

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA

**ARNALDO D'AMARAL PEREIRA GRANJA RUSSO**

Produtividade Primária do Biofilme em Cultivos dos Camarões

Marinhos *Farfantepenaeus paulensis* e *Litopenaeus vannamei*

RIO GRANDE, RS

2008

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AQUICULTURA

Produtividade Primária do Biofilme em Cultivos dos  
Camarões Marinhos *Farfantepenaeus paulensis* e  
*Litopenaeus vannamei*

Arnaldo D'Amaral Pereira Granja Russo  
Orientador: Prof. Dr. Paulo Cesar Abreu  
Co-Orientador: Prof. Dr. Wilson Wasielesky Jr.  
Dissertação apresentada como parte dos  
requisitos para obtenção do grau de  
mestre em Aquicultura no programa  
de Pós-Graduação em Aquicultura  
da Fundação Universidade do Rio Grande

Rio Grande  
Março de 2008

# Sumário

<b>1</b>	<b>Resumo</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Abstract</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Introdução</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>Objetivos</b>	<b>15</b>
4.1	Objetivos específicos . . . . .	15
<b>5</b>	<b>Material e métodos</b>	<b>16</b>
5.1	Desenho experimental . . . . .	16
5.2	Tratamentos . . . . .	17
5.2.1	Amostragem . . . . .	18
5.3	Fatores físico-químicos . . . . .	18
5.4	Biomassa do biofilme . . . . .	19
5.4.1	Clorofila <i>a</i> . . . . .	19
5.4.2	Peso seco . . . . .	19
5.5	Quantificação dos microrganismos . . . . .	19
5.6	Produção primária e respiração do biofilme . . . . .	20
5.7	Biometria dos camarões . . . . .	20
5.8	Análises estatísticas . . . . .	20
<b>6</b>	<b>Resultados</b>	<b>22</b>
6.1	Experimento 1 - <i>L. vannamei</i> . . . . .	22
6.1.1	Fatores físico-químicos da água . . . . .	22
6.1.2	Nutrientes na água . . . . .	23
6.1.3	Incremento de peso e sobrevivência dos camarões . . . . .	23

6.1.4	Biomassa do biofilme . . . . .	24
6.1.5	Produção Primária . . . . .	24
6.1.6	Contagem de microrganismos . . . . .	28
6.1.7	Influência dos fatores abióticos . . . . .	34
6.2	Experimento 2 - <i>F. paulensis</i> . . . . .	35
6.2.1	Fatores físico-químicos . . . . .	35
6.2.2	Nutrientes na água . . . . .	37
6.2.3	Incremento de peso e sobrevivência dos camarões . . . . .	37
6.2.4	Biomassa do biofilme . . . . .	38
6.2.5	Produção Primária . . . . .	38
6.2.6	Contagem de microrganismos . . . . .	42
6.2.7	Influência dos fatores abióticos . . . . .	47
<b>7</b>	<b>Discussão</b>	<b>49</b>
	<b>Referências bibliográficas</b>	<b>57</b>
	<b>Apêndice</b>	<b>64</b>
<b>A</b>	<b>Tabela de dados gerais <i>L. vannamei</i> e <i>F. paulensis</i></b>	<b>64</b>

## Lista de Tabelas

1	Regressão linear múltipla, relacionando a produção bruta e a líquida com as variáveis físico-químicas . . . . .	34
2	Regressão linear múltipla, considerando as interações da produção bruta e líquida com as variáveis físico-químicas . . . . .	48
3	Produção primária e clorofila-a do perifíton em diferentes sistemas. . . . .	50
4	Consumo de oxigênio dos camarões, consumo total do sistema (considerando a biomassa total de camarões de cada caixa), produção primária líquida, produção primária total (considerando toda a área adicionada) e necessidade metabólica atendida. . . . .	54

## Lista de Figuras

1	Disposição dos tanques - Experimento 1 . . . . .	17
2	Disposição dos tanques - Experimento 2 . . . . .	17
3	Tela para amostragem diária . . . . .	18
4	Incubação de produção primária . . . . .	18
5	Microrganismos aderidos . . . . .	18
6	Salinidade ao longo dos dias . . . . .	22
7	Temperatura ao longo dos dias . . . . .	23
8	Amônia em $\text{mg.L}^{-1}$ ao longo dos dias . . . . .	24
9	Média da Clorofila <i>a</i> ao longo dos dias (Marcações correspondentes às contagens de microrganismos) . . . . .	25
10	Média da produção bruta do perifíton em $\text{mgO}_2 \text{ cm}^{-2}.\text{h}^{-1}$ . . . . .	26
11	Média da produção líquida do perifíton em $\text{mgO}_2 \text{ cm}^{-2}.\text{h}^{-1}$ . . . . .	27
12	Média das taxas de respiração do perifíton medidas como consumo de oxigênio, em $\text{mgO}_2 \text{ cm}^{-2}.\text{h}^{-1}$ . . . . .	28
13	Produtividade bruta do perifíton, representada pela razão entre a produção primária bruta e a Clorofila <i>a</i> . . . . .	29
14	Produtividade líquida do perifíton, representada pela razão entre a produção primária líquida e a Clorofila- <i>a</i> . . . . .	30
15	Microalgas contadas e referidas como: A e B, família Cymbellaceae. A <i>Cymbella</i> menor que $20\mu\text{m}$ , B <i>Cymbella</i> maior que $20\mu\text{m}$ e C diatomáceas penadas maiores $25\mu\text{m}$ , penadas menores que $25\mu\text{m}$ ao fundo . . . . .	30
16	Número de microrganismos $\text{cm}^{-2}$ . Tratamentos: Controle, R e CR. . . . .	32
17	Logarítimo da contagem de diatomáceas $\text{cm}^{-2}$ , por grandes grupos. Tratamentos: Controle, R e CR. . . . .	33

18	Número de nematódeos por $\text{cm}^2$ Tratamento Controle, Tratamento R e Tratamento CR . . . . .	35
19	Salinidade ao longo dos dias . . . . .	36
20	Temperatura em $^{\circ}\text{C}$ , ao longo dos dias . . . . .	37
21	Amônia em $\text{mg.L}^{-1}$ ao longo dos dias . . . . .	38
22	Média da Clorofila- <i>a</i> ao longo dos dias (Marcações correspondem aos dias de contagem) . . . . .	39
23	Média da produção bruta do perifíton em $\text{mgO}_2 \text{ cm}^{-2}.\text{h}^{-1}$ . . . . .	40
24	Média da produção líquida do perifíton em $\text{mgO}_2 \text{ cm}^{-2}.\text{h}^{-1}$ . . . . .	41
25	Média das taxas de respiração do perifíton medidas como consumo de oxigênio, em $\text{mgO}_2 \text{ cm}^{-2}.\text{h}^{-1}$ . . . . .	42
26	Produtividade bruta do perifíton, representada pela razão entre a produção primária bruta e a Clorofila <i>a</i> . . . . .	43
27	Produtividade líquida do perifíton, representada pela razão entre a produção primária líquida e a Clorofila <i>a</i> . . . . .	44
28	Contagem microrganismos Tratamentos: Controle, R e CR . . . . .	45
29	Logarítmo da contagem de diatomáceas $\text{cm}^{-2}$ , por grandes grupos - Tratamentos: Controle, R e CR . . . . .	46
30	Número de nematódeos $\text{cm}^{-2}$ Tratamentos: Controle, R e CR . . . . .	47

Leve é o pássaro:  
e a sua sombra voante,  
mais leve.  
E a cascata aérea  
de sua garganta,  
mais leve.  
E o que lembra, ouvindo-se  
deslizar seu canto,  
mais leve.  
E o desejo rápido  
desse mais antigo instante,  
mais leve.  
E a fuga invisível  
do amargo passante,  
mais leve.  
(Cecília Meireles)



## **Agradecimentos**

Aos meus pais e a meu irmão Gustavo, por todo o apoio, confiança e carinho nessa etapa da vida.

À todos os familiares por emanarem os bons fluídos, mesmo à distância.

Ao professor Dr. Paulo Cesar Abreu, pelo apoio nos trabalhos realizados durante o desenvolvimento do projeto de mestrado, pelo conhecimento trocado e pela tolerância ao meu insistente uso de "softwares diferentes", muito obrigado.

Aos professores, funcionários, estagiários e vigilantes (Gato de botas (Cristiano), Fabiano, Nero e Marcos) da E.M.A., pelas ajudas na parte experimental desenvolvida. Aos amigos: Maurício, Gusta e Diogão. Em especial ao professor Dr. Wilson Wasieleski, pelas valiosas contribuições e pela descontração.

Ao professor Dr. Paul G. Kinas, pelo incentivo ao software R e pelos valiosos esclarecimentos.

Ao químico Sandro, pelo apoio e ajuda nas dificuldades encontradas ao longo dos experimentos.

Às prestativas e sorridentes bibliotecárias da setorial de Ocenografia, muito obrigado.

Aos amigos e companheiros do Laboratório de Fitoplâncton - FURG, em especial ao amigo Márcio Bighead (BH), por toda ajuda, conversas e risadas durante essa jornada. Ao Fujita, pelas discussões de temas afins e computacionais. À menina Lígia, por toda a ajuda e ao camarada Zé, pelas sugestões e camaradagens.

Aos amigos da "CAVE", por compartilharem as dificuldades diárias de trabalho, o calor e o frio (todos muito intensos).

Aos irmãos de Cassino, Zaila, Lunar, "Squilo's House", toda "Moçada" que conviveu nos dias de chuvas "ladais" do Cassinão, aos amigos do surfe (Pedro, Rafa, Fernando e Mauricião) e em especial à "Mansão HOLMES", na presença dos irmão de teto (Curiri, Xúia, Joca, Lolô e Bob), sem palavras. Aos dog's Cida - (Farofa, Miguel e Átila - *in memorium*) e às Fridas por escutarem minha gaita em lágrimas.

Ao meu aparelho musical portátil, que se fez invariavelmente presente em todos os momentos, deixando "sempre" a música fluir aos pavilhões auditivos.

À empreitada de fazer com que esse trabalho científico fosse todo desenvolvido em plataforma livre - transportando um pouco da idéia libertadora e de construção de caminhos a serem trilhados, mesmo que em dificuldades. GNU-Linux, **R** e  $\LaTeX$ .

Ao CNPq pelo suporte financeiro durante o ano de 2007.

Finalmente às microalgas perifíticas, que conseguem se prender às coisas e mesmo assim manter o seu desapego (*vairagya*).

# 1. Resumo

Cultivos de animais em meio aquático vêm utilizando há bastante tempo a produção primária do biofilme, ou perifíton (comunidade de microrganismos aderidos a substratos naturais ou artificiais submersos), como estratégias para a melhoria da qualidade da água, ou como fonte alimentar complementar para os organismos cultivados. Apesar da importância da produtividade natural para sistemas de cultivo, pouco se conhece a respeito da produtividade primária do perifíton, especificamente em cultivos de camarões. Dessa forma, esse trabalho procurou avaliar os níveis de produção primária do perifíton em sistemas de cultivo com camarões *Litopenaeus vannamei* e *Farfantepenaeus paulensis* e determinar os efeitos de fatores abióticos e da predação dos camarões sobre as microalgas do perifíton. Dois experimentos foram desenvolvidos durante 38 dias com cada espécie de camarão, em Novembro de 2006 e Abril de 2007 na Estação Marinha de Aqüicultura - FURG. Em cada experimento, três tratamentos contendo adição de substratos artificiais (telas de nylon com 1 mm de malha) foram dispostos em tanques de plástico de 150 L da seguinte forma: 1) Tratamento CR, camarão mais adição de ração; 2) Tratamento R, apenas adição de ração e 3) Tratamento Controle, contendo somente as telas. Durante este período foram coletadas amostras para incubações de produção primária, análises de clorofila *a*, peso seco e abundância de microrganismos. O experimento com *L. vannamei* foi caracterizado por apresentar altas temperaturas e salinidades, que se correlacionaram positivamente com os níveis de produção primária. Esses camarões predaram efetivamente sobre nematódeos e diatomáceas pequenas (*Cymbella* menores que 20  $\mu\text{m}$ ), causando uma substituição das diatomáceas dominantes por espécies r-estrategistas. Tal sucessão provavelmente promoveu os maiores níveis de produção primária no tratamento CR (0,0022 a 0,117  $\text{mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ ), em comparação com os outros tratamentos. A clorofila *a* variou entre (0,52 e 1,8  $\mu\text{g cm}^{-2}$ ). O experimento com *F. paulensis* apresentou no tratamento

CR máximas biomassas em clorofila *a* (0,19 a 8,25  $\mu\text{g cm}^{-2}$ ) e valores de produção primária iguais a (0,0015 a 0,050  $\text{mgO}_2\text{cm}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ ), sendo que esses baixos valores podem ter sido resultado de sombreamentos devido a sobreposição de microalgas. Esses camarões consumiram principalmente diatomáceas maiores e nematódeos. Conhecendo a produção líquida dos sistemas e as taxas metabólicas (respiração) de *L. vannamei* e *F. paulensis* foi possível estimar o quanto a produção primária do perifíton nos sistemas de cultivo poderia atender à demanda metabólica destes camarões. No caso de *L. vannamei*, a produção líquida de todo o sistema poderia atender de 8 a 150% das exigências deste camarão, enquanto que para *F. paulensis*, que tem uma atividade metabólica menor, a produção primária do perifíton nos tanques poderia suprir 137 a 287% das necessidades metabólicas deste camarão. Os resultados deste trabalho demonstram que a produtividade primária do biofilme pode suprir grande parte da demanda nutricional dos camarões. O incremento de superfície submersa em sistemas de cultivo pode representar um aumento na disponibilidade de alimentos para os camarões cultivados, o que poderia resultar numa importante redução dos custos, uma vez que a compra de rações representa mais de 50% do custo total de produção.

## 2. Abstract

The primary production of biofilm, or periphyton (a microorganisms community attached to submerged natural or artificial substrates) has been used for a long time as a strategy to improve the water quality and as a complementary food source for raised organisms. In spite of the importance of natural productivity in aquaculture systems less attention is given to direct measurements of periphyton primary production rates in cultivation systems, specially in shrimp farming. Therefore, we aimed in this study to evaluate the periphyton primary production levels in shrimp culture systems of *Litopenaeus vannamei* and *Farfantepenaeus paulensis*, as well as to determine the effects of abiotic factors and shrimp predation on the periphyton microalgae. Two experiments were carried out with each species during 38 days in November 2006 and April 2007, at the Aquaculture Marine Station - EMA/FURG. In each experiment, three treatments containing artificial substrates (nylon nets with 1 mm mesh size) in 150 L plastic tanks were arranged in the following way: 1) Treatment CR, with shrimp and ration addition; 2) Treatment R, only with ration addition and 3) Treatment Control, containing only the substrates. During this period periphyton samples were collected for primary production measurements, analysis of Chlorophyll *a*, dry weight and abundance of microorganisms. The experiment with *L. vannamei* was characterized by high water temperatures and salinities, which were positively correlated with the primary production levels. These shrimps grazed effectively on nematodes and diatoms (*Cymbella* less than 20  $\mu\text{m}$ ) forcing a substitution of dominant diatom by r-strategists species. Such succession probably promoted the high primary production rates in the CR treatment (0.0022 to 0.117  $\text{mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ ), in comparison to other treatments. The chlorophyll *a* varied between 0,52 and 1,8  $\mu\text{g cm}^{-2}$ . In the *F. paulensis* experiment, higher microalgae biomass occurred at CR treatment, with chlorophyll *a* values between 0.19 and 8.25  $\mu\text{g cm}^{-2}$ . The lower primary production

rates in this treatment ( $0.0015$  to  $0.050 \text{ mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ ) was possibly caused by shading of the microalgae due to the several layers of periphyton. This shrimp consumed mainly larger diatoms and nematodes. Knowing the net production of the systems and the metabolic rates (respiration) of *L. vannamei* and *F. paulensis* it was possible to calculate how much of the shrimps metabolic necessity could be supplied by the periphyton primary production. In the case of *L. vannamei*, net production of the whole system might provide 8 to 150 % of this shrimp demands, whereas for *F. paulensis*, which has a smaller metabolic activity, the primary production of the periphyton in the tanks might provide 137,63 to 287,78 % of the shrimp metabolic necessity. The results of this work demonstrate that biofilm primary productivity can provide great fraction of the shrimp nutritional demand. The periphyton growth in shrimp culture systems can represent an increase in the availability of foods for the shrimps, which might represent an important reduction of costs, since feeding represents more than 50 % of the total of production costs.

### 3. Introdução

Nos últimos anos a produção mundial de crustáceos pela aquicultura vem aumentando cada vez mais, quando comparada com a pesca (FAO, 2006). Isto se deve, principalmente, ao uso de metodologias e técnicas alternativas, algumas destas muito pouco impactantes. Vantagens econômicas também foram obtidas quando foi possível se utilizar da produtividade natural do sistema com o uso de organismos de níveis tróficos inferiores, principalmente de produtores primários, o que diminui os custos da produção (Naylor *et al.* (1998); Naylor *et al.* (2000); Tidwell & Allan (2002)).

Entre essas novas técnicas destaca-se o uso de substratos artificiais, que passaram a ser adicionados aos ambientes de cultivo para que houvesse maior área para adesão do biofilme perifítico. O perifiton é definido por Wetzel (1983) como biofilme formado por uma comunidade frouxa ou firmemente aderida e estabelecida sobre substratos naturais ou artificiais submersos, constituída por microalgas, fungos, bactérias, proto- e metazoários e detritos orgânicos e inorgânicos. Neste estudo, utilizaremos os termos biofilme e perifiton como sinônimos.

O biofilme formado nos ambientes de cultivo contribui em grande parte para a melhoria da qualidade da água, através da atividade de algas e bactérias, seja pela absorção de nutrientes nitrogenados, especialmente amônia e nitrito que em altos níveis são tóxicos para os camarões cultivados, ou pela atividade fotossintética, que garante um suplemento de oxigênio para os organismos cultivados (Moriarty (1976, 1997); Abreu *et al.* (1998); Azim *et al.* (2002, 2003, 2004); Thompson *et al.* (2002); Oliveira *et al.* (2006)). Além disso, o biofilme representa um complemento alimentar, uma vez que microorganismos consumidos fornecem proteínas, ácidos graxos e vitaminas, muitas vezes não disponibilizados nas rações utilizadas (Thompson *et al.* (2002); Ballester *et al.* (2004); Azim *et al.* (2004)).

Ballester *et al.* (2003) analisaram a influência do biofilme na sobrevivência e no

crescimento de pós-larvas de *F. paulensis* em sistema de berçário no ambiente, resultando em aumentos de até 20% no tamanho dos camarões. Bratvold & Browdy (2001) mostraram também um aumento na taxa de crescimento e conversão alimentar de *L. vannamei* quando avaliados em tanques com substratos verticais. Resultados similares foram encontrados por Sandifer *et al.* (1987), que sugerem também a utilização do biofilme nos tanques de larvicultura.

Apesar dessas indicações do uso potencial dos microorganismos do biofilme como fonte alimentar, muitas dúvidas ainda existem sobre como pode ser a real contribuição destes microorganismos para a alimentação na aqüicultura (Tidwell & Bratvold, 2006). Recentemente Thompson *et al.* (2002) mostraram que camarões *F. paulensis* jovens não apresentaram seletividade na alimentação em biofilme. Entretanto, Preto *et al.* (2005) mostraram que pós-larvas de *F. paulensis* possuem uma seletividade alimentar sobre o perifíton, procurando principalmente diatomáceas cêntricas.

A produção alimentar proveniente do biofilme pode ser ampliada, desde que boas condições ambientais sejam proporcionadas (Huchette *et al.* (2000); van Dam *et al.* (2002)). Fatores como nutrientes (nitrogenados e fosfatos) (Ghosh & Chattopadhyay, 2005), temperatura, pH, oxigênio dissolvido, salinidade, transparência e luminosidade influenciam a composição do biofilme e, conseqüentemente, a disponibilidade de alimentos para os organismos cultivados (Milstein, 2006). Thompson *et al.* (2002) relatam um aumento nas concentrações de clorofila *a* do biofilme quando ocorreram declínios das concentrações de amônia, mostrando que as algas se beneficiam desses nutrientes na incorporação de biomassa.

Sabe-se que produtividade perifítica e sua biomassa podem apresentar contribuições mais expressivas que aquelas do fitoplâncton (O'Reilly, 2006). Muitos estudos sobre a produção primária do biofilme foram realizados com a comunidade perifítica principalmente em ambientes dulcícolas (Lamberti & Steinman, 1997); McCornick *et al.* (1998); Moschini-Carlos

*et al.* (2000); Rodrigues *et al.* (2003); Fernandes & Esteves (2003)), não havendo maiores informações sobre a produtividade primária durante os processos sucessionais do biofilme, estando este sujeito a pressões de predação dos organismos cultivados. Portanto, apesar da ressaltada importância da produtividade primária em ambientes de cultivo não existe, de acordo com o nosso conhecimento, medidas diretas de produção primária do perifiton em sistemas de cultivo de camarão.



## 4. Objetivos

Este trabalho tem como objetivo maior determinar os níveis de produção primária do biofilme em sistemas de cultivo de camarões.

### 4.1 Objetivos específicos

1. Avaliar os níveis de produção primária e respiração do biofilme em diferentes fases de sua formação.
2. Determinar o efeito de predação dos camarões marinhos *F. paulensis* e *L. vannamei* nos níveis de produção primária do biofilme.

## 5. Material e métodos

Dois experimentos foram desenvolvidos na Estação Marinha de Aquicultura Prof. Marcos Alberto Marchiori (EMA) localizada na Praia do Cassino (32°12' S e 51°50' W), município de Rio Grande-RS.

### 1. Experimento 1

Este experimento foi realizado com camarões *Litopenaeus vannamei* durante o período de 16 de outubro de 2006 a 23 de novembro de 2006, com 15 amostragens.

### 2. Experimento 2

Este experimento foi realizado com camarões *Farfantepenaeus paulensis* durante o período de 1 de abril de 2007 a 8 de maio de 2007, com 16 amostras.

## 5.1 Desenho experimental

Nove tanques plásticos de 150 L cada foram utilizados para o desenvolvimento dos experimentos. Foram adicionados aos tanques substratos artificiais (panagens) para aumentar a área de adesão do biofilme. O experimento 1 foi realizado no interior de uma estufa (Fig1) e o experimento 2 foi desenvolvido fora da estufa (Fig 2).

Para a formação de biofilme foram utilizadas panagens, confeccionadas com telas de nylon (abertura de 1 mm), dispendo-se duas panagens por caixa, posicionadas verticalmente no tanque. Cada pedaço de tela tinha área de 0,25m<sup>2</sup> e foi disposta verticalmente, aumentando em 80% a superfície vertical interna dos tanques. Como amostradores, foram colocados em cada panagem 16 pedaços retangulares da mesma tela de nylon (10cm x 20cm), presos 5cm abaixo da superfície da água dos tanques.

As telas com os amostradores ficaram submersas em água marinha filtrada em filtros de areia, durante 15 dias antes do início do experimento (Thompson *et al.*, 2002). Durante



Figura 1: Disposição dos tanques - Experimento 1



Figura 2: Disposição dos tanques - Experimento 2

este período os tanques receberam aeração e não houve renovação de água. Porções de ração (10g/semana) foram adicionados ao tanque para servir de fonte de nutrientes para o biofilme. Após o início do experimento as renovações de água foram feitas de acordo com a turbidez das caixas e manteve-se a aeração.

## 5.2 Tratamentos

Nos dois experimentos os tanques com telas foram distribuídos em três tratamentos, com 3 repetições cada, a saber: 1) Tratamento Controle - somente com as telas; 2) Tratamento R - telas com adição de ração; 3) Tratamento CR - telas, com adição de ração e camarões. No experimento 1, o tratamento CR recebeu juvenis de *Litopenaeus vannamei* em uma densidades de 148 camarões por metro quadrado (peso médio igual a 1,4g). Os camarões foram alimentados duas vezes por dia com a ração comercial Purina<sup>®</sup> contendo 45% de proteína bruta. O somatório das duas porções correspondeu a 3,5% da biomassa dos camarões em cada caixa. No experimento 2 o tratamento CR recebeu juvenis de *Farfantepenaeus paulensis* em uma densidades de 309 camarões por metro quadrado

(peso médio igual a 0,18g) e foram alimentados *ad libitum*, divididas em 2(duas) porções diárias. A quantidade de ração fornecida foi baseada no consumo verificado nas bandejas de alimentação e com relação a 3,5% da biomassa dos camarões em cada caixa.

### 5.2.1 Amostragem

As coletas de material biológico e medições de produção primária foram realizadas a cada 2 (dois) ou 3 (três) dias, durante o período de cada experimento. O procedimento de coleta consistiu na retirada aleatória de um amostrador a cada dia de coleta. Essa tela foi recortada em 8 pedaços de 4x4cm para as análises posteriores (clorofila-*a*, peso seco e contagem de microorganismos) (Fig 3), bem como para as incubações de produção primária (Fig 4). O material biológico coletado foi fixado em frascos de (25 mL) com formalina 4% *v/v* (Fig 5).

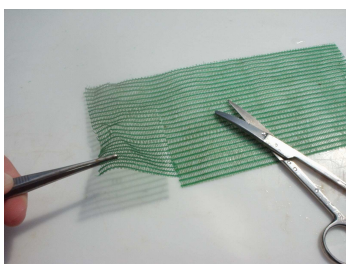


Figura 3: Tela para amostragem diária



Figura 4: Incubação de produção primária



Figura 5: Microrganismos aderidos

## 5.3 Fatores físico-químicos

Durante todos os dias dos experimentos 1 e 2 foram medidos a temperatura da água, salinidade e o pH através do medidor multiparâmetro YSI<sup>®</sup>. As concentrações de amônia foram medidas de acordo com o método UNESCO (1983), enquanto as análises de nitrito, nitrato e fosfato seguiram as metodologias descritas em Strickland & Parsons (1972). Dados meteorológicas foram cedidas pelo laboratório de Meteorologia - FURG.

## **5.4 Biomassa do biofilme**

### **5.4.1 Clorofila *a***

Para análise de biomassa (clorofila *a*) os pedaços de tela foram acondicionados em frascos de vidro contendo 10 mL de acetona 90% para extração por 24 horas no escuro e no frio (-12 °C). A concentração do pigmento foi determinada por um fluorímetro calibrado Turner TD 700 (Welschmeyer, 1994).

### **5.4.2 Peso seco**

O peso seco foi estimado a partir da secagem das telas de nylon em estufa (a 70 °C) por 24 horas seguidos de pesagem em balança Mettler-Toledo (AB204-S) de precisão (0,0001 g). O peso final foi comparado com o peso das mesmas telas de nylon que foram previamente lavadas e secas por 24 horas em estufa a 70 °C (peso inicial).

## **5.5 Quantificação dos microrganismos**

As microalgas perifíticas e os protozoários metafiticos foram quantificados em microscópio invertido Zeiss Axiovert equipado com contraste de fase. A separação do biofilme foi feita por raspagem, sendo que as telas após a raspagem, foram observadas em microscópio para verificação da total retirada da comunidade aderida. Após esse procedimento a quantificação seguiu o método de Ütermohl (1958).

A identificação das microalgas foi feita utilizando-se de bibliografia específica: Hasle & Syvertsen (1996), Komárek & Anagnostidis (1998, 2005), Bourrelly (1968); Bourrelly (1972); Bourrelly (1985); Hustedt (1959), Patrick & Reimer (1966, 1975), Wehr & Sheath (2003), Streble & Krauter (1988).

## 5.6 Produção primária e respiração do biofilme

A produção primária e a respiração do sistema foi avaliada através do método de oxigênio dissolvido (Wetzel & Likens, 1991). Em cada caixa foram incubadas duas garrafas claras e uma escura (Frascos DBO de 250 mL). A concentração de oxigênio inicial foi determinada em duas garrafas claras.

Um pedaço de tela e água proveniente do mesmo tanque foi colocado nas garrafas de DBO. As incubações foram realizadas em imersão nos próprios tanques experimentais, nas horas de maior exposição luminosa (entre 10:00 e 14:00 horas) mantendo-se à temperatura ambiente. Depois do período de incubação o oxigênio dissolvido foi fixado segundo a metodologia de Winkler e depois de acidificadas as concentrações de oxigênio dissolvido foram lidas em espectrofotômetro digital B342 II (Micronal), seguindo a metodologia proposta por Roland *et al.* (1999).

## 5.7 Biometria dos camarões

Os camarões, após o experimento, foram contados e pesados em balança de precisão, para verificar a sobrevivência e o incremento de biomassa após 38 dias.

## 5.8 Análises estatísticas

Para a separação das médias foram utilizados os testes paramétricos ANOVA, e teste de Tukey e quando não houve homoscedasticidade e normalidade dos dados, foram aplicados os testes não paramétricos de Kruskal-Wallis para identificar diferenças estatísticas e o teste de Mann-Whitney para a hierarquização. Análises de regressão linear múltipla (Sokal & Rohlf (1987); McCullagh & Nelder (1989); Faraway (2005)) foram aplicadas para testar a relação das variáveis com a produção primária do perifíton. Para a escolha das melhores relações entre os modelos foram utilizados os valores de AIC (Akaike Information

Criterion), onde as equações dos modelos são penalizadas de acordo com o acréscimo de variáveis e pela significância das variáveis (Wood, 2006).

## 6. Resultados

### 6.1 Experimento 1 - *L. vannamei*

#### 6.1.1 Fatores físico-químicos da água

##### 1. Salinidade

A salinidade em todos os tratamentos apresenta as mesmas oscilações ao longo do tempo, sendo que os menores valores foram registrados para o tratamento CR, ao longo de todos os dias. Os maiores valores registrados foram iguais a 40 no tratamento R e os menores valores iguais a 20,7 no tratamento CR (Fig. 6).

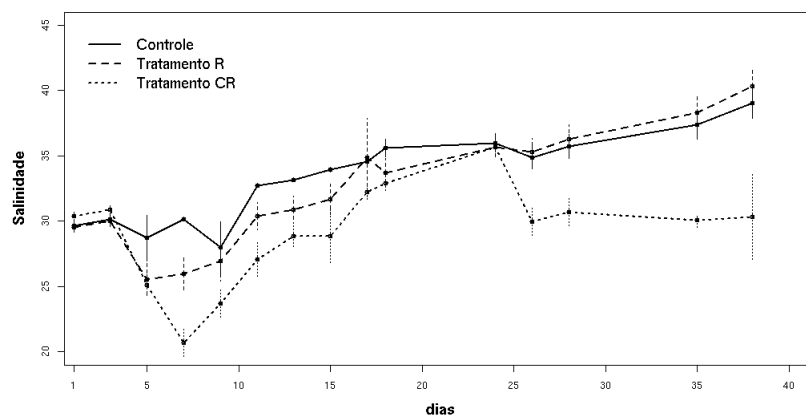


Figura 6: Salinidade ao longo dos dias

##### 2. Temperatura da água

As temperaturas não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. As temperaturas máximas registradas foram de 35,6 °C no tratamento R e mínima de 22 °C no tratamento Controle (Fig. 7). Os valores médios de temperatura nos tratamentos foi igual a 25,7 °C.

##### 3. pH



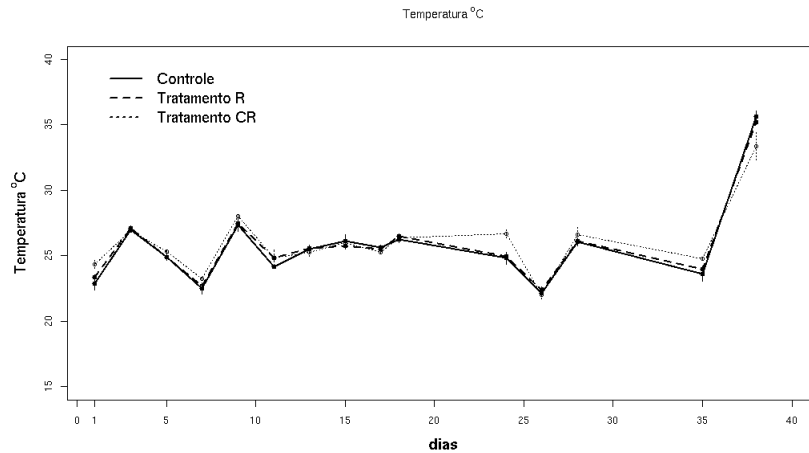


Figura 7: Temperatura ao longo dos dias

O pH de todos os tratamentos apresentou uma estabilidade ao redor do pH 8 oscilando entre 7,8 - 8,4.

#### 4. Horas de insolação

O número de horas totais de insolação ao longo dos dias de experimento foi de 140 horas.

### 6.1.2 Nutrientes na água

A amônia em todos os tratamentos, apresentou concentração inferior a  $0,04 \text{ mg.L}^{-1}$ , excetuando-se o nono e o último dia no tratamento CR, em que os valores atingiram  $0,57 \text{ mg.L}^{-1}$  e  $0,21 \text{ mg.L}^{-1}$ , respectivamente (Fig. 8)

Valores de nitrito, nitrato e fosfato mantiveram-se abaixo do nível de detecção dos métodos utilizados em todos os tratamentos.

### 6.1.3 Incremento de peso e sobrevivência dos camarões

O peso dos camarões apresentaram diferenças estatísticas, quando comparados os pesos iniciais com os finais. A média do peso inicial dos camarões foi igual a  $1,4(\pm 0,03)$

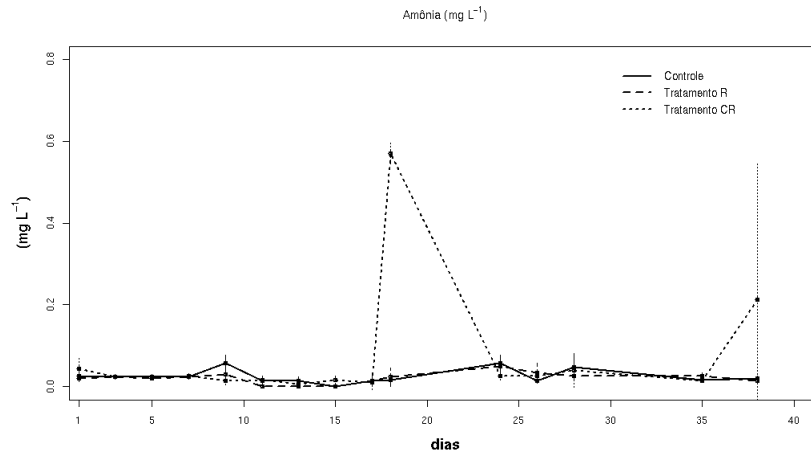


Figura 8: Amônia em mg.L<sup>-1</sup> ao longo dos dias

e a média de peso final foi igual a 1,56(±0,06). O incremento de peso foi igual a 11,65% (±2,62). A sobrevivência foi de 82%(±0,07).

#### 6.1.4 Biomassa do biofilme

##### 1. Clorofila *a*

A clorofila *a* nos diferentes tratamentos oscilou ao longo do tempo e apresentou uma tendência crescente. Os máximos valores foram encontrados no tratamento R, oscilando entre 1,8  $\mu\text{g cm}^{-2}$  e 0,52  $\mu\text{g cm}^{-2}$ . No tratamento Controle os valores máximos e mínimos foram: 1,8  $\mu\text{g cm}^{-2}$  no último dia e 1,5  $\mu\text{g cm}^{-2}$  no quinto dia. O Tratamento CR apresentou valores intermediários, variando entre 0,35  $\mu\text{g cm}^{-2}$  e 1,15  $\mu\text{g cm}^{-2}$ . O tratamento R foi estatisticamente maior que os outros tratamentos, entretanto não existiram diferenças entre os tratamentos Controle e CR (Fig. 9).

#### 6.1.5 Produção Primária

##### 1. Produção Primária Bruta

As medidas de produção bruta foram significativamente diferentes entre os tratamentos.

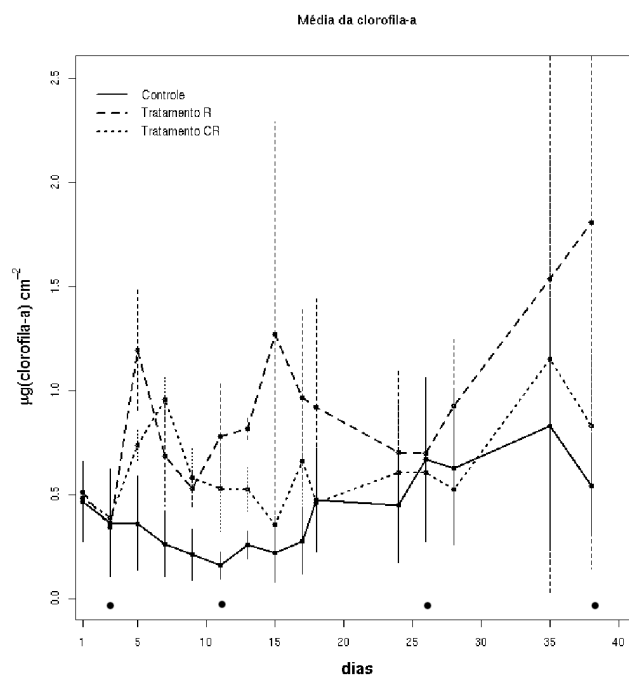


Figura 9: Média da Clorofila *a* ao longo dos dias (Marcações correspondentes às contagens de microrganismos)

Os maiores valores ocorreram no tratamento CR, máximo de  $0,107 \text{ mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \text{ h}^{-1}$  e mínimo de  $0,023 \text{ mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ . O tratamento R apresentou ao longo do tempo valores intermediários, com máximo de  $0,13 \text{ mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  e mínimo de  $0,014 \text{ mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ . O tratamento Controle, com os menores valores de produção bruta oscilou entre  $0,0036 \text{ mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  e  $0,049 \text{ mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  (Fig. 10).

## 2. Produção Líquida

A produção líquida do tratamento CR foi estatisticamente maior que o tratamento Controle, mas não diferiu do tratamento R. Este tratamento apresentou valores máximos no primeiro dia ( $0,086 \text{ mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ ) e mínimos de  $-0,024 \text{ mg O}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  no décimo oitavo dia. O tratamento R apresentou valores máximos de  $0,117 \text{ mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  no primeiro dia e mínimo de  $-0,019 \text{ mg O}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  no décimo oitavo dia de experimento. O tratamento controle apresentou a maior produção

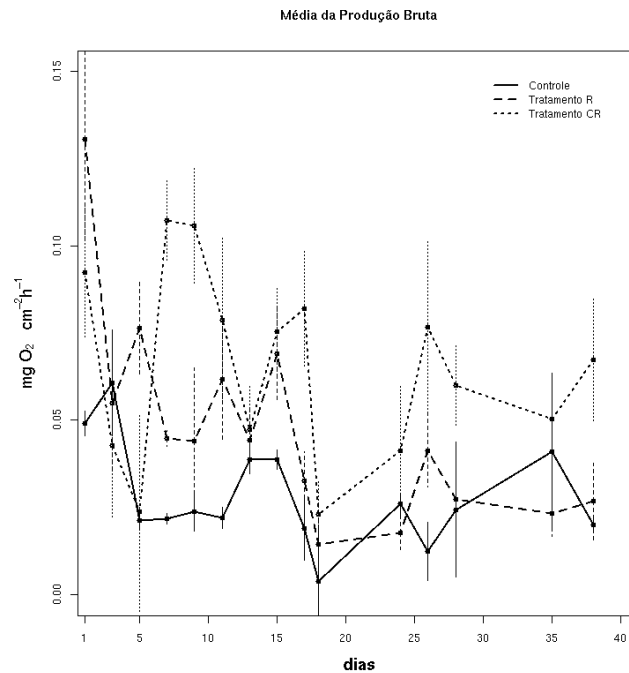


Figura 10: Média da produção bruta do perifíton em  $\text{mgO}_2 \text{ cm}^{-2}.\text{h}^{-1}$

líquida no primeiro dia ( $0,035 \text{ mgO}_2 \text{ cm}^{-2}.\text{h}^{-1}$ ) e mínimo de  $-0,027 \text{ mgO}_2 \text{ cm}^{-2}.\text{h}^{-1}$  no vigésimo oitavo dia (Fig. 11).

### 3. Respiração

A respiração do perifíton, entre os tratamentos, não apresentou diferenças significativas. Entretanto os maiores valores foram encontrados no tratamento CR, no terceiro dia de experimento com  $0,060 \text{ mgO}_2 \text{ cm}^{-2}.\text{h}^{-1}$  e  $0,055 \text{ mgO}_2 \text{ cm}^{-2}.\text{h}^{-1}$  no décimo sétimo dia do tratamento R, e  $0,026 \text{ mgO}_2 \text{ cm}^{-2}.\text{h}^{-1}$  no décimo oitavo dia do tratamento Controle. Os menores valores encontrados foram no primeiro e vigésimo oitavo dias do tratamento CR respectivamente  $0,006 \text{ mgO}_2 \text{ cm}^{-2}.\text{h}^{-1}$  e  $0,008 \text{ mgO}_2 \text{ cm}^{-2}.\text{h}^{-1}$  (Fig. 12).

### 4. Produtividade primária Bruta (Número de Assimilação)

A produtividade bruta do perifíton no tratamento CR, isto é, produção primária

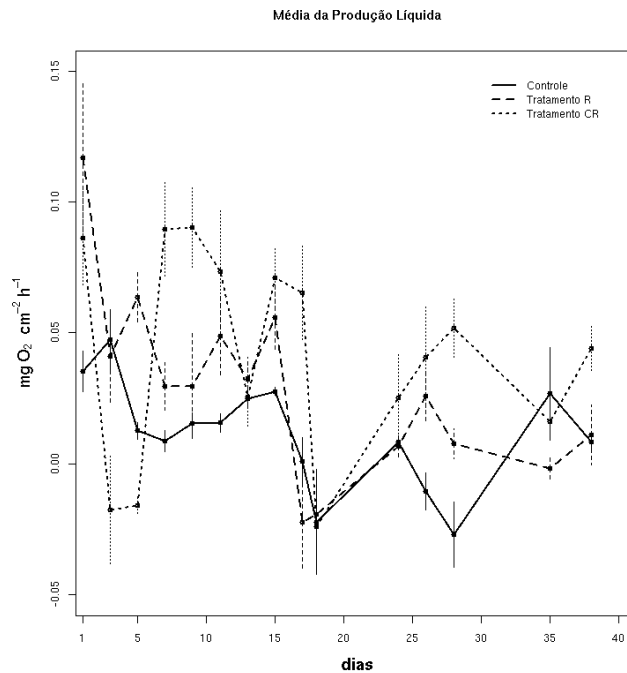


Figura 11: Média da produção líquida do perifíton em  $\text{mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$

padronizada por unidade de biomassa (clorofila *a*) foi significativamente maior que o tratamento R e não se diferencia do tratamento Controle, sendo que os maiores valores foram do tratamento CR,  $0,203 \text{ mgO}_2 \mu\text{g cl-}a^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ , no primeiro dia;  $0,216 \text{ mgO}_2 \mu\text{g cl-}a^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  no décimo quinto dia e  $0,143 \text{ mgO}_2 \mu\text{g cl-}a^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  no vigésimo sexto dia. O tratamento R apresentou no primeiro dia  $0,27 \text{ mgO}_2 \mu\text{g cl-}a^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  e mínimo de  $0,02 \text{ mgO}_2 \mu\text{g cl-}a^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  no último dia. O tratamento Controle apresentou valor máximo no décimo quinto dia  $0,256 \text{ mgO}_2 \mu\text{g cl-}a^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  e mínimo de  $0,003 \text{ mgO}_2 \mu\text{g cl-}a^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  no décimo oitavo dia (Fig. 13).

## 5. Produtividade Líquida

As produtividades líquidas nos tratamentos não se diferiram estatisticamente. Entretanto, os maiores valores observados no tratamento CR foram:  $0,19 \text{ mgO}_2 \mu\text{g cl-}a^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  no primeiro dia,  $0,16 \text{ mgO}_2 \mu\text{g cl-}a^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  no nono dia,  $0,206 \text{ mgO}_2 \mu\text{g cl-}a^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  no décimo quinto dia e  $0,143 \text{ mgO}_2 \mu\text{g cl-}a^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  no vigésimo sexto dia.

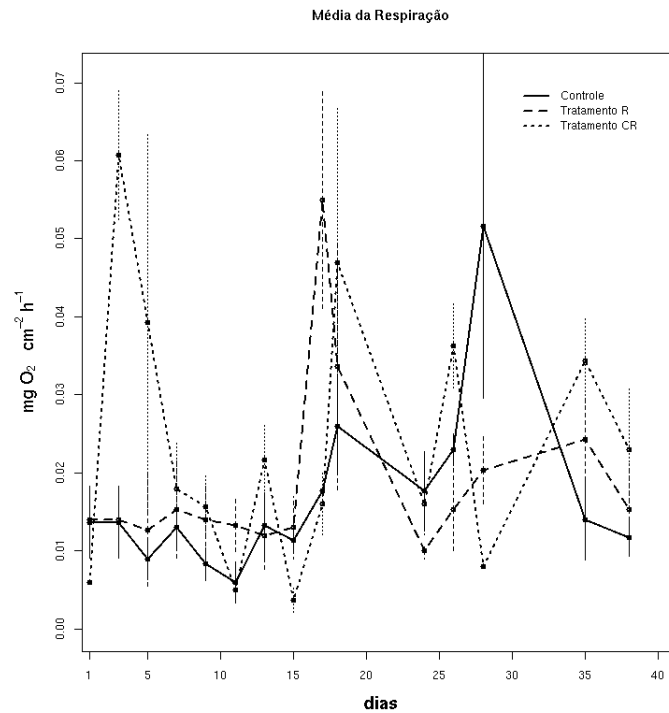


Figura 12: Média das taxas de respiração do perifíton medidas como consumo de oxigênio, em  $\text{mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$

$\text{cl} \cdot \text{a}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  no décimo quinto dia. Os menores valores neste tratamento foram  $-0,05 \text{ mgO}_2 \mu\text{g cl} \cdot \text{a}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  no terceiro e décimo oitavo dias. No tratamento R o maior valor de produtividade líquida foi  $0,246 \text{ mgO}_2 \mu\text{g cl} \cdot \text{a}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  no primeiro dia de experimento e o menor valor foi de  $-0,006 \text{ mgO}_2 \mu\text{g cl} \cdot \text{a}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  no trigésimo quinto dia. No tratamento controle, o maior valor foi registrado no décimo quinto dia,  $0,183 \text{ mgO}_2 \mu\text{g cl} \cdot \text{a}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  e o menor  $-0,080 \text{ mgO}_2 \mu\text{g cl} \cdot \text{a}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  no décimo oitavo dia (Fig. 14).

### 6.1.6 Contagem de microrganismos

A sucessão das microalgas perifíticas ao longo do tempo foi caracterizada pelo acréscimo na densidade de cianobactérias cocóides e filamentosas, ao passo que as diatomáceas foram

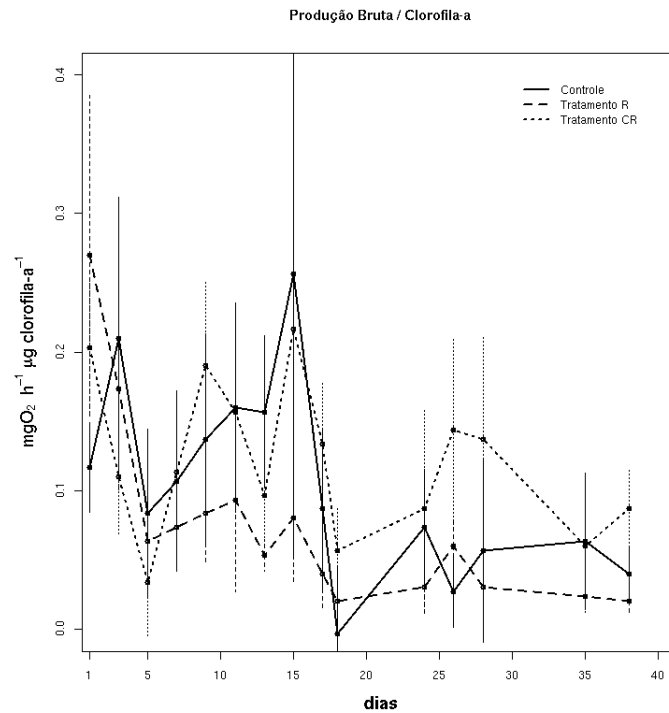


Figura 13: Produtividade bruta do perifíton, representada pela razão entre a produção primária bruta e a Clorofila *a*

diminuindo em número ao longo do experimento. Nos tratamentos Controle e R foram perceptíveis a dominância de diatomáceas até o 26º dia. No último dia do experimento pôde-se notar a dominância das cianobactérias. No tratamento Controle as diatomáceas da família Cymbellaceae chegaram a colonizar as telas a uma densidade de 257.000 células  $\text{cm}^{-2}$ , e atingindo mínimos de 196.000 células  $\text{cm}^{-2}$  ao final do experimento. Os flagelados apresentaram densidades com menores variáveis entre 18.000 a 39.000 organismos  $\text{cm}^{-2}$  (Fig. 16 e 17).

O tratamento R apresentou também um aumento constante das diatomáceas Cymbellaceae até o vigésimo sexto dia, diminuindo a sua densidade no último dia. Esses valores, do 26º dia para o 38º dia, variaram de 370.000 para 210.000 organismos  $\text{cm}^{-2}$ . As cianobactérias cocóides iniciaram com densidades de 6.384 organismos  $\text{cm}^{-2}$  e aumentaram para 707.000

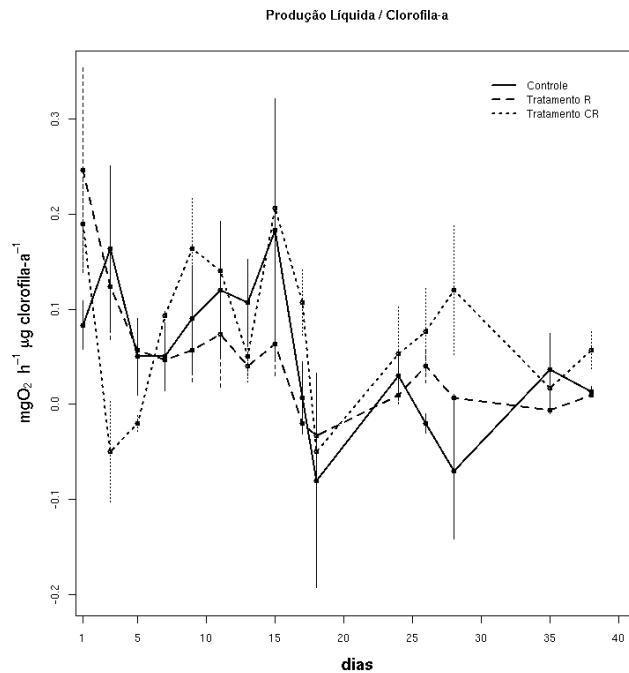


Figura 14: Produtividade líquida do perifíton, representada pela razão entre a produção primária líquida e a Clorofila-*a*

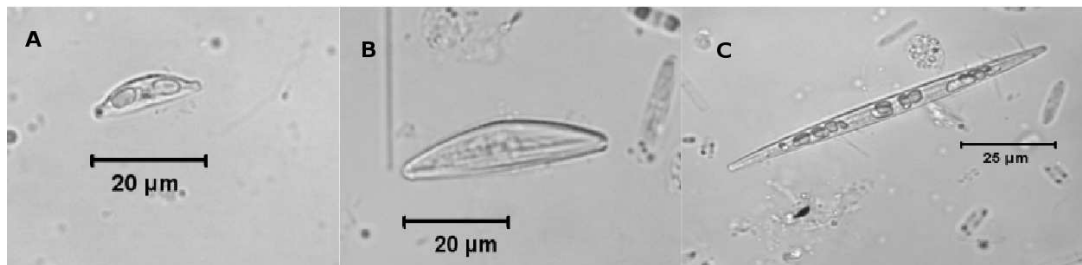


Figura 15: Microalgas contadas e referidas como: A e B, família Cymbellaceae. A *Cymbella* menor que 20µm, B *Cymbella* maior que 20µm e C diatomáceas penadas maiores 25µm, penadas menores que 25µm ao fundo

organismos  $\text{cm}^{-2}$  ao final do experimento. As cianobactérias filamentosas assim como as cocóides aumentaram suas densidades ao passar do tempo. As filamentosas variaram de 26.000 organismos  $\text{cm}^{-2}$  no terceiro dia para 686.000 organismos  $\text{cm}^{-2}$  no último dia. Os flagelados oscilaram de 20.000 organismos  $\text{cm}^{-2}$  no terceiro dia para 65.000 organismos  $\text{cm}^{-2}$  no último dia (Fig. 16 e 17).



O tratamento CR foi caracterizado principalmente pelo acréscimo de cianobactérias cocóides com densidade mínima (37.000 organismos  $\text{cm}^{-2}$ ) no terceiro dia e densidade máxima no último dia (404.500 organismos  $\text{cm}^{-2}$ ). A dominância de *Cymbella* menores que  $20\mu\text{m}$  foi alternada para a dominância de diatomáceas penadas pequenas, fato que não ocorre nos outros tratamentos, que mantêm abundâncias crescentes de *Cymbella* menores que  $20\mu\text{m}$  (Fig. 16 e 17).

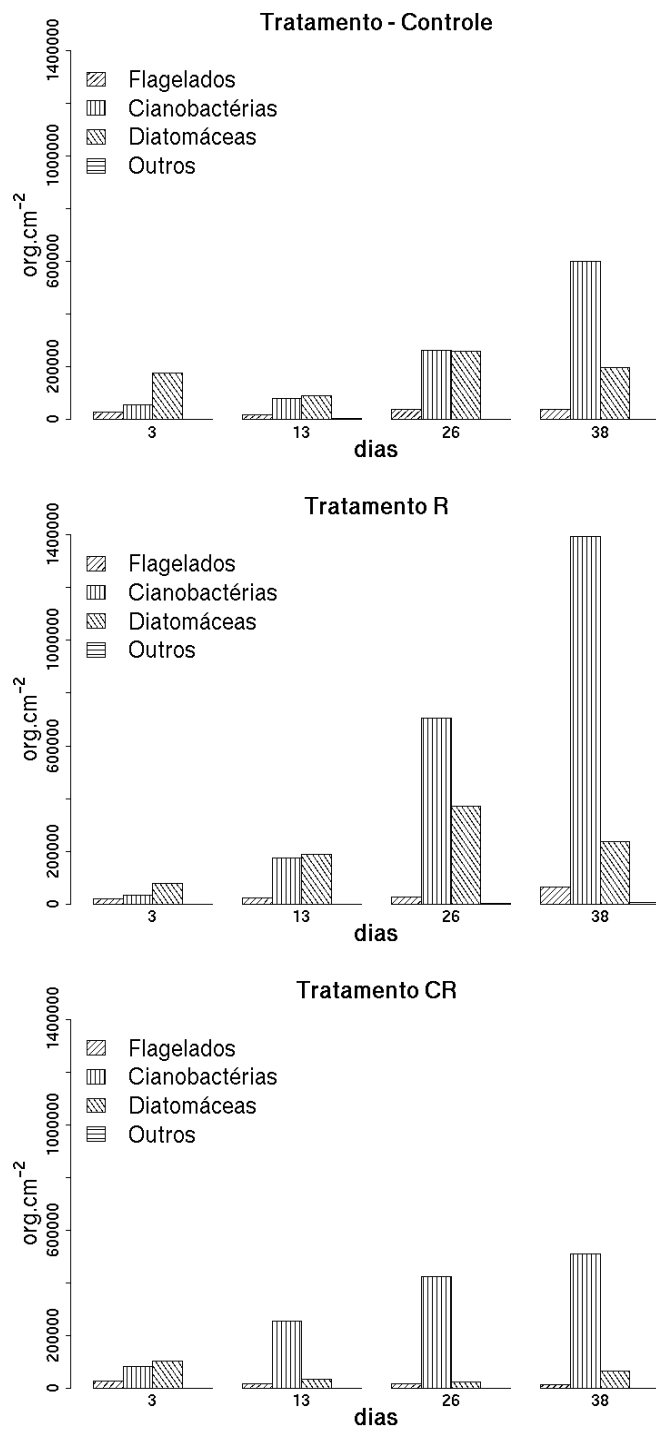


Figura 16: Número de microrganismos cm<sup>-2</sup>. Tratamentos: Controle, R e CR.

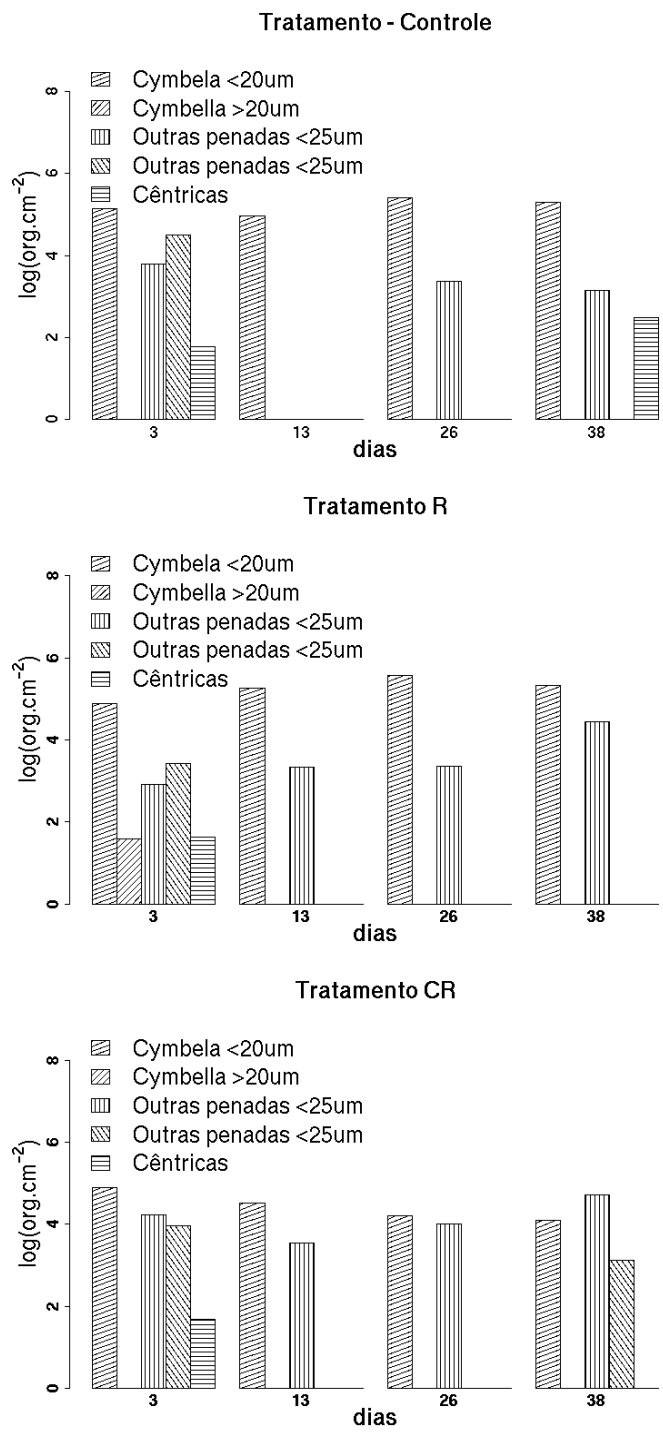


Figura 17: Logarítmo da contagem de diatomáceas  $\text{cm}^{-2}$ , por grandes grupos. Tratamentos: Controle, R e CR.

As menores abundâncias de nematódeos em todas as classes de tamanho foram encontradas no tratamento CR. Os nematódeos maiores que  $400\mu\text{m}$  ocorrem em pequenas densidades ( $3,5$  nematódeos  $\text{cm}^{-2}$ , no terceiro dia e  $18$  nematódeos  $\text{cm}^{-2}$  no décimo terceiro dia). Os nematódeos menores que  $200\mu\text{m}$  foram os mais abundantes, com valores iguais a  $35$  nematódeos  $\text{cm}^{-2}$  no vigésimo sexto dia e os menores valores iguais a  $10$  nematódeos  $\text{cm}^{-2}$  no último dia (Fig. 18). No tratamento R a maior densidade foi registrada no décimo terceiro dia com  $276$  nematódeos  $\text{cm}^{-2}$  (menores que  $200\mu\text{m}$ ),  $214$  nematódeos  $\text{cm}^{-2}$  (entre  $200\mu\text{m}$  e  $400\mu\text{m}$ ) e  $100$  nematódeos  $\text{cm}^{-2}$  (maiores que  $400\mu\text{m}$ ) (Fig. 18). Entre os dias analisados do Controle, a maior densidade de nematódeos, menores que  $200\mu\text{m}$ , foi apurada no último dia com  $272$  nematódeos  $\text{cm}^{-2}$ ,  $223$  nematódeos  $\text{cm}^{-2}$  (entre  $200\mu\text{m}$  e  $400\mu\text{m}$ ) e  $145$  nematódeos  $\text{cm}^{-2}$  (maiores que  $400\mu\text{m}$ ) (Fig. 18).

### 6.1.7 Influência dos fatores abióticos

As regressões lineares múltiplas demonstram uma forte interação positiva dos valores de produção bruta e líquida nos diferentes tratamentos. Variáveis abióticas como a temperatura e a salinidade interagiram negativamente com a produção bruta e líquida (Tabela 1).

Tabela 1: Regressão linear múltipla, relacionando a produção bruta e a líquida com as variáveis físico-químicas

Produção Bruta – $R^2 = 0,37$					Produção Líquida – $R^2 = 0,35$				
Variáveis	GL	F	p	efeito	Variáveis	GL	F	p	efeito
Tratamentos	2	25,87	$3,4 \text{ e}^{-10}$	+	Tratamentos	2	11,02	$3,7 \text{ e}^{-5}$	+
Salinidade	1	29,78	$2,3 \text{ e}^{-7}$	-	Salinidade	1	37,76	$6,8 \text{ e}^{-8}$	-
Temperatura	1	5,11	0,0130	-	Temperatura	1	3,05	0,02	-

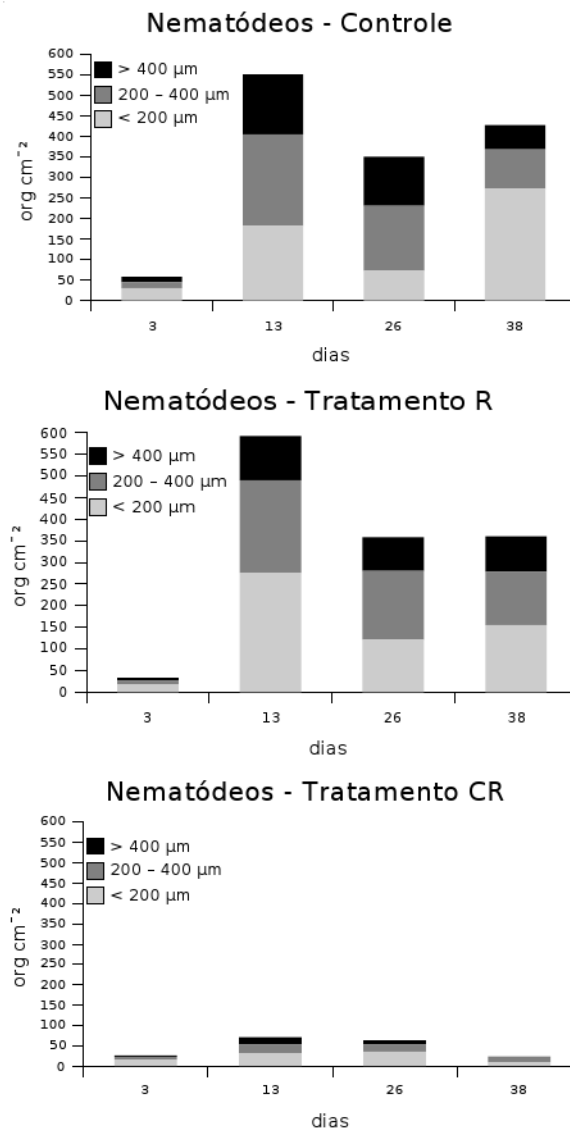


Figura 18: Número de nematódeos por  $\text{cm}^2$  Tratamento Controle, Tratamento R e Tratamento CR

## 6.2 Experimento 2 - *F. paulensis*

### 6.2.1 Fatores físico-químicos

#### 1. Salinidade

A salinidade não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos ao

longo do tempo. Os valores máximos do tratamento CR foram 34,2 no nono dia e o mínimo 25,6 no último dia. O tratamento R apresentou valor máximo igual a 34,5 no nono dia e o mínimo valor no último dia com 25 de salinidade. O Controle apresentou no décimo dia salinidade igual a 34,6 e no último dia salinidade igual a 25 (Fig. 19).

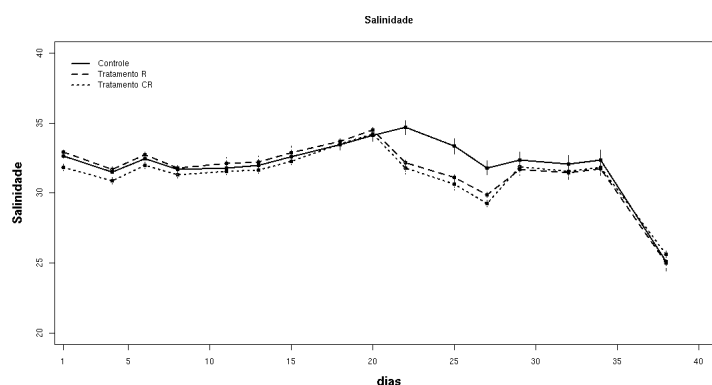


Figura 19: Salinidade ao longo dos dias

## 2. Temperatura da água

A temperatura da água apresentou grandes diferenças entre as medidas realizadas pela manhã e à tarde. As maiores temperaturas foram observadas no décimo dia, com 23 °C pela manhã e 32,7 °C durante a tarde. Os menores valores foram encontrados no último dia, com máxima de 18,5 °C e mínima de 10,8 °C (Fig. 20). Os valores médios de temperatura nos tratamentos foi igual a 19,7 °C.

## 3. pH

Em todos os tratamentos o pH manteve-se ao redor de 8. Máximos valores iguais a 8,7 e mínimos de 8.

## 4. Horas de insolação

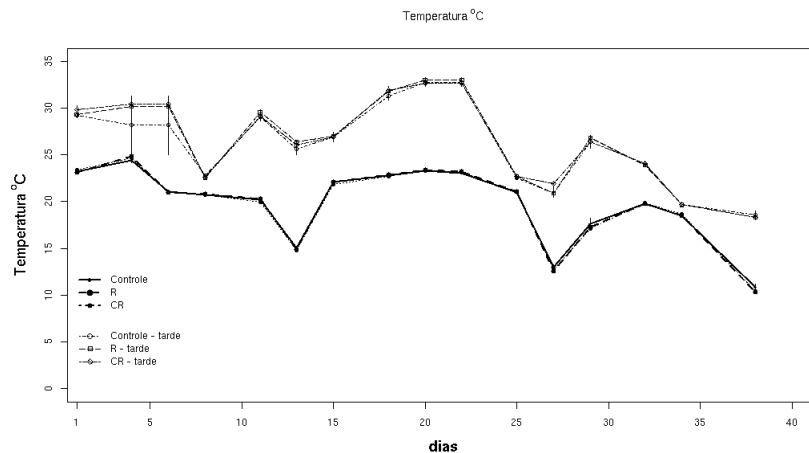


Figura 20: Temperatura em °C, ao longo dos dias

O número de horas totais de insolação ao longo dos dias de experimento foi de 101 horas.

### 6.2.2 Nutrientes na água

A amônia no tratamento CR diferenciou-se estatisticamente dos outros tratamentos, apresentando valores máximos no primeiro dia,  $0,32 \text{ mg.L}^{-1}$ , decrescendo os valores até o sexto dia. O Controle apresentou no décimo oitavo dia um pico de  $0,13 \text{ mg.L}^{-1}$  e no vigésimo quinto dia outro pico de  $0,13 \text{ mg.L}^{-1}$  (Fig. 21).

Valores de nitrito, nitrato e fosfato mantiveram-se abaixo dos níveis de detecção dos métodos utilizados para as análises em todos os tratamentos.

### 6.2.3 Incremento de peso e sobrevivência dos camarões

O peso dos camarões apresentou diferenças estatísticas, quando comparados os pesos iniciais com os finais. O peso médio inicial foi igual a  $0,18 (\pm 0,01)$  e o peso final foi igual a  $0,55 (\pm 0,01)$ . O incremento de peso foi  $308\% (\pm 6,3)$ . A sobrevivência foi igual a  $79,9\% (\pm 4,7)$ .

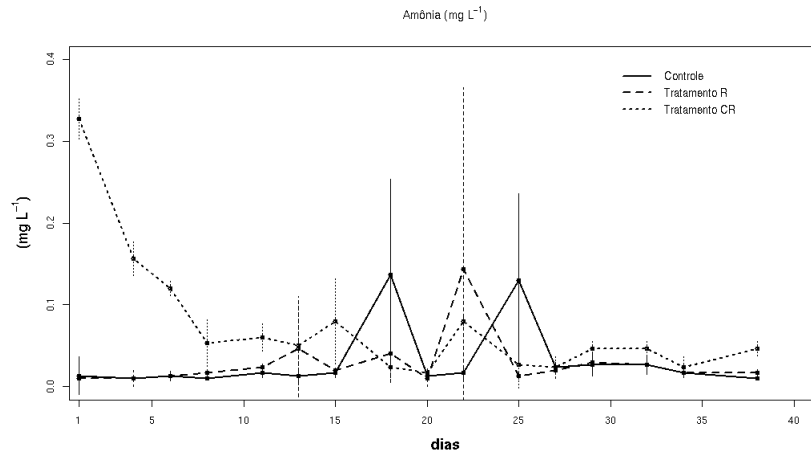


Figura 21: Amônia em  $\text{mg.L}^{-1}$  ao longo dos dias

#### 6.2.4 Biomassa do biofilme

##### 1. Clorofila *a*

A clorofila *a* do tratamento CR se diferenciou estatisticamente dos outros tratamentos apresentando os maiores valores neste tratamento, que foram encontrados a partir do vigésimo dia do experimento, com  $8,25 \mu\text{g cm}^{-2}$  e mínimo valor igual a  $0,19 \mu\text{g cm}^{-2}$ , no primeiro dia. O tratamento R apresentou maior valor de clorofila-*a* no trigésimo quarto dia ( $3,5 \mu\text{g cm}^{-2}$ ) e menor valor no primeiro dia ( $0,36 \mu\text{g cm}^{-2}$ ). O Controle apresentou valores mais baixos de clorofila-*a*, mínimo de  $0,16 \mu\text{g cm}^{-2}$  no primeiro dia e máximo de  $1,2 \mu\text{g cm}^{-2}$  no trigésimo quarto dia (Fig. 22).

#### 6.2.5 Produção Primária

##### 1. Produção Bruta

A produção bruta do tratamento R apresenta os maiores valores a partir da metade do experimento até o último dia e foi significativamente diferente dos demais tratamentos. Apresentou valores máximos iguais a  $0,041 \text{mgO}_2 \text{cm}^{-2}.\text{h}^{-1}$  no décimo primeiro dia e mínimos valores iguais a  $0,023 \text{mgO}_2 \text{cm}^{-2}.\text{h}^{-1}$  no décimo quinto



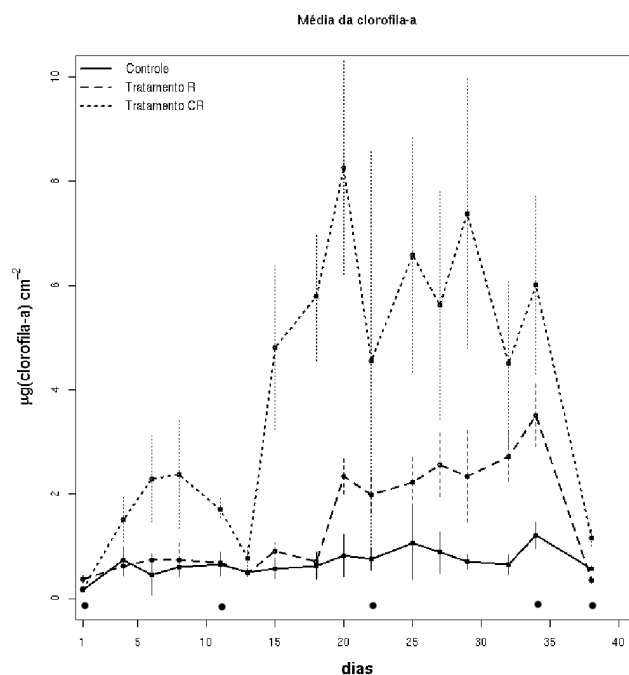


Figura 22: Média da Clorofila-*a* ao longo dos dias (Marcações correspondem aos dias de contagem)

dia. O tratamento CR manteve valores intermediários aos tratamentos Controle e CR e significativamente diferente do tratamento R e Controle. Apresentou picos, de máximo valor igual a  $0,050 \text{ mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  no décimo oitavo dia e mínimo no primeiro dia,  $0,0015 \text{ mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ . O tratamento Controle apresentou os menores valores, máximo de  $0,037 \text{ mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  no oitavo dia e mínimo igual a  $0,012 \text{ mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  no trigésimo quarto dia (Fig. 23).

## 2. Produção Líquida

A produção líquida dos tratamentos R e Controle não foram estatisticamente diferentes, sendo que para o tratamento R os valores máximos foram registrados no oitavo dia, iguais a  $0,036 \text{ mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  e mínimos de  $0,013 \text{ mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  no trigésimo quarto dia. O tratamento Controle apresentou valores máximos iguais a  $0,037 \text{ mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  no oitavo dia e mínimo de  $0,012 \text{ mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  no trigésimo

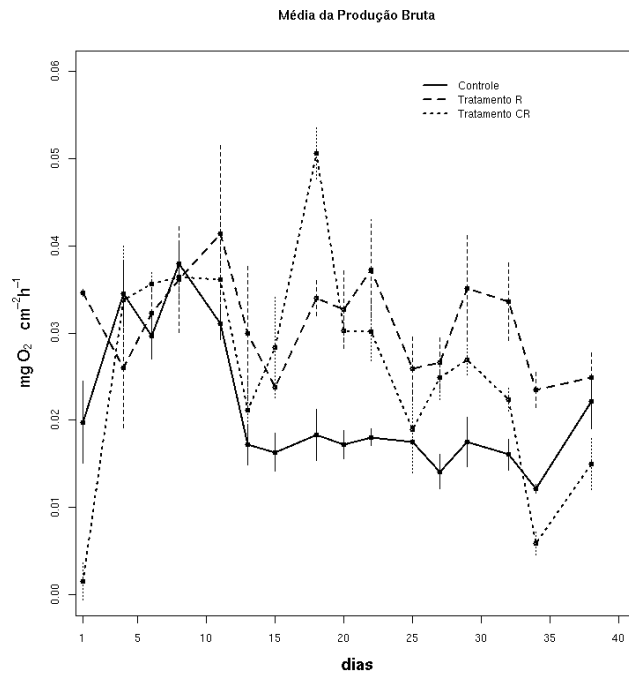


Figura 23: Média da produção bruta do perifíton em  $\text{mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$

quarto dia. O tratamento CR apresentou os menores valores de produção líquida, diferenciando-se significativamente dos outros tratamentos. Máximos valores no oitavo dia, com  $0,036 \text{ mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  e mínimos de  $-0,0077 \text{ mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  no trigésimo quarto dia (Fig. 24).

### 3. Respiração

A respiração no tratamento CR apresentou os maiores valores e diferenciou-se significativamente do tratamento R. Os valores de respiração para o tratamento CR foram iguais a  $0,016 \text{ mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  no décimo oitavo dia e  $0,032 \text{ mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  no primeiro dia. O tratamento R com valores  $0,012 \text{ mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  no vigésimo nono dia e  $0,0075 \text{ mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  no trigésimo oitavo dia. O tratamento Controle apresentou dados de respiração próximos a zero, excetuando-se o primeiro dia, com medidas iguais a  $0,0019 \text{ mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  (Fig. 25).

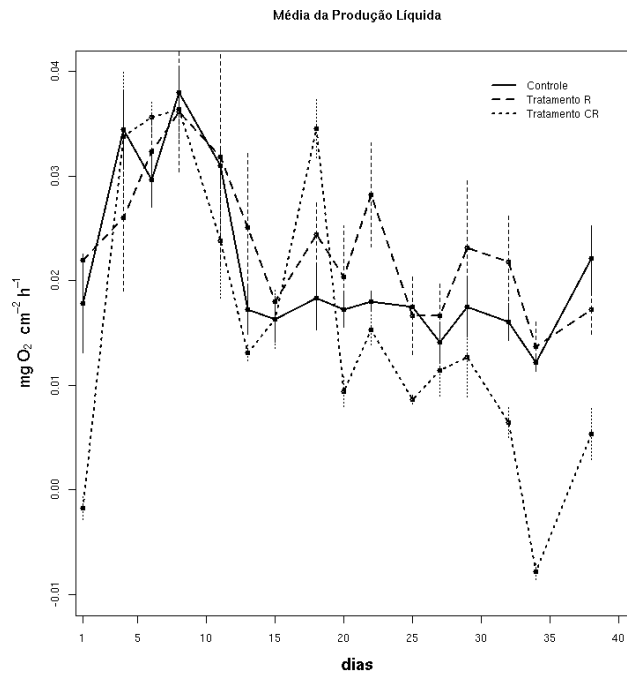


Figura 24: Média da produção líquida do perifíton em  $\text{mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$

#### 4. Produtividade Primária Bruta

A produtividade bruta do tratamento CR apresentou diferenças estatísticas com relação aos demais tratamentos. Apresentou os menores valores iguais a  $0,022 \text{ mgO}_2 \mu\text{g cl-}a^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  no quarto dia e  $0,001 \text{ mgO}_2 \mu\text{g clorofila-}a^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  no trigésimo quarto dia. O tratamento R apresentou valores iguais a  $0,101 \text{ mgO}_2 \mu\text{g cl-}a^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  no primeiro dia e  $0,067 \text{ mgO}_2 \mu\text{g cl-}a^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  no trigésimo quarto dia. O Controle com valores de  $0,117 \text{ mgO}_2 \mu\text{g cl-}a \cdot \text{h}^{-1}$  no primeiro dia e  $0,010 \text{ mgO}_2 \mu\text{g cl-}a^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  no trigésimo quarto dia.

#### 5. Produtividade Primária Líquida

A produtividade líquida no tratamento CR também foi significativamente menor que outros tratamentos, apresentando os menores valores iguais a  $-0,010 \text{ mgO}_2 \mu\text{g cl-}a^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  no primeiro dia e máximo de  $0,023 \text{ mgO}_2 \mu\text{g cl-}a^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  no quarto

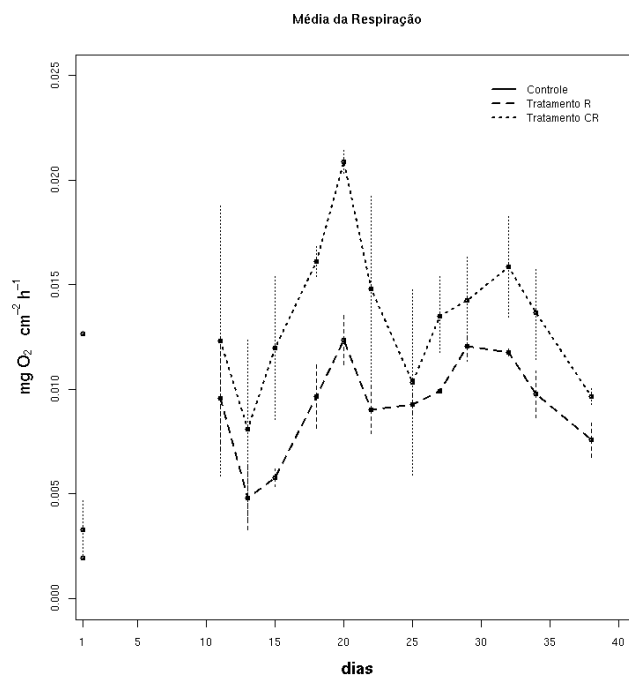


Figura 25: Média das taxas de respiração do perifíton medidas como consumo de oxigênio, em  $\text{mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$

dia. O tratamento R não se diferenciou significativamente do tratamento Controle, apresentando valores mínimos iguais a  $0,00 \text{ mgO}_2 \mu\text{g cl-}a^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  no trigésimo quarto dia e máximos iguais a  $0,063 \text{ mgO}_2 \mu\text{g cl-}a^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  no primeiro dia. O Controle com valores máximos iguais a  $0,10 \text{ mgO}_2 \mu\text{g cl-}a^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  no primeiro dia e mínimo valor igual a  $0,010 \text{ mgO}_2 \mu\text{g cl-}a^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  no trigésimo quarto dia.

### 6.2.6 Contagem de microrganismos

Os grupos de microalgas contadas, nos tratamentos Controle e R, apresentaram sucessões semelhantes, onde todos os grupos apresentaram um aumento da biomassa até o vigésimo segundo dia e diminuíram seus valores até o final do experimento. O tratamento Controle apresentou as menores abundâncias ao longo de todo o experimento, sendo que as Dinophyceae foram as mais abundantes, com máximos valores no vigésimo segundo dia, 258.200 organismos

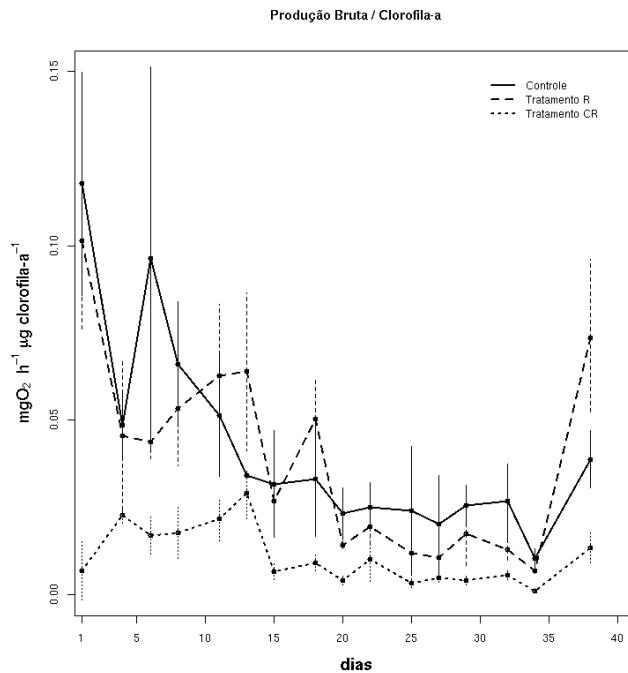


Figura 26: Produtividade bruta do perifíton, representada pela razão entre a produção primária bruta e a Clorofila *a*

$\text{cm}^{-2}$  (Fig. 28 e 29). O tratamento R foi caracterizado por apresentar um declínio das abundâncias de Dinophyceae ao final do experimento de  $1.344.612,62 \text{ organismos cm}^{-2}$  para  $6,8 \times 10^5 \text{ organismos cm}^{-2}$ ; um crescimento de diatomáceas até o vigésimo segundo dia ( $11,8 \times 10^5 \text{ organismos cm}^{-2}$ ) e um pequeno declínio da abundância nas contagens seguintes. As Cyanophyceae do tratamento R apresentaram um aumento da abundância a partir do vigésimo segundo dia ( $4,6 \times 10^5 \text{ organismos cm}^{-2}$ ) e mantiveram seus valores até o final do experimento (Fig. 28 e 29). O tratamento CR demonstrou comportamento distinto dos demais tratamentos, no crescimento das abundâncias da maioria dos grupos até o trigésimo quarto dia e depois apresentando uma diminuição dessas abundâncias. As diatomáceas apresentaram baixas abundâncias ao longo do experimento, excetuando-se o vigésimo segundo dia ( $10,9 \times 10^5 \text{ organismos cm}^{-2}$ ), caracterizado principalmente por diatomáceas penadas menores que  $25 \mu\text{m}$ . As Dinophyceae apresentaram as maiores

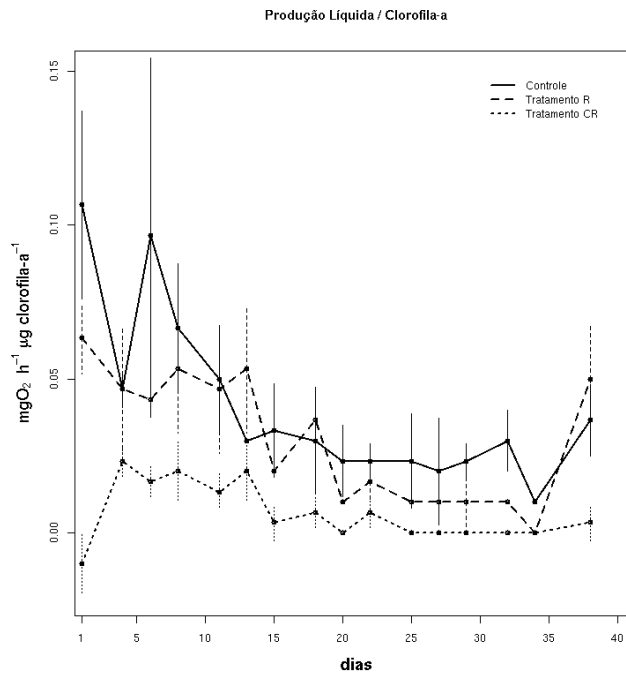


Figura 27: Produtividade líquida do perifíton, representada pela razão entre a produção primária líquida e a Clorofila *a*

abundâncias no trigésimo quarto dia, com  $1.681.522$  organismos  $\text{cm}^{-2}$  e as Cyanophyceae com  $12,8 \times 10^5$  organismos  $\text{cm}^{-2}$  (Fig. 28 e 29).

Os nematódeos nos tratamentos Controle e R apresentaram um aumento principalmente na abundância da menor classe tamanho. Os valores máximos para o Controle foram iguais a  $582$  organismos  $\text{cm}^{-2}$  e o tratamento R com  $962$  organismos  $\text{cm}^{-2}$ . O tratamento CR apresentou uma grande densidade no trigésimo quarto e trigésimo oitavo dias, principalmente dos organismos da menor classe de tamanho, com contagens iguais a  $3.298$  organismos  $\text{cm}^{-2}$  e  $2.738$  organismos  $\text{cm}^{-2}$  respectivamente (Fig. 30).

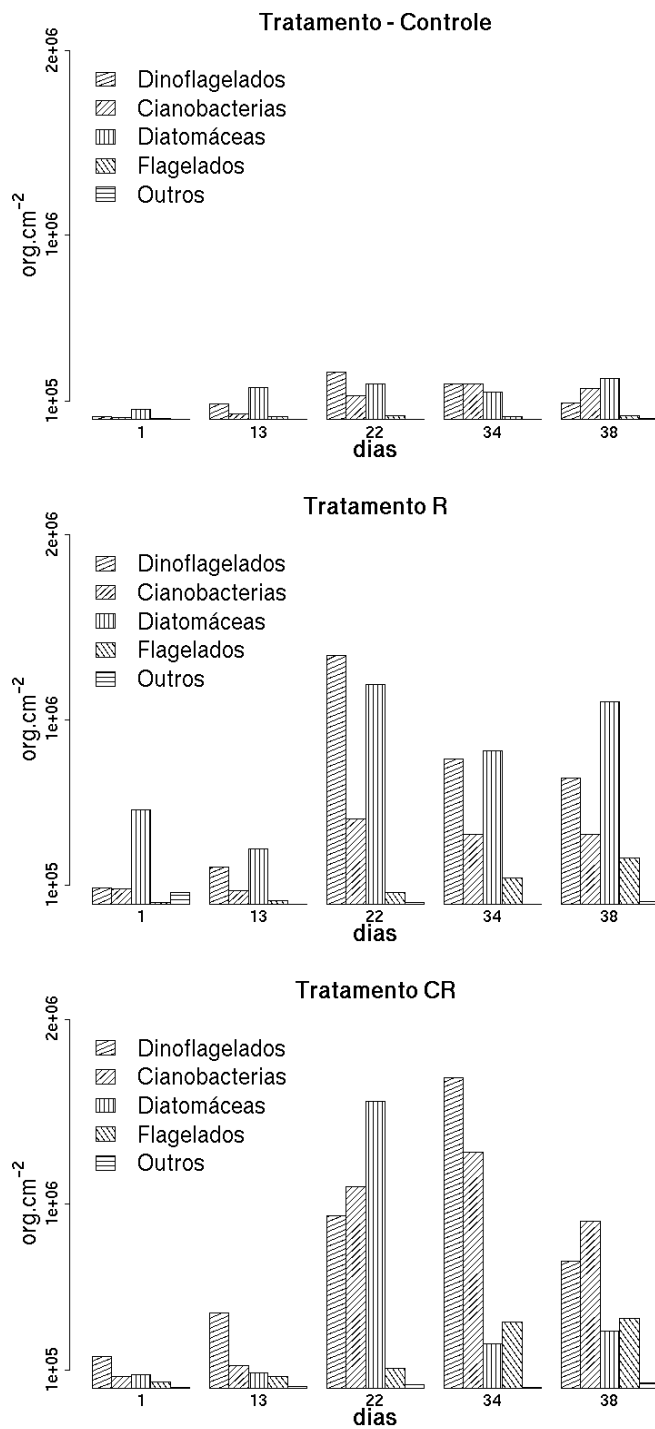


Figura 28: Contagem microrganismos Tratamentos: Controle, R e CR

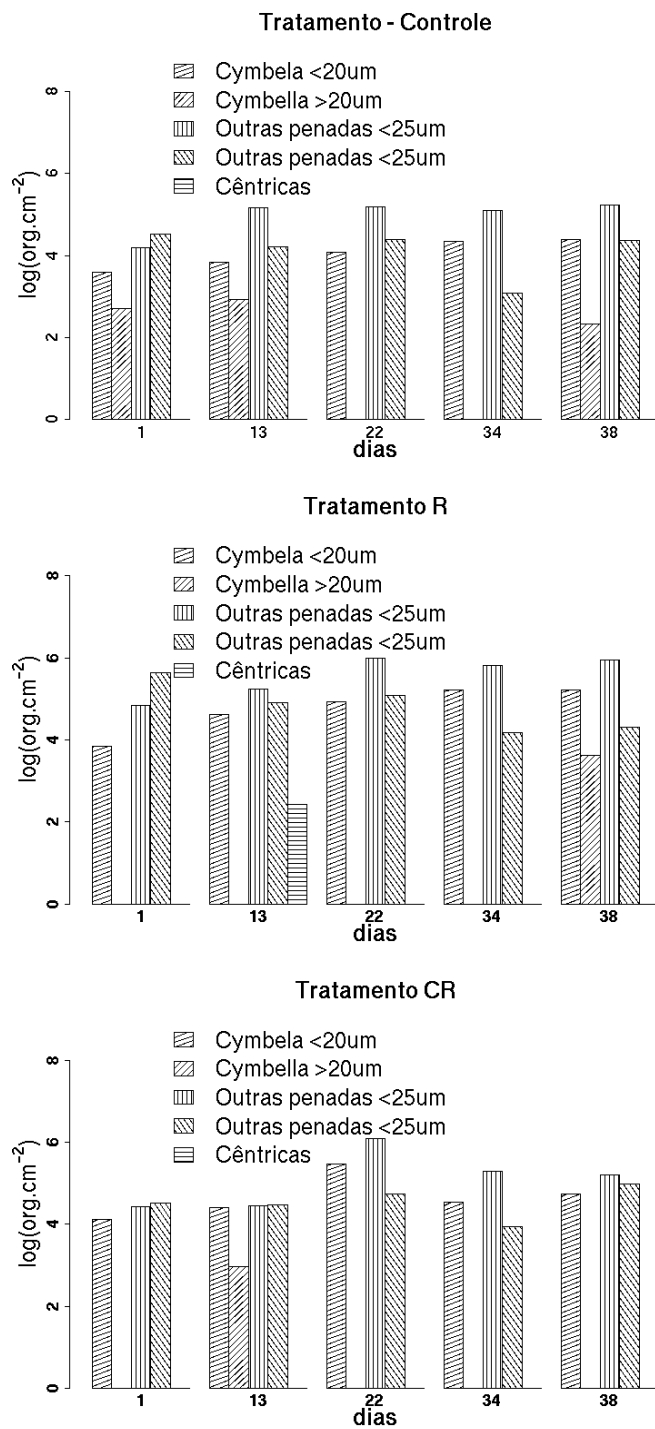


Figura 29: Logarítmo da contagem de diatomáceas  $\text{cm}^{-2}$ , por grandes grupos - Tratamentos: Controle, R e CR



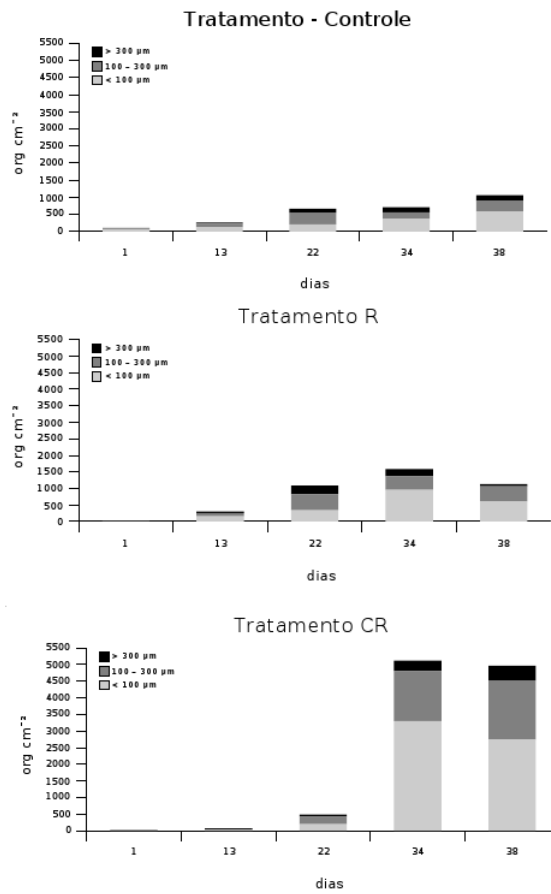


Figura 30: Número de nematódeos  $\text{cm}^{-2}$  Tratamentos: Controle, R e CR

### 6.2.7 Influência dos fatores abióticos

Os resultados das regressões lineares múltiplas, caracterizadas pela relação das variáveis respostas (produção bruta e produção líquida) com as variáveis físico-químicas. Através das relações encontradas, podemos perceber que a produção bruta e líquida sofrem uma forte influência positiva da temperatura e salinidade (Tabela 2).

Tabela 2: Regressão linear múltipla, considerando as interações da produção bruta e líquida com as variáveis físico-químicas

<b>Produção Bruta – R<sup>2</sup> = 0,41</b>					<b>Produção Líquida – R<sup>2</sup> = 0,36</b>				
<b>Variáveis</b>	<b>GL</b>	<b>F</b>	<b>p</b>	<b>efeito</b>	<b>Variáveis</b>	<b>GL</b>	<b>F</b>	<b>p</b>	<b>efeito</b>
Tratamentos	2	14,46	1,96 e <sup>-8</sup>	+	Tratamentos	2	7,88	0,0005	+
Salinidade	1	3,83	0,0430	-	Salinidade	1	3,59	0,0470	-
Temperatura	1	7,31	0,0077	+	Temperatura	1	15,31	0,0001	+

## 7 Discussão

O perifíton vem sendo utilizado na aqüicultura com a finalidade de proporcionar a melhoria na qualidade da água e também como fonte nutricional complementar para os organismos cultivados. Esses usos potenciais vêm sendo empregados desde os primeiros sistemas de cultivos ("acadjas", "samarahs" e sistema de "katha"), proporcionando uma fonte alimentar alternativa baseada no consumo de microorganismos da comunidade perifítica (van Dam *et al.* (2002), Azim *et al.* (2002, 2003))

Apesar de se considerar que grande parte da produção natural do perifíton deve beneficiar os organismos cultivados através de seu consumo não existe, de acordo com nosso conhecimento, muitas medidas de produção primária do biofilme em sistemas de aqüicultura. Algumas medidas da produção primária e biomassa do biofilme foram realizadas nos ambientes límnicos e costeiro/oceânico (Moriarty, 1997). Estes estudos mostram que o perifíton pode apresentar valores de produção bruta e biomassa em clorofila-*a* que oscilam entre 0,0057 mgO<sub>2</sub> cm<sup>-2</sup>. h<sup>-1</sup> e 0,011 µg clorifila-*a* (Flipo *et al.*, 2007) a 0,016 mgO<sub>2</sub> cm<sup>-2</sup>. h<sup>-1</sup> e 1,8 µg clorifila-*a* (Moschini-Carlos *et al.*, 2000) e 0,0334 mgO<sub>2</sub> cm<sup>-2</sup>. h<sup>-1</sup>, com valores médios de clorofila iguais a 5,18 mg clorifila-*a* (Boisson & Perrodin, 2006). Já em sistemas de cultivo de tilápias, Huchette *et al.* (2000) encontraram valores de clorifila-*a* iguais a 1,4 µg clorifila-*a* e produção líquida igual a 0,09 mgO<sub>2</sub> cm<sup>-2</sup>. h<sup>-1</sup> (Tabela 3).

As medidas de produção primária obtidas nos dois experimentos deste estudo chegam a superar os valores estimados para o perifíton de ambientes naturais em até 10 vezes. Este é um valor bastante alto, mesmo considerando-se possíveis erros devido à variações dos métodos empregados e diferenças nas condições ambientais onde as medidas foram realizadas. Por outro lado, as biomassas encontradas em nosso estudo foram maiores apenas em alguns momentos da colonização, mas mantiveram-se praticamente nos mesmos

Tabela 3: Produção primária e clorofila-a do perifíton em diferentes sistemas.

	Clorofila a $\mu\text{g clorofila a} \cdot \text{cm}^{-2}$	Produção Líquida $\text{mg O}_2 \cdot \text{cm}^{-2}$
Flipo <i>et al.</i> (2007) – Rios	0,01	0,01
Boisson & Perrodin (2006) – Córrego	5,18	0,03
Moschini-Carlos <i>et al.</i> (2000) – Reservatório	1,8	0,02
Huchette <i>et al.</i> (2000) – Tilápias	1,4	0,09
<i>Litopenaeus vannamei</i>	0,35 – 1,15	0,09
<i>Farfantepenaeus paulensis</i>	0,19 – 8,25	0,013 – 0,036

níveis daqueles encontrados nos trabalhos citados, considerando que possíveis subestimativas dos nossos dados podem ter ocorrido. Estes fatos nos levam a concluir que a adição de ração e a presença dos próprios camarões que estavam sendo cultivados geraram um incremento da produção primária e maior acúmulo da biomassa de microalgas e outros microorganismos presentes no perifíton dos tanques. O estímulo ao aumento da produção primária em tanques de cultivo de camarão pode estar relacionado à quantidade e proporções de nutrientes (especialmente N e P) presentes na excreta dos camarões e na ração fornecida e também à predação exercida por estes sobre os microorganismos do biofilme, que pode estimular o crescimento de espécies não predadas, ou reposição rápida dos microorganismos consumidos.

Chama atenção o fato de que as medidas de produção primária realizadas nos dois experimentos apresentaram níveis distintos, destacando-se os maiores valores nos tanques que havia a presença dos camarões *L. vannamei*. É possível que diferentes espécies de camarão influenciem de maneiras distintas o desenvolvimento do biofilme, seja pelo tipo de predação exercida, devido a diferentes necessidades nutricionais, ou concentrações e razões de nutrientes diferenciadas nas excretas produzidas. Fato similar foi observado em cultivos

de *L. vannamei* e *F. paulensis* em sistemas com agregados microbianos (Ferreira, L. com. pess.), onde a menor quantidade de agregados produzidos em tanques com *F. paulensis* foi atribuída à maior quantidade de fosfato presente nas excretas deste camarão, que influenciaram o desenvolvimento da comunidade microbiana responsável pela formação de agregados. Entretanto, em nosso estudo não se verificou qualquer relação estatística entre os níveis de produção primária e as concentrações de nutrientes, especialmente pelo fato de que estes elementos, exceto a amônia, se mantiveram em concentrações inferiores aos níveis de detecção dos métodos empregados.

As análises estatísticas demonstraram que a salinidade e a temperatura da água foram os principais fatores relacionados com a variabilidade observada da produção primária. Ressalte-se que durante o estudo de *L. vannamei* (experimento 1) houve um maior número de horas de insolação, o que levou também a uma maior temperatura média da água nos tanques de cultivo (média *L. vannamei* 25 °C x média *F. paulensis* 19 °C). Além disso, as oscilações das altas temperaturas no experimento 1 podem ter sido o fator limitante no crescimento dos camarões, que mantiveram altas sobrevivências, o que poderia ter levado a uma menor predação sobre o biofilme. Possivelmente isso foi causado pelo tamanho das caixas, que não tinham capacidade térmica suficiente para dissipar o calor que era absorvido durante todo dia, de forma a não conter as grandes oscilações de temperatura entre a manhã e a tarde, e porque foram mantidas no interior de uma estufa, que chegou a registrar temperaturas do ar iguais a 40 °C. Já o experimento 2 com *F. paulensis* foi realizado ao relento, também sofrendo grandes influências das baixas temperaturas que alcançavam pela madrugada e das altas temperaturas pelo final da tarde. Entretanto, mesmo nessas condições, os camarões *F. paulensis* não apresentaram qualquer debilidade nem limitação do crescimento, demonstrando a alta rusticidade desta espécie.

Outra possibilidade para justificar as diferenças observadas nos níveis de produção primária dos dois experimentos é que as maiores taxas de produção, nos tanques contendo

os camarões *L. vannamei* tenham ocorrido pela diferenciação do estado de desenvolvimento das microalgas devido à maior disponibilidade de luz. O maior número de horas de luz no experimento 1 pode ter favorecido a maior atividade fotossintética nos tanques com *L. vannamei*. De forma contrária, a alta biomassa de microalgas observadas no perifíton dos tanques do tratamento com camarão e ração (CR) do experimento 2, com *F. paulensis*, pode ter provocado um efeito de sombreamento das microalgas, o que reduziria sua capacidade de produção, como observado para os baixos valores de produção normalizados pela biomassa de microalgas (produtividades bruta e líquida) do tratamento CR, em comparação com os demais tratamentos (Figs. 13,14,26 e 27).

As altas biomassas de microalgas medidas nos tanques do tratamento CR, com *F. paulensis* não condizem com os níveis relativamente baixos de produção primária medidos. Tais discrepâncias podem ser resultados de erros metodológicos, principalmente no método do oxigênio dissolvido. Para medidas de produção primária do fitoplâncton, a formação de bolhas durante a incubação e a perda destas ao se abrir os frascos de DBO, levariam a uma sub-estimativa dos valores de produção primária medidos através da técnica do oxigênio dissolvido. Entretanto, nas incubações com perifíton, o que pôde ser observado foi a formação de bolhas, mas que ficaram retidas entre as camadas do perifíton, sem que essas bolhas fossem desprendidas ao se abrir a garrafa, mas também não contribuindo para o total de oxigênio dissolvido medido. Outro fator que poderia justificar tais diferenças seria uma maior quantidade de clorofila por célula. Entretanto, esta hipótese é menos plausível, uma vez que é possível que os dados de clorofila-*a* na verdade estejam sub-estimados devido ao uso de acetona como solvente para extração deste pigmento, o qual não é muito efetivo quando da presença de cianobactérias. Para extração de clorofila destes microorganismos deve ser empregado, principalmente o etanol (UNESCO (1983); Wetzel & Likens (1991)).

Por último, pode-se dizer que um fato importante de controle e estímulo da produção

primária que levou às diferenças observadas entre os dois experimentos pode estar diretamente relacionada à predação das microalgas pelos próprios camarões. Devido ao fato das microalgas estarem sendo constantemente predadas, indivíduos pioneiros (r-estrategistas) no processo de constante recolonização do perifíton podem apresentar um metabolismo mais acelerado e também uma maior capacidade de produção primária. Este fato foi observado em outros estudos sobre o biofilme de cultivo (Preto *et al.* (2005), Ballester *et al.* (2007)).

Para se verificar o quanto a produção primária do biofilme poderia suprir as necessidades metabólicas dos camarões estudados, buscamos na literatura informações referentes a medidas do metabolismo de *L. vannamei* e *F. paulensis*, realizadas em diferentes condições experimentais. Gauquelin *et al.* (2007) trabalhando com camarões de 21 g e distintos níveis de proteína na ração, aponta para consumos de oxigênio entre 0,8 a 1,23 mgO<sub>2</sub> g camarão<sup>-1</sup>. h<sup>-1</sup>. Já Li *et al.* (2007), que trabalharam com diferentes salinidades, mostraram que em menores salinidades o metabolismo de juvenis de *L. vannamei* se acelera, gerando maiores consumos de oxigênio. Para salinidades entre 17 e 30 o consumo foi igual a 1 mgO<sub>2</sub> g camarão<sup>-1</sup>. h<sup>-1</sup>, para camarões juvenis. Em situações com alteração nos níveis de potássio e magnésio na água, *L. vannamei* apresenta um consumo de oxigênio que oscila entre 0,33 a 0,43 mgO<sub>2</sub> g camarão<sup>-1</sup>. h<sup>-1</sup>, para camarões com 30 mg (Roy *et al.*, 2007). Já o metabolismo dos *F. paulensis* foi estudado por Wasielesky (2000), que encontrou valores de consumo de oxigênio que variaram entre 0,19 e 0,27 mgO<sub>2</sub> g camarão<sup>-1</sup>. h<sup>-1</sup>, para camarões de 6 g, mantidos em salinidades de 20 a 30. Menores taxas metabólicas foram determinadas por Tsuzuki *et al.* (2003), que mediram o consumo de oxigênio de tecidos de *F. paulensis* em diferentes salinidades, com camarões entre 40 e 150 mg. Neste caso, os valores de consumo de oxigênio variaram entre 0,04 e 0,05 mgO<sub>2</sub> g camarão<sup>-1</sup>. h<sup>-1</sup>. De maneira geral, as taxas metabólicas de *F. paulensis* são muito menores do que aquelas medidas para *L. vannamei* e outras espécies de camarão como

*Penaeus monodom* (Wasielesky, 2000).

Considerando-se as maiores taxas metabólicas para cada espécie de camarão e os valores mínimo e máximo de produção primária líquida de todo o sistema, foi possível calcular o quanto da produção primária do biofilme poderia atender às necessidades dos camarões. No caso de *L. vannamei*, a produção primária medida poderia atender de 8 a 150% de suas necessidades, enquanto que para *F. paulensis*, que parece ter uma atividade metabólica menor, a produção primária do biofilme poderia atender muito mais do que sua máxima necessidade (137,63 a 287,78%) (Tabela 4). É importante ressaltar que as exigências metabólicas registradas são relativas ao estágio de desenvolvimento dos camarões e também às condições de cada cultivo, sendo assim, estas estimativas estão sujeitas a erros, mas já dão uma boa idéia do potencial alimentar da produtividade natural dos sistemas de cultivo.

Tabela 4: Consumo de oxigênio dos camarões, consumo total do sistema (considerando a biomassa total de camarões de cada caixa), produção primária líquida, produção primária total (considerando toda a área adicionada) e necessidade metabólica atendida.

Camarão	Taxa metabólica máxima ( $\text{mgO}_2 \text{ g camarão}^{-1} \text{ h}^{-1}$ )	Consumo total do sistema (biomassa total de camarão nos tanques) ( $\text{mgO}_2 \text{ h}^{-1}$ )	Produção Primária Líquida ( $\text{mgO}_2 \text{ cm}^{-2} \text{ h}^{-1}$ )	Produção primária total do sistema (considerando toda a área) ( $\text{mgO}_2 \text{ h}^{-1}$ )	Necessidade metabólica atendida (%)
<i>L. vannamei</i>	1,23 <sup>1</sup>	68	0,0022 - 0,080	103,66	8 - 150
<i>F. Paulensis</i>	0,27 <sup>2</sup>	19,98	0,011 - 0,023	57,5	137,63 - 287,78

1- Guaquein et al. (2007)

2- Wasielesky Jr. (2000)

Teoricamente, ficou demonstrado que os níveis de produção primária do biofilme poderiam suprir parte da demanda energética dos camarões cultivados. Entretanto, a



questão principal é saber de que forma e qual parte desta produção primária é consumida pelos camarões. Os microorganismos presentes no biofilme representam uma fonte extra de proteína, lipídeos e vitaminas essenciais, podendo ser aproveitada pelos camarões de forma direta. A importância dos microorganismos do biofilme como fonte complementar de alimento vem sendo ressaltada para cultivos de *F. paulensis*, onde ficou demonstrado que o consumo de microorganismos pode gerar um aumento no crescimento de até 20 %, em comparação com sistemas onde não havia biofilme, além de garantir uma grande sobrevivência de larvas e juvenis de *F. paulensis* (Thompson *et al.* (2002), Preto *et al.* (2005), Ballester *et al.* (2007)). Através do uso de isótopos estáveis, Abreu *et al.* (2007) demonstraram que os microorganismos podem representar até 70% da demanda de nitrogênio dos camarões e que o nitrogênio presente na ração oferecida não é incorporado por *F. paulensis*. Já Silva *et al.* (2008), encontraram que bactérias, cianobactérias, flagelados e principalmente nematódeos são uma importante fonte de lipídeo para os camarões cultivados, enquanto que diatomáceas e também nematódeos apresentam uma relação direta com a quantidade de proteína presente no biofilme.

Em nosso estudo se verificou um consumo seletivo de diatomáceas pelas duas espécies de camarão, que é uma importante fonte de proteína. De acordo com os resultados, verifica-se que *L. vannamei* possivelmente se alimentaram durante o experimento principalmente de *Cymbella* pequenas, que foram substituídas por outras penadas pequenas (Figs. 16,17,28 e 29). Diferenças encontradas entre as contagens de nematódeos dos tratamentos R e Controle quando comparados com as contagens feitas nas caixas do tratamento CR do experimento 1 com *L. vannamei* sugerem que os nematódeos também representaram uma importante fonte alimentar.

Substituições de diferentes grupos de microalgas também ocorreram no experimento 2 com *F. paulensis*, que pastaram as telas preferencialmente durante a noite, alimentando-se até a metade do experimento da maioria das diatomáceas. Uma possível seletividade pelas

diatomáceas maiores pôde ser notada, já que no vigésimo segundo dia as abundâncias de diatomáceas pequenas atingem os máximos valores e as diatomáceas maiores que 25  $\mu\text{m}$  mantêm baixas abundâncias. O pequeno número de nematódeos é um indicativo de que os *F. paulensis* tenham se alimentado também desses organismos, já que apresentaram abundâncias menores que os demais tratamentos, excetuando-se os últimos dois dias de experimento.

Os resultados deste trabalho demonstram que a produtividade primária do biofilme pode suprir grande parte da demanda nutricional dos camarões. O incremento de superfície submersa em sistemas de cultivo pode representar um aumento na disponibilidade de alimentos para os camarões cultivados, o que poderia resultar numa importante redução dos custos da produção, onde a compra de rações representa mais de 50% do custo total de produção (Shiau (1998), Epp (2002)).

#### **Perspectivas de estudos futuros:**

Futuros estudos para avaliação da utilização da produtividade primária nos ambientes de cultivo devem ser realizados com o acompanhamento dos organismos aderidos, pois a escolha alimentar de cada organismo cultivado tende a proporcionar respostas diferentes nos valores de produção primária, devido às abundâncias de microorganismos que se sucedem ao longo do tempo, pela retirada seletiva ou não destes pelos camarões.

Para tornar as medidas de produção mais eficazes, as densidades de animais cultivados deveriam ser acompanhadas, para se saber a real influência dos substratos na produção, balanceando as necessidades metabólicas desses animais, com a capacidade suporte do perífiton em proporcionar tais condições.

## Referências

- Abreu, P., Thompson, F., Wasielesky, W., & Cavalli, R. (1998). New perspectives in the use of microorganisms in shrimp culture: Food source, water quality and diseases control. *Anais da Aquicultura Brasil-98*, 2(2):703–709.
- Abreu, P. C., Ballester, E. L., Odebrecht, C., Wasielesky Jr., W., Cavalli, R. O., Graneli, W., & Anesio, A. M. (2007). Importance of biofilm as food source for shrimp (*Farfantepenaeus paulensis*) evaluated by stable isotopes ( $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$ ). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 347(1-2):88–96.
- Azim, M., Rahaman, M., Wahab, M., Asaeda, T., Little, D., & Verdegem, M. (2004). Periphyton-based pond polyculture system: a bioeconomic comparison of on-farm and on-station trials. *Aquaculture*, 242:381–396.
- Azim, M. E., Milstein, A., Wahab, M. A., & Verdegam, M. C. J. (2003). Periphyton-water quality relationships in fertilized fishponds with artificial substrates. *Aquaculture*, 228(1-4):169–187.
- Azim, M. E., Wahab, M. A., Verdegem, M. C. J., van Dam, A. A., van Rooij, J. M., & Beveridge, M. C. M. (2002). The effects of artificial substrates on freshwater pond productivity and water quality and the implications for periphyton-based aquaculture. *Aquatic Living Resources*, 15(4):231–241.
- Ballester, E., Wasielesky Jr., W., Cavalli, R., Abreu, P., & Santos, M. (2004). Biofilm improve nursery culture of pink shrimp in brazil. *Global Aquacul. Advocate*, 7:80.
- Ballester, E. L. C., Wasielesky Jr., W., Cavalli, R. O., & Abreu, P. C. (2007). Nursery of the pink shrimp *farfantepenaeus paulensis* in cages with artificial substrates: Biofilm composition and shrimp performance. *Aquaculture*, 269(1-4):355–362.

- Ballester, E.L.C. Wasielesky Jr., W., Cavalli, R., Abreu, P., & Santos, M. (2003). Influência do biofilme no crescimento do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* em sistemas de berçário. *Atlântica*, 25:117–122.
- Boisson, J. C. & Perrodin, Y. (2006). Effects of road runoff on biomass and metabolic activity of periphyton in experimental streams. *Journal of Hazardous Materials*, 132(A):148–154.
- Bourelly, P. (1968). *Les algues d'eau douce: initiation à la systématique, 2: les algues jaunes et brunes, les Crysoptycées, Phéoptycées, Xanthoptycées et Diatomées.*
- Bourelly, P. (1985). *Les algues d'eau douce: initiation à la systématique, 3: les algues blues et rouges, les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonadines.*
- Bourelly, P. (1972). *Les algues d'eau douce: initiation à la systématique, 1: les algues vertes*, volume 1.
- Bratvold, D. & Browdy, C. L. (2001). Effects of sand sediment and vertical surfaces (aquamatstm) on production, water quality, and microbial ecology in an intensive *litopenaeus vannamei* culture system. *Aquaculture*, 195(1-2):81–94.
- Epp, M. A. (2002). Stable isotopes in shrimp aquaculture. *World Aquaculture*, 33:18–19.
- FAO (2006). *Global Production Statistics 1950-2006.*  
<http://www.fao.org/figis/servlet/TabSelector>.
- Faraway, J. J. (2005). *Linear Models with R.* Chapman & Hall/CRC.
- Fernandes, V. O. & Esteves, F. (2003). Aplicação de Índices para a avaliação da comunidade perifítica em dois tipos de substrato na lagoa imboassica, rio de janeiro, maio 2003. *Braz. J. Biol.*, 63(2):233–243.

- Flipo, N., Rabouille, C., Poulin, M., Even, S., Tusseau-Vuillemin, M.-H., & Lalande, M. (2007). Primary production in headwater streams of the seine basin: The grand morin river case study. *Science of The Total Environment*, 375(1-3):98–109.
- Gauquelin, F., Cuzon, G., Gaxiola, G., Rosas, C., Arena, L., Bureau, D. P., & Cochard, J. C. (2007). Effect of dietary protein level on growth and energy utilization by *litopenaeus stylirostris* under laboratory conditions. *Aquaculture*, 271(1-4):439–448.
- Ghosh, M. & Chattopadhyay, N. (2005). Effects of carbon/nitrogen/phosphorus ratio on mineralizing bacterial population in aquaculture systems. *Journal of Applied Aquaculture*, 17:85–98.
- Hasle, G. & Syvertsen, E. (1996). *Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates*. Tomas, C.R.
- Huchette, S. M. H., Beveridge, M. C. M., Baird, D. J., & Ireland, M. (2000). The impacts of grazing by tilapias (*oreochromis niloticus* l.) on periphyton communities growing on artificial substrate in cages. *Aquaculture*, 186(1-2):45–60.
- Hustedt, F. (1959). *The pennate diatoms*, volume 1 and 2. Österreichs und der Schweiz.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. (1998). *Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales*. SüBwasserflora von Mitteleuropa.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. (2005). *Cyanoprokaryota 2. Teil: Oscillatoriales*. SüBwasserflora von Mitteleuropa.
- Lamberti, G. A. & Steinman, A. D. (1997). A comparison of primary production in stream ecosystems. *Journal of the North American Benthological Society*, 16(1):95–104.
- Li, E., Chen, L., Zeng, C., Chen, X., Yu, N., Lai, Q., & Qin, J. G. (2007). Growth, body composition, respiration and ambient ammonia nitrogen tolerance of the

- juvenile white shrimp, *litopenaeus vannamei*, at different salinities. *Aquaculture*, 265(1-4):385–390.
- McCornick, P. V., Shuford, R. B. E., Backus, J. G., & Kennedy, W. C. (1998). Spatial and seasonal patterns of periphyton biomass and productivity in the northern everglades, florida, usa. *Hydrobiologia*, 362:185–208.
- McCullagh, P. & Nelder, J. A. (1989). *Generalized Linear Models*. London: Chapman and Hall.
- Milstein, A. (2006). *Periphyton - Ecology Exploitation and Management*, chapter Effect of periphyton on water quality, pages 179–190. Cabi Publishing.
- Moriarty, D. J. W. (1976). Quantitative studies on bacteria and algae in food of mullet *mugil-cephalus* l and prawn *metapenaeus-bennettae* (racek and dall). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 22(2):131–143.
- Moriarty, D. J. W. (1997). The role of microorganisms in aquaculture ponds. *Aquaculture*, 151(1-4):333–349.
- Moschini-Carlos, V., Henry, R., & Pompeo, M. L. M. (2000). Seasonal variation of biomass and productivity of the periphytic community on artificial substrata in the jurumirim reservoir (sao paulo, brazil). *Hydrobiologia*, 434(1-3):35–40.
- Naylor, R. L., Goldburg, R. J., Mooney, H., Beveridge, M., Clay, J., Folke, C., Kautsky, N., Lubchenco, J., Primavera, J., & Williams, M. (1998). Ecology: Nature's subsidies to shrimp and salmon farming. *Science*, 282(5390):883–884.
- Naylor, R. L., Goldburg, R. J., Primavera, J. H., Kautsky, N., Beveridge, M. C. M., Clay, J., Folke, C., Lubchenco, J., Mooney, H., & Troell, M. (2000). Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, 405(6790):1017–1024.

- Oliveira, S. O., Wasielesky, W., Ballester, E. L., & P.C., A. (2006). Caracterização da assembléia de bactérias nitrificantes pelo método "fluorescence in situ hybridization"(fish) no biofilme e água de larvicultura do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis*. *Atlântica*, 28(1):33–45.
- O'Reilly, C. M. (2006). Seasonal dynamics of periphyton in a large tropical lake. *Hydrobiologia*, 553:293–301.
- Patrick, R. & Reimer, C. (1966). *The Diatoms of the United States*, volume 1. Academy of Natural Sciences.
- Patrick, R. & Reimer, C. (1975). *The Diatoms of the United States*, volume 2. Academy of Natural Sciences.
- Preto, A., Cavalli, R., Pissetti, T., Abreu, P., & Wasielesky Jr., W. (2005). Efeito da densidade de estocagem sobre o biofilme e o desempenho de pós-larvas do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* cultivado em gaiolas. *Ciência Rural*, 35(6):1417–1423.
- Rodrigues, L., Bicudo, D., & Moschini-Carlos, V. (2003). *Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas*, chapter O papel do perifíton em áreas alagáveis e nos diagnósticos ambientais., pages 111–229. Eduem - Maringá.
- Roland, F., Caraco, N. F., & Cole, J. J. (1999). Rapid and precise determination of dissolved oxygen by spectrophotometry. evaluation of interference from color and turbidity. *Limnol. Oceanogr.*, 44(4):1148–1154.
- Roy, L. A., Davis, D. A., Saoud, I. P., & Henry, R. P. (2007). Effects of varying levels of aqueous potassium and magnesium on survival, growth, and respiration of the pacific

- white shrimp, *litopenaeus vannamei*, reared in low salinity waters. *Aquaculture*, 262(2-4):461–469.
- Sandifer, P., Hopkins, J., & D., S. A. (1987). Intensive culture potential of *Penaeus vannamei*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 18(2):94–100.
- Shiau, S. Y. (1998). Nutrient requirements of penaeid shrimps. *Aquaculture*, 164:77–93.
- Silva, C. F., Ballester, E., Monserrat, J., Geracitano, L., Wasielesky, W., & Abreu, P. C. (2008). Contribution of microorganisms to the biofilm nutritional quality: protein and lipid contents. *Aquaculture Nutrition*, doi: 10.1111/j.1365-2095,2007.00556.x.
- Sokal, R. R. & Rohlf, F. J. (1987). *Introduction to biostatistics*. W. H. Freeman and Co, New York.
- Srickland, J. D. H. & Parsons, T. R. (1972). *A practical handbook of seawater analysis*. Fish. Research. Board of Canada, Ottawa. 310 pp.
- Streble, H. & Krauter, D. (1988). *Das Leben im Wassertropfen: Mikroflora und Mikrofauna des Süßwassers Ein Bestimmungsbuch*. Kosmos, Stuttgart.
- Thompson, F. L., Abreu, P. C., & Wasielesky, W. (2002). Importance of biofilm for water quality and nourishment in intensive shrimp culture. *Aquaculture*, 203(3-4):263–278.
- Tidwell, J. & Allan, G. (2002). Fish as food: Aquaculture's contribution-ecological and economic impacts of fish farming and capture. *EMBO Reports*, 2(11):958–962.
- Tidwell, J. & Bratvold, D. (2006). *Periphyton - Ecology Exploitation and Management*, chapter Added substrates in shrimp culture, pages 247–268. Cabi Publishing.
- Tsuzuki, M., Cavalli, R., & Bianchini, A. (2003). Effect of salinity on survival, growth,



- and oxygen consumption of the pink shrimp *farfantepenaeus paulensis* (pérez-farfante 1967). *Journal of Shellfish Research*, 22(2):555–559.
- UNESCO (1983). *Chemical methods for use in marine environmental monitoring. Manual and guides*, volume 12. Intergovernmental Oceanographic Commission, Paris.
- Ütermohl, H. (1958). Zur vervollkommung der quantitativer phytoplankton. *Methodik. Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.*, 9:1–38.
- van Dam, A., Beveridge, M., M.E., A., & M.C.J., V. (2002). The potential of fish production based on periphyton. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 12:1–31.
- Wasielecky, W. J. (2000). *Cultivo de Juvenis do camarão-rosa Farfantepenaeus paulensis (Decapoda, Penaeidae) no estuário da Lagoa dos Patos: Efeitos de parâmetros ambientais e manejo de cultivo*. PhD thesis, Federal University of Rio Grande, 199 pp.
- Wehr, J. & Sheath, R. (2003). *Freshwater algae of North America*. Academic Press, New York.
- Welschmeyer, N. A. (1994). Fluorometric analysis of chlorophyll *a* in the presence of chlorophyll *b* and pheopigments. *Limnol. Oceanogr.*, 39(8):1985–1992.
- Wetzel, R. & Likens, G. (1991). *Limnological analyses*. Springer-Verlag, New York.
- Wetzel, R. G. (1983). *Periphyton of Freshwater Ecosystems*, chapter Opening Remarks, pages 3–4. Dr. W. Junk Publishers. The Hauge.
- Wood, S. N. (2006). *Generalized additive models an introduction with R*. Chapman & Hall/CRC.

A. Tabela de dados gerais *L. vannamei* e *F. paulensis*

<u>Tratamento</u>	<u>caixa</u>	<u>dias</u>	<u>Produção Líquida</u>	<u>Respiração</u>	<u>Produção Bruta</u>	<u>Clorofila-a</u>	<u>Produtividade líquida</u>	<u>Produtividade bruta</u>
Controle	a	1	0,027	0,019	0,046	0,36	0,08	0,13
Controle	b	1	0,042	0,011	0,053	0,69	0,06	0,08
Controle	c	1	0,037	0,011	0,048	0,35	0,11	0,14
Tratamento R	d	1	0,114	0,014	0,128	0,55	0,21	0,23
Tratamento R	e	1	0,090	0,014	0,103	0,58	0,16	0,18
Tratamento R	f	1	0,147	0,014	0,161	0,4	0,37	0,4
Tratamento CR	g	1	0,107	0,006	0,113	0,61	0,18	0,19
Tratamento CR	h	1	0,071	0,006	0,077	0,3	0,24	0,26
Tratamento CR	i	1	0,081	0,006	0,087	0,54	0,15	0,16
Controle	a	3	0,059	0,019	0,077	0,66	0,09	0,12
Controle	b	3	0,047	0,011	0,058	0,18	0,26	0,32
Controle	c	3	0,036	0,011	0,047	0,25	0,14	0,19
Tratamento R	d	3	0,060	0,014	0,074	0,37	0,16	0,2
Tratamento R	e	3	0,026	0,010	0,036	0,42	0,06	0,09
Tratamento R	f	3	0,037	0,018	0,055	0,24	0,15	0,23
Tratamento CR	g	3	0,037	0,018	0,034	0,38	-0,09	0,09
Tratamento CR	h	3	0,006	0,061	0,066	0,42	0,01	0,16
Tratamento CR	i	3	-0,024	0,052	0,028	0,37	-0,07	0,08
Controle	a	5	0,009	0,011	0,020	0,61	0,01	0,03
Controle	b	5	0,015	0,010	0,024	0,17	0,09	0,15
Controle	c	5	0,014	0,006	0,020	0,3	0,05	0,07
Tratamento R	d	5	0,053	0,007	0,060	0,86	0,06	0,07
Tratamento R	e	5	0,073	0,010	0,083	1,28	0,06	0,06
Tratamento R	f	5	0,065	0,021	0,086	1,44	0,05	0,06
Tratamento CR	g	5	-0,016	0,047	0,032	0,69	-0,02	0,05
Tratamento CR	h	5	-0,020	0,012	-0,008	0,7	-0,03	-0,01
Tratamento CR	i	5	-0,012	0,059	0,047	0,82	-0,01	0,06
Controle	a	7	0,004	0,016	0,020	0,44	0,01	0,04
Controle	b	7	0,010	0,012	0,022	0,13	0,08	0,17
Controle	c	7	0,012	0,011	0,023	0,22	0,06	0,11
Tratamento R	d	7	0,031	0,015	0,046	0,47	0,07	0,1
Tratamento R	e	7	0,038	0,009	0,046	0,95	0,04	0,05
Tratamento R	f	7	0,020	0,022	0,042	0,64	0,03	0,07
Tratamento CR	g	7	0,072	0,024	0,096	0,83	0,09	0,12
Tratamento CR	h	7	0,089	0,018	0,106	0,99	0,09	0,11
Tratamento CR	i	7	0,108	0,012	0,120	1,05	0,1	0,11

<u>Tratamento</u>	<u>caixa</u>	<u>dias</u>	<u>Produção Líquida</u>	<u>Respiração</u>	<u>Produção Bruta</u>	<u>Clorofila-a</u>	<u>Produtividade Líquida</u>	<u>Produtividade Bruta</u>
Controle	a	9	0,014	0,010	0,024	0,35	0,04	0,07
Controle	b	9	0,012	0,006	0,018	0,15	0,08	0,12
Controle	c	9	0,020	0,009	0,029	0,13	0,15	0,22
Tratamento R	d	9	0,052	0,016	0,068	0,55	0,09	0,12
Tratamento R	e	9	0,024	0,009	0,034	0,42	0,06	0,08
Tratamento R	f	9	0,013	0,017	0,030	0,61	0,02	0,05
Tratamento CR	g	9	0,074	0,015	0,089	0,73	0,1	0,12
Tratamento CR	h	9	0,104	0,020	0,123	0,56	0,19	0,22
Tratamento CR	i	9	0,093	0,012	0,105	0,45	0,2	0,23
Controle	a	11	0,012	0,007	0,019	0,22	0,06	0,09
Controle	b	11	0,016	0,008	0,025	0,17	0,1	0,15
Controle	c	11	0,019	0,003	0,022	0,09	0,2	0,24
Tratamento R	d	11	0,067	0,016	0,082	0,49	0,14	0,17
Tratamento R	e	11	0,040	0,015	0,055	0,95	0,04	0,06
Tratamento R	f	11	0,039	0,009	0,048	0,9	0,04	0,05
Tratamento CR	g	11	0,052	0,005	0,057	0,45	0,11	0,13
Tratamento CR	h	11	0,069	0,005	0,074	0,37	0,18	0,2
Tratamento CR	i	11	0,099	0,005	0,105	0,76	0,13	0,14
Controle	a	13	0,024	0,018	0,042	0,31	0,08	0,13
Controle	b	13	0,022	0,012	0,034	0,28	0,08	0,12
Controle	c	13	0,029	0,010	0,040	0,18	0,16	0,22
Tratamento R	d	13	0,024	0,010	0,034	0,79	0,03	0,04
Tratamento R	e	13	0,041	0,009	0,050	0,77	0,05	0,06
Tratamento R	f	13	0,032	0,017	0,049	0,89	0,04	0,06
Tratamento CR	g	13	0,025	0,027	0,052	0,4	0,06	0,13
Tratamento CR	h	13	0,038	0,019	0,057	0,58	0,07	0,1
Tratamento CR	i	13	0,014	0,019	0,033	0,59	0,02	0,06
Controle	a	15	0,028	0,010	0,037	0,37	0,08	0,1
Controle	b	15	0,026	0,011	0,037	0,2	0,13	0,18
Controle	c	15	0,029	0,013	0,042	0,09	0,34	0,49
Tratamento R	d	15	0,043	0,013	0,056	0,42	0,1	0,13
Tratamento R	e	15	0,058	0,009	0,067	0,99	0,06	0,07
Tratamento R	f	15	0,067	0,017	0,084	2,4	0,03	0,04
Tratamento CR	g	15	0,083	0,004	0,087	0,31	0,27	0,28
Tratamento CR	h	15	0,071	0,005	0,077	0,4	0,18	0,19
Tratamento CR	i	15	0,059	0,002	0,062	0,35	0,17	0,18

Tratamento	caixa dias	Produção Líquida	Respiração	Produção Bruta	Clorofila-a	Produtividade líquida	Produtividade bruta
Controle	a	17	-0,007	0,018	0,011	0,45	-0,02
Controle	b	17	0,011	0,018	0,029	0,22	0,05
Controle	c	17	-0,001	0,017	0,017	0,15	-0,01
Tratamento R	d	17	-0,013	0,055	0,042	0,57	-0,02
Tratamento R	e	17	-0,011	0,041	0,030	0,89	-0,01
Tratamento R	f	17	-0,043	0,069	0,026	1,44	-0,03
Tratamento CR	g	17	0,083	0,016	0,100	0,61	0,14
Tratamento CR	h	17	0,046	0,020	0,067	0,42	0,11
Tratamento CR	i	17	0,067	0,012	0,079	0,95	0,07
Controle	a	18	-0,015	0,026	0,011	0,72	-0,02
Controle	b	18	-0,007	0,020	0,013	0,48	-0,01
Controle	c	18	-0,045	0,032	-0,013	0,22	-0,01
Tratamento R	d	18	-0,031	0,050	0,020	0,45	-0,07
Tratamento R	e	18	-0,015	0,033	0,017	0,82	-0,02
Tratamento R	f	18	-0,012	0,018	0,006	1,48	-0,01
Tratamento CR	g	18	-0,036	0,069	0,033	0,48	-0,07
Tratamento CR	h	18	-0,008	0,031	0,023	0,28	-0,03
Tratamento CR	i	18	-0,028	0,041	0,013	0,62	-0,05
Controle	a	24	0,006	0,023	0,029	0,74	0,01
Controle	b	24	0,008	0,017	0,025	0,42	0,02
Controle	c	24	0,011	0,013	0,024	0,19	0,06
Tratamento R	d	24	0,012	0,010	0,023	0,7	0,02
Tratamento R	e	24	0,004	0,011	0,016	0,3	0,01
Tratamento R	f	24	0,004	0,009	0,014	1,11	0
Tratamento CR	g	24	0,008	0,016	0,024	0,45	0,02
Tratamento CR	h	24	0,042	0,020	0,062	0,37	0,11
Tratamento CR	i	24	0,026	0,012	0,038	1	0,03
Controle	a	26	-0,018	0,021	0,003	1,09	-0,02
Controle	b	26	-0,004	0,023	0,019	0,61	-0,01
Controle	c	26	-0,010	0,025	0,015	0,31	-0,03
Tratamento R	d	26	0,018	0,021	0,038	0,6	0,03
Tratamento R	e	26	0,037	0,015	0,053	0,62	0,06
Tratamento R	f	26	0,023	0,010	0,033	0,87	0,03
Tratamento CR	g	26	0,020	0,031	0,051	0,43	0,05
Tratamento CR	h	26	0,059	0,042	0,100	0,45	0,13
Tratamento CR	i	26	0,043	0,036	0,079	0,93	0,05

Tratamento	caixa	dias	Produção Líquida	Respiração	Produção Bruta	Clorofila-a	Produtividade Líquida	Produtividade Bruta
Controle	a	28	-0,014	0,049	0,035	1,01	-0,01	0,04
Controle	b	28	-0,028	0,031	0,002	0,6	-0,05	0
Controle	c	28	-0,039	0,075	0,036	0,27	-0,15	0,13
Tratamento R	d	28	0,003	0,023	0,025	0,58	0	0,04
Tratamento R	e	28	0,006	0,023	0,029	1	0,01	0,03
Tratamento R	f	28	0,014	0,015	0,028	1,2	0,01	0,02
Tratamento CR	g	28	0,055	0,008	0,063	0,44	0,12	0,14
Tratamento CR	h	28	0,062	0,008	0,070	0,33	0,19	0,21
Tratamento CR	i	28	0,039	0,008	0,047	0,8	0,05	0,06
Controle	a	35	0,037	0,017	0,054	0,47	0,08	0,12
Controle	b	35	0,037	0,017	0,054	1,52	0,02	0,04
Controle	c	35	0,007	0,008	0,015	0,5	0,01	0,03
Tratamento R	d	35	-0,005	0,029	0,025	0,78	-0,01	0,03
Tratamento R	e	35	0,003	0,026	0,029	3,29	0	0,01
Tratamento R	f	35	-0,003	0,018	0,016	0,54	-0,01	0,03
Tratamento CR	g	35	0,008	0,036	0,044	0,54	0,01	0,08
Tratamento CR	h	35	0,020	0,028	0,048	0,64	0,03	0,07
Tratamento CR	i	35	0,020	0,039	0,059	2,28	0,01	0,03
Controle	a	38	0,009	0,013	0,022	0,37	0,02	0,06
Controle	b	38	0,011	0,009	0,020	0,8	0,01	0,02
Controle	c	38	0,005	0,013	0,018	0,45	0,01	0,04
Tratamento R	d	38	0,003	0,011	0,015	0,64	0,01	0,02
Tratamento R	e	38	0,024	0,013	0,037	3,71	0,01	0,01
Tratamento R	f	38	0,006	0,022	0,028	1,07	0,01	0,03
Tratamento CR	g	38	0,044	0,023	0,067	0,55	0,08	0,12
Tratamento CR	h	38	0,035	0,015	0,050	0,69	0,05	0,07
Tratamento CR	i	38	0,053	0,031	0,085	1,25	0,04	0,07

	<b>Nitrito</b>	<b>Nitrato</b>	<b>Fosfato</b>	<b>Amônia</b>	<b>Temperatura</b>	<b>O2 dissolvido</b>	<b>Salinidade</b>	<b>pH</b>	<b>umidade</b>	<b>evapo</b>	<b>horas de</b>	<b>Peso seco</b>
											<b>insolação</b>	
0,01	0	0	0	0,02	22,32	8,41	30,11	7,85	63	1,8	11,7	0,00053
0	0	0	0,04	0,04	22,95	8,1	29,58	7,81	63	1,8	11,7	0,00047
0	0	0	0,02	0,02	23,35	7,89	29,17	7,87	63	1,8	11,7	0,00039
0	0	0	0,02	0,02	23,38	7,52	29,65	7,86	63	1,8	11,7	0,00055
0	0	0	0,01	0,01	23,44	7,85	29,06	7,79	63	1,8	11,7	0,00066
0	0	0	0,03	0,03	23,26	7,91	29,87	7,9	63	1,8	11,7	0,00042
0,01	0,03	0	0,04	0,04	24,3	7,62	30,22	7,9	63	1,8	11,7	0,00044
0,01	0,03	0	0,07	0,07	24,69	7,56	30,07	7,84	63	1,8	11,7	0,00028
0	0,03	0	0,02	0,02	24,04	7,5	30,87	7,89	63	1,8	11,7	0,00044
0	0	0	0,03	0,03	26,81	6,7	30,65	8,01	69	7,2	9,3	0,00082
0	na	0	0,02	0,02	27,03	6,77	30,1	7,97	69	7,2	9,3	0,00026
0	na	0	0,02	0,02	27,01	6,85	29,61	7,95	69	7,2	9,3	0,00062
0	0	0	0,03	0,03	26,98	6,74	30,19	8,01	69	7,2	9,3	0,00030
0	na	0	0,02	0,02	27,28	6,83	29,47	7,98	69	7,2	9,3	0,00039
0	na	0	0,02	0,02	27,09	6,81	30,32	8,01	69	7,2	9,3	0,00080
0	0,05	0	0,03	0,03	26,88	7,04	30,65	8,02	69	7,2	9,3	0,00030
0	na	0	0,02	0,02	27,16	7,11	30,5	8,05	69	7,2	9,3	0,00037
0	na	0	0,02	0,02	26,77	6,9	31,41	8,02	69	7,2	9,3	0,00038
0	0	0	0,02	0,02	26,63	7,5	26,69	8,2	58	5,9	11,5	0,00052
0	na	0	0,02	0,02	25,08	7,35	29,8	8,1	58	5,9	11,5	0,00037
0	na	0	0,03	0,03	24,95	7,22	29,62	8,07	58	5,9	11,5	0,00058
0	na	0	0,02	0,02	24,7	7,5	26,71	8,24	58	5,9	11,5	0,00057
0	0,03	0	0,02	0,02	25,09	8,24	24,05	8,47	58	5,9	11,5	0,00074
0	na	0	0,02	0,02	24,87	7,82	25,9	8,28	58	5,9	11,5	0,00073
0	0	0	0,03	0,03	25,38	7,61	25,76	8,27	58	5,9	11,5	0,00048
0	na	0	0,02	0,02	25,4	7,8	25,6	8,33	58	5,9	11,5	0,00046
0	na	0	0,02	0,02	25,25	7,78	23,98	8,34	58	5,9	11,5	0,00060
0	0	0	0,03	0,03	22,07	7,72	30,18	8,24	77,75	5	11,3	0,00205
0	na	0	0,02	0,02	22,58	7,71	30,23	8,17	77,75	5	11,3	0,00210
0	na	0	0,02	0,02	22,9	7,61	30,09	8,18	77,75	5	11,3	0,00286
0	0	0	0,02	0,02	22,59	7,71	27,19	8,32	77,75	5	11,3	0,00201
0	na	0	0,03	0,03	22,72	8,39	24,42	8,53	77,75	5	11,3	0,00290
0	na	0	0,02	0,02	22,7	8,07	26,29	8,33	77,75	5	11,3	0,00307
0	0	0	0,02	0,02	23,43	8,35	19,71	8,37	77,75	5	11,3	0,00127
0	na	0	0,03	0,03	23,19	8,74	20,39	8,35	77,75	5	11,3	0,00076
0	na	0	0,03	0,03	23,05	8,3	20,39	8,42	77,75	5	11,3	0,00024

	<b>Nitrito</b>	<b>Nitrato</b>	<b>Fosfato</b>	<b>Amônia</b>	<b>Temperatura</b>	<b>O2 dissolvido</b>	<b>Salinidade</b>	<b>pH</b>	<b>umidade</b>	<b>evapo</b>	<b>horas de</b>	<b>Peso seco</b>
											<b>insolação</b>	
0	0	0	0	0,08	27,11	6,85	26,29	8,22	72,5	4,6	11,1	0,00130
0	na	0	0	0,04	27,01	7,04	27,42	8,16	72,5	4,6	11,1	0,00130
0	na	0	0	0,05	27,91	6,74	30,17	8,21	72,5	4,6	11,1	0,00133
0	0	0	0	0,04	27,87	6,85	25,32	8,34	72,5	4,6	11,1	0,00268
0	na	0	0	0,03	27,27	7,62	27,11	8,47	72,5	4,6	11,1	0,00270
0	na	0	0	0,02	27,2	7,11	28,42	8,3	72,5	4,6	11,1	0,00268
0	0	0	0	0,01	28,13	7,42	25,05	8,5	72,5	4,6	11,1	0,00058
0	na	0	0	0,03	27,9	8,22	22,7	8,55	72,5	4,6	11,1	0,00390
0	na	0	0	0	28,04	7,42	23,4	8,45	72,5	4,6	11,1	0,00008
0	0	0	0	0,02	24,17	7,27	32,83	8,26	67,75	5	9,2	0,00063
0	na	0	0	0,02	24,24	6,98	32,67	8,2	67,75	5	9,2	0,00069
0	na	0	0	0	24,1	7,1	32,66	8,26	67,75	5	9,2	0,00045
0	0	0	0	0	24,1	7,03	31,12	8,33	67,75	5	9,2	0,00072
0	na	0	0	0	25,02	7,01	29,2	8,36	67,75	5	9,2	0,00092
0	na	0	0	0	25,35	6,93	30,8	8,33	67,75	5	9,2	0,00093
0	0	0	0	0	25,35	7,12	25,5	8,31	67,75	5	9,2	0,00053
0	na	0	0	0,02	24,98	7,35	27,54	8,36	67,75	5	9,2	0,00050
0	na	0	0	0,03	24,24	7,22	28,2	8,29	67,75	5	9,2	0,00059
0	0	0	0	0,02	25,52	6,75	33,32	8,15	73	5,3	4,2	0,00134
0	na	0	0	0,02	25,41	6,76	33,07	8,1	73	5,3	4,2	0,00045
0	na	0	0	0	25,57	6,54	33,13	8,12	73	5,3	4,2	0,00041
0	0	0	0	0	25,37	6,6	31,66	8,22	73	5,3	4,2	0,00123
0	na	0	0	0	25,66	7,09	29,67	8,28	73	5,3	4,2	0,00129
0	na	0	0	0	25,74	6,49	31,28	8,21	73	5,3	4,2	0,00135
0	0	0	0	0	25,61	6,97	29,94	8,24	73	5,3	4,2	0,00045
0	na	0	0	0,02	25,3	7,13	27,95	8,3	73	5,3	4,2	0,00062
0	na	0	0	0	24,95	6,85	28,68	8,19	90,5	5,3	4,2	0,00061
0	0	0	0	0	26,68	6,82	34,15	8,13	90,5	2,7	0,7	0,00007
0	na	0	0	0	25,8	6,67	33,78	7,97	90,5	2,7	0,7	0,00715
0	na	0	0	0	25,91	6,7	33,94	8,07	90,5	2,7	0,7	0,00361
0	0	0	0	0	25,76	6,75	32,57	8,17	90,5	2,7	0,7	0,00367
0	na	0	0	0	25,38	6,97	30,37	8,17	90,5	2,7	0,7	0,00192
0	na	0	0	0	26,1	6,75	32,05	8,12	90,5	2,7	0,7	0,00017
0	0	0	0	0	26,11	6,97	30,64	8,06	90,5	2,7	0,7	0,00105
0	na	0	0	0,02	26,04	7,26	26,63	8,08	90,5	2,7	0,7	0,00064
0	na	0	0	0,03	25,79	6,93	29,34	8,1	90,5	2,7	0,7	0,00146

	Nitrito	Nitrato	Fosfato	Amônia	Temperatura	O2 dissolvido	Salinidade	pH	umidade	evapo	horas de insolação	Peso seco
0	0	0	0	0	25,48	6,53	34,77	8,24	78	2,4	11,7	0,00207
0	na	na	na	0,02	25,72	6,44	34,36	8,08	78	2,4	11,7	0,00153
0	na	na	na	0,02	25,71	6,55	34,58	8,21	78	2,4	11,7	0,00180
0	0	0	0	0,02	25,35	6,61	34,06	8,29	78	2,4	11,7	0,00201
0	na	na	na	0	25,68	6,67	32,37	8,26	78	2,4	11,7	0,00116
0	na	na	na	0,02	25,53	6,68	38,19	8,28	78	2,4	11,7	0,00195
0	0	0	0	0	25,25	6,84	32,99	8,2	78	2,4	11,7	0,00135
0	na	na	na	0	25,32	6,85	31,65	8,24	78	2,4	11,7	0,00144
0	na	na	na	0,03	25,15	6,73	32,11	8,21	78	2,4	11,7	0,00127
0	0	0	0	0,02	26,01	6,52	35,51	8,11	71,25	3,7	3,3	0,00000
0	na	na	na	0,02	26,22	6,67	34,99	7,98	71,25	3,7	3,3	0,00014
0	na	na	na	0,01	26,52	6,51	36,34	8,07	71,25	3,7	3,3	0,00000
0	0	0	0	0,01	26,42	6,41	34,94	8,15	71,25	3,7	3,3	0,00000
0	na	na	na	0,05	26,45	6,9	33,07	8,15	71,25	3,7	3,3	0,00000
0	na	na	na	0,01	26,53	6,46	33,09	8,09	71,25	3,7	3,3	0,00000
0	0	0	0	0,02	26,58	7,16	33,58	8,12	71,25	3,7	3,3	0,00056
0	na	na	na	2,06	26,4	6,83	32,32	8,09	71,25	3,7	3,3	0,00149
0	na	na	na	0,02	26,2	6,43	32,71	8,12	71,25	3,7	3,3	0,00126
0	0	0	0	0,08	24,34	7,53	35,19	8,09	60,5	5,5	12,9	0,00445
0	na	na	na	0,04	24,85	7,21	36,35	7,96	60,5	5,5	12,9	0,00269
0	na	na	na	0,05	25,23	6,65	36,43	8,08	60,5	5,5	12,9	0,00327
0	0	0	0	0,05	24,9	6,69	36,37	8,2	60,5	5,5	12,9	0,00634
0	na	na	na	0,04	24,87	7,22	34,81	8,12	60,5	5,5	12,9	0,00003
0	na	na	na	0,06	25,01	6,75	35,76	8,14	60,5	5,5	12,9	0,00000
0	0	0	0	0,03	27,05	6,75	35,8	8,11	60,5	5,5	12,9	0,00000
0	na	na	na	0,04	26,55	6,38	35,44	8,08	60,5	5,5	12,9	0,00008
0	na	na	na	0,01	26,33	6,54	35,67	8,19	60,5	5,5	12,9	0,00564
0	0	0	0	0,01	21,87	7,39	33,9	8,35	63,5	7	6,7	0,00353
0	na	na	na	0,01	22,13	7,37	35,06	8,22	63,5	7	6,7	0,00012
0	na	na	na	0,02	22,36	7,18	35,7	8,34	63,5	7	6,7	0,00518
0	0	0	0	0,02	22,13	7,08	36,2	8,36	63,5	7	6,7	0,00232
0	na	na	na	0,06	22,6	7,39	34,22	8,3	63,5	7	6,7	0,00261
0	na	na	na	0,02	22,34	7,15	35,53	8,35	63,5	7	6,7	0,00202
0	0	0	0	0,02	22,27	7,95	30,6	8,4	63,5	7	6,7	0,00000
0	na	na	na	0,04	22,03	7,87	28,75	8,46	63,5	7	6,7	0,00108
0	na	na	na	0,02	21,65	7,53	30,6	8,36	63,5	7	6,7	0,00000



	Nitrito	Nitrato	Fosfato	Amônia	Temperatura	O2 dissolvido	Salinidade	pH	umidade	evapo	horas de insolação	Peso seco
0	0	0	0	0,04	25,75	6,64	34,75	8,27	69	6,7	12,2	0,00072
0	na	0	0,08	0,02	26,12	6,52	35,8	8,19	69	6,7	12,2	0,00000
0	na	0	0,02	0,02	26,25	6,56	36,57	8,23	69	6,7	12,2	0,00000
0	0	0	0,02	0,02	25,86	6,54	37,28	8,25	69	6,7	12,2	0,00310
0	na	0	0,04	0,04	26,26	6,68	35,05	8,21	69	6,7	12,2	0,00168
0	na	0	0,02	0,02	26,17	6,53	36,43	8,19	69	6,7	12,2	0,00238
0	0	0	0,01	0,01	27,07	7,2	31,33	8,25	69	6,7	12,2	0,00000
0	na	0	0,02	0,02	26,81	7,02	29,41	8,13	69	6,7	12,2	0,00073
0	na	0	0,09	0,09	25,99	6,82	31,31	8,14	69	6,7	12,2	0,00000
0	0	0	0,02	0,02	22,93	7,47	36,41	8,23	63	9	12,1	0,00000
0	na	0	0,01	0,01	23,93	7,35	37,21	8,18	63	9	12,1	0,00099
0	na	0	0,02	0,02	23,97	7,32	38,6	8,23	63	9	12,1	0,00000
0	0	0	0,02	0,02	23,68	7,3	39,41	8,21	63	9	12,1	0,00434
0	na	0	0,02	0,02	24,32	7,46	36,88	8,17	63	9	12,1	0,00088
0	na	0	0,04	0,04	23,99	7,3	38,52	8,24	63	9	12,1	0,00000
0	0	0	0,01	0,01	24,94	7,79	29,49	8,24	63	9	12,1	0,00436
0	na	0	0,01	0,01	24,81	7,73	30,17	8,18	63	9	12,1	0,00000
0	na	0	0,02	0,02	24,55	7,52	30,53	8,17	63	9	12,1	0,00128
0	0,04	0	0,02	0,02	35,54	3,49	38	8,13	64	4,2	12,3	0,00324
0	na	0	0,02	0,02	35,3	3,55	38,8	8,18	64	4,2	12,3	0,00190
0	na	0	0,02	0,02	36,07	3,34	40,27	8,17	64	4,2	12,3	0,00299
0	0	0	0	0	35,4	3,46	41,6	8,27	64	4,2	12,3	0,00000
0	na	0	0,02	0,02	35,02	3,62	38,7	8,24	64	4,2	12,3	0,00325
0	na	0	0,02	0,02	35,25	3,51	40,6	8,22	64	4,2	12,3	0,00741
0	0	0	0,6	0,6	32,9	4,4	27,98	8,23	64	4,2	12,3	0,00447
0	na	0	0,02	0,02	32,53	4,48	28,9	8,16	64	4,2	12,3	0,00000
0	na	0	0,02	0,02	34,56	3,82	34,05	8,3	64	4,2	12,3	0,00000

Tabela de dados brutos (*Farfantepenaeus paulensis*)

Tratamento	caixa	dias	Produção líquida	Respiração	Produção bruta	Clorofila-a	Produtividade líquida	Produtividade bruta
Controle	a	1	0,017826	0,001941	0,019767	0,171	0,1030	0,11537
Controle	b	1	0,013133	0,001941	0,015074	0,173	0,0759	0,08707
Controle	c	1	0,022520	0,001941	0,024461	0,162	0,1390	0,15103
Tratamento R	d	1	0,021982	0,012657	0,034640	0,295	0,0744	0,11725
Tratamento R	e	1	0,022447	0,012657	0,035105	0,493	0,0455	0,07118
Tratamento R	f	1	0,021517	0,012657	0,034175	0,295	0,0730	0,11594
Tratamento CR	g	1	-0,000455	0,004338	0,003883	0,266	-0,0017	0,01458
Tratamento CR	h	1	-0,002805	0,003899	0,001094	0,144	-0,0195	0,00762
Tratamento CR	i	1	-0,001991	0,001644	-0,000347	0,161	-0,0124	-0,00216
Controle	a	4	0,038716	NA	0,038716	1,033	0,0375	0,03747
Controle	b	4	0,031733	NA	0,031733	0,590	0,0538	0,05378
Controle	c	4	0,032966	NA	0,032966	0,609	0,0541	0,05410
Tratamento R	d	4	0,033793	NA	0,033793	0,482	0,0701	0,07012
Tratamento R	e	4	0,023545	NA	0,023545	0,825	0,0285	0,02855
Tratamento R	f	4	0,020587	NA	0,020587	0,543	0,0379	0,03795
Tratamento CR	g	4	0,033858	NA	0,033858	1,470	0,0230	0,02304
Tratamento CR	h	4	0,039967	NA	0,039967	1,991	0,0201	0,02007
Tratamento CR	i	4	0,027418	NA	0,027418	1,089	0,0252	0,02517
Controle	a	6	0,030337	NA	0,030337	0,924	0,0328	0,03283
Controle	b	6	0,031749	NA	0,031749	0,243	0,1309	0,13092
Controle	c	6	0,026710	NA	0,026710	0,213	0,1252	0,12516
Tratamento R	d	6	0,034955	NA	0,034955	0,795	0,0440	0,04398
Tratamento R	e	6	0,028865	NA	0,028865	0,746	0,0387	0,03872
Tratamento R	f	6	0,033080	NA	0,033080	0,686	0,0483	0,04825
Tratamento CR	g	6	0,037427	NA	0,037427	1,964	0,0191	0,01906
Tratamento CR	h	6	0,035024	NA	0,035024	3,268	0,0107	0,01072
Tratamento CR	i	6	0,034509	NA	0,034509	1,643	0,0210	0,02100
Controle	a	8	0,036118	NA	0,036118	0,717	0,0504	0,05041
Controle	b	8	0,037178	NA	0,037178	0,433	0,0858	0,08577
Controle	c	8	0,040659	NA	0,040659	0,656	0,0620	0,06203
Tratamento R	d	8	0,040688	NA	0,040688	0,613	0,0664	0,06643
Tratamento R	e	8	0,038569	NA	0,038569	1,109	0,0348	0,03478
Tratamento R	f	8	0,029178	NA	0,029178	0,494	0,0591	0,05908
Tratamento CR	g	8	0,032819	NA	0,032819	1,255	0,0262	0,02615
Tratamento CR	h	8	0,037453	NA	0,037453	3,408	0,0110	0,01099
Tratamento CR	i	8	0,038942	NA	0,038942	2,470	0,0158	0,01577

<b>Tratamento</b>	<b>caixa</b>	<b>dias</b>	<b>Produção líquida</b>	<b>Respiração</b>	<b>Produção bruta</b>	<b>Clorofila-a</b>	<b>Produtividade líquida</b>	<b>Produtividade bruta</b>
Controle	a	11	0,031418	NA	0,031418	0,715	0,0439	0,04391
Controle	b	11	0,032594	NA	0,032594	0,843	0,0387	0,03866
Controle	c	11	0,029067	NA	0,029067	0,407	0,0714	0,07135
Tratamento R	d	11	0,042785	0,008027	0,050812	0,592	0,0723	0,08585
Tratamento R	e	11	0,030319	0,012657	0,042976	0,921	0,0329	0,04667
Tratamento R	f	11	0,022315	0,008027	0,030341	0,545	0,0410	0,05572
Tratamento CR	g	11	0,020972	0,019716	0,040688	1,626	0,0129	0,02503
Tratamento CR	h	11	0,020362	0,007931	0,028293	1,947	0,0105	0,01453
Tratamento CR	i	11	0,030152	0,009224	0,039376	1,544	0,0195	0,02550
Controle	a	13	0,015859	NA	0,015859	0,466	0,0340	0,03403
Controle	b	13	0,019928	NA	0,019928	0,590	0,0338	0,03379
Controle	c	13	0,015889	NA	0,015889	0,458	0,0347	0,03471
Tratamento R	d	13	0,027940	0,003206	0,031146	0,375	0,0745	0,08309
Tratamento R	e	13	0,030608	0,006411	0,037019	0,532	0,0576	0,06964
Tratamento R	f	13	0,016798	0,004796	0,021594	0,554	0,0303	0,03900
Tratamento CR	g	13	0,012263	0,013125	0,025388	1,063	0,0115	0,02388
Tratamento CR	h	13	0,013084	0,005777	0,018861	0,506	0,0259	0,03728
Tratamento CR	i	13	0,013852	0,005385	0,019237	0,745	0,0186	0,02581
Controle	a	15	0,014476	NA	0,014476	0,783	0,0185	0,01848
Controle	b	15	0,015744	NA	0,015744	0,563	0,0280	0,02795
Controle	c	15	0,018706	NA	0,018706	0,385	0,0486	0,04859
Tratamento R	d	15	0,017631	0,006137	0,023768	0,731	0,0241	0,03252
Tratamento R	e	15	0,018284	0,005330	0,023614	0,931	0,0196	0,02536
Tratamento R	f	15	0,017957	0,005863	0,023821	1,066	0,0168	0,02234
Tratamento CR	g	15	0,017735	0,015662	0,033397	4,872	0,0036	0,00686
Tratamento CR	h	15	0,018265	0,011581	0,029846	3,203	0,0057	0,00932
Tratamento CR	i	15	0,012960	0,008636	0,021596	6,340	0,0020	0,00341
Controle	a	18	0,020000	NA	0,020000	0,895	0,0224	0,02236
Controle	b	18	0,014864	NA	0,014864	0,595	0,0250	0,02496
Controle	c	18	0,020040	NA	0,020040	0,388	0,0517	0,05166
Tratamento R	d	18	0,023987	0,008813	0,032800	0,516	0,0465	0,06358
Tratamento R	e	18	0,027957	0,008676	0,036634	0,894	0,0313	0,04098
Tratamento R	f	18	0,021208	0,011489	0,032697	0,699	0,0303	0,04676
Tratamento CR	g	18	0,036478	0,015372	0,051850	4,370	0,0083	0,01187
Tratamento CR	h	18	0,031215	0,016089	0,047304	6,462	0,0048	0,00732
Tratamento CR	i	18	0,035873	0,016830	0,052703	6,517	0,0055	0,00809

<b>Tratamento</b>	<b>caixa</b>	<b>dias</b>	<b>Produção líquida</b>	<b>Respiração</b>	<b>Produção bruta</b>	<b>Clorofila-a</b>	<b>Produtividade líquida</b>	<b>Produtividade bruta</b>
Controle	a	20	0,019019	NA	0,019019	1,301	0,0146	0,01462
Controle	b	20	0,016617	NA	0,016617	0,603	0,0275	0,02755
Controle	c	20	0,015959	NA	0,015959	0,586	0,0272	0,02724
Tratamento R	d	20	0,019188	0,011082	0,030270	1,994	0,0096	0,01518
Tratamento R	e	20	0,025699	0,012488	0,038187	2,770	0,0093	0,01379
Tratamento R	f	20	0,016208	0,013487	0,029695	2,250	0,0072	0,01320
Tratamento CR	g	20	0,008650	0,020220	0,028869	9,914	0,0009	0,00291
Tratamento CR	h	20	0,008505	0,021343	0,029847	8,931	0,0010	0,00334
Tratamento CR	i	20	0,011065	0,021082	0,032147	5,915	0,0019	0,00544
Controle	a	22	0,018842	NA	0,018842	0,959	0,0196	0,01964
Controle	b	22	0,018245	NA	0,018245	0,795	0,0229	0,02294
Controle	c	22	0,016977	NA	0,016977	0,518	0,0328	0,03280
Tratamento R	d	22	0,030727	0,008473	0,039200	1,614	0,0190	0,02428
Tratamento R	e	22	0,031371	0,010379	0,041750	2,075	0,0151	0,02012
Tratamento R	f	22	0,022494	0,008269	0,030763	2,266	0,0099	0,01357
Tratamento CR	g	22	0,013941	0,019953	0,033894	9,133	0,0015	0,00371
Tratamento CR	h	22	0,017072	0,011981	0,029053	1,757	0,0097	0,01653
Tratamento CR	i	22	0,014914	0,012451	0,027365	2,776	0,0054	0,00986
Controle	a	25	0,017639	NA	0,017639	1,758	0,0100	0,01003
Controle	b	25	0,017288	NA	0,017288	1,006	0,0172	0,01719
Controle	c	25	0,017663	NA	0,017663	0,393	0,0449	0,04491
Tratamento R	d	25	0,016277	0,008833	0,025110	1,811	0,0090	0,01386
Tratamento R	e	25	0,020544	0,009786	0,030329	2,735	0,0075	0,01109
Tratamento R	f	25	0,013099	0,009193	0,022292	2,128	0,0062	0,01047
Tratamento CR	g	25	0,009294	0,015390	0,024684	7,199	0,0013	0,00343
Tratamento CR	h	25	0,008606	0,008740	0,017346	4,081	0,0021	0,00425
Tratamento CR	i	25	0,007950	0,006795	0,014744	8,487	0,0009	0,00174
Controle	a	27	0,011816	NA	0,011816	1,076	0,0110	0,01098
Controle	b	27	0,015094	NA	0,015094	1,158	0,0130	0,01303
Controle	c	27	0,015380	NA	0,015380	0,424	0,03629	0,03629
Tratamento R	d	27	0,013391	0,009836	0,023227	2,076	0,0064	0,01119
Tratamento R	e	27	0,019956	0,009887	0,029843	3,341	0,0060	0,00893
Tratamento R	f	27	0,016673	0,009988	0,026661	2,269	0,0073	0,01175
Tratamento CR	g	27	0,010569	0,015680	0,026249	7,774	0,0014	0,00338
Tratamento CR	h	27	0,009254	0,012458	0,021712	3,323	0,0028	0,00653
Tratamento CR	i	27	0,014326	0,012399	0,026725	5,775	0,0025	0,00463

<b>Tratamento</b>	<b>caixa</b>	<b>dias</b>	<b>Produção líquida</b>	<b>Respiração</b>	<b>Produção bruta</b>	<b>Coroíla-a</b>	<b>Produtividade líquida</b>	<b>Produtividade bruta</b>
Controle	a	29	0,017889	NA	0,017889	0,861	0,0208	0,02077
Controle	b	29	0,020134	NA	0,020134	0,626	0,0322	0,03217
Controle	c	29	0,014459	NA	0,014459	0,621	0,0233	0,02328
Tratamento R	d	29	0,023254	0,012039	0,035293	2,206	0,0105	0,01600
Tratamento R	e	29	0,029819	0,011355	0,041175	1,477	0,0202	0,02788
Tratamento R	f	29	0,016238	0,012723	0,028960	3,331	0,0049	0,00869
Tratamento CR	g	29	0,009229	0,016175	0,025403	5,122	0,0018	0,00496
Tratamento CR	h	29	0,011908	0,014498	0,026405	10,248	0,0012	0,00258
Tratamento CR	i	29	0,016855	0,012133	0,028988	6,777	0,0025	0,00428
Controle	a	32	0,014000	NA	0,014000	0,839	0,0167	0,01670
Controle	b	32	0,017304	NA	0,017304	0,454	0,0381	0,03808
Controle	c	32	0,016810	NA	0,016810	0,665	0,0253	0,02526
Tratamento R	d	32	0,020775	0,011729	0,032504	2,417	0,0086	0,01345
Tratamento R	e	32	0,026560	0,012102	0,038662	2,428	0,0109	0,01593
Tratamento R	f	32	0,018046	0,011482	0,029528	3,302	0,0055	0,00894
Tratamento CR	g	32	0,005005	0,018704	0,023709	5,020	0,0010	0,00472
Tratamento CR	h	32	0,006183	0,014714	0,020896	2,675	0,0023	0,00781
Tratamento CR	i	32	0,008186	0,014134	0,022320	5,812	0,0014	0,00384
Controle	a	34	0,011817	NA	0,011817	1,451	0,0081	0,00815
Controle	b	34	0,011851	NA	0,011851	1,235	0,0096	0,00959
Controle	c	34	0,012748	NA	0,012748	0,952	0,0134	0,01339
Tratamento R	d	34	0,011355	0,010745	0,022100	2,858	0,0040	0,00773
Tratamento R	e	34	0,016111	0,010009	0,026120	4,040	0,0040	0,00647
Tratamento R	f	34	0,013733	0,008535	0,022268	3,636	0,0038	0,00612
Tratamento CR	g	34	-0,008721	0,015948	0,007227	4,144	-0,0021	0,00174
Tratamento CR	h	34	-0,007734	0,013470	0,005736	7,528	-0,0010	0,00076
Tratamento CR	i	34	-0,006913	0,011526	0,004613	6,337	-0,0011	0,00073
Controle	a	38	0,020473	NA	0,020473	0,617	0,0332	0,03317
Controle	b	38	0,025771	NA	0,025771	0,536	0,0481	0,04812
Controle	c	38	0,020153	NA	0,020153	0,576	0,0350	0,03497
Tratamento R	d	38	0,019997	0,008363	0,028360	0,286	0,0698	0,09905
Tratamento R	e	38	0,014555	0,007626	0,022181	0,341	0,0427	0,06504
Tratamento R	f	38	0,017276	0,006717	0,023993	0,420	0,0411	0,05706
Tratamento CR	g	38	0,004517	0,009206	0,013723	1,122	0,0040	0,01223
Tratamento CR	h	38	0,008344	0,009971	0,018315	0,998	0,0084	0,01834
Tratamento CR	i	38	0,003145	0,009728	0,012874	1,346	0,0023	0,00957

Tratamento	caixa	dias	Nitrito	Nitrato	Fosfato	Amônia	Temperatura (manhã)	O2 dissolvido (manhã)	salinidade (manhã)	pH (manhã)
Controle	a	1	0,810	0,00	0,910	0,040	23,25	7,96	32,71	8,10
Controle	b	1	0,310	NA	0,740	0,000	23,17	8,09	32,50	8,11
Controle	c	1	0,130	NA	0,260	0,000	23,14	8,09	32,70	8,11
Tratamento R	d	1	0,000	0,00	0,830	0,000	23,24	8,16	32,93	8,13
Tratamento R	e	1	0,410	NA	0,740	0,000	23,11	8,16	32,76	8,06
Tratamento R	f	1	6,460	NA	0,910	0,030	23,14	8,06	33,10	8,04
Tratamento CR	g	1	2,840	0,20	1,480	0,330	23,24	8,02	32,12	8,00
Tratamento CR	h	1	2,990	NA	0,580	0,300	23,30	8,06	31,60	7,97
Tratamento CR	i	1	1,780	NA	1,720	0,350	23,53	7,91	31,79	7,97
Controle	a	4	0,630	0,06	0,180	0,010	24,65	7,90	31,39	7,92
Controle	b	4	0,900	NA	0,830	0,010	24,18	8,00	31,49	7,89
Controle	c	4	0,540	NA	1,640	0,010	24,44	7,92	31,62	7,90
Tratamento R	d	4	0,410	0,00	0,830	0,020	24,96	7,78	32,01	7,87
Tratamento R	e	4	0,640	NA	0,340	0,000	24,63	7,92	31,28	7,96
Tratamento R	f	4	1,130	NA	0,580	0,010	24,85	7,79	31,78	7,92
Tratamento CR	g	4	1,730	0,21	1,720	0,140	24,48	7,96	30,76	7,96
Tratamento CR	h	4	2,570	NA	1,390	0,150	24,58	7,96	30,73	7,90
Tratamento CR	i	4	1,690	NA	2,130	0,180	25,05	7,75	31,19	7,91
Controle	a	6	0,410	0,00	0,500	0,010	21,17	12,30	32,38	8,26
Controle	b	6	0,460	NA	0,420	0,010	21,12	11,78	32,44	8,24
Controle	c	6	0,470	NA	0,340	0,020	20,97	11,69	32,59	8,25
Tratamento R	d	6	0,530	0,00	0,180	0,010	21,08	11,56	32,85	8,25
Tratamento R	e	6	0,500	NA	0,660	0,020	20,99	11,59	32,40	8,22
Tratamento R	f	6	0,510	NA	0,580	0,010	20,91	11,66	32,92	8,25
Tratamento CR	g	6	1,370	24,20	1,640	0,130	21,00	11,55	31,82	8,12
Tratamento CR	h	6	1,130	NA	0,990	0,110	20,89	11,57	31,74	8,09
Tratamento CR	i	6	1,340	NA	1,560	0,120	20,95	11,44	32,37	8,14
Controle	a	8	0,420	2,14	0,340	0,010	20,77	8,55	31,83	8,22
Controle	b	8	0,340	NA	0,260	0,010	20,75	8,33	31,61	8,21
Controle	c	8	0,370	NA	0,420	0,010	20,77	8,14	31,66	8,21
Tratamento R	d	8	0,360	0,00	0,910	0,020	20,95	8,04	32,04	8,29
Tratamento R	e	8	0,370	NA	0,000	0,020	20,79	7,98	31,46	8,17
Tratamento R	f	8	0,340	NA	0,000	0,010	20,79	7,84	31,86	8,14
Tratamento CR	g	8	1,460	10,00	0,000	0,080	20,78	7,87	31,20	8,11
Tratamento CR	h	8	1,970	NA	0,000	0,020	20,81	7,85	31,14	8,09
Tratamento CR	i	8	2,990	NA	1,070	0,060	20,70	7,82	31,60	8,12

Tratamento	caixa	dias	Nitrito	Nitrato	Fosfato	Amônia	Temperatura (manhã)	O2 dissolvido (manhã)	salinidade (manhã)	pH (manhã)
Controle	a	11	0,410	0,25	1,490	0,020	20,44	7,50	31,94	8,11
Controle	b	11	0,440	NA	1,720	0,020	20,23	7,49	31,60	8,15
Controle	c	11	0,410	NA	1,480	0,010	20,07	7,50	31,79	8,13
Tratamento R	d	11	0,470	0,00	1,800	0,020	20,41	7,35	32,51	8,10
Tratamento R	e	11	0,370	NA	0,740	0,030	20,32	7,45	31,68	8,11
Tratamento R	f	11	0,410	NA	0,420	0,020	20,20	7,46	32,15	8,12
Tratamento CR	g	11	7,020	10,58	3,460	0,040	20,02	7,59	31,52	8,08
Tratamento CR	h	11	6,430	NA	3,710	0,080	20,11	7,58	31,24	8,01
Tratamento CR	i	11	5,510	NA	4,140	0,060	19,74	7,73	31,92	8,05
Controle	a	13	0,470	1,22	1,310	0,010	15,23	10,69	32,20	8,01
Controle	b	13	0,460	NA	0,660	0,020	14,86	10,86	31,73	8,04
Controle	c	13	0,420	NA	0,340	0,010	15,03	10,73	31,95	8,04
Tratamento R	d	13	1,500	0,00	39,200	0,010	14,85	10,84	32,64	7,97
Tratamento R	e	13	0,390	NA	1,890	0,120	14,91	10,85	31,77	7,98
Tratamento R	f	13	0,420	NA	0,740	0,010	15,00	10,88	32,24	8,08
Tratamento R	g	13	4,210	15,80	1,720	0,110	15,10	10,90	31,68	7,95
Tratamento CR	h	13	3,590	NA	2,380	0,010	14,88	11,00	31,32	7,96
Tratamento CR	i	13	4,170	NA	3,550	0,030	14,38	11,35	31,97	7,93
Controle	a	15	0,470	0	5,160	0,020	22,33	7,99	32,98	8,19
Controle	b	15	0,460	NA	1,890	0,020	21,90	8,17	32,32	8,20
Controle	c	15	0,420	NA	8,660	0,010	21,96	8,23	32,55	8,21
Tratamento R	d	15	0,390	0	0,990	0,020	22,16	8,15	33,36	8,15
Tratamento R	e	15	0,410	NA	0,740	0,020	22,08	8,24	32,40	8,20
Tratamento R	f	15	0,420	NA	16,540	0,020	22,07	8,30	32,88	8,20
Tratamento CR	g	15	4,110	18,1	9,460	0,120	22,03	8,52	32,28	8,12
Tratamento CR	h	15	0,360	NA	3,130	0,020	21,94	8,66	31,86	8,13
Tratamento CR	i	15	3,840	NA	1,890	0,100	21,56	8,68	32,64	8,14
Controle	a	18	0,000	2,40	0,660	0,160	22,87	8,88	33,83	8,27
Controle	b	18	0,000	NA	0,660	0,240	22,66	8,91	33,13	8,27
Controle	c	18	0,000	NA	0,000	0,010	22,78	8,88	33,35	8,28
Tratamento R	d	18	0,000	0,34	0,740	0,080	22,97	8,80	34,01	8,30
Tratamento R	e	18	0,000	NA	0,000	0,020	22,90	8,83	33,32	8,29
Tratamento R	f	18	0,000	NA	0,000	0,020	22,78	8,83	33,78	8,29
Tratamento CR	g	18	1,770	15,30	1,640	0,020	22,83	9,18	33,49	8,18
Tratamento CR	h	18	0,000	NA	4,050	0,010	22,68	9,23	33,38	8,15
Tratamento CR	i	18	0,290	NA	2,710	0,040	22,60	9,18	33,72	8,18

Tratamento	caixa	dias	Nitrito	Nitrato	Fosfato	Amônia	Temperatura (manhã)	O2 dissolvido (manhã)	salinidade (manhã)	pH (manhã)
Controle	a	20	0,440	0,00	0,000	0,010	23,22	10,93	34,65	8,26
Controle	b	20	0,410	NA	1,800	0,020	23,21	10,92	33,79	8,26
Controle	c	20	0,360	NA	1,070	0,010	23,35	10,86	34,01	8,27
Tratamento R	d	20	0,390	0,00	1,890	0,010	23,42	10,78	34,82	8,26
Tratamento R	e	20	0,320	NA	0,910	0,000	23,38	10,94	34,10	8,25
Tratamento R	f	20	0,370	NA	1,230	0,020	23,27	10,90	34,56	8,24
Tratamento CR	g	20	1,880	6,17	4,050	0,020	23,38	11,12	34,18	8,13
Tratamento CR	h	20	0,370	NA	5,590	0,010	23,22	11,12	34,05	8,10
Tratamento CR	i	20	0,420	NA	6,540	0,020	23,17	10,71	34,47	8,10
Controle	a	22	0,290	0,30	1,390	0,020	23,15	10,33	35,25	8,27
Controle	b	22	0,000	NA	1,070	0,010	22,95	10,58	34,29	8,26
Controle	c	22	0,000	NA	0,580	0,010	22,97	10,47	34,51	8,26
Tratamento R	d	22	0,190	0,00	0,830	0,020	23,22	10,90	32,54	8,30
Tratamento R	e	22	0,370	NA	0,910	0,400	23,17	10,94	31,86	8,32
Tratamento R	f	22	0,390	NA	0,000	0,010	23,17	11,37	32,15	8,32
Tratamento CR	g	22	2,300	14,70	3,380	0,080	23,22	11,26	32,42	8,19
Tratamento CR	h	22	0,560	NA	2,800	0,090	23,12	11,49	31,67	8,21
Tratamento CR	i	22	1,860	NA	3,970	0,070	23,02	11,15	31,34	8,26
Controle	a	25	0,090	0,00	2,130	0,140	20,94	8,24	33,94	8,28
Controle	b	25	0,180	NA	2,130	0,230	20,93	8,14	32,91	8,27
Controle	c	25	0,240	NA	2,000	0,020	20,96	8,08	33,19	8,26
Tratamento R	d	25	0,340	0,00	1,310	0,020	21,02	8,12	31,52	8,28
Tratamento R	e	25	0,270	NA	1,440	0,010	21,01	8,19	30,80	8,28
Tratamento R	f	25	0,360	NA	1,390	0,010	21,04	8,23	31,04	8,29
Tratamento CR	g	25	0,780	0,27	7,060	0,010	21,15	8,41	31,19	8,14
Tratamento CR	h	25	0,510	NA	3,050	0,060	21,06	8,65	30,49	8,17
Tratamento CR	i	25	0,560	NA	7,680	0,010	21,08	8,41	30,30	8,25
Controle	a	27	0,390	0,00	1,720	0,020	13,32	10,50	32,35	8,08
Controle	b	27	0,660	NA	3,630	0,030	12,88	10,25	31,34	8,07
Controle	c	27	0,760	NA	2,050	0,020	12,76	10,33	31,71	8,07
Tratamento R	d	27	0,900	17,20	2,550	0,020	12,54	10,58	30,31	8,04
Tratamento R	e	27	0,540	NA	1,970	0,030	12,46	10,60	29,55	8,03
Tratamento R	f	27	0,780	NA	2,050	0,010	12,58	10,54	29,85	8,04
Tratamento CR	g	27	1,020	12,60	4,140	0,020	12,90	10,53	29,71	8,09
Tratamento CR	h	27	0,490	NA	3,800	0,010	12,79	10,71	29,12	8,06
Tratamento CR	i	27	0,880	NA	5,590	0,040	12,51	10,80	29,01	8,01



Tratamento	caixa	dias	Nitrito	Nitrato	Fosfato	Amônia	Temperatura (manhã)	O2 dissolvido (manhã)	salinidade (manhã)	pH (manhã)
Controle	a	29	0,160	0,00	0,830	0,020	18,28	8,28	33,01	8,19
Controle	b	29	0,040	NA	1,310	0,020	17,22	8,60	31,88	8,18
Controle	c	29	0,010	NA	0,000	0,040	17,27	8,48	32,24	8,17
Tratamento R	d	29	0,000	0,00	0,000	0,050	17,46	8,60	31,99	8,19
Tratamento R	e	29	0,060	NA	0,180	0,020	17,32	8,73	31,20	8,18
Tratamento R	f	29	0,060	NA	0,000	0,020	17,18	8,74	31,86	8,19
Tratamento CR	g	29	0,160	0,00	1,150	0,040	17,29	9,19	31,57	8,18
Tratamento CR	h	29	0,220	NA	0,740	0,060	17,16	9,24	31,87	8,13
Tratamento CR	i	29	0,030	NA	1,640	0,040	16,79	9,23	32,28	8,18
Controle	a	32	0,410	0,00	0,830	0,040	19,73	8,90	32,78	8,23
Controle	b	32	0,270	NA	1,890	0,020	19,81	8,81	31,51	8,21
Controle	c	32	0,390	NA	0,000	0,020	19,82	8,76	31,90	8,21
Tratamento R	d	32	0,490	0,00	0,660	0,040	19,77	8,70	31,79	8,21
Tratamento R	e	32	0,420	NA	0,000	0,020	19,79	8,67	30,92	8,20
Tratamento R	f	32	0,490	NA	0,000	0,020	19,76	8,61	31,62	8,21
Tratamento CR	g	32	0,560	0,00	4,810	0,060	19,92	8,62	31,16	8,07
Tratamento CR	h	32	0,780	NA	4,990	0,040	19,92	8,57	31,50	8,05
Tratamento CR	i	32	0,370	NA	1,230	0,040	19,80	8,55	32,04	8,16
Controle	a	34	0,440	0,00	2,220	0,010	18,45	7,71	33,14	8,20
Controle	b	34	0,440	NA	1,310	0,020	18,51	7,80	31,78	8,20
Controle	c	34	0,444	NA	1,310	0,020	18,47	7,78	32,13	8,20
Tratamento R	d	34	0,400	0,00	2,050	0,010	18,50	7,82	32,13	8,17
Tratamento R	e	34	0,510	NA	1,720	0,020	18,52	7,84	31,20	8,17
Tratamento R	f	34	0,540	NA	1,560	0,020	18,48	7,79	31,88	8,17
Tratamento CR	g	34	0,480	0,00	4,730	0,010	18,60	7,82	31,39	8,02
Tratamento CR	h	34	0,460	NA	4,470	0,040	18,71	7,75	31,73	8,01
Tratamento CR	i	34	0,510	NA	7,060	0,020	18,62	7,71	32,38	8,05
Controle	a	38	0,000	0,63	1,310	0,010	11,27	13,00	25,20	8,03
Controle	b	38	2,000	NA	0,580	0,010	10,65	13,01	24,97	8,04
Controle	c	38	2,500	NA	0,100	0,010	10,50	12,90	25,15	8,05
Tratamento R	d	38	0,000	0,00	0,000	0,010	10,53	12,59	25,14	8,03
Tratamento R	e	38	0,000	NA	6,280	0,020	10,27	12,80	24,41	8,01
Tratamento R	f	38	0,000	NA	1,720	0,020	10,22	12,70	25,56	8,02
Tratamento CR	g	38	2,300	4,05	3,300	0,040	10,48	12,62	25,75	8,03
Tratamento CR	h	38	2,600	NA	4,990	0,060	10,52	12,83	25,35	8,04
Tratamento CR	i	38	2,400	NA	4,220	0,040	10,20	12,82	25,82	8,01

Tratamento	caixa	dias	Temperatura (tarde)	O2 dissolvido (tarde)	Salinidade (tarde)	pH (tarde)	Insolação	Peso seco
Controle	a	1	29,55	6,20	32,00	8,13	6,1	0,000560
Controle	b	1	29,13	6,29	32,66	8,18	6,1	0,000343
Controle	c	1	29,06	6,28	32,84	8,16	6,1	0,000330
Tratamento R	d	1	29,40	6,22	33,08	8,19	6,1	0,000528
Tratamento R	e	1	29,21	6,20	32,93	8,11	6,1	0,000508
Tratamento R	f	1	29,36	6,11	33,21	8,07	6,1	0,000702
Tratamento CR	g	1	29,42	6,08	32,30	8,06	6,1	0,000739
Tratamento CR	h	1	29,56	6,11	31,79	8,03	6,1	0,000303
Tratamento CR	i	1	30,38	5,80	31,97	8,04	6,1	0,000465
Controle	a	4	30,29	7,35	32,76	8,31	10,5	0,000633
Controle	b	4	29,61	7,40	32,73	8,11	10,5	0,000346
Controle	c	4	24,57	7,98	32,92	8,20	10,5	0,000334
Tratamento R	d	4	30,25	7,90	33,56	8,38	10,5	0,000656
Tratamento R	e	4	30,03	8,09	32,92	8,35	10,5	0,000832
Tratamento R	f	4	30,20	8,08	32,74	8,41	10,5	0,000596
Tratamento CR	g	4	30,19	8,08	32,27	8,35	10,5	0,000791
Tratamento CR	h	4	30,14	8,21	32,04	8,32	10,5	0,000818
Tratamento CR	i	4	30,95	8,04	32,72	8,41	10,5	0,000584
Controle	a	6	30,29	7,35	32,76	8,31	9,6	0,001133
Controle	b	6	29,61	7,93	32,73	8,34	9,6	0,000541
Controle	c	6	24,57	7,98	32,92	8,34	9,6	0,000314
Tratamento R	d	6	30,25	7,90	33,56	8,38	9,6	0,000942
Tratamento R	e	6	30,03	8,09	32,74	8,35	9,6	0,000703
Tratamento R	f	6	30,20	8,08	32,27	8,41	9,6	0,000715
Tratamento CR	g	6	30,19	8,08	32,15	8,35	9,6	0,000709
Tratamento CR	h	6	30,14	8,21	32,04	8,32	9,6	0,001378
Tratamento CR	i	6	30,95	8,04	32,72	8,41	9,6	0,000493
Controle	a	8	22,91	7,54	31,32	8,29	1,7	0,000661
Controle	b	8	22,69	7,67	31,16	8,30	1,7	0,000484
Controle	c	8	22,64	7,69	31,27	8,27	1,7	0,000490
Tratamento R	d	8	22,60	7,77	31,66	8,39	1,7	0,000563
Tratamento R	e	8	22,45	7,79	30,99	8,22	1,7	0,001000
Tratamento R	f	8	22,55	7,65	31,56	8,17	1,7	0,000837
Tratamento CR	g	8	22,57	7,70	30,86	8,25	1,7	0,000681
Tratamento CR	h	8	22,62	7,74	30,76	8,25	1,7	0,001319
Tratamento CR	i	8	22,71	7,70	31,25	8,32	1,7	0,001121

Tratamento	caixa	dias	Temperatura (tarde)	O2 dissolvido (tarde)	Salinidade (tarde)	pH (tarde)	Insolação	Peso seco
Controle	a	11	29,50	6,67	32,41	8,21	9,7	0,000962
Controle	b	11	28,85	6,92	32,04	8,21	9,7	0,000646
Controle	c	11	28,73	7,02	32,24	8,19	9,7	0,000543
Tratamento R	d	11	29,79	6,68	32,85	8,21	9,7	0,000610
Tratamento R	e	11	29,53	6,78	32,11	8,23	9,7	0,000857
Tratamento R	f	11	29,28	6,85	32,55	8,26	9,7	0,000800
Tratamento CR	g	11	29,05	6,91	31,97	8,28	9,7	0,001869
Tratamento CR	h	11	29,03	7,33	31,67	8,35	9,7	0,001843
Tratamento CR	i	11	29,46	6,94	32,27	8,36	9,7	0,000741
Controle	a	13	26,28	7,15	32,40	8,20	9,8	0,000786
Controle	b	13	25,22	7,55	31,88	8,21	9,8	0,000729
Controle	c	13	25,33	7,56	32,15	8,21	9,8	0,001531
Tratamento R	d	13	26,51	7,24	32,96	8,16	9,8	0,000766
Tratamento R	e	13	26,37	7,30	31,95	8,25	9,8	0,001346
Tratamento R	f	13	26,19	7,42	32,93	8,33	9,8	0,000724
Tratamento CR	g	13	26,06	7,55	31,84	8,37	9,8	0,000949
Tratamento CR	h	13	25,69	8,06	31,48	8,50	9,8	0,000671
Tratamento CR	i	13	25,69	8,06	32,21	8,44	9,8	0,000612
Controle	a	15	26,31	7,66	33,13	8,30	2,1	0,000795
Controle	b	15	27,52	6,07	32,42	8,28	2,1	0,000509
Controle	c	15	26,64	6,36	32,67	8,29	2,1	0,000461
Controle	d	15	26,65	6,45	33,51	8,25	2,1	0,000796
Tratamento R	e	15	27,03	6,32	32,58	8,35	2,1	0,000874
Tratamento R	f	15	26,91	6,42	33,00	8,38	2,1	0,001095
Tratamento R	g	15	27,01	6,43	32,30	8,44	2,1	0,000723
Tratamento CR	h	15	26,93	6,61	31,95	8,51	2,1	0,000792
Tratamento CR	i	15	26,69	6,86	32,77	8,45	2,1	0,000350
Tratamento CR	a	18	27,08	6,61	34,02	8,30	9,7	0,000713
Controle	a	18	31,80	7,13	33,27	8,33	9,7	0,000525
Controle	b	18	31,06	7,53	33,48	8,37	9,7	0,000500
Controle	c	18	31,08	7,56	34,22	8,45	9,7	0,001024
Tratamento R	d	18	31,85	7,45	34,49	8,51	9,7	0,000744
Tratamento R	e	18	31,80	7,51	33,95	8,49	9,7	0,000929
Tratamento R	f	18	31,77	7,48	33,61	8,64	9,7	0,000819
Tratamento CR	g	18	31,64	7,83	33,52	8,63	9,7	0,001665
Tratamento CR	h	18	31,55	7,72	33,88	8,69	9,7	0,004481
Tratamento CR	i	18	32,43	7,32				

Tratamento	caixa	dias	Temperatura (tarde)	O2 dissolvido (tarde)	Salinidade (tarde)	pH (tarde)	Insolação	Peso seco
Controle	a	20	33,32	7,04	34,87	8,32	9,4	0,000904
Controle	b	20	32,39	7,27	33,97	8,32	9,4	0,000653
Controle	c	20	32,61	7,04	34,19	8,35	9,4	0,000708
Tratamento R	d	20	33,20	6,83	35,08	8,40	9,4	0,000841
Tratamento R	e	20	32,98	7,04	34,30	8,48	9,4	0,001220
Tratamento R	f	20	32,86	6,98	34,75	8,44	9,4	0,000989
Tratamento CR	g	20	32,65	7,38	34,35	8,69	9,4	0,003076
Tratamento CR	h	20	32,38	7,66	34,22	8,67	9,4	0,004233
Tratamento CR	i	20	32,96	7,19	34,64	8,63	9,4	0,002550
Controle	a	22	33,32	7,04	34,87	8,32	7,1	0,001191
Controle	b	22	32,39	7,27	33,97	8,32	7,1	0,000672
Controle	c	22	32,61	7,04	34,19	8,35	7,1	0,000645
Tratamento R	d	22	33,20	6,83	35,08	8,40	7,1	0,000638
Tratamento R	e	22	32,98	7,04	34,30	8,48	7,1	0,001192
Tratamento R	f	22	32,86	6,98	34,75	8,44	7,1	0,000671
Tratamento CR	g	22	32,65	7,38	34,35	8,69	7,1	0,003920
Tratamento CR	h	22	32,38	7,66	34,22	8,67	7,1	0,003145
Tratamento CR	i	22	32,96	7,19	34,64	8,63	7,1	0,001360
Controle	a	25	22,68	7,38	33,99	8,33	0	0,000939
Controle	b	25	22,50	7,50	32,96	8,32	0	0,000773
Controle	c	25	22,51	7,52	33,24	8,31	0	0,001099
Tratamento R	d	25	22,67	7,55	31,60	8,38	0	0,000919
Tratamento R	e	25	22,64	7,62	30,86	8,45	0	0,001581
Tratamento R	f	25	22,67	7,50	31,14	8,50	0	0,001242
Tratamento CR	g	25	22,71	7,87	31,21	8,58	0	0,003163
Tratamento CR	h	25	22,58	8,11	30,52	8,66	0	0,000957
Tratamento CR	i	25	22,72	7,84	30,35	8,60	0	0,000671
Controle	a	27	21,50	7,04	32,56	8,24	7,9	0,001385
Controle	b	27	20,69	7,40	31,44	8,24	7,9	0,000892
Controle	c	27	20,61	7,34	31,87	8,21	7,9	0,000645
Tratamento R	d	27	20,44	7,41	31,58	8,24	7,9	0,000596
Tratamento R	e	27	20,69	7,32	37,70	8,27	7,9	0,001272
Tratamento R	f	27	21,47	7,10	31,51	8,29	7,9	0,001821
Tratamento CR	g	27	21,55	7,27	31,21	8,60	7,9	0,002410
Tratamento CR	h	27	21,78	7,22	31,51	8,52	7,9	0,001140
Tratamento CR	i	27	22,35	6,87	31,79	8,48	7,9	0,001742

Tratamento	caixa	dias	Temperatura (tarde)	OZ dissolvido (tarde)	Salinidade (tarde)	pH (tarde)	Insolação	Peso seco
Controle	a	29	27,16	5,62	33,16	8,33	9,1	0,001375
Controle	b	29	25,98	6,01	31,99	8,33	9,1	0,000486
Controle	c	29	26,07	5,96	32,36	8,30	9,1	0,000746
Tratamento R	d	29	27,00	5,82	32,12	8,45	9,1	0,000866
Tratamento R	e	29	26,73	5,91	31,33	8,46	9,1	0,001647
Tratamento R	f	29	26,66	5,78	31,99	8,53	9,1	0,000930
Tratamento CR	g	29	26,41	6,09	31,69	8,72	9,1	0,003577
Tratamento CR	h	29	26,19	6,23	31,99	8,64	9,1	0,001883
Tratamento CR	i	29	26,68	6,06	32,39	8,70	9,1	0,001852
Controle	a	32	24,22	7,21	32,87	8,38	0,2	0,002106
Controle	b	32	23,92	7,39	31,59	8,38	0,2	0,000460
Controle	c	32	24,00	7,44	31,98	8,35	0,2	0,000642
Tratamento R	d	32	23,71	7,48	31,91	8,46	0,2	0,001141
Tratamento R	e	32	23,90	7,68	31,02	8,55	0,2	0,001520
Tratamento R	f	32	24,12	7,54	31,70	8,58	0,2	0,001426
Tratamento CR	g	32	24,08	8,18	31,22	8,86	0,2	0,002111
Tratamento CR	h	32	24,04	8,34	31,56	8,76	0,2	0,001762
Tratamento CR	i	32	24,19	7,70	32,15	8,78	0,2	0,002464
Controle	a	34	19,70	7,43	33,18	8,26	0	0,001737
Controle	b	34	19,65	7,47	31,80	8,25	0	0,000791
Controle	c	34	19,64	7,47	32,17	8,24	0	0,000719
Tratamento R	d	34	19,67	7,45	32,16	8,26	0	0,002096
Tratamento R	e	34	19,66	7,48	31,21	8,28	0	0,001450
Tratamento R	f	34	19,63	7,43	31,23	8,28	0	0,001470
Tratamento CR	g	34	19,68	7,21	31,38	8,23	0	0,002151
Tratamento CR	h	34	19,72	7,14	31,72	8,22	0	0,001440
Tratamento CR	i	34	19,69	7,15	32,45	8,24	0	0,002634
Controle	a	38	19,03	8,55	25,33	8,30	8,9	0,003458
Controle	b	38	18,21	8,94	25,10	8,25	8,9	0,002491
Controle	c	38	18,37	8,75	25,26	8,26	8,9	0,000542
Tratamento R	d	38	18,35	8,82	25,30	8,31	8,9	0,001831
Tratamento R	e	38	18,31	9,00	24,54	8,30	8,9	0,002581
Tratamento R	f	38	18,33	8,93	25,70	8,34	8,9	0,001653
Tratamento CR	g	38	18,19	9,23	25,86	8,51	8,9	0,001552
Tratamento CR	h	38	18,23	9,42	25,46	8,57	8,9	0,008799
Tratamento CR	i	38	18,47	9,07	25,94	8,40	8,9	0,002922