuras 4C e 4F), com pouca variação ao longo do ciclo, embora os valores da 1ª nictemeral, variando entre 29,87 e 30,74 mS/cm, tenham sido um pouco maiores que os da 2ª, que variou entre 23,88 a 25,20 mS/cm. O valor mais alto de 30,74 mS/cm foi registrado na 1ª nictemeral às 10:30 horas (Tabela 10).

Os resultados obtidos para a transparência da água mostram que na 1ª nictemeral os valores foram menores, variando entre 0,15 a 0,28 m, às 15:30 e 10:30h, respectivamente. Um valor máximo de 0,38 m foi observado na 2ª nictemeral, às 09:30h (Figura 4G).

Na Figura 4H, pode-se observar que as concentrações de clorofila-*a* na 1ª nictemeral foram mais elevadas e com maior amplitude ao longo do ciclo, apresentando um pico de 474,79 µg/L às 13:30h, e as menores ocorreram entre 21:30 e 01:30h. Na 2ª, os valores foram mais baixos e com uma menor variação, com o menor valor de 15,62 µg/L às 23:30 e 01:30h, e o valor máximo de 99,32 µg/L às 15:30h (Tabelas 11 e 12).

Tabela 10 – Valores médios obtidos para as variáveis ambientais durante a 1ª e 2ª análises nictemerais no viveiro 4.

Hora	Temperatura (°C)		pH		Salinidade		Oxigênio (mg/L)		Condutividade elétrica (mS/cm)		Sólidos totais dissolvidos (mg/L)		Disco de Secchi (m)	
	1ª Nict.	2ª Nict.	1ª Nict.	2ª Nict.	1ª Nict.	2ª Nict.	1ª Nict.	2ª Nict.	1ª Nict.	2ª Nict.	1ª Nict.	2ª Nict.	1ª Nict.	2ª Nict.
13:30	29,47	-	8,49	-	29,74	-	9,0	-	46,0	-	29,87	-	0,20	
14:30	29,07	25,45	8,09	-	30,39	-	7,4	-	46,9	-	30,52	-	0,20	0,25
15:30	28,86	25,50	8,19	7,94	30,36	23,17	6,8	7,0	47,0	36,7	30,49	23,88	0,20	0,30
16:30	28,80	25,47	8,20	7,79	30,30	24,11	6,9	6,9	46,5	38,3	30,39	24,88	0,23	0,35
17:30	28,41	25,50	8,31	7,68	30,72	24,48	7,4	5,9	46,7	38,5	30,33	25,05	-	-
18:30	28,16	25,46	8,07	7,74	30,17	24,64	5,5	5,2	46,6	38,8	30,28	25,20	-	-
19:30	28,26	25,49	7,83	7,70	30,61	24,61	3,9	4,6	47,2	38,7	30,67	25,18	-	-
20:30	28,08	25,43	7,80	7,68	30,60	24,75	3,8	4,5	47,2	38,9	30,67	25,31	-	-
21:30	28,08	25,40	7,70	7,66	30,65	24,78	3,3	4,3	47,3	39,0	30,72	25,32	-	-
22:30	27,96	25,27	7,64	7,61	30,67	24,73	3,0	3,5	47,3	39,0	30,73	25,33	-	-
23:30	27,94	25,21	7,74	7,51	30,51	24,71	2,7	3,2	47,1	38,9	30,67	25,27	-	-
00:30	27,87	25,18	7,69	7,44	30,66	24,74	2,3	3,4	47,3	38,9	30,67	25,25	-	-
01:30	27,79	25,11	7,46	7,38	30,62	24,73	1,8	3,0	47,4	38,9	30,69	25,27	-	-
02:30	27,75	25,10	7,58	7,21	30,61	24,73	2,2	2,8	47,2	38,9	30,67	25,28	-	-
03:30	27,61	25,04	7,54	7,53	30,62	24,70	1,6	2,6	47,2	38,8	30,68	25,20	-	-
04:30	27,55	24,98	7,42	7,03	30,60	24,69	1,5	2,5	47,2	38,8	30,66	25,24	-	-
05:30	27,50	24,88	7,41	7,04	30,70	24,31	1,7	3,6	47,2	38,3	30,65	25,04	-	-
06:30	27,49	24,88	7,29	7,05	30,61	24,12	1,4	2,7	47,2	34,0	30,66	24,63	-	-
07:30	27,79	24,96	7,57	7,00	30,62	24,04	3,1	3,0	47,2	37,6	30,68	24,63	-	0,35
08:30	28,80	25,24	7,97	7,19	30,61	23,92	5,9	4,2	47,1	37,7	30,65	24,52	0,23	0,35
09:30	29,69	25,55	8,11	7,43	30,66	23,88	7,7	6,2	47,2	37,7	30,42	24,52	0,24	0,38
10:30	30,54	26,49	8,30	7,51	30,62	23,86	9,8	6,9	47,3	37,7	30,74	24,48	0,28	0,30
11:30	31,01	27,68	8,41	7,93	30,54	23,81	11,2	10,7	47,2	37,6	30,65	24,46	0,25	0,20
12:40	32,42	27,63	8,57	7,97	30,52	23,73	11,1	10,8	47,2	37,5	30,67	24,40	0,22	0,22
13:30	31,99	27,30	8,71	8,08	30,55	23,70	11,5	10,9	47,2	37,5	30,71	24,38	0,22	0,17
14:30	-	27,38	-	8,27	-	23,33	-	10,0	-	37,5	-	24,03	0,22	0,25
15:30	-	-	-	8,34	-	23,42	-	10,6	-	-	-	24,10	0,15	0,22

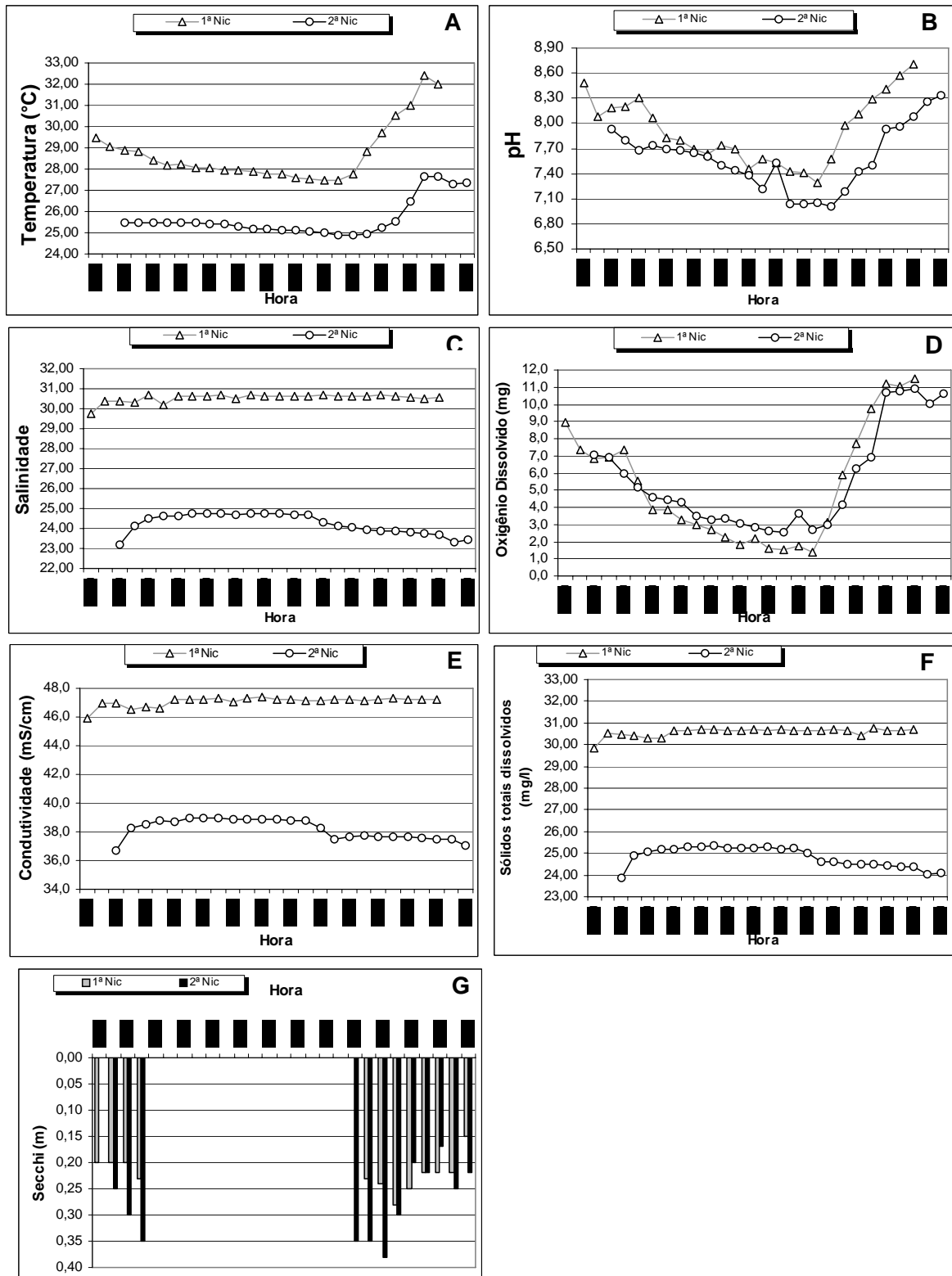


Figura 4 -Variação média das variáveis ambientais da água no viveiro 4 nos dois ciclos nictemeris: A. temperatura; B. pH; C. Salinidade; D. Oxigênio dissolvido; E. Condutividade; F. Sólidos totais dissolvidos e G. Secchi.

Os valores do fósforo total na 1ª nictemeral foram menores e oscilaram menos, apresentando um valor máximo de 1.072,52 $\mu\text{g/L}$ às 13:30h, e o mínimo de

665,70 µg/L às 03:30. As maiores concentrações na 2ª nictemeral foram observadas nas primeiras horas da manhã, com um pico de 1.251,27 µg/L às 05:30h (Tabela 11 e 12 e Figura 4 I) e o mínimo de 585,5 µg/L às 13:30h.

O teor de fosfato total apresentou padrões de variação diferente entre as duas nictemerais (Figura 4J). Na 1ª, os valores foram mais estáveis e apresentaram uma menor amplitude de variação, ficando entre 581,57 e 915,32 µg/L, com um pico às 13:30h (Tabela 11), enquanto na 2ª as maiores concentrações ocorreram entre 01:30 e 07:30h da manhã, com a maior concentração de 1.192,89 µg/L às 07:30h (Tabela 12).

Os dois ciclos apresentaram uma distribuição do nitrato bastante heterogênea entre si e com muitas oscilações, como mostra a Figura 4L. A 1ª nictemeral apresentou concentrações e oscilações um pouco menores, com valores extremos de 36,81µg/l às 15:30h e 94,40µg/l às 19:30h, enquanto na 2ª, os valores apresentaram oscilação e variação maiores, observando-se menor concentração de 33,13 µg/L às 19:30h e picos nos horários de 21:30, 23:30, 09:30 e 11:30h, tendo o maior valor sido de 97,29 µg/L às 21:30h (Tabelas 11 e 12).

Quanto ao nitrito, este mostrou uma variação irregular ao longo dos dois ciclos nictemerais, uma amplitude de variação bem menor na 1ª nictemeral, com pequenas oscilações e teor máximo de 0,335 µg/L às 17:30h. Na 2ª, observaram-se variações e oscilações bem mais acentuadas, ocorrendo alguns picos, sendo o mais alto de 0,286 µg/L às 21:30h (Figura 4M, Tabelas 11 e 12).

Os valores do ortofosfato apresentaram uma oscilação muito irregular nas duas nictemerais (Figura 4N). Na 1ª, foram observados dois picos, um de 77,18 µg/L à 01:30h e outro de 93,83 µg/L às 13:30h (Tabela 11), e na 2ª nictemeral, a variação foi mais acentuada, ocorrendo vários picos, sendo que os mais elevados ocorreram nos horários de 01:30, 07:30, 11:30 e 15:30h, com o maior valor de 55,99µg/L observado à 01:30h (Tabela 12).

Durante as análises nictemerais, os valores obtidos para a amônia mostraram padrões de variação e oscilação bem diferentes entre as duas nictemerais (Figura 4 O). Na 1ª, verificou-se um pico de 284,76 µg/L às 23:30 horas, diminuindo consideravelmente à 01:30h, e voltando a aumentar, sempre oscilando até o final do ciclo (Tabela 11). Apesar da oscilação nos teores da 2ª nictemeral, seus valores foram menores, tendo apresentado o maior valor de 110,50 µg/L às 17:30h (Tabela 12).

Tabela 11 – Valores médios obtidos para os nutrientes durante a 1ª análise nictemeral no viveiro 4.

Viveiro	Data	Hora	Clorofila a (µg/L)	Fósforo Total (µg/L)	Fosfato Total (µg/L)	Nitrato (µg/L)	Nitrito (µg/L)	Ortofosfato (µg/L)	Amônia (µg/L)	Alcalinidade (mg/L)
V4	16/05	13:30	474,79	807,47	793,06	64,69	0,214	27,24	189,05	89,50
V4	16/05	15:34	274,77	733,50	667,49	36,81	0,255	9,08	130,91	85,00
V4	16/05	17:33	310,23	745,83	624,53	85,72	0,335	19,67	190,08	91,50
V4	16/05	19:34	244,63	702,68	594,79	99,40	0,322	9,08	194,97	93,50
V4	16/05	21:33	195,75	788,98	601,40	93,09	0,325	13,62	97,78	91,00
V4	16/05	23:00	187,33	715,01	594,79	89,93	0,324	6,05	284,76	88,50
V4	17/05	01:33	199,29	690,36	591,49	74,68	0,299	77,18	114,14	77,00
V4	17/05	03:51	241,67	665,70	608,01	83,62	0,294	6,05	121,67	90,00
V4	17/05	05:47	227,40	708,85	604,71	75,73	0,288	13,62	175,44	86,00
V4	17/05	07:52	220,70	745,83	621,23	66,79	0,237	22,70	161,83	74,50
V4	17/05	09:55	183,55	733,50	581,57	64,16	0,219	31,78	160,50	62,50
V4	17/05	11:50	257,12	887,60	720,36	63,64	0,261	74,15	117,01	76,50
V4	17/05	13:53	294,16	1072,52	915,32	63,64	0,288	93,83	143,34	85,50

Tabela 12 – Valores médios obtidos para os nutrientes durante a 2ª análise nictemeral no viveiro 4.

Viveiro	Data	Hora	Clorofila a (µg/L)	Fósforo Total (µg/L)	Fosfato Total (µg/L)	Nitrato (µg/L)	Nitrito (µg/L)	Ortofosfato (µg/L)	Amônia (µg/L)	Alcalinidade (mg/L)
V4	19/06	15:00	99,32	425,31	389,92	71,52	0,191	12,11	74,41	90,50
V4	19/06	17:00	71,42	690,36	667,49	82,57	0,279	25,73	110,50	100,0
V4	19/06	19:00	23,44	813,63	713,75	33,13	0,072	34,81	34,61	83,00
V4	19/06	21:00	17,86	684,19	637,75	97,29	0,286	13,62	105,25	100,0
V4	19/06	23:00	15,62	708,85	631,14	93,09	0,256	19,67	105,32	100,0
V4	20/06	01:00	15,62	758,16	882,27	37,87	0,059	55,99	30,62	83,50
V4	20/06	03:00	20,09	1060,19	994,62	39,44	0,094	30,27	36,02	77,00
V4	20/06	05:00	24,55	1066,35	964,88	43,12	0,071	28,75	28,92	79,00
V4	20/06	07:00	16,74	1251,27	1192,89	39,44	0,072	54,48	36,17	75,50
V4	20/06	09:00	34,60	628,72	515,49	90,98	0,223	24,21	101,48	90,00
V4	20/06	11:00	51,34	616,39	528,70	94,66	0,235	42,37	106,73	93,00
V4	20/06	13:00	34,60	542,42	439,49	74,15	0,159	6,05	98,44	70,00

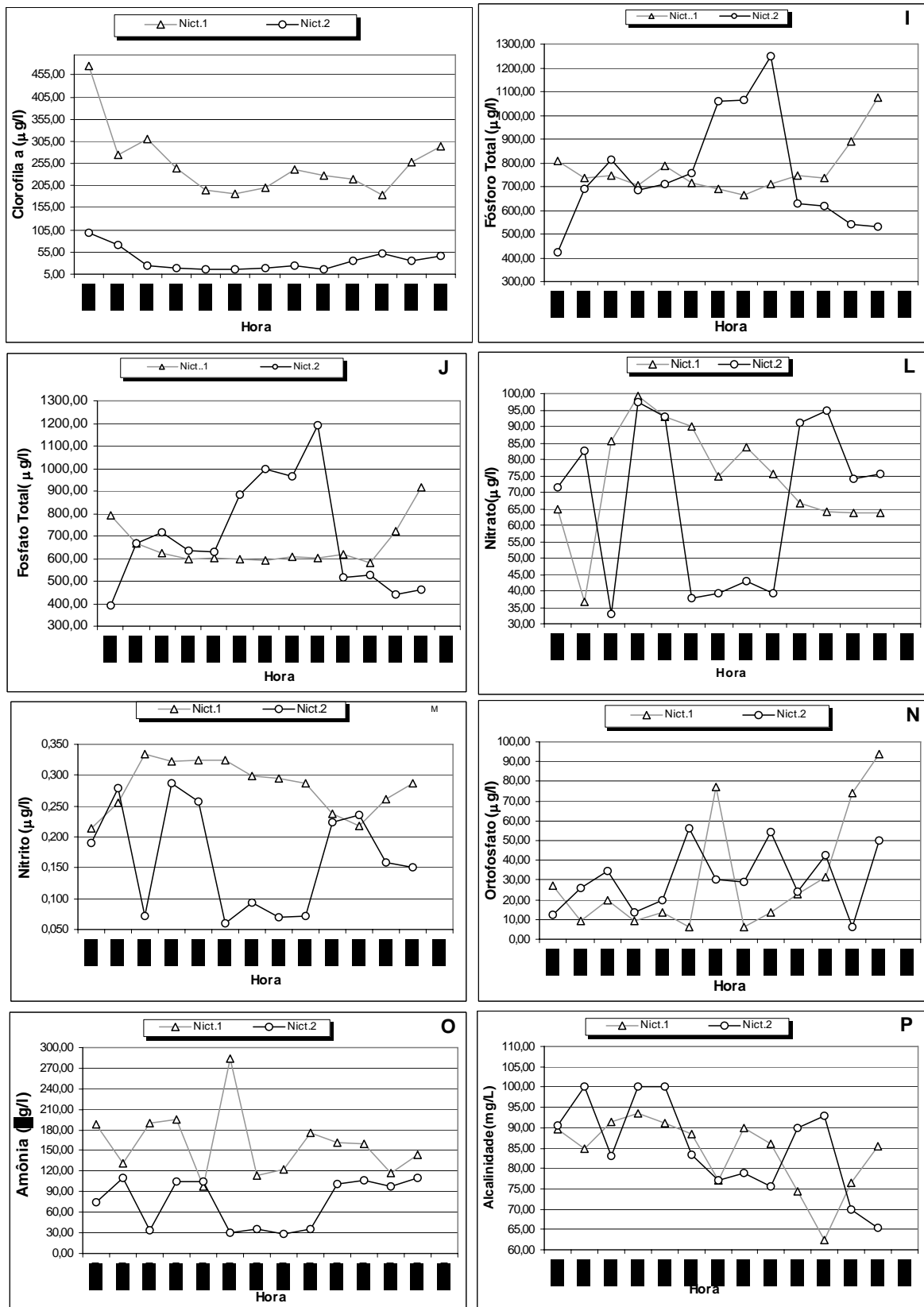


Figura 4 (continuação) -Variação médias dos nutrientes da água no viveiro 4 nos dois ciclos nictemerai: H. Clorofila-a; I. Fósforo total; J. Fosfato total; L. Nitrato; M. Nitrito; N. Ortofosfato; O. Amônia e P. Alcalinidade.

Nos dois ciclos nictemerai, a alcalinidade observada esteve entre 62,50 e 100,00 mg/L (Tabelas 11 e 12). Embora a amplitude de variação nos dois ciclos tenha sido semelhante, os valores oscilaram de forma diferenciada nos mesmos, sendo observado o maior valor de 100,00 mg/L nos horários de 17:30, 21:30 e 23:30h no 2ª ciclo, e o menor de 62,50 mg/L às 09:30h no 1º ciclo (Figura 4P).

4.4– Variação Nictemeral - Viveiro 6

A temperatura da água nas duas nictemerai apresentou valores mais altos no período diurno, tendo os valores da 1ª nictemeral sido mais elevados que os da 2ª (Figura 5A). A amplitude de variação foi de 27,41 a 31,23 °C para a 1ª nictemeral e de 24,73 a 28,08 °C para a 2ª. O valor mais alto de 31,23 °C foi registrado na 1ª nictemeral às 14:30h e o mais baixo de 24,73 °C às 06:30h na 2ª nictemeral (Tabela 13).

O pH nos dois ciclos nictemerai apresentou comportamento semelhante ao da temperatura (Figura 5B), mais elevado na 1ª nictemeral, quando os valores mais baixos ocorreram durante a madrugada até as primeiras horas da manhã e foram registradas pequenas oscilações ao longo do dia, observando um valor máximo de 8,48 às 14:00h na 1ª e um mínimo de 6,58 às 06:00h na 2ª nictemeral (Tabela 13).

Os valores de salinidade foram diferentes entre os dois períodos, o 1ª tendo apresentado valores mais elevados. A salinidade na 1ª nictemeral se manteve estável durante todo o ciclo, registrando o valor mais alto de 29,02 às 13:30 horas. Pequenas variações ocorreram na 2ª nictemeral, com concentração máxima de 22,38 às 19:30h, diminuindo gradativamente durante a madrugada e atingindo o menor valor de 20,35 às 06:00h, estabilizando-se até o final do ciclo (Figura 5C e Tabela 13).

Para o oxigênio dissolvido, a amplitude de variação foi maior na 1ª nictemeral, ficando entre 2,31 e 10,82 mg/L, enquanto na 2ª variou de 2,33 a 5,48 mg/l (Tabela 13). Os teores mantiveram-se elevados até 17:00h, diminuindo gradativamente até atingir os menores valores às 06:00h na 1ª, e às 03:00h na 2ª nictemeral. Os valores mais elevados nos dois ciclos, entre 10,82 e 5,49 mg/L ocorreram às 13:30 e 14:30h e os menores de 2,31 e 2,33 mg/L, às 06:00h e 03:00h (Figura 5D), respectivamente no 1º e 2º nictemerai.

Os valores da condutividade elétrica mantiveram-se praticamente estáveis nas duas nictemerais, tendo apresentado uma amplitude de variação pequena, apesar dos valores inferiores da 2ª nictemeral (Figura 5E). Na 1ª nictemeral, a variação ficou entre 43,98 mS/cm às 14:30h horas e 45,09 mS/cm às 14:30h do dia seguinte, e na 2ª, a amplitude de variação foi um pouco maior, entre 32,86 mS/cm às 14:30h e 35,54 mS/cm às 19:30h (Tabela 13).

A concentração de sólidos totais dissolvidos também não teve grande variação, registrando-se valores um pouco mais altos na 1ª nictemeral, entre 29,38 mg/L às 13:00h e 28,60 mg/L às 23:00h, e na 2ª nictemeral, o valor máximo foi registrado às 18:00h e, em seguida, estes tenderam a diminuir gradativamente até atingir o menor valor às 14:30h (Figura 5F e Tabela 13).

Tabela 13 – Valores médios obtidos para as variáveis ambientais durante a 1ª e 2ª análises nictemerais no viveiro 6.

Hora	Temperatura (°C)		pH		Salinidade		Oxigênio (mg/L)		Condutividade elétrica (mS/cm)		Sólidos totais dissolvidos (mg/L)		Disco de Secchi (m)	
	1ª Nict.	2ª Nict.	1ª Nict.	2ª Nict.	1ª Nict.	2ª Nict.	1ª Nict.	2ª Nict.	1ª Nict.	2ª Nict.	1ª Nict.	2ª Nict.	1ª Nict.	2ª Nict.
14:00	29,21	-	8,46	-	28,15	-	7,19	-	43,98	-	28,60	-	0,40	-
15:00	29,24	25,49	8,12	6,87	28,43	22,15	6,71	3,58	44,04	35,22	28,64	22,90	0,40	0,32
16:00	29,06	25,51	8,23	6,87	28,87	22,32	6,94	3,61	44,12	35,45	28,68	23,05	0,35	0,35
17:00	28,86	25,42	8,18	6,88	28,55	22,24	6,75	3,30	44,35	34,34	28,63	22,98	-	-
18:00	28,46	25,44	8,12	6,88	28,81	22,32	5,89	2,94	44,75	35,47	29,09	23,60	-	-
19:00	28,45	25,42	8,12	6,81	28,87	22,38	5,50	2,49	44,81	35,53	29,15	23,10	-	-
20:00	28,35	25,37	8,02	6,56	29,01	22,38	5,23	2,47	44,99	35,54	29,27	23,10	-	-
21:00	28,27	25,26	8,02	6,79	29,02	21,93	4,66	2,56	45,01	34,95	29,25	22,54	-	-
22:00	28,21	25,20	7,91	6,85	28,99	21,83	4,04	2,49	44,94	34,76	29,22	22,60	-	-
23:00	28,16	25,29	7,88	6,87	29,00	21,57	3,08	2,70	44,87	34,31	29,38	22,29	-	-
00:00	28,04	25,07	7,87	6,89	28,97	21,53	3,75	2,58	44,92	34,28	29,20	22,28	-	-
01:00	27,96	25,07	7,84	6,82	28,98	21,36	3,18	3,18	44,93	34,04	29,21	22,13	-	-
02:00	27,54	25,00	7,78	6,82	28,99	21,44	2,40	2,58	44,96	34,18	29,23	22,22	-	-
03:00	27,78	24,96	7,80	6,81	28,98	21,37	2,81	2,33	44,93	34,76	29,20	22,38	-	-
04:00	27,49	24,94	7,78	6,74	28,97	21,39	2,58	2,37	44,91	34,10	29,19	22,17	-	-
05:00	27,51	24,86	7,75	6,80	28,98	21,10	2,50	2,51	44,91	33,70	29,19	21,91	-	-
06:00	27,43	24,73	7,73	6,58	28,97	20,35	2,31	2,71	44,90	33,12	29,19	21,49	-	-
07:00	27,41	24,73	7,70	6,84	28,96	20,44	2,64	3,07	44,95	32,86	29,20	21,37	0,38	0,40
08:00	27,55	24,87	7,67	6,82	28,98	20,58	3,43	3,18	44,93	32,92	29,20	21,40	0,42	0,45
09:00	27,76	25,06	7,76	6,87	28,99	20,61	4,24	3,24	44,94	32,97	29,21	21,43	0,43	0,40
10:00	29,16	25,54	8,01	6,79	28,98	20,55	6,08	3,73	44,95	32,90	29,23	21,39	0,45	0,37
11:00	29,38	26,64	8,09	6,94	29,01	20,57	7,35	4,32	45,02	32,94	29,27	21,42	0,28	0,25
12:00	30,075	27,47	8,23	6,95	28,98	20,64	9,20	4,76	45,02	33,02	29,27	21,47	0,35	0,35
13:00	30,54	28,08	8,38	7,22	29,02	20,56	10,82	5,33	45,09	32,98	27,81	21,44	0,38	0,25
14:00	31,23	27,73	8,48	7,32	29,01	20,41	10,11	5,49	45,06	32,41	29,32	21,30	0,36	0,32
15:00	-	27,55	-	7,34	-	20,44	-	5,24	-	32,86	-	21,33	-	0,26

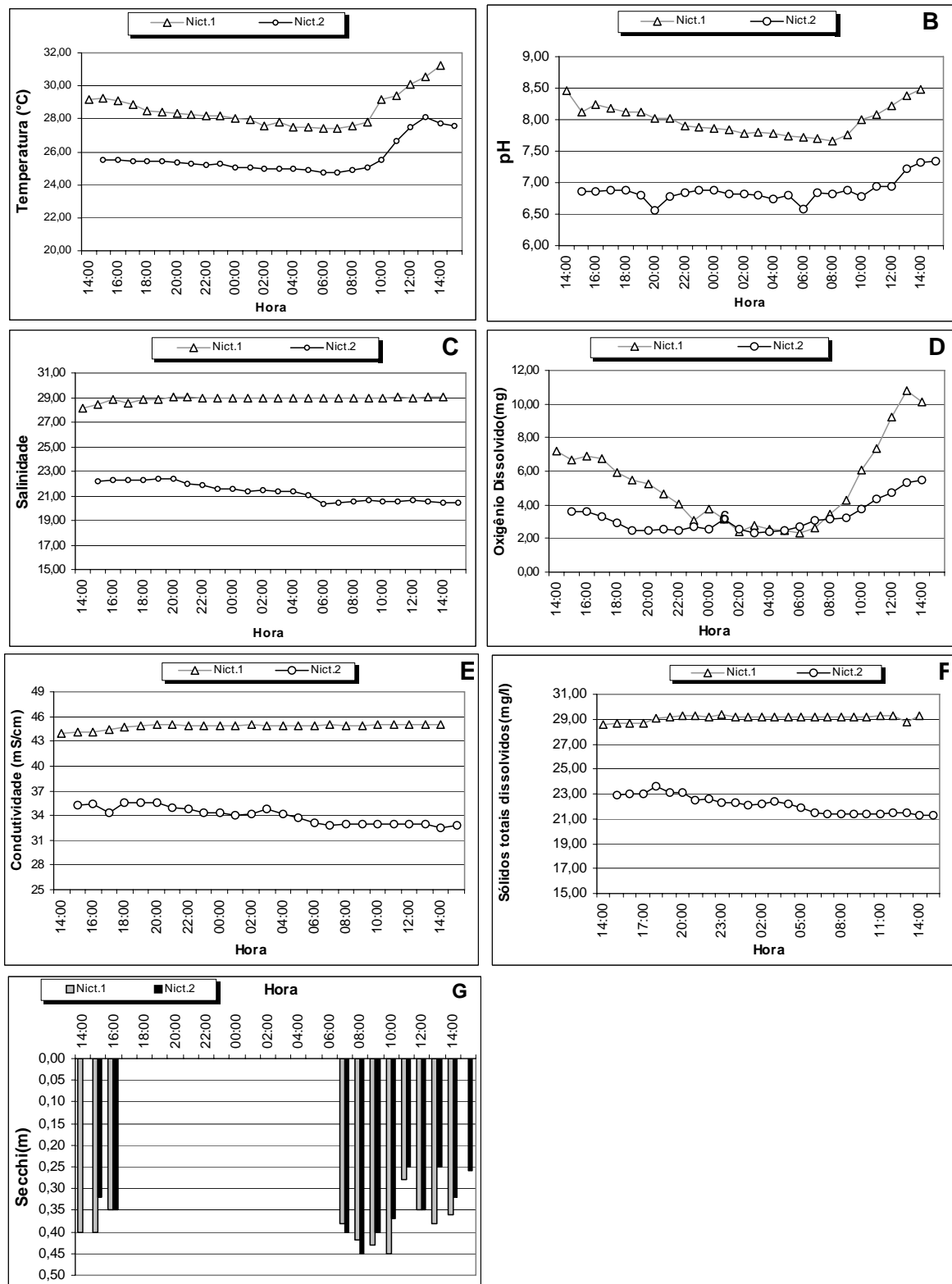


Figura 5 -Variação médias das variáveis ambientais da água no viveiro 6 nos dois ciclos nictemeris : A. Temperatura; B pH; C. Salinidade; D. Oxigênio dissolvido; E. Condutividade; F. Sólidos totais dissolvidos e G. Secchi.

A transparência da água obtida, através da leitura do disco de Secchi entre 07:00 e 16:00h, variou entre 0,28 a 0,45 m, conforme pode-se observar na Figura 5G. Um valor máximo de 0,45 m foi observado às 10:30h na 1ª e às 08:30h na 2ª nictemeral, e os menores valores foram de 0,28 m às 11:00h na 1ª e de 0,25 m às 11:00 e 13:00h na 2ª coleta.

A Figura 5H mostra que as concentrações de clorofila-a na 1ª nictemeral apresentaram-se mais elevadas e variaram irregularmente, apresentando dois picos, um de 89,29 µg/L às 15:30h e o outro de 98,21 µg/L às 13:30h (Tabela 14). Na 2ª nictemeral, os valores foram mais baixos e com uma oscilação menos acentuada, com o menor valor de 5,58 µg/L às 17:30, 03:30, 05:30 e 13:30h, e o valor máximo de 10,04 µg/L às 07:30h (Tabela 14).

Os valores do fósforo total oscilaram inversamente entre as duas nictemerais (Figura 5I), tendo apresentado maiores concentrações na 2ª nictemeral, com o maior valor de 906,09 µg/L às 11:30h (Tabela 14). Na 1ª nictemeral, os valores foram mais baixos e oscilaram menos, variando entre 425,51 µg/L às 15:30h e 585,5 µg/L às 13:30h (Tabela 14).

Durante as análises nictemerais observaram-se padrões de variação diferentes nos valores de fosfato total (Figura 6C). Na 1ª, estes apresentaram uma menor amplitude de variação, ficando entre 330,44 e 432,88 µg/L, verificando-se dois picos, um com 432,88 µg/L às 10:30h e um outro de 429,57 µg/L às 13:30h, enquanto na 2ª, ocorreu a maior concentração de 779,84 µg/L às 23:30h e a menor concentração de 297,40µg/L às 15:30h (Tabelas 14 e 15).

Nas análises nictemeral, os dois ciclos apresentaram uma distribuição do nitrato bastante diferente entre si (Figura 6D). A 1ª nictemeral apresentou concentrações e oscilações menores, variando entre 34,18 µg/L às 11:30h e 84,67 µg/L às 05:30h (Tabela 14), enquanto na 2ª, os valores foram mais elevados e com maior variação, apresentando concentrações maiores às 03:30 e 05:30h e um pico de 165,14 µg/L às 13:30h (Tabela 15).

Os teores de nitrito apresentaram uma amplitude de variação bem menor na 1ª nictemeral, enquanto na 2ª, observaram-se variações bem mais acentuadas, sendo mais elevadas às 15:30 e entre 01:30 a 07:30h (Figura 6E). Nesse mesmo ciclo, ocorreu o valor máximo de 0,496 µg/L e o mínimo de 0,051 µg/L, observados às 13:30 e 23:30h, respectivamente (Tabela 14 e 15).

O ortofosfato mostrou uma variação muito irregular nas duas nictemerais (Figura 6F). Na 1ª, foram observados teores menores e variações bem mais acentuadas, observando o menor valor de 1,51 µg/L às 17:30h, e em seguida, ocorrendo um pico de 54,48 µg/L às 19:30h (Tabela 14). Na 2ª nictemeral, o valor máximo de 68,10 µg/L ocorreu às 7:00h e, em seguida, diminuiu consideravelmente até alcançar 1,51 µg/L às 15:00h (Tabela 15).

Os valores obtidos para a amônia mostraram padrões de variação bem diferentes entre as duas nictemerais (Figura 6G). Na 1ª, verificou-se um pico de 200,14 µg/L às 19:30h, diminuindo consideravelmente às 21:30h e voltando a aumentar gradativamente até o final do ciclo (Tabela 14). Apesar da variação nos teores da 2ª nictemeral, os valores foram bem menores, entre 21,75 e 112,65 µg/L, sendo o teor mais alto observado às 03:30h (Tabela 15).

A alcalinidade observada nos dois ciclos nictemerais esteve entre 12,50 e 72,50 mg/L CaCO₃ e entre 100,00 e 77,00 mg/L, na 1ª e 2ª nictemerais, respectivamente (Tabelas 14 e 15). Deste modo, as variações foram bem semelhantes entre as duas, com tendência de diminuição até o final do ciclo (Figura 6H).

Tabela 14 – Valores médios obtidos para os nutrientes durante a 1ª análise nictemeral no viveiro 6.

Viveiro	Data	Hora	Clorofila a (µg/L)	Fósforo Total (µg/L)	Fosfato Total (µg/L)	Nitrato (µg/L)	Nitrito (µg/L)	Ortofosfato (µg/L)	Amônia (µg/L)	Alcalinidade (mg/L)
V6	16/05	14:00	37,94	437,64	350,27	44,18	0,179	3,03	83,87	100,00
V6	16/05	15:56	28,93	425,31	346,96	49,96	0,171	3,03	98,37	102,50
V6	16/05	17:54	42,41	431,47	330,44	56,80	0,202	1,51	96,30	102,50
V6	16/05	19:52	17,86	474,62	353,57	65,74	0,192	54,48	200,14	112,50
V6	16/05	21:53	36,83	493,11	350,27	52,07	0,184	4,54	92,75	102,50
V6	16/05	23:50	47,99	486,95	350,27	58,90	0,189	13,62	103,18	105,00
V6	17/05	01:51	34,60	567,08	403,14	48,91	0,166	13,62	118,12	100,00
V6	17/05	03:41	33,48	536,26	380,01	44,18	0,189	28,75	123,44	105,00
V6	17/05	05:37	33,48	486,95	406,44	84,67	0,166	27,24	116,05	102,50
V6	17/05	07:38	41,29	449,96	353,57	35,24	0,120	19,67	134,98	72,50
V6	17/05	10:05	89,28	523,93	432,88	43,65	0,187	3,03	122,93	95,00
V6	17/05	11:38	35,71	493,11	373,40	34,18	0,138	3,03	129,73	73,50
V6	17/05	13:33	98,21	585,57	429,57	35,76	0,164	10,59	116,05	85,00

Tabela 15 – Valores médios para os nutrientes obtidos durante a 2ª análise nictemeral no viveiro 6.

Viveiro	Data	Hora	Clorofila a (µg/L)	Fósforo Total (µg/L)	Fosfato Total (µg/L)	Nitrato (µg/L)	Nitrito (µg/L)	Ortofosfato (µg/L)	Amônia (µg/L)	Alcalinidade (mg/L)
V6	19/jun	15:00	6,70	641,05	561,75	88,35	0,243	39,35	110,13	100,00
V6	19/jun	17:00	5,58	776,65	713,75	32,08	0,064	68,10	41,64	81,00
V6	19/jun	19:00	7,81	788,98	726,97	35,24	0,069	49,94	38,02	78,00
V6	19/jun	21:23	6,70	770,49	703,84	44,70	0,066	43,89	21,75	83,00
V6	19/jun	23:00	6,70	838,29	779,84	44,18	0,051	42,37	55,84	83,50
V6	20/jun	01:00	6,70	653,37	565,05	78,36	0,217	40,86	105,62	88,00
V6	20/jun	03:00	5,58	653,37	594,79	124,11	0,214	45,40	112,65	91,00
V6	20/jun	05:00	5,58	647,21	578,27	124,64	0,223	25,73	75,15	93,00
V6	20/jun	07:10	10,04	758,16	611,31	108,34	0,220	31,78	102,81	89,00
V6	20/jun	09:10	6,70	819,80	340,35	68,37	0,130	12,11	41,64	78,50
V6	20/jun	11:00	7,81	906,09	396,53	44,18	0,044	12,11	35,35	81,50
V6	20/jun	13:00	5,58	832,13	337,05	165,14	0,496	9,08	94,08	88,00
V6	20/jun	15:00	6,70	776,65	297,40	140,94	0,417	1,51	103,62	77,00

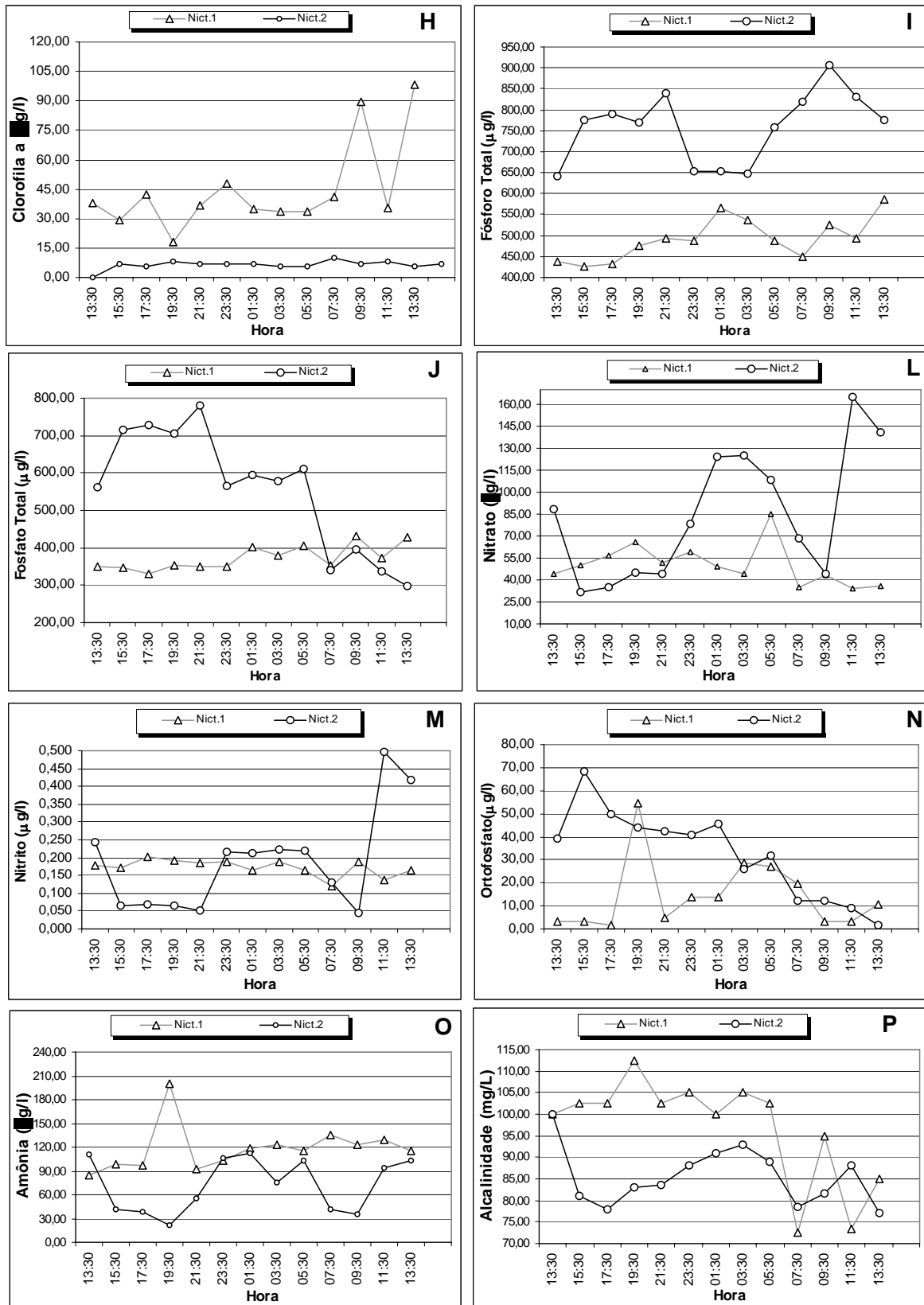


Figura 5 (Continuação) -Variação médias dos nutrientes da água no viveiro 6 nos dois ciclos nictemerais : H. Clorofila-a; I. Fósforo total; J. Fosfato total; L. Nitrato; M. Nitrito; N. Ortofosfato; O. Amônia e P. Alcalinidade.

4.5 Despesca - Viveiro 4

Os ciclos de cultivo nos dois viveiros (04 e 06) tiveram uma duração de 96 dias e foram despescados em dias diferentes. A despesca do viveiro 04 teve início no dia 17/07/02 às 15:38h e finalizou no dia 19/07/02 à 01:59h. O viveiro 06 foi despescado em duas etapas: a primeira com início no dia 21/07/02 às 16:11h e foi interrompida às 15:30h do dia 22/07/02, por falta de gelo para o armazenamento da produção. O abastecimento foi aberto para manter um nível de água que não compromettesse a sobrevivência dos camarões. No dia 23/07/02, foi retomada a despesca, a qual foi concluída no dia 24/07/02. Durante as despescas, o abastecimento fora aberto várias vezes para elevar o nível de oxigênio e para empurrar os camarões para a bacia, pois os mesmos não estavam em migração.

No início da despesca, a temperatura registrada foi de 29,86°C às 15:38h, ocorrendo um declínio gradativo até as primeiras horas da manhã, tendo se observado o valor mais baixo de 26,46°C, às 07:20h. O mais elevado foi observado às 14:02h de 30,20°C, voltando a diminuir até o final da despesca (Figura 6A).

O pH apresentou comportamento semelhante ao da temperatura, apresentando os valores mais altos no período diurno e uma diminuição gradativa até o final da despesca (Figura 6B). O maior valor de 7,98 foi observado no início da despesca e um pico de 7,84 às 11:56h.

Os valores da salinidade foram aumentando, conforme o nível da água do viveiro foi diminuindo (Figura 6C). Dessa forma, a valor observado no início da despesca foi de 16,80 e no final foi registrado um valor de 22,78 (Tabela 16).

Os aeradores ficaram ligados durante quase toda a despesca e o abastecimento foi aberto várias vezes. Mesmo assim, os valores do oxigênio dissolvido apresentaram grandes variações (Figura 6D), com valores menores à noite e durante a madrugada. Foram registrados os valores máximos de 9,71µg/l e 9,11µg/L às 15:38h e 11:56h, respectivamente (Tabela 16).

Os valores medidos pelo disco de Secchi mantiveram-se constantes em 0,20m, exceto na primeira leitura, que apresentou um valor de 0,25m. Isso foi associado ao fluxo da descarga junto aos movimentos dos camarões (Figura 6G).

Tabela 16 – Valores médios obtidos para as variáveis ambientais durante a despesca do viveiro 4.

Data	Coleta	Hora	Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Salinidade	Oxigênio (mg/l)	Disco de Secchi (m)	Condutividade elétrica (mS/cm)	Sólidos totais dissolvidos (mg/l)
17/07/02	01	15:38	0,55	29,86	7,98	16,80	9,71	0,25	27,50	17,88
	02	15:59	0,55	29,45	7,83	16,53	6,32	0,20	27,54	17,90
	03	17:40	0,50	29,38	7,90	17,92	8,54	-	27,57	17,91
	04	19:30	0,40	28,79	7,74	16,86	7,23	-	27,61	17,95
	05	20:32	0,30	28,37	7,59	16,91	4,56	-	27,64	17,97
	06	21:50	0,20	28,01	6,97	16,93	3,68	-	27,64	17,97
18/07/02	07	01:19	0,25	26,94	6,39	18,23	2,18	-	29,60	19,25
	08	02:55	0,30	26,60	6,27	19,55	2,62	-	31,46	20,45
	09	07:20	0,25	26,14	6,34	20,91	4,68	-	33,43	21,73
	10	08:20	0,20	26,46	6,50	20,76	4,70	0,20	33,23	21,60
	11	09:47	0,15	27,37	6,91	20,61	4,99	0,20	33,04	21,48
	12	10:20	0,10	27,95	7,20	20,72	6,79	0,20	33,21	21,59
	13	11:56	0,10	29,86	7,84	20,48	9,11	0,20	32,94	21,41
	14	14:02	0,10	30,20	7,06	21,74	4,96	0,20	34,56	22,41
	15	15:48	0,10	28,93	6,80	22,14	3,20	-	35,31	22,95
	16	16:45	0,10	28,87	6,83	22,06	2,04	-	35,20	22,89
	17	18:36	0,05	28,32	6,73	22,00	1,57	-	35,04	22,77
	18	20:18	0,05	26,77	6,47	22,47	1,61	-	35,73	23,22
	19	22:10	0,05	26,93	6,70	21,90	4,02	-	34,90	22,68
	20	23:00	0,05	26,53	6,85	22,01	1,87	-	35,03	22,77
19/07/02	21	01:49	0,05	26,64	6,68	22,78	3,65	-	36,15	23,50

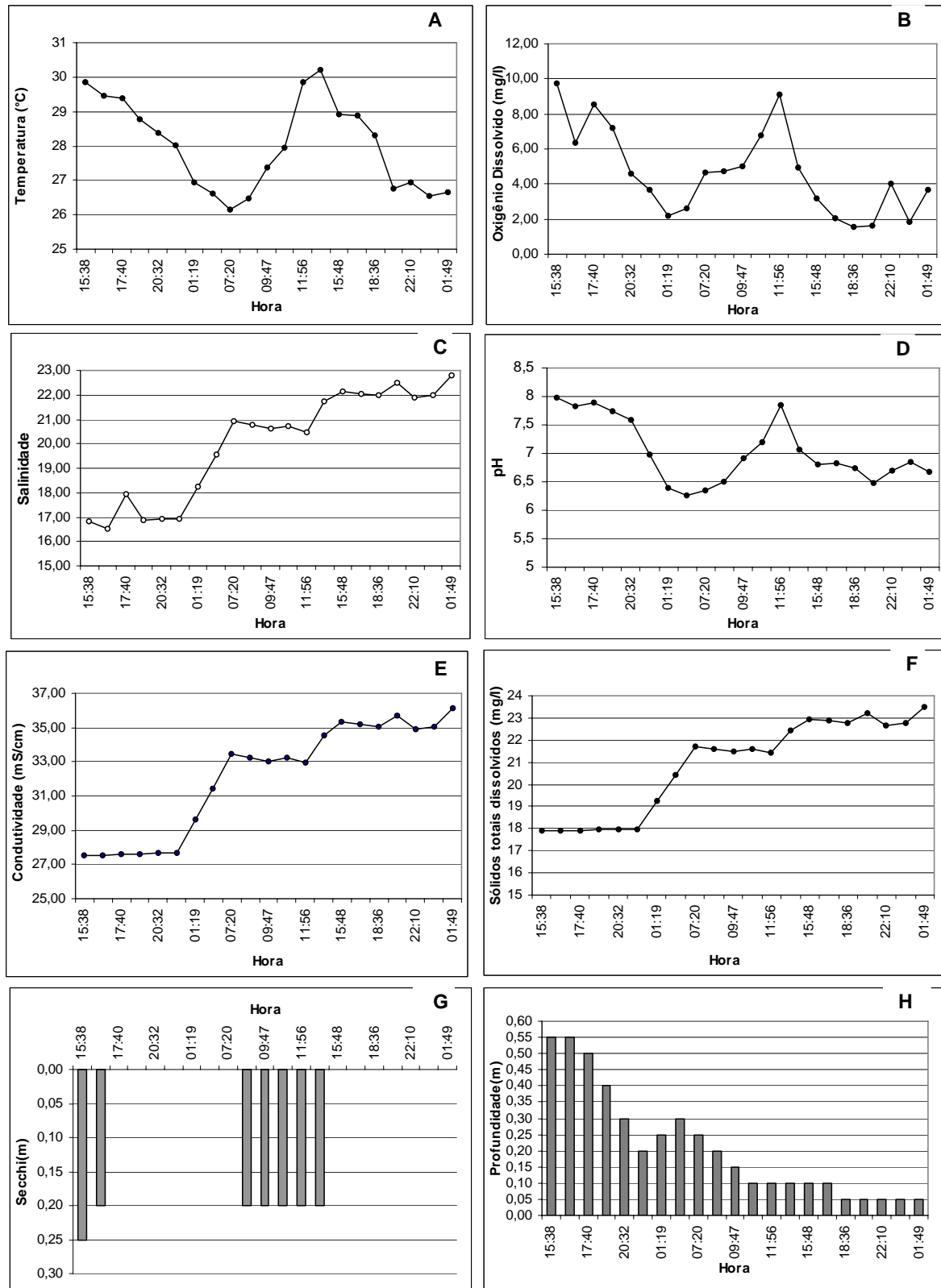


Figura 6 –Valores das variáveis da água obtidos durante a despesca do viveiro 4: A. temperatura; B. pH; C. salinidade; D.oxigênio dissolvido; E. condutividade; F. sólidos totais dissolvidos, G. disco de secchi e H. profundidade.

Tabela 17 – Valores médios obtidos para os nutrientes durante a despesca do viveiro 4.

Viveiro	Data	Hora	Clorofila a (µg/l)	Fósforo Total (µg/l)	Fosfato Total (µg/l)	Nitrato (µg/l)	Nitrito (µg/l)	Ortofosfato (µg/l)	Amônia (µg/l)	Alcalinidade (mg/l)
V4	17/07	15:38	12,28	536,26	452,70	61,01	0,092	3,03	20,49	100,00
V4	17/07	15:59	13,39	610,23	505,57	51,01	0,094	3,03	13,09	80,00
V4	17/07	17:40	14,51	862,95	769,93	52,59	0,094	3,03	10,35	85,50
V4	17/07	19:30	10,04	616,39	571,66	47,33	0,095	3,03	11,02	90,00
V4	17/07	20:32	5,58	906,09	766,62	88,88	0,079	4,54	19,82	100,00
V4	17/07	21:50	7,81	634,88	446,09	76,26	0,090	3,03	18,56	100,00
V4	18/07	01:19	8,93	1719,73	1457,24	77,31	0,084	1,51	21,15	100,00
V4	18/07	02:55	3,35	382,16	327,14	75,73	0,077	1,51	14,94	100,00
V4	18/07	07:20	4,46	986,22	968,19	79,41	0,095	3,03	9,91	100,00
V4	18/07	08:20	18,97	2730,61	1562,98	88,88	0,084	6,05	17,90	100,00
V4	18/07	09:47	4,46	628,72	442,79	68,37	0,066	3,03	6,36	74,00
V4	18/07	10:20	2,23	234,23	66,09	48,91	0,051	1,51	4,73	100,00
V4	18/07	11:56	2,23	314,36	29,74	75,21	0,046	1,51	4,73	94,00
V4	18/07	14:02	2,23	147,93	39,65	51,01	0,043	1,51	5,77	92,00
V4	18/07	15:48	2,23	172,59	66,09	64,16	0,056	6,05	6,51	110,00
V4	18/07	16:45	2,23	283,54	155,31	59,95	0,049	1,51	6,80	110,00
V4	18/07	18:36	3,35	382,16	267,66	66,26	0,058	6,05	14,27	92,00
V4	18/07	20:18	5,58	708,85	931,84	52,07	0,053	3,03	36,09	100,00
V4	18/07	22:10	2,23	517,77	399,83	57,32	0,033	3,03	10,72	92,50
V4	18/07	23:00	4,46	862,95	710,45	56,80	0,028	3,03	3,03	112,00
V4	19/07	01:49	2,23	203,41	132,18	308,18	1,342	1,51	96,15	75,00

A condutividade elétrica e os sólidos totais dissolvidos tiveram comportamento semelhante (Figuras 6E e 6F), tendo apresentado um aumento gradativo durante todo o período da despesca. Os valores registrados para a condutividade foram entre 27,50 e 36,15 mS/cm, e para o TDS foi de 17,88 a 23,50mg/l (Tabela 16).

A concentração de clorofila-a oscilou ao longo da despesca, apresentando uma tendência de queda, interrompida por um pico de maior valor 18,97µg/l, verificado às 08:20h e o menor valor 2,35µg/l, foi registrado entre 10:20 e 16:45h (Figura 6I).

O valor do fósforo total mostrou grandes oscilações e também apresentou dois picos ao longo do período da despesca, sendo que o de maior valor ocorreu no mesmo horário do pico da clorofila-a (Figura 6J). Os valores mais elevados de 1.719,72µg/l e 2.730,61µg/l ocorreram às 01:19 e 08:20h, respectivamente, e o menor valor de 147,93µg/l foi verificado às 14:02h.

Os teores de fosfato total apresentaram grandes variações, e foram observados alguns picos em horários diferentes, o de maior valor ocorreu no mesmo horário do pico da clorofila-a e do fósforo total (Figura 6L), 1.457,24µg/l à 01:19h, 1.562,98µg/l, às 08:20h e um outro de 931,84µg/l às 20:18h e um de menor valor de 24,74µg/l foi verificado às 11:56h.

Os valores do nitrato apresentaram pequenas variações, entre 47,33 e 88,88µg/l, ao longo de toda a despesca, exceto na última verificação, quando ocorreu um pico de 308,18µg/l (Figura 6M).

Para os valores do nitrito, os teores apresentados foram quase constantes durante a despesca, com valores entre 0,028 e 0,095µg/l, exceto na última coleta, quando foi verificado um pico de 1,342µg/l (Figura 6N).

A distribuição do ortofosfato durante o período da despesca foi muito heterogênea e com muitas oscilações (Figura 6O). O valor mais elevado foi de 6,053µg/l e ocorreu nos horários 08:20,15:48 e 18:36 horas. O menos elevado, de 1,513µg/l, foi registrado à 01:18 e 02:55h e entre 10:20 e 14:0h (Tabela 17).

Os níveis de amônia durante a despesca oscilaram entre 3,03 e 36,09µg/l com exceção da última coleta, quando foi verificado um valor máximo de 96,15µg/l (Figura 6P).

Os valores da alcalinidade apresentaram uma variação de 74,00 e 112,00mg/l (Tabela 17), sendo que durante o período da despesca foram observadas oscilações

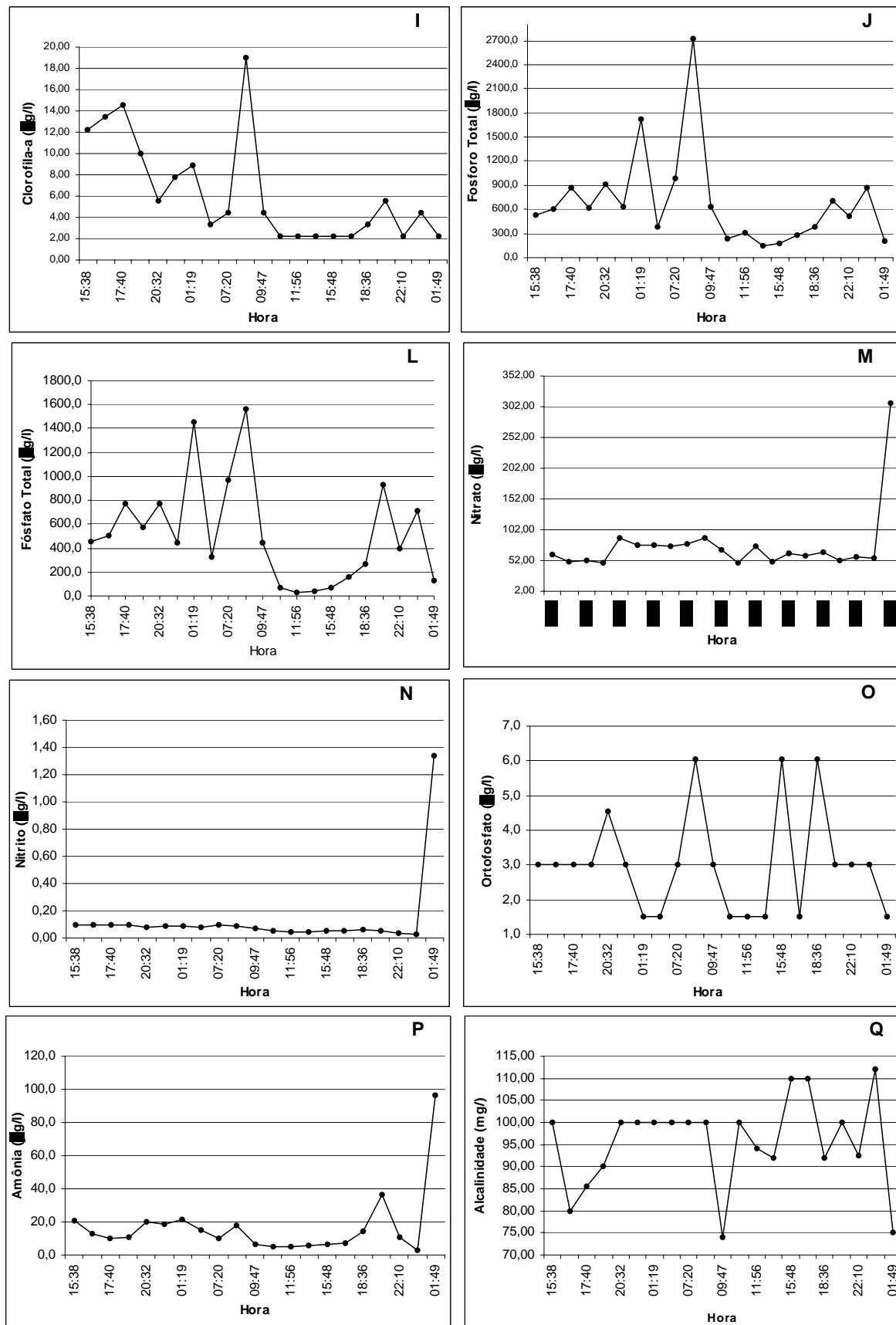


Figura 6 (Continuação) –Valores dos nutrientes da água obtidos durante a despesca do viveiro 4: I. clorofila a; J. fósforo total; L. fosfato total; M. nitrato; N. nitrito; O. ortofosfato; P. amônia e Q. alcalinidade.

acentuadas e com um período de estabilidade entre 20:32 e 08:20h, quando foi registrado um valor de 100,0mg/l (Figura 6Q).

4.6 Despesca - Viveiro 6

A temperatura nas duas etapas da despesca apresentou um declínio, variando de 25,94 a 29,23°C na primeira e 25,35 a 27,30°C na segunda (Tabela 18 e 19). O declínio ocorreu gradativamente até o final das duas etapas, quando se observou o valor mais baixo. A mais elevada foi observada no início da despesca (Figura 7B).

Na primeira etapa, o pH variou entre 6,27 e 8,69, com os valores mais altos no início e uma diminuição gradativa até o final da despesca, quando ocorreu o menor valor. A segunda etapa apresentou uma menor variação, ficando entre 6,11 e 6,86. O menor valor foi registrado às 02:27h, aumentando um pouco, em seguida, até o final da despesca (Figura 7C).

Os valores de salinidade registrados na primeira etapa ficaram entre 21,64 e 25,48 e, na segunda, um pouco mais altos, entre 25,91 e 28,11 (Tabela 18 e 19). Esses valores foram aumentando conforme o nível da água do viveiro foi diminuindo. Dessa forma, os valores observados no início da despesca foram os menores (Figura 7D).

Nas duas etapas, os aeradores ficaram ligados durante quase toda a despesca e o abastecimento foi aberto várias vezes. Mesmo assim, os valores do oxigênio dissolvido diminuíram consideravelmente de 11,65mg/l no início a 2,50mg/l no final da primeira etapa. Na segunda etapa, os valores foram inferiores a 5,0mg/l chegando a apresentar valores críticos de 0,20mg/l durante a madrugada (Figura 7E)

A condutividade elétrica teve um comportamento semelhante ao da salinidade (Figuras 7F e 7D). Apresentou um aumento gradativo durante todo o período da despesca. Os valores registrados para a primeira etapa foram um pouco menores, ficando entre 34,59 e 39,97mS/cm. Na segunda etapa, os valores ficaram entre 41,21 e 43,97mS/cm (Tabela 18 e 19).

O comportamento dos valores dos sólidos totais dissolvidos foi semelhante aos da salinidade e da condutividade, exceto às 16:11h na primeira etapa da despesca (Figuras 7G, 7D e 7F). Os valores variaram entre 21,73 e 25,98mg/l na

primeira etapa e de 26,36 a 28,82mg/l na segunda. Os níveis foram aumentando conforme o nível da água do viveiro foi baixando.

A concentração de clorofila-a oscilou um pouco, mas, sempre tendendo a uma diminuição. Os teores mais elevados ocorreram na madrugada nas duas etapas e as menores no final da despesca, que ocorreu nas primeiras horas da manhã. Os valores máximos registrados foram de 41,20µg/m à 00:07h para a primeira etapa e 22,32µg/m às 01:27 h na segunda etapa (Figura 7H e Tabelas 20 e 21).

Tabela 18 – Valores médios para as variáveis ambientais obtidos durante a 1ª etapa da despesca do viveiro 6

Data	Coleta	Hora	Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Salinidade	Oxigênio (mg/l)	Condutividade elétrica (mS/cm).	Sólidos totais dissolvidos (mg/l)
21/07/02	01	16:11	0,70	29,23	8,69	23,50	11,21	37,44	21,73
	02	17:24	0,60	28,81	8,72	21,64	11,65	34,59	22,47
	03	19:33	0,50	27,71	8,44	22,13	10,41	35,26	22,91
	04	20:59	0,40	26,92	8,2	22,63	7,39	35,96	23,37
	05	22:14	0,30	26,97	8,23	22,66	4,64	35,99	23,39
22/07/02	06	00:07	0,20	27,02	8,16	22,67	3,33	36,00	23,40
	07	01:48	0,20	26,40	7,67	22,80	2,50	36,15	23,50
	08	03:17	0,10	26,21	7,05	24,01	2,18	37,82	24,58
	09	05:32	0,10	26,22	6,64	25,24	2,16	39,67	25,79
	10	06:23	0,10	25,94	6,27	25,48	2,5	39,97	25,98

Tabela 19 – Valores médios para as variáveis ambientais obtidos durante a 2ª etapa da despesca do viveiro 6.

Data	Coleta	Hora	Profundidade (m)	Temperatura (°C)	pH	Salinidade	Oxigênio (mg/l)	Condutividade elétrica (mS/cm).	Sólidos totais dissolvidos (mg/l)
23/07/02	01	21:25	0,70	27,30	6,86	26,31	3,44	41,21	26,79
	02	22:21	0,60	26,88	6,83	26,41	3,96	41,31	26,86
	03	08:26	0,50	26,74	6,63	26,42	4,02	41,33	26,86
24/07/02	04	00:27	0,40	26,56	6,7	26,39	4,00	41,21	26,79
	05	01:27	0,30	26,20	6,55	26,50	3,41	41,42	26,92
	06	02:27	0,20	25,94	6,11	26,47	2,37	41,36	26,88
	07	03:13	0,20	25,35	6,20	25,91	0,20	40,56	26,36
	08	04:16	0,10	26,41	6,29	26,83	2,10	41,89	27,24
	09	05:21	0,10	26,41	6,65	28,16	4,13	43,63	28,37
	10	06:23	0,10	26,42	6,54	28,11	4,56	43,97	28,82

Tabela 20 – Valores médios os nutrientes obtidos durante a 1ª etapa da despesca do viveiro 6.

Viveiro	Data	Hora	Clorofila a (µg/l)	Fósforo Total (µg/l)	Fosfato Total (µg/l)	Nitrato (µg/l)	Nitrito (µg/l)	Ortofosfato (µg/l)	Amônia (µg/l)	Alcalinidade (mg/l)
V6	21/07	16:10	26,78	628,72	545,23	64,16	0,074	12,11	11,09	92,50
V6	21/07	17:10	35,71	832,13	680,71	68,89	0,112	12,11	2,59	112,50
V6	21/07	19:33	26,78	850,62	684,01	66,26	0,128	10,59	9,02	92,00
V6	21/07	20:59	26,78	622,55	697,23	79,94	0,128	10,59	9,02	88,50
V6	21/07	22:14	39,06	955,40	852,54	66,26	0,140	6,05	17,31	97,50
V6	22/07	00:07	41,29	992,39	859,14	88,35	0,145	7,57	13,68	91,00
V6	22/07	01:48	25,67	819,80	664,18	56,80	0,123	4,54	11,24	100,00
V6	22/07	03:17	18,97	456,13	313,92	88,35	0,066	6,05	7,84	85,00
V6	22/07	05:35	8,93	690,36	472,53	51,01	0,049	6,05	3,18	50,00
V6	22/07	06:23	6,70	641,05	489,05	48,38	0,069	7,57	15,98	62,50

Tabela 21 – Valores médios para os nutrientes obtidos durante a 2ª etapa da despesca do viveiro 6.

Viveiro	Data	Hora	Clorofila a (µg/l)	Fósforo Total (µg/l)	Fosfato Total (µg/l)	Nitrato (µg/l)	Nitrito (µg/l)	Ortofosfato (µg/l)	Amônia (µg/l)	Alcalinidade (mg/l)
V6	23/07	21:25	14,51	579,41	492,36	73,10	0,150	1,51	43,42	91,50
V6	23/07	22:21	17,86	628,72	532,01	66,79	0,161	4,54	40,01	80,50
V6	23/07	23:22	18,97	628,72	528,70	49,44	0,141	0,00	31,06	80,50
V6	24/07	00:17	20,09	727,34	647,66	79,94	0,135	3,03	42,08	83,50
V6	24/07	01:27	22,32	690,36	601,40	74,15	0,138	1,51	61,09	76,50
V6	24/07	02:27	16,74	752,00	650,97	78,89	0,143	4,54	57,03	83,50
V6	24/07	03:13	16,74	758,16	641,05	75,73	0,130	3,03	57,10	80,00
V6	24/07	04:16	14,51	474,62	406,44	79,94	0,100	4,54	38,16	85,50
V6	24/07	05:21	10,04	443,80	376,70	69,95	0,094	3,03	17,46	100,00

O valor do fósforo total apresentou oscilações nas duas etapas, entre 456,13 e 992,39 $\mu\text{g/l}$ e 445,80 e 758,16 $\mu\text{g/l}$, sendo que na primeira, as oscilações foram mais acentuadas. Os valores mais elevados foram observados durante a madrugada nas duas etapas. Na primeira, o valor de 992,39 $\mu\text{g/l}$ à 00:07h e 758,58 $\mu\text{g/l}$ às 03:13h na segunda etapa (Figura 7I e Tabelas 20 e 21).

Os teores de fosfato total apresentaram variações semelhantes aos do fósforo total nas duas etapas (Figuras 7J e 7I). Os valores maiores foram registrados nos mesmos horários, na primeira, o valor de 859,14 $\mu\text{g/l}$ à 00:07h e 641,05 $\mu\text{g/h}$ às 03:13h na segunda etapa.

Os valores do nitrato apresentaram picos no decorrer das duas etapas da despesca (Figura 7L). Os valores mais elevados foram registrados durante a madrugada, variando entre 48,38 e 88,35 $\mu\text{g/l}$ na primeira, e entre 66,79 e 79,94 $\mu\text{g/L}$ na segunda etapa.

Para o nitrito, os teores apresentaram variação e uma tendência a um declínio nas duas etapas. Os valores mais elevados ocorreram durante a madrugada, declinando até as primeiras horas da manhã (Figura 7M). Os valores da primeira etapa foram um pouco menores, entre 0,049 e 0,145 $\mu\text{g/l}$, na segunda etapa da despesca, entre 0,094 e 0,161 $\mu\text{g/l}$. (Tabelas 20 e 21).

A distribuição do ortofosfato na primeira etapa da despesca apresentou variações e oscilações, porém com tendência a um declínio, variando entre 4,54 e 12,11 $\mu\text{g/l}$. Na segunda etapa, ocorreram oscilações mais acentuadas, com tendência a um pequeno aumento até o final da despesca, variando entre 0,00 e 4,54 $\mu\text{g/l}$ (Figura 7N).

Os níveis de amônia durante a primeira etapa da despesca foram menores e variaram entre 2,59 e 17,31 $\mu\text{g/l}$. Na segunda etapa, os menores valores ocorreram no período da madrugada, diminuindo consideravelmente nas primeiras horas da manhã, variando entre 17,46 e 61,09 $\mu\text{g/l}$ (Figura 7O).

Os valores da alcalinidade apresentaram uma variação de 50,00 a 100,00 mg/L na primeira etapa e de 17,46 a 61,09 mg/L na segunda (Tabelas 20 e 21), Deste modo, foram observadas oscilações acentuadas durante as duas etapas da despesca (Figura 7P).

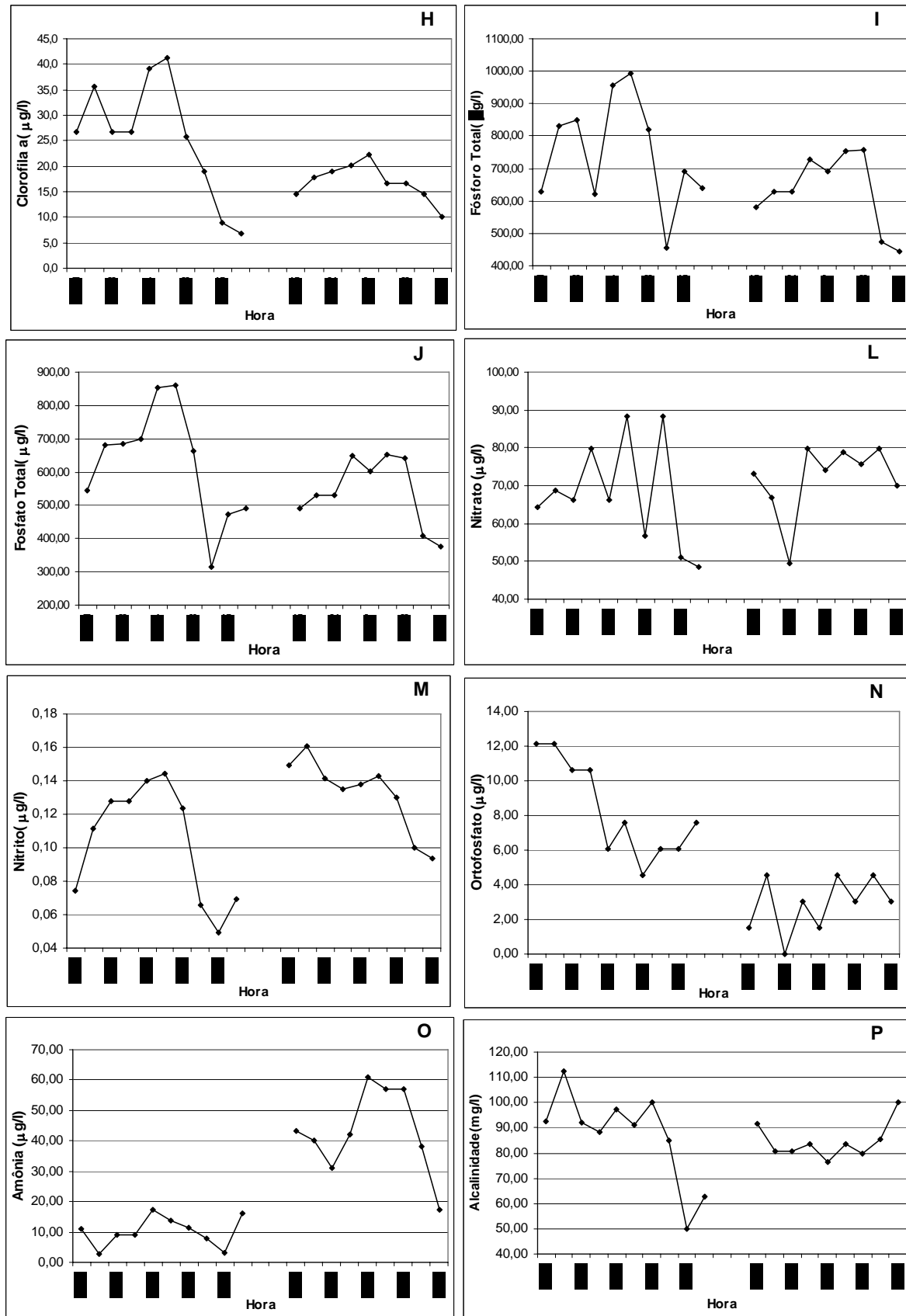


Figura 7 (continuação) –Valores dos nutrientes da água obtidos durante a despesa do viveiro 6: H. clorofila a; I. fósforo total; J. fosfato total; L. nitrato; M. nitrito; N. ortofosfato; O. amônia e P. alcalinidade.

5. Discussão

A temperatura tem um pronunciado efeito nos processos químicos e biológicos.(Boyd 2000). Segundo Morales (1986) apud Vinatea (1997a), quanto maior a temperatura, maior será a velocidade de crescimento dos animais cultivados, desde que todas as demais variáveis se conservem ótimas. Durante o ciclo de cultivo, foi observada uma uniformidade de temperatura entre os viveiros 4 e 6, apresentando médias de 29.2°C em ambos, com tendência a uma diminuição ao longo do cultivo, o que provavelmente está associado ao período em que o ciclo foi realizado (abril/julho), quando a temperatura tende a cair com o início da estação de chuva. A análise da variação nictemeral evidenciou que as médias foram semelhantes entre os viveiros, sendo um pouco menores que aqueles recomendados para *Litopenaeus vannamei*, entre 26 e 33°C (Nunes, 2002),

O pH é um parâmetro muito especial nos ambientes aquáticos, podendo ser a causa de muitos fenômenos químicos e biológicos, e/ou a consequência de outra série de fenômenos. Por exemplo, o pH alcalino é responsável por uma maior percentagem de amônia não ionizada presente na água, mas este mesmo pH pode ser resultado de uma outra série de fatores, tais como abundância de fitoplâncton nos tanques de cultivo (Vinatea, 2000).

Durante o ciclo de cultivo, o pH apresentou variação semelhante entre os dois viveiros, porém variando significativamente entre as coletas, com tendência a uma diminuição ao longo do cultivo, com valores entre 6,6 e 9,2. Os valores mais elevados ocorreram no início do cultivo. Conforme Boyd (2002), o pH elevado pode ocorrer em viveiros novos ou em início do ciclo de cultivo, e só representa problema se exceder 9,5 à tarde e permanecer neste nível ou próximo dele durante a noite. Nas nictemerais, o pH não apresentou diferenças entre os dois viveiros no 1º ciclo, somente uma variação entre o período diário, diminuindo o pH durante a noite. Apesar da estabilidade dos valores no 2º ciclo, o viveiro 6 apresentou valores um pouco menores, mantendo-se um pouco abaixo de 7,0 durante quase todo o ciclo nictemeral. Mesmo assim, esses valores permaneceram dentro dos padrões recomendados pelo Programa de Aqüicultura Responsável da GAA(Aliança Global da Aqüicultura), que é entre 6 e 9.

Os principais fatores que afetam a salinidade nas fazendas de cultivo de camarão marinho são a precipitação e a evaporação (Vinatea-Arana, 1997). De acordo com Boyd (2000), as espécies que se desenvolvem em águas estuarinas podem tolerar amplas variações de salinidade, como é o caso do *Litopenaeus vannamei*, que pode ser cultivado com êxito em viveiros com salinidade de 0 a 40. No entanto, Vinatea-Arana (1997) afirma que espécies podem aclimatar-se a salinidades muito altas e ou muito baixas, em relação àquelas de sua faixa de tolerância, porém, somente quando as mudanças são feitas gradativamente. Durante o presente estudo, a variação de salinidade foi bem semelhante entre os dois viveiros, mostrando um declínio entre o início e o final do cultivo, com uma grande amplitude de variação. Essa redução pode estar associada às chuvas que ocorreram no período do cultivo. Redução semelhante foi observada por Luz (2003) em seu estudo de caracterização limnológica de um viveiro de camarão em Itamaracá/PE. Em relação à nictemeral, a salinidade manteve-se praticamente estável nos dois viveiros durante os dois ciclos nictemerai. Os valores na 2ª nictemeral foram um pouco menores nos dois viveiros, provavelmente devido às chuvas que caíram durante as 24 horas do ciclo. O viveiro 6 apresentou valores sempre menores em relação aos valores do viveiro 4 nos dois ciclos, porém sem grandes variações.

O oxigênio dissolvido é a mais importante variável da qualidade da água na aqüicultura (Boyd, 2000). A dinâmica do oxigênio reflete, de maneira geral, as condições ambientais do viveiro. A solubilidade do oxigênio na água é afetada pela temperatura, pressão atmosférica, salinidade, quantidade de matéria orgânica, como também pelas taxas fotossintéticas (Nunes, 2002). Durante o ciclo de cultivo, o oxigênio dissolvido foi a variável ambiental que apresentou maior oscilação entre coletas (Tabela 5 e 6), chegando a apresentar níveis críticos na 4ª coleta nos dois viveiros. No programa de Aqüicultura Responsável da GAA (Aliança Global da Aqüicultura), a norma inicial é que a concentração mínima de oxigênio nos efluentes da carcinicultura marinha seja de 3mg/l, com uma meta de 4mg/l (Boyd, 2002). Quanto às nictemerai, os teores de oxigênio dissolvidos nos dois viveiros apresentaram uma curva característica de um ciclo diário (Figura 15D e 16D), observação semelhante foi registrada por Luz (2003), em seu estudo do ciclo nictemeral de variáveis físico-químicas da água de um viveiro de

camarão em Itamaracá/PE. No entanto, os valores da 2ª nictemeral foram menores em ambos os viveiros.

A transparência da água apresentou variação entre viveiros e entre coletas, onde na 5ª coleta verificou-se o menor valor nos dois viveiros, com isso justificando o pico nos valores da clorofila *a*, ocorrido na mesma semana em ambos os viveiros. Situação semelhante foi observada por Fraga (2000) em uma fazenda de camarão marinho em Santa Catarina, onde a mesma observou que a transparência da água é inversamente proporcional às concentrações de clorofila e sólidos suspensos. Em relação aos ciclos nictemerais, os valores da transparência foram um pouco diferentes nos dois viveiros, apresentando médias de 0,22 e 0,28m no viveiro 4 e de 0,38 e 0,34m no viveiro 6.

Segundo Sipaúba-Tavares (1995), a condutividade elétrica fornece importantes informações sobre o metabolismo do ecossistema, ajudando a detectar fontes poluidoras nos sistemas aquáticos. Valores altos indicam grau de decomposição elevado e o inverso, acentuada produção primária sendo, portanto, uma maneira de avaliar a disponibilidade de nutrientes nos ecossistemas aquáticos. Durante o ciclo de cultivo, o padrão da condutividade elétrica e dos sólidos totais dissolvidos foi semelhante aos da salinidade, em função da relação existente entre estas variáveis. Variando de forma semelhante e diminuindo do início ao final do cultivo, essa diminuição pode ser atribuída ao período de chuvas que ocorreram durante o cultivo. Para essas mesmas variáveis nos ciclos nictemerais, foram observadas as mesmas semelhanças registradas para as coletas semanais, onde os valores foram estáveis nos dois viveiros, sendo que a 2ª nictemeral apresentou valores menores.

A variação dos valores de clorofila *a* durante o ciclo foram bastante semelhantes entre os dois viveiros, onde foram registrados na 4ª e 5ª coletas os maiores valores nos dois viveiros.. No entanto, nas nictemerais, os seus teores variaram irregularmente no viveiro 4, enquanto no viveiro 6 estes foram menores e mais estáveis. Variação semelhante foi registrada por Cavalcanti (2003) em uma fazenda de camarão marinho em João Pessoa-PB, onde o autor afirma que a clorofila *a* não teve uma relação com os níveis de pH e oxigênio dissolvido.

Para os nutrientes, o fósforo total e o fosfato total, foram os que apresentaram maiores valores. Segundo Esteves (1988), o fósforo é um fator limitante para a produtividade primária nas águas e um dos principais agente causadores da

eutrofização. As concentrações de fósforo total e fosfato total nos dois viveiros durante o ciclo de cultivo, apresentaram médias de 855,24 e 716,20µg/l e 579,81 e 508,50µg/l respectivamente. A GAA recomenda níveis de 0,5mg/l, de maneira que os valores encontrados nos viveiros ficaram acima do recomendado. A alta concentração desses nutrientes deveu-se, provavelmente, às constantes fertilizações feitas nesses viveiros, bem como ao índice de chuvas ocorrido no período de cultivo. Durante as nictemerais, os valores do fósforo total e do fosfato total nos dois viveiros apresentaram também valores acima do recomendado pela GAA, exceto para o fosfato total na 2ª nictemeral no viveiro 6, que apresentou valores abaixo de 500µg/l, sendo que os valores do viveiro 4 foram mais elevados, com médias de 655,29 e 693,92µg/l nas duas nictemerais, respectivamente.

De modo geral, os dados obtidos para os demais nutrientes durante o cultivo foram abaixo dos limites recomendados pela GAA, que indica níveis de mais ou menos 5mg para amônia, 0,3mg/l para o nitrito, 0,3mg/l para o nitrato e 0,5mg/l para o ortofosfato. Durante as nictemerais os valores desses nutrientes tiveram comportamentos semelhantes, portanto ficando dentro dos limites recomendados. Isso comprova que os efluentes da fazenda estudada encontram-se dentro dos níveis estabelecidos pela GAA, exceto pelos níveis de fósforo total e fosfato total que apresentaram valores elevados.

De acordo com Boyd (2000), os valores ideais da alcalinidade em viveiro de camarão são entre 50 e 200mg/l. No entanto, os valores encontrados durante o estudo sazonal e o nictemeral nos dois viveiros ficaram abaixo do mínimo estabelecido por Boyd, assim justificando as constantes calagens administradas nos viveiro durante o ciclo de cultivo.

Comparando-se os dois viveiros durante as despesas, as variáveis ambientais mantiveram-se satisfatórias durante todo o período de despesa, sendo que a salinidade, condutividade e os totais de sólidos dissolvidos tenderam a um aumento até o final das despesas, mesmo assim os valores registrados foram abaixo dos recomendado pela GAA, nos dois viveiros. O mesmo ocorreu com os valores da clorofila a, que se apresentaram abaixo do limite mínimo estabelecido pela GAA. Quanto aos compostos fosfatados (fósforo total, fosfato total e ortofosfato) foram os nutrientes que

apresentaram maiores valores nos efluentes, valores esses diferentes dos observados durante as coletas semanais e nictemerais. Como a fazenda não possui bacia de sedimentação, esses efluentes foram lançados diretamente no estuário, desta maneira podendo contribuir para sua eutrofização, caso não seja modificado o manejo da qualidade da água dos viveiros. Apesar dos valores do fosfato e fósforo total apresentarem-se abaixo dos limites recomendados pela GAA durante a última coleta efetuada nos viveiros, os mesmos ultrapassaram tais limites durante a despesca. Esses efluentes poderiam ter um menor impacto sobre o ambiente receptor, se existisse um canal de sedimentação, que permitisse sua diluição antes de serem lançados diretamente no estuário. Ainda, a implantação de um biofiltro que favorecesse sua assimilação e transformação em biomassa, aumentaria ainda mais a eficiência do tratamento e a redução da carga poluidora.

6. Conclusão

Através dos resultados obtidos, evidenciou-se que os efluentes provenientes da fazenda podem contribuir para o impacto do ambiente estuarino, em relação à concentração dos níveis de fósforo total e fosfato total. No entanto, com relação aos demais nutrientes, estes se apresentaram com concentrações menores que aquelas recomendadas pela GAA.

7. Referências Bibliográficas

ABCC. O agronegócio do camarão marinho. ABCC, p.3, julho/2002.

Borba, A. G. Estudo preliminar do ciclo nictemeral de parâmetros físico- químicos da água nos viveiros de camarão. **Revista da ABCC**, ano 2, nº 1, p 43, abril/2000.

Boyd, C. E. Entendendo o pH dos viveiros. **Revista da ABCC**, ano 4, nº 3, p 34-36, dezembro/2002.

Boyd, C. E. Formulando normas para o manejo de efluentes. **Revista da ABCC**, ano 3, nº 1, p 59, abril/2001.

Boyd, C.E. Manejo da qualidade da água na aqüicultura e no cultivo de camarão marinho. Tradução de: Josemar Rodrigues. Recife: 157p. 2000.

Cavalcanti, L. B. Variações hidrológicas e da clorofila *a* associadas ao cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone,1931) na região estuarina do rio Paraíba do norte (Paraíba-Brasil).2003. Tese (Doutorado em Ciências). Departamento de Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco. 149p.

CURRIER,D.J. 1994, Sustainable aquaculture in developing countries. *World Aquaculture*, 25(4): 20-25.

Davis, D. A; MILES, R. Maximize a eficiência da ração mediante o manejo adequado da proteína. *Revista da ABCC*, ano 3, nº 2, p 60, agosto/2001.

DPA/MA. Departamento de Pesca e Aqüicultura/ Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plataforma tecnológica do camarão marinho cultivado. Brasília. P.20-21, 2001.

Esteves, F. A. Fundamentos da limnologia. Rio de Janeiro: Ed. Interciência-FINEPE.1998, 576 p.

Fraga, A. P. C. Caracterização da qualidade de água, dos sedimentos e dos efluentes gerados pela atividade de carcinicultura marinha, em duas fazendas no estado de Santa

Catarina – Brasil. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) – Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC, 30p., 2002.

Hernández, J.Z.; Nunes, A. J. P. Biossegurança no cultivo de camarão marinho: Qualidade da água e fatores ambientais. *Revista da ABCC*, ano 3, nº 2, p. 55-56, agosto/2001.

Kaustsky, N. and Folke, C. 1989. Management of coastal areas for a sustainable development of aquaculture. *Biot, Osorno. Chile*. 5:1-11.

Lira, L. Zapata, M. C. e Fonseca, V. G. Aspectos da dinâmica do estuário do rio Formoso. PE. Caderno Ômega. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 3(1/2): 133-156p. Jan/dez, 1979.

Luz, S. C. S. Caracterização limnológica de um viveiro de camarão de sistema semi-intensivo em Jaguaribe-Itamaracá/PE. 2003. Monografia (Graduação em Bacharelado em Ciências Biológicas). Departamento de Biologia. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 31p.

Maia, E. P; BOLOGNA, A. S.; ARAGÃO, M. L.; OLIVERA, A. Estudo preliminar sobre o cultivo super-intensivo de *Litopenaeus vannamei*. **Revista da ABCC**, ano 2, nº 3, p 25, dezembro/2000.

Mata, M. R. *et al.* Avaliação da utilização de substrato artificiais, para o aumento da disponibilidade do alimento natural e sua relação com o desenvolvimento do *Litopenaeus vannamei*, em cultivos semi-intensivo. **Revista da ABCC**, ano 3, nº 2, p 64-70, agosto/2001.

Mukhi, S. K. *et al.* Manejo de resíduos de uma fazenda de camarão. **Revista da ABCC**, ano 3, nº 2, p 48, agosto/2000.

Nunes, A. J. P. Aeração mecânica na engorda de camarões marinhos **Revista Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v.12. nº 70, p. 25-37, março/abril, 2002.

Nunes, A. J. P. Alimentação para camarões marinho. **Revista Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v.11. nº 62, p. 25-31, nov/dez.2000.

Nunes, A. J. P. Alimentação para camarões marinho: Fundamentos da engorda em cativeiro. **Revista Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v.11. n° 68, p. 41-49, nov/dez.2001.

Nunes. A. J. P. O impacto da temperatura no cultivo de camarão marinho. **Revista da ABCC**, ano 4, n° 1, p 45-51, abril/2002.

Rocha, I. P. Carcinicultura marinha brasileira: Potencialidades, entraves e sugestões para um desenvolvimento sustentável. **Revista da ABCC**, ano 1, n° 1, p 24, agosto/1999.

Rocha, I.P.; Maia, E.P. Desenvolvimento e perspectivas de crescimento da carcinicultura marinha brasileira. In: **AQÜICULTURA BRASIL'98**, 1998; Recife, **Anais...** Persona. VI. P 213-235. nov/1998.

Rocha, I.; Rodrigues, J. A carcinicultura brasileira em 2002. **Revista da ABCC**, ano 5, n° 1, p 32, março/2000.

Rocha, I.; Rodrigues, J. Carcinicultura Marinha – Uma nova realidade para o fortalecimento do setor primário do Nordeste Brasileiro. **Revista da ABCC**, ano 2, n°3, p 32, dez/2000.

Sipaúba-Tavares, L. H. Limnologia aplicada à aqüicultura. Jaboticabal. FUNEP, 1995. 70p.

Vinatea-Arana, L. A. Princípios químicos da qualidade da água em aqüicultura – Florianópolis: Ed. Da UFSC. 166 p. 1997.

WAINBERG. A. Na criação de camarões os lucros e o meio ambiente devem caminhar de mãos dadas. **Panorama da Aqüicultura**, Jan./Fev. 35p.2000.