



Financiadora de
Estudos e Projetos
(MCT)

RECARCINA

I WORKSHOP RECARCINA SOBRE TECNOLOGIAS NA PRODUÇÃO DE
CAMARÕES COM BIOFLOCOS

Produção recorde de 10 kg/m³ do camarão

***Litopenaeus vannamei* em regime superintensivo:**

Aplicações no Brasil



UFRPE

Prof. Eudes Correia
DEPAq/UFRPE

Aquicultura

- Piscicultura
- Carcinicultura
- Malacocultura
- Ranicultura
- Algacultura
- Outros

Aquicultura Sustentável

Social - Econômico - Ambiental

Principais cadeias produtivas da aquicultura

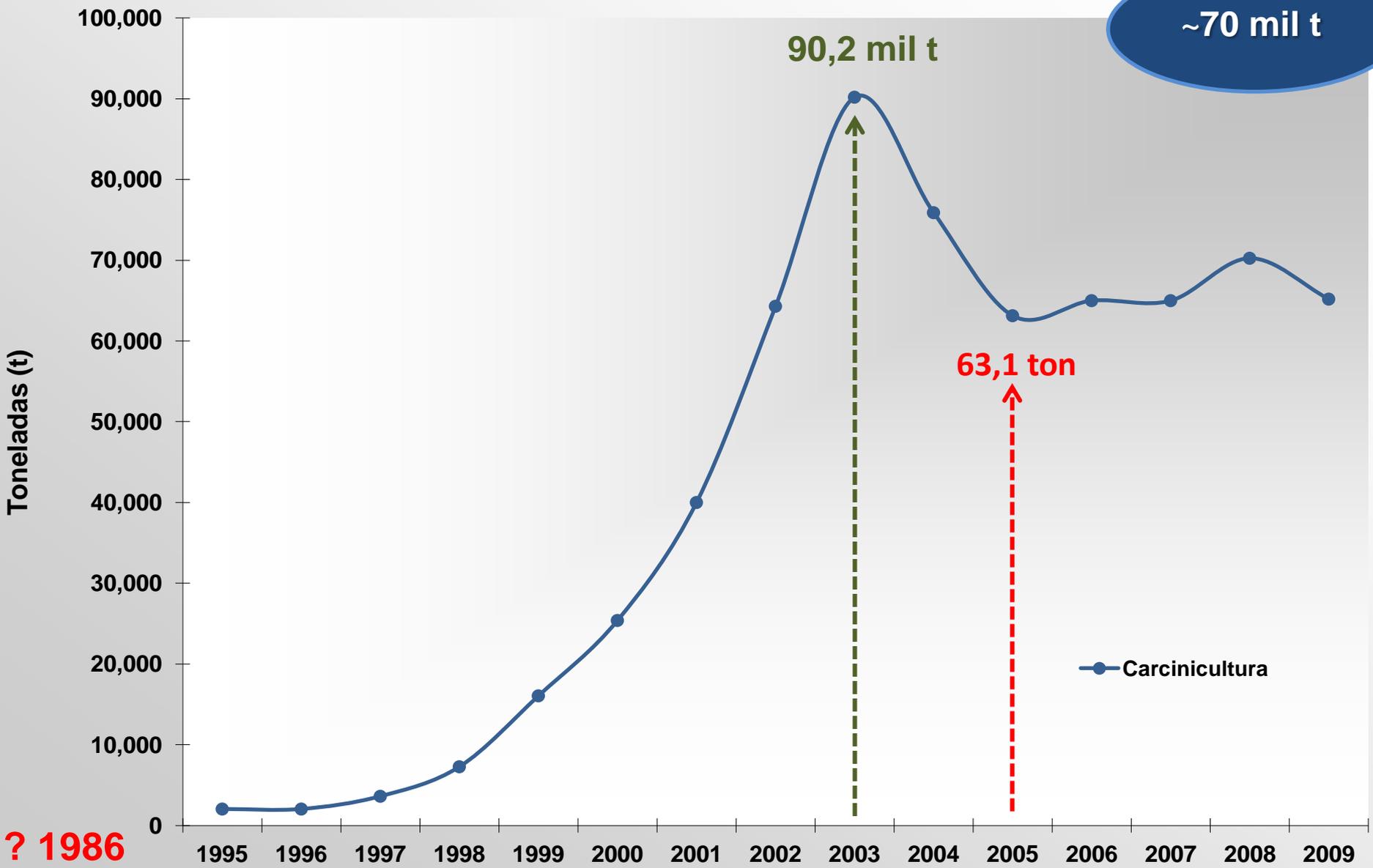


Camarão *Litopenaeus vannamei*



Tilápia *Oreochromis niloticus*
(linhagem Chitralada)

Evolução da Produção de Carcinicultura de 1996 a 2009



? 1986

90,2 mil t

63,1 ton

~70 mil t

● Carcinicultura

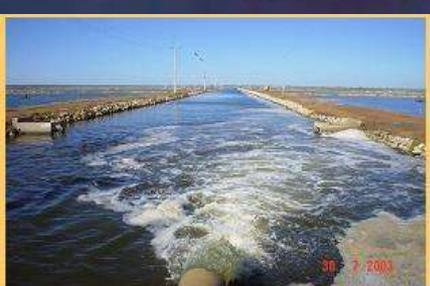
Panorama da Carcinicultura



- O cultivo de camarão tornou-se uma importante indústria em áreas tropicais e subtropicais ao redor do mundo (Burford et al., 2004)



- Crescimento estimado em 15% ao ano
- Deterioração da qualidade da água
- Perdas devido a surtos de doenças



- Estratégias para minimizar os impactos dos efluentes da carcinicultura

- Sistemas de recirculação de água
- Sistemas sem renovação de água → **BFT**



Sistemas BFT

O cultivo tradicional realiza muitas trocas d'água para manter a qualidade da água



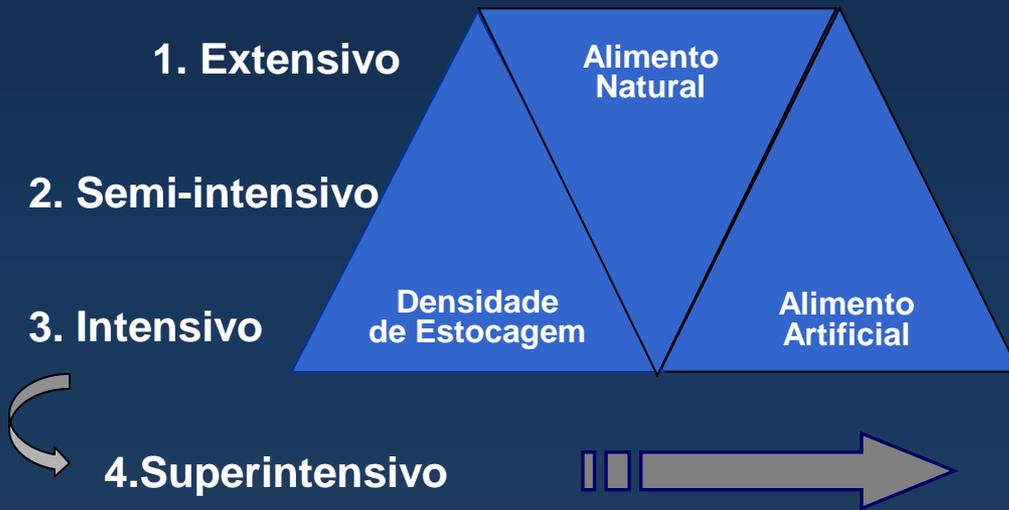
Degradação dos ambientes receptores
Ocorrência de enfermidades



Grandes perdas de produção

O cultivo de camarões SPF (Specific Pathogen Free), em condições de biossegurança, minimiza potencialmente o uso de águas contaminadas, reduzindo ou eliminando efluentes, e pode melhorar significativamente a sustentabilidade da carcinicultura

Sistemas de cultivo



Açudes

Viveiros sem aeração

Viveiros com aeração

Cultivos superintensivos - Raceways (BFT)

e

Tanques-rede (Tilápia)



Waddell Mariculture Center, SC, USA

Cultivo superintensivo de camarões

Tecnologia de bioflocos - BFT (BioFloc Technology)



AUG 20 2009

Sistema BFT

□ Conceito

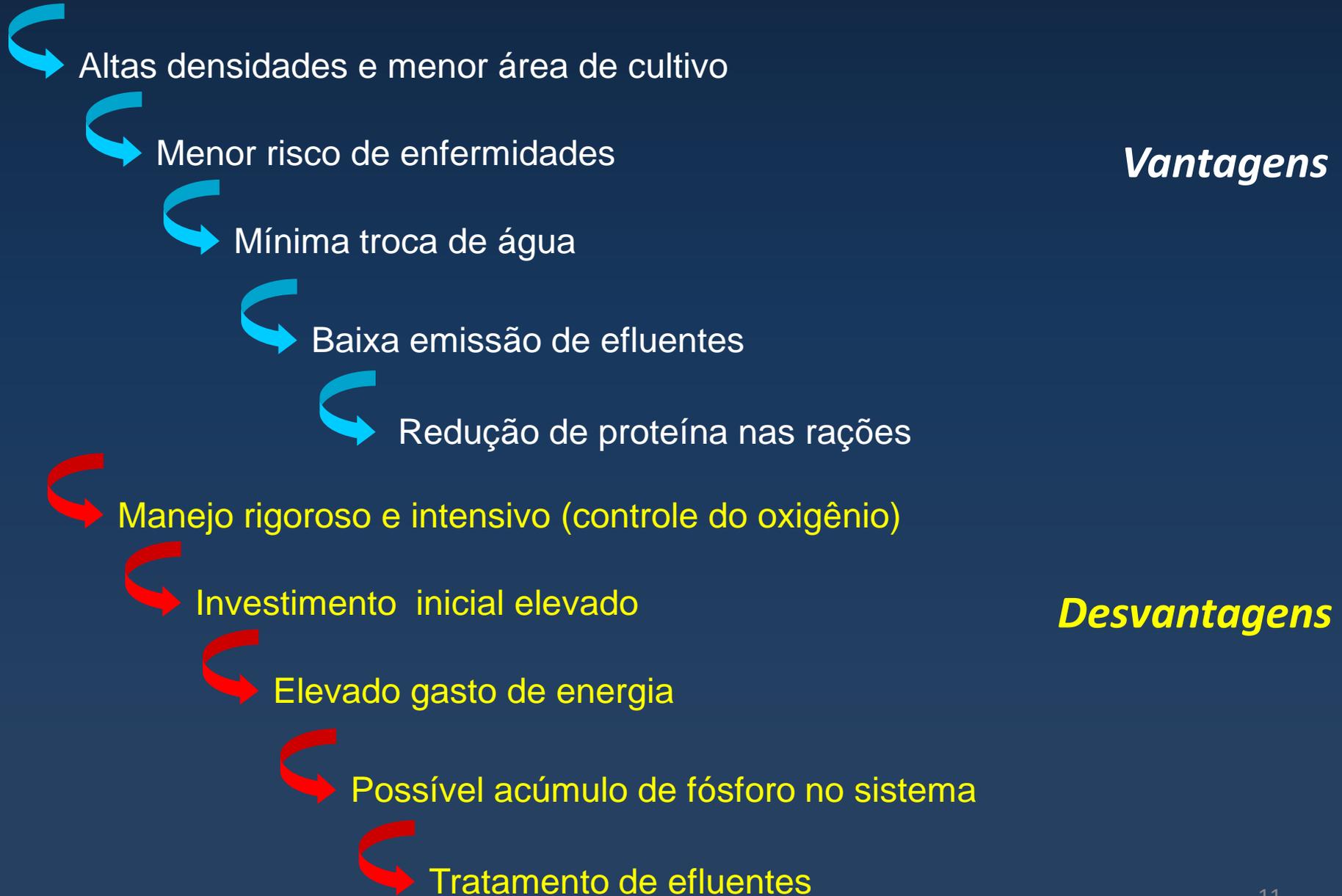
- Baseia-se em sistemas convencionais de tratamento de águas residuais domésticas e é aplicado em ambientes aquícolas.
- A biomassa microbiana cultivada e excretas de peixes e camarões resultam na remoção dos componentes indesejados da água (compostos nitrogenados).
- É baseado no manejo dos viveiros usando mínima troca de água e no desenvolvimento de uma densa população microbiana, através da adição de uma fonte de carbono orgânico.

Sistema BFT

□ Características

- Trabalhar em condições superintensivas
- Viveiros revestidos com manta de polietileno de alta densidade
- Elevadas taxas de aeração (> 25 CV/ha)
- Rações com baixo teor proteico ($< 30\%$ de proteína bruta)
- Elevadas densidades de estocagem de camarões (300 a 500 cam/m²)
- Mínima ou nenhuma troca d'água, e
- Camarões livres de patógenos (SPF)

Carcinicultura marinha - BFT



Carcinicultura marinha - BFT

Sistema heterotrófico

- ✓ reduz os compostos nitrogenados tóxicos
- ✓ favorece a produção de alimento natural na forma de material floculado
- ✓ desenvolve alimento rico em nutrientes para peixes e camarões

(Avnimelech et al., 1994; Avnimelech, 1999; Browdy et al., 2001)

Fonte de carbono orgânico

- ✓ estimula o desenvolvimento de uma biota aeróbica e heterotrófica
- ✓ utiliza o nitrogênio inorgânico disponível no meio para sintetizar proteína e novas células
- ✓ contribui para a formação dos flocos microbianos e consequentemente, melhoram a qualidade da água de cultivo

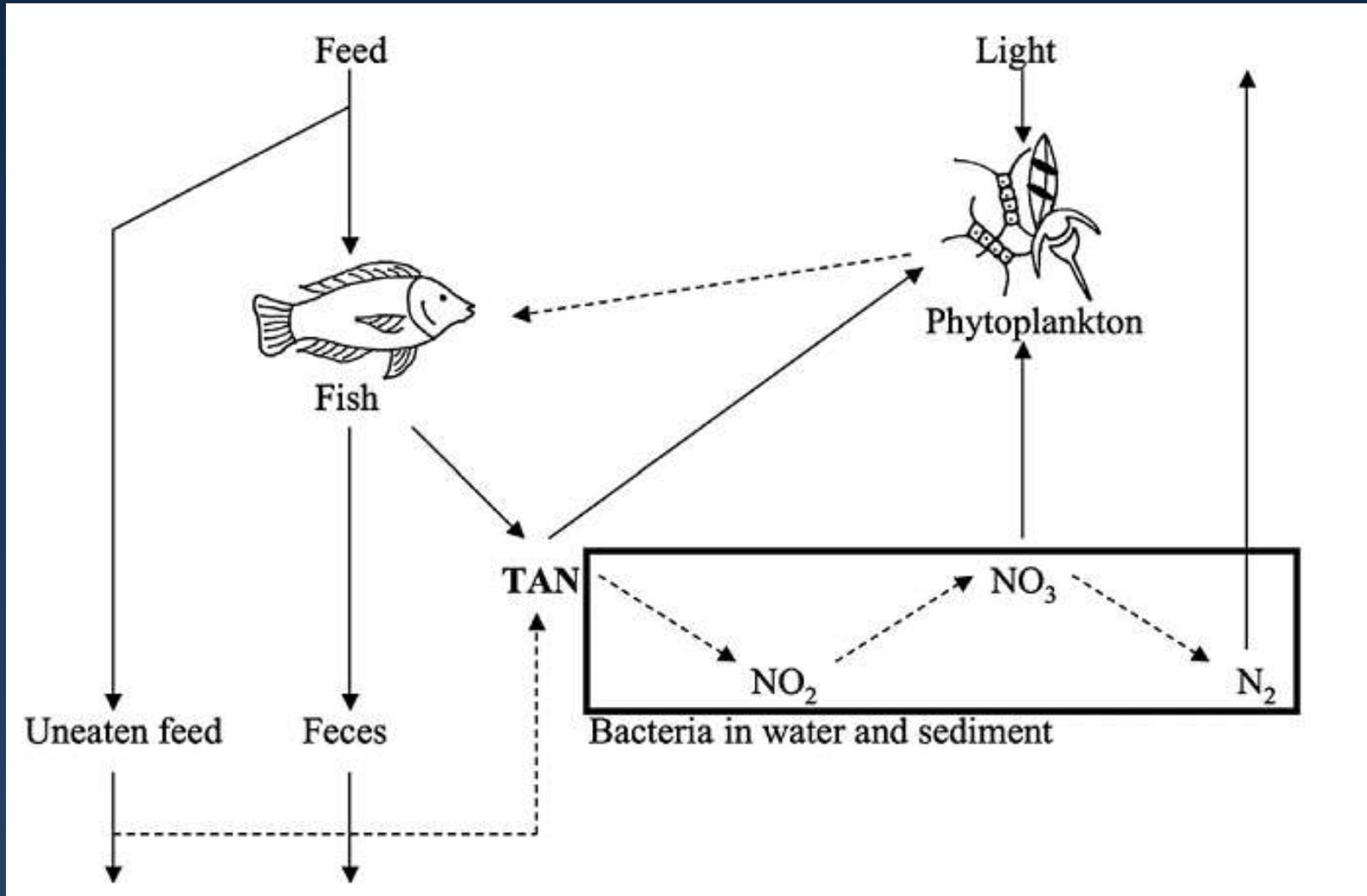
Flocos microbianos ou Bioflocos

O que são flocos microbianos ?

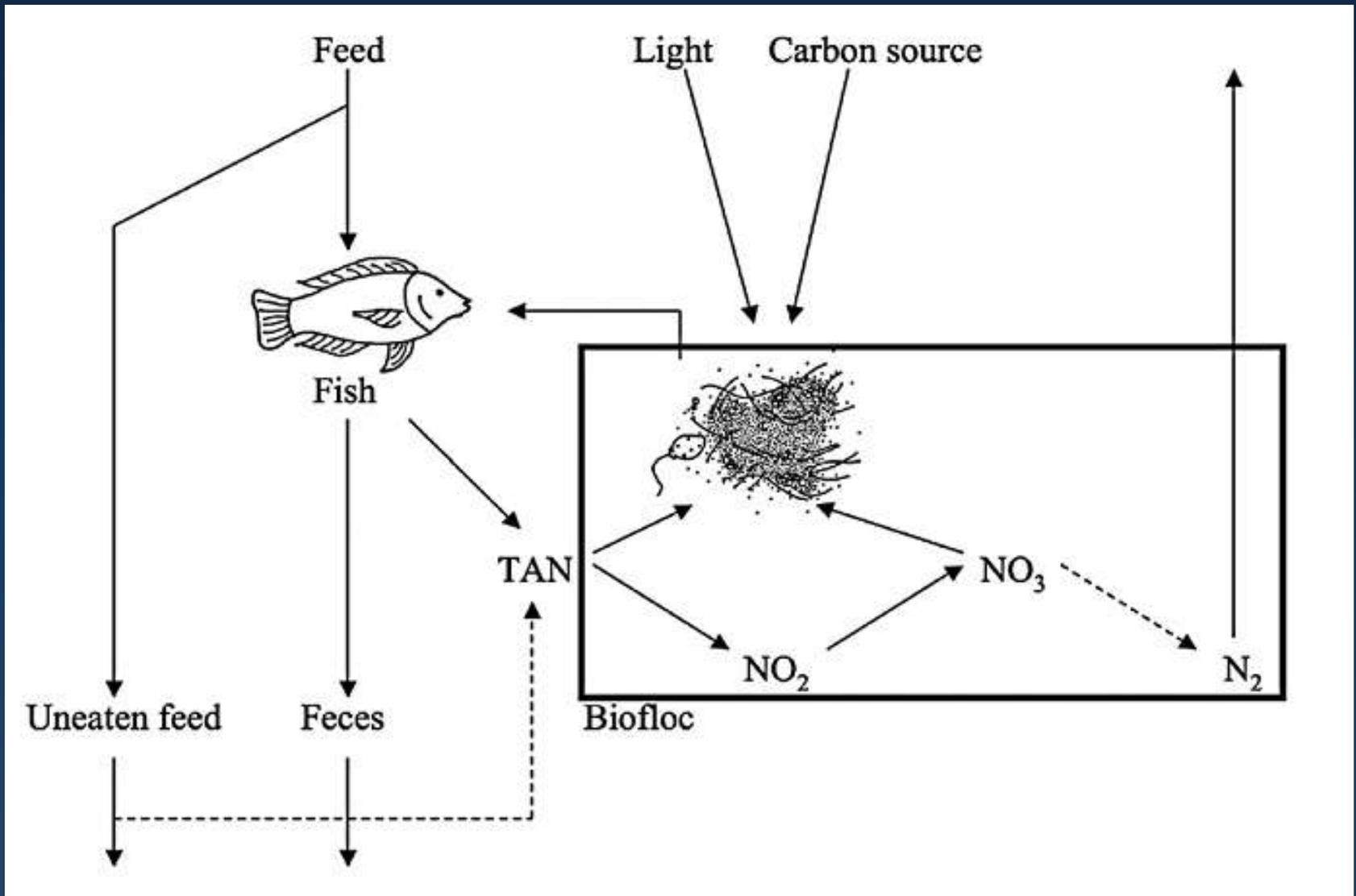
- ✓ Macro-agregados de microorganismos autotróficos, heterotróficos e outros materiais orgânicos e inorgânicos

Quais os componentes dos flocos ?

- ✓ Bactérias, detritos, microalgas, protozoários, restos de organismos mortos, excrementos, exoesqueletos, ...



Ciclo do nitrogênio em viveiros com baixa renovação de água



Ciclo do nitrogênio em sistemas de bioflocos

Carcinicultura marinha - BFT

Indução do crescimento das bactérias heterotróficas

- ✓ Pela adição de carbono orgânico
- ✓ Forte aeração nos tanques de cultivo (PLs requer cuidado especial)
- ✓ Adição de alimentos de baixa proteína

Fontes de carbono orgânico

Açúcares, amido, celulose, glicose, acetato, glicerol, etc



Melaço líquido



Melaço em pó

Controle do Nitrogênio da Amônia Total

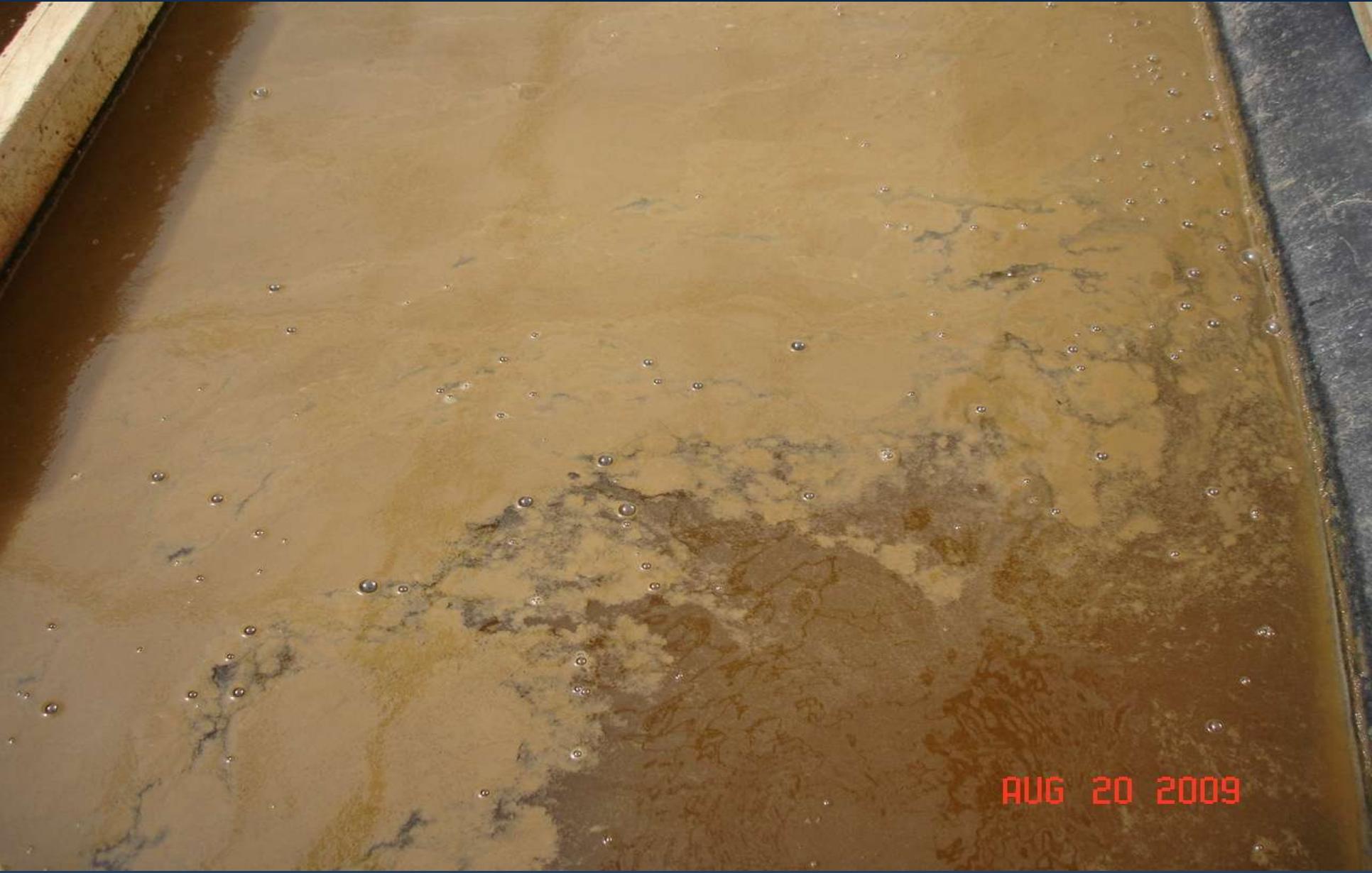


- Cálculo da necessidade de melaço para imobilizar 2 mg/L de N-AT em um *Raceway* (tanque) de 100 m³, com base na relação **C : N = 6 : 1**
- Quantidade de melaço (Densidade específica 1,3) :
 - 100.000 L x 2 mg/L N = 200 g N
 - 200 g x 6 = 1.200 g C : 312 g/L = 3,84 L ou
 - 200 g x 6 = 1.200 g C : 240 g/Kg = 5,00 kg

Cuidados na Aplicação

- Redução dos níveis de Oxigênio
- Adotar fracionamento, se necessário

Concentração de Biofloco



AUG 20 2009

Composição do biofloco

Table 1. Composition of suspended detritus filtered from the water column of intensive zero-water-exchange shrimp ponds receiving 31.5% or 22.5% protein feed (McIntosh, 2000b).

Crude Protein Level of Feed (%)	31.5	22.5	Mean
Composition of Suspended Detritus			
Organic Matter (%)	78	66	72
Ash (%)	21	32	26
Protein (%)	51	35	43
Fat (%)	10	15	12.5
Arginine (%)	2.3	1.61	1.95
Methionine (%)	0.61	0.35	0.48
Lysine (%)	2.5	1.7	2.1

Composição
do
bioflocos

Table 2. Composition of microbial floc collected from outdoor shrimp-rearing tanks managed as intensive microbial reuse systems. Values are ranges and means (dry-matter basis) of 21 samples, except for amino acids, which are based on 12 samples (from Tacon 2000).

Nutrient	Low	High	Mean
Suspended microbial floc, mg/l	31.7	340.1	156.5
Crude protein (N x 6.25), %	24.64	40.6	33.45
Crude lipid, %	0.46	0.83	0.61
Ash, %	22.91	38.54	30.21
Gross energy, cal/g	2656	3207	3014
Carotenoid, mg/kg	60	163	122.7
Phosphorus, %	0.38	2.29	1.44
Potassium, %	0.14	0.95	0.68
Calcium, %	0.45	3.06	1.81
Magnesium, %	0.13	0.48	0.28
Sodium, %	0.43	4.59	2.94
Manganese, mg/kg	9.58	49.64	30.47
Iron, mg/kg	182.42	394.04	342.82
Copper, mg/kg	4.12	95.53	24.5
Zinc, mg/kg	83.58	618.34	365.81
Boron, mg/kg	9.46	48.53	29.19
Amino acid (g/100g protein)			
Isoleucine	1.99	5.69	3.75
Leucine	2.43	8.57	6.87
Methionine	0.89	4.78	3.18
Phenylalanine	1.24	9.05	6.09
Histidine	1.2	1.65	1.4
Threonine	3.98	6.21	4.94
Lysine	2.98	5.32	3.93
Valine	2.76	10.14	6.07
Arginine	5.62	7.5	6.45
Tryptophan	N.A.	N.A.	N.A.

Manejo de Cultivo na Fase Berçário

- ✓ Esterilização dos raceways
água doce clorada (500 ppm – Cloro ativo)
- ✓ Abastecimento dos raceways
água salgada (30 ppt), clorada (10 ppm) e declorada
- ✓ Fertilização
uréia, ácido fosfórico e silicato de sódio
inoculação com *Chaetoceros muelleri* (70,000 cels/mL)
- ✓ Estocagem
5.000 PL/m³ (PL₁₀₋₁₂) de *L. vannamei* (SPF)



Análise da qualidade de água

✓ Diariamente

- Temperatura
- Oxigênio dissolvido
- pH
- Salinidade
- Densidade fitoplanctônica

✓ A cada dois dias

- Turbidez
- Alcalinidade
- Sólidos sedimentáveis (SS)

✓ Semanalmente

- Nitrogênio amoniacal total (TAN)*
- Nitrito (NO_2)*
- Nitrato (NO_3)
- Fosfato inorgânico (PO_4)
- Demanda bioquímica de oxigênio (cBOD_5)
- Sólidos suspensos totais (TSS)
- Sólidos suspensos voláteis (VSS)

Alimentos e alimentação

Dia 1 - 4

- microalgas
- ~40 náuplios de Artemia/PL/dia
- Ração de 55% PB #0 (420-590 μm)

Dia 5 - 26

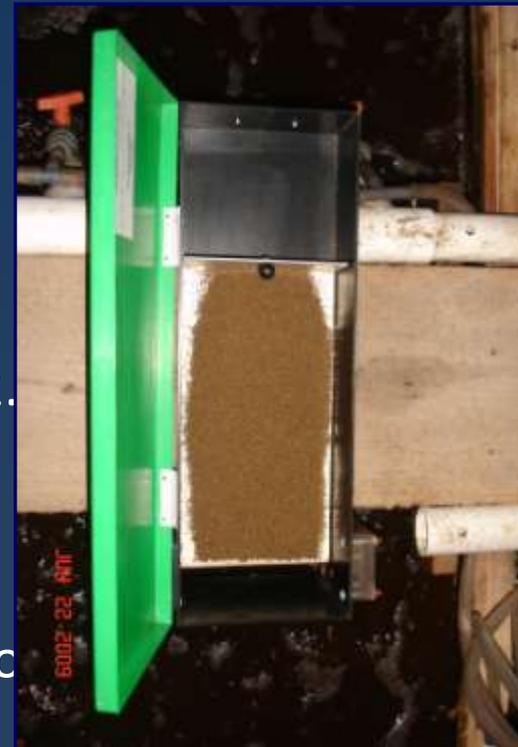
- Ração de 55 e 40% PB #0 e #1 (600-1.000 μm)

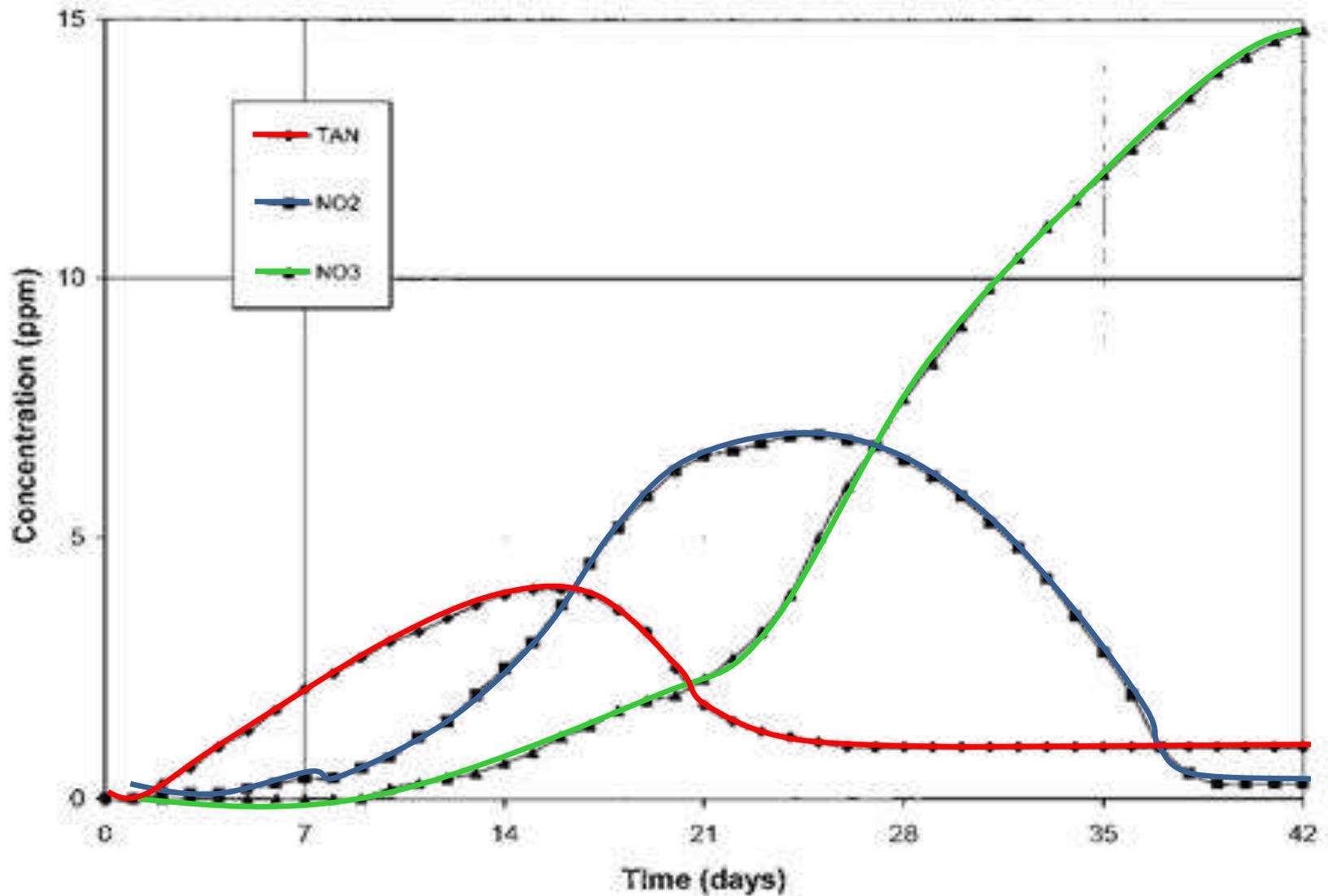
Dia 27 - 62

- duas rações comerciais contendo 30 e 40% PB #2(1.000-1.400 μm); #3(1.410-1.680 μm); #4(1.680-2.000 μm)

Taxa e frequência de alimentação

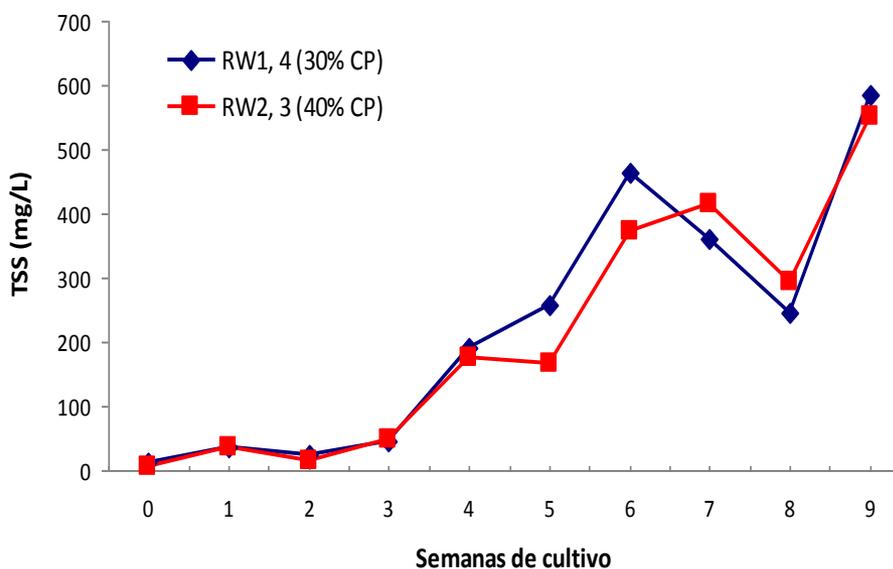
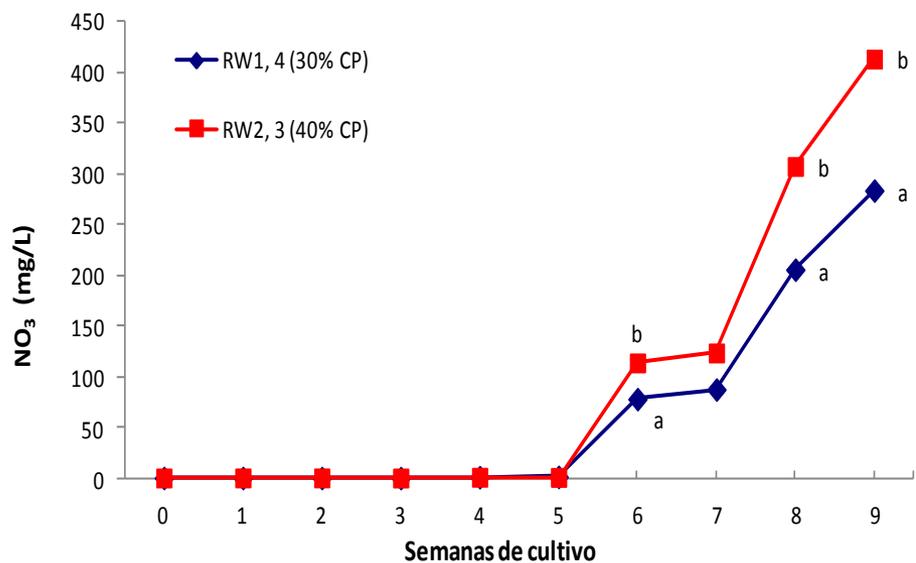
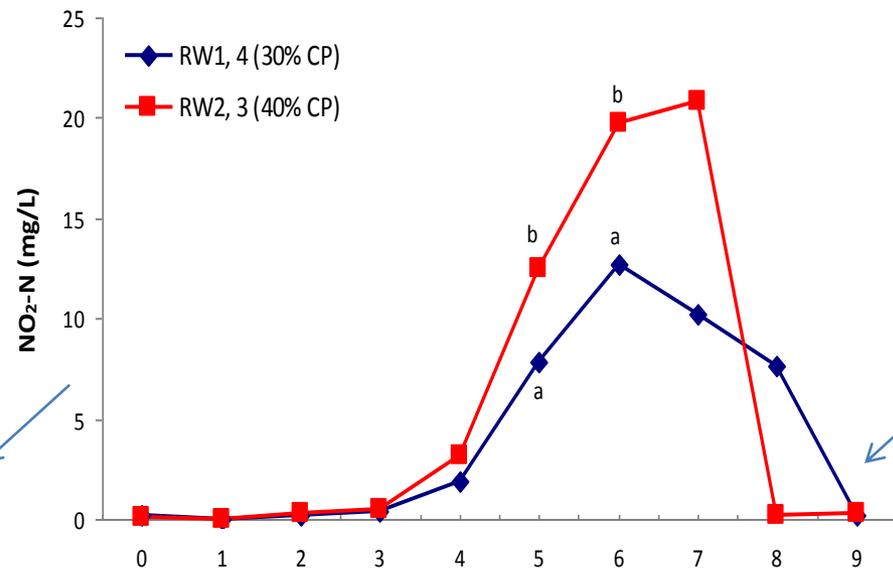
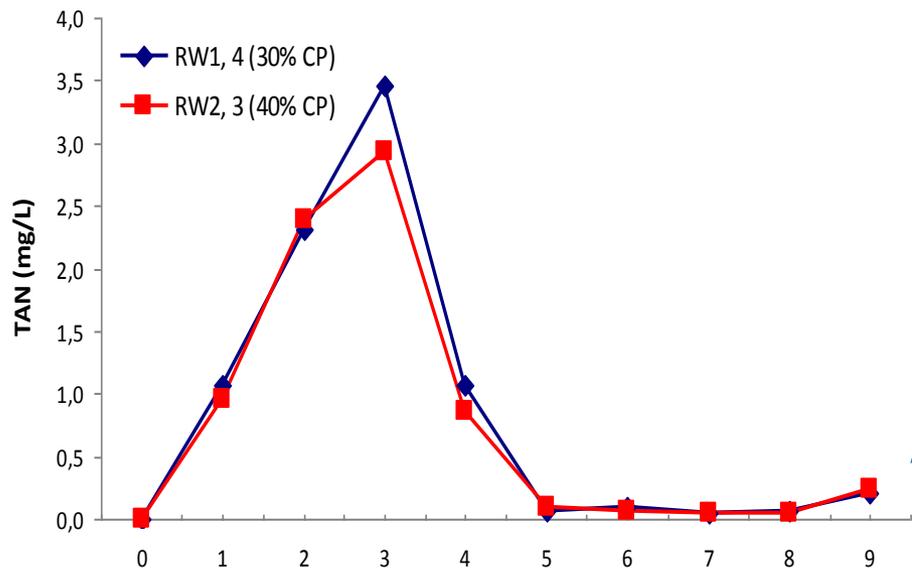
- **50 a 4% da biomassa total**
- 4 vezes ao dia (adicional com alimentador automático)





Typical Startup Curve for a Biological Filter

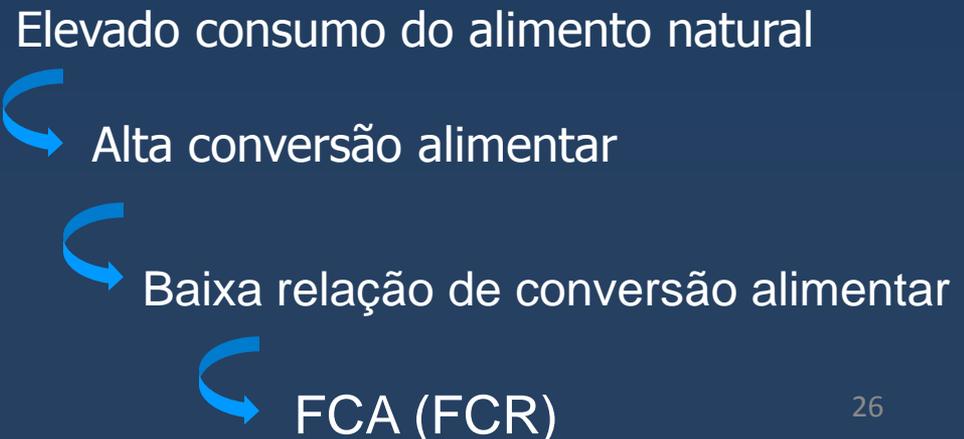
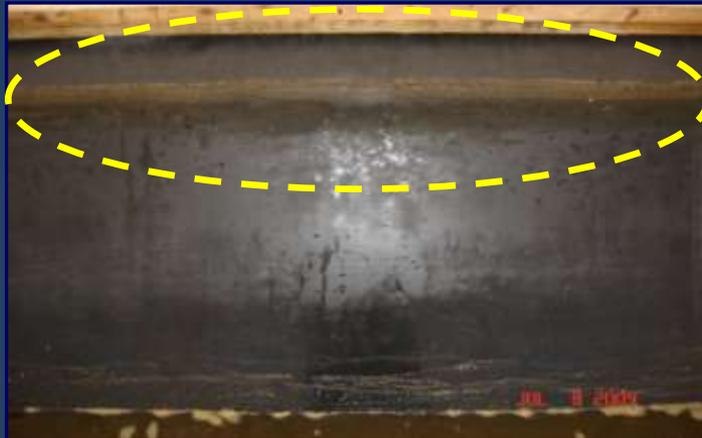
Variação semanal na qualidade da água nos raceways durante a fase berçário



Cultivo na Fase Berçário

Desempenho dos camarões (5.000 PL/m³) após 62 dias de cultivo (P = 0,001 g)

Variáveis	Baixa proteína (30% CP)	Alta proteína (40% CP)
Peso final (g)	0,94 ± 0,00	1,03 ± 0,02
Taxa de crescimento específico (%/dia)	11,03 ± 0,01	11,19 ± 0,05
Sobrevivência (%)	82,29 ± 11,26	84,13 ± 6,07
Conversão alimentar aparente (FCA)	0,91 ± 0,05	0,82 ± 0,05
Rendimento (kg/m ³)	3,70 ± 0,49	4,18 ± 0,23



Cultivo na Fase de Engorda

Médias dos indicadores diários de qualidade de água

Tratamentos	Temp. (° C)		DO (mg/L)		pH		Salinidade (%)
	AM	PM	AM	PM	AM	PM	
FF	29,0	29,7	5,2	4,7	6,9	6,8	30,3
ST	28,8	29,6	5,2	4,8	6,9	6,8	30,8

Médias dos indicadores semanais de qualidade de água

Tratamentos	TAN	NO ₂	NO ₃	cBOD ₅	Alcalin	TSS	VSS	SS	Turb.
				mg/L				mL/L	NTU
FF	0,15	0,31	1030	28	124	499	233	15	219
ST	0,15	0,28	855	29	129	429	200	14	213

Alimentos e alimentação

Dia 1 - 7

- Ração Rangen 30% PB #4 (1.680-2.830 μm)
- Ração Hyper-Intensive Zeigler 35% PB

Dia 8 até o final do cultivo

- Ração Hyper-Intensive Zeigler 35% PB

Alimentação

- Ajuste da ração com base no FCA (1,3), crescimento (1,5 g/semana) e na taxa de mortalidade (0,5%/semana)

Frequência

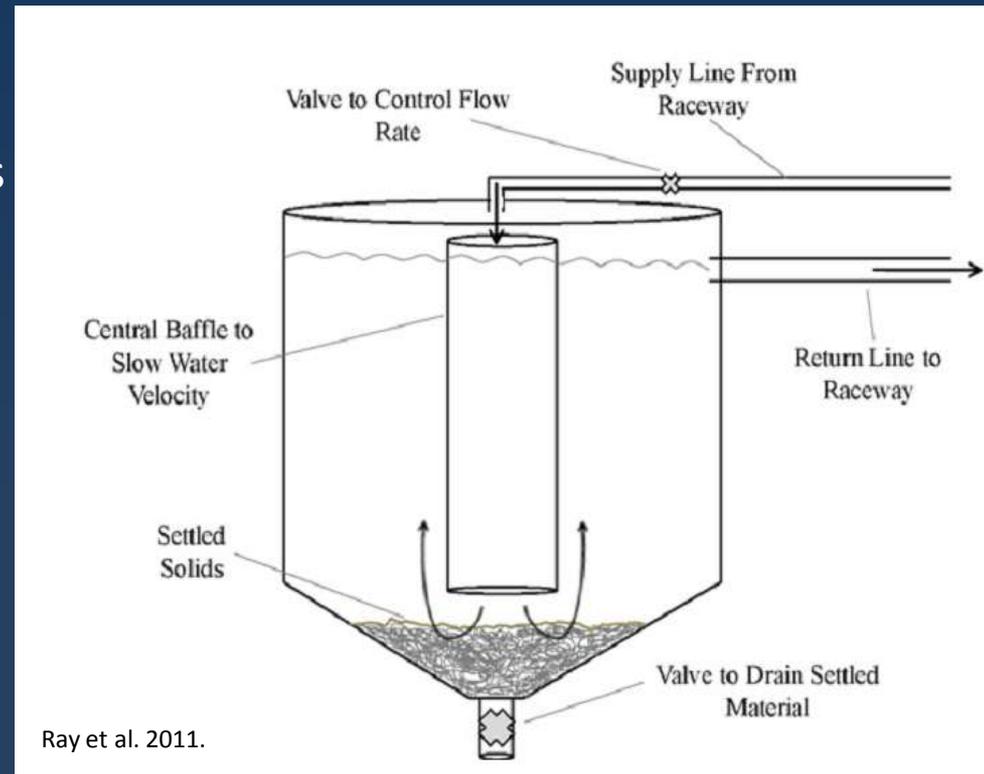
- **Dia 8 – 18** → 4 vezes ao dia
- **Dia 19 até o final do cultivo** → 2/3 fornecida 4x/dia + 1/3 fornecida a noite através do alimentador automático.

Manejo dos sólidos suspensos

Tanques de sedimentação são muito eficazes se devidamente configurados e operados

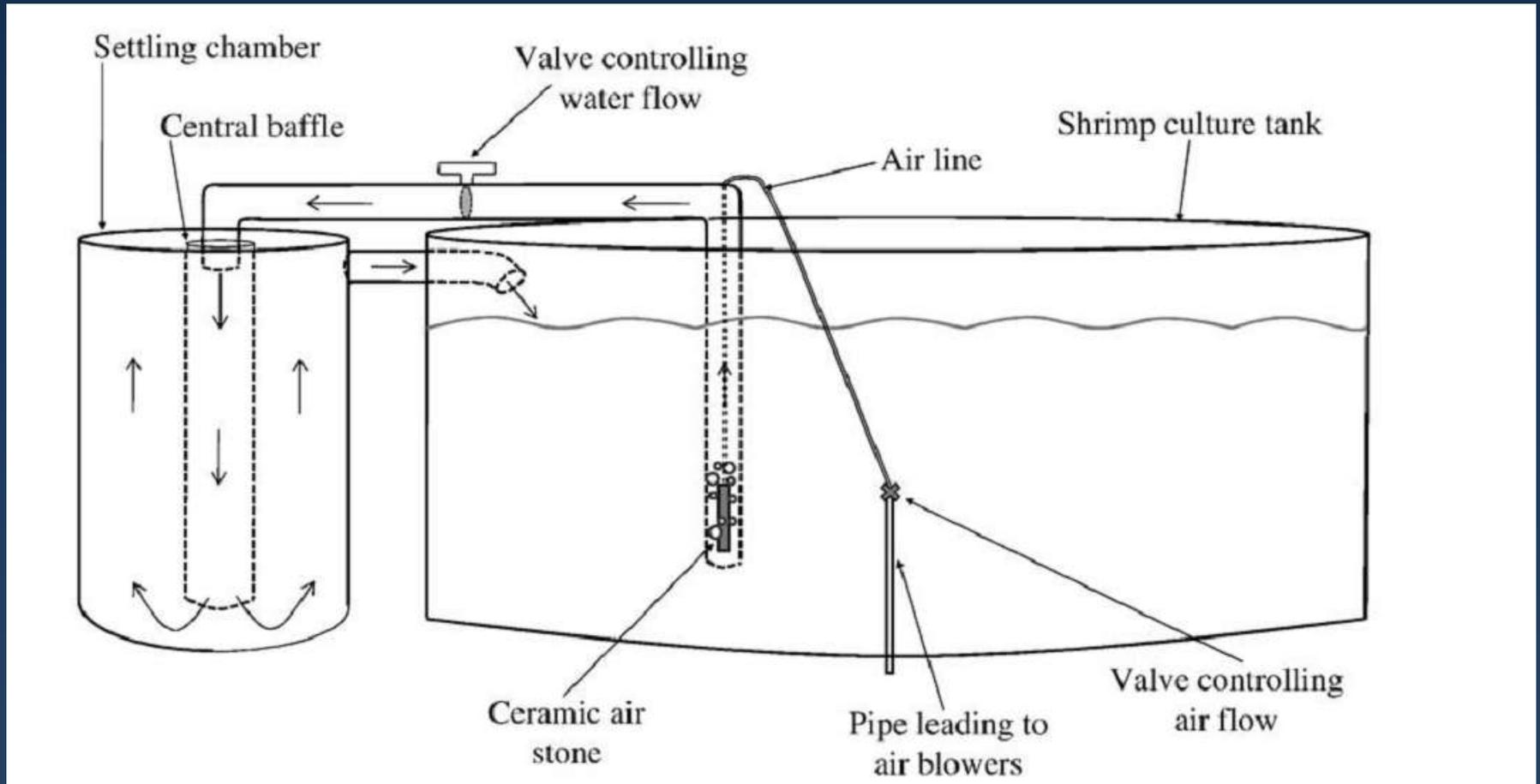
Sedimentação → é a separação por gravidade, é uma das tecnologias mais simples disponíveis para controlar partículas sólidas na água

Requerem pouca entrada de energia, são relativamente baratos para instalar e operar, não exigem habilidades operacionais especializadas, e podem ser facilmente incorporados nas instalações aquícolas



Manejo dos sólidos suspensos

Tanque de Sedimentação



✓ Controle dos sólidos suspensos (SS e SST)

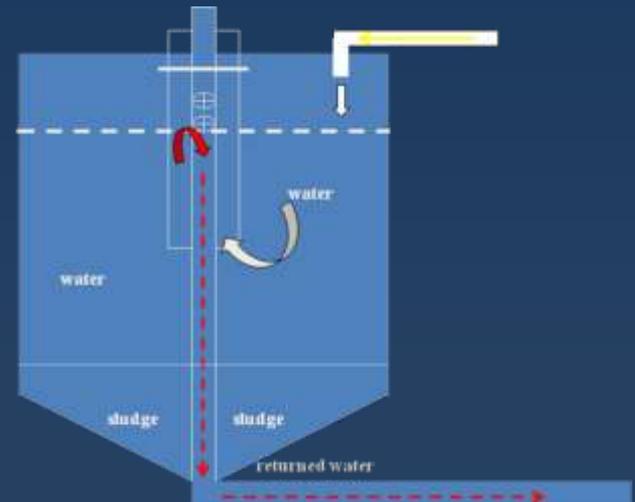


Cones Imhoff

Fracionador de espuma



Tanque de sedimentação



$10 < SS < 30\text{mL/L}$
 $400 < SST < 500 \text{ mg/L}$

Despesca



Cultivo na Fase de Engorda

Desempenho do cultivo dos camarões (450/m³) durante 108 dias (Pi=0,99 g)

Raceways Tratamentos	Peso Final (g)	Crescimento (g/sem)	Rendimento (kg/m ³)	Sob (%)	FCR	Uso de água (L/kg cam)
ST (RW 1)	21,96	1,36	9,34	94,54	1,60	126
ST (RW 4)	21,81	1,39	9,52	94,51	1,57	107
FF (RW 2)	22,51	1,35	9,51	96,86	1,53	108
FF (RW 3)	22,40	1,39	9,75	96,26	1,57	98

ST – Tanque de sedimentação

FF – Fracionador de espuma

Resultados parciais 10/08/2012



RW (m ³)	Densidade (J/m ³)	Cresc (g/sem)	FCA	Sob (%)	Tempo (dias)	Rendimento (Kg/ m ³)
100	500	2,15	1,45	80	64	8,9-9,2
40	500			85-93	68	8,5-9,9

Cultivo na Fase de Engorda



Aspectos Econômicos*

Investimento total = US\$ 992.000 (dólares americanos)

Custos variáveis de produção de camarão = **US\$ 4,82/kg**

Custos fixos de produção = **US\$ 0,70/kg**

Custo de produção total = US\$ 5,52/kg de camarão produzido

Preço de venda do camarão de 22 g = **US\$ 7,20/kg**

Lucro = rendimento líquido incluindo todos os custos = **US\$ 1,68/kg**

A análise econômica efetuada com os dados de produção, envolvendo taxas de estocagem de 500 juvenis/m³ e alta sobrevivência (> 90%), pode fazer o sistema de recirculação de camarão rentável, uma vez que o preço de venda pode cobrir os custos de produção.

Uma operação bem-sucedida de sistemas de cultivo super-intensivo com pouca ou nenhuma troca d'água pode fazer a carcinicultura muito mais sustentável e produtiva.

*** 10 Tanques 500m³: 8 E + 2 B) + Equipamentos**

Aplicabilidade ao sistema de cultivo tradicional

❑ Sistema de Cultivo Semi-intensivo e Intensivo

1. Produção de pós-larvas



Laboratório de larvicultura

Pós-larvas: $S \sim 30 \text{ ‰} \rightarrow 10 \text{ ‰}$

2. Fazenda de Cultivo

* Fase de Berçário

* Fase de Engorda



Estrutura dos raceways

Tanques de 40 m³ (68,5 m²), revestidos com polipropileno (EPDM - ethylene propylene diene monomer)

Divisão central em fibra de vidro posicionada sobre um tubo de PVC 2" com spray nozzles



Airlifts

Difusores de ar

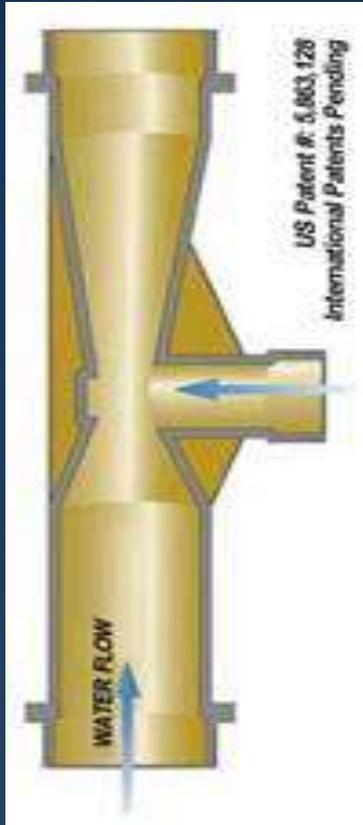


Spray nozzles (bicos injetores)



Estrutura dos raceways

❑ Sistema de aeração



Compressores radiais +

Venturi



mistura de oxigênio e ar

(Água : Ar = 1:1)

Estrutura dos raceways

❑ Sistema de aeração

(Emergencial)



Oxigênio gás



Oxigênio líquido

Estrutura dos raceways

□ Controle do oxigênio dissolvido



YSI 5200 Recirculating System Monitor

Estrutura dos raceways

- ❑ Segurança do sistema de aeração



Válvula que aciona o sistema telefônico



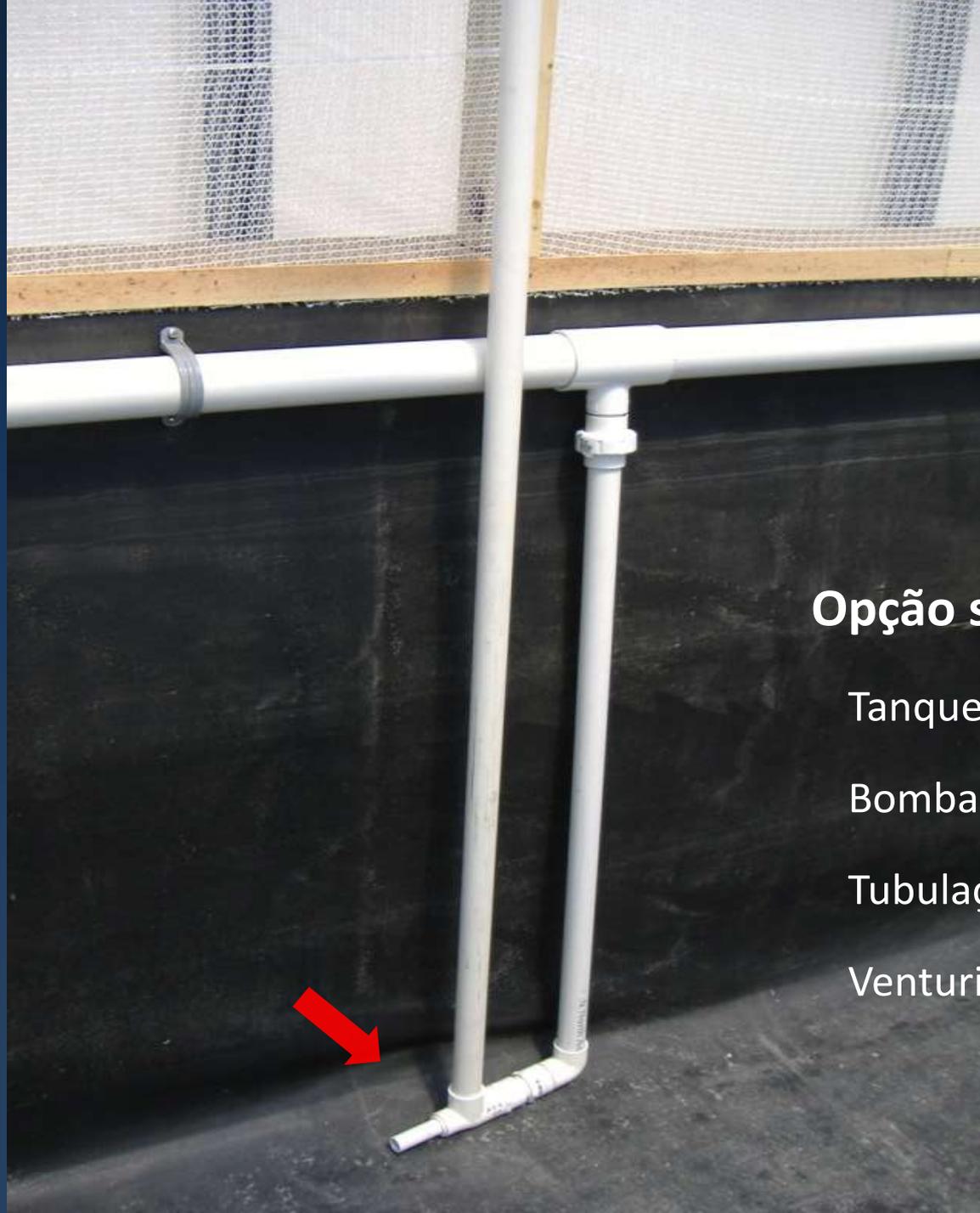
Sistema que aciona telefones

Injetor Taeration®

a^3

1 : 3

Água : Ar



Opção simplificada

Tanque

Bomba centrífuga

Tubulações

Venturi, Taeration, a^3

Estrutura dos raceways

□ Interna



Raceways com geomembrana

**Estrutura das
paredes de madeira**



**Estrutura das
paredes de alvenaria**





Panorama da AQUICULTURA

Ciclo	Densidade (c/m ²)	P.Inicial (g)	P.Final (g)	CA	Sob (%)	Tempo (dias)	Rendimento	
							Kg/ha	Kg/m ³
# 1	100	0,08	10,1	1,32	63	65	6.360	0,636
# 2	118	0,05	9,0	1,25	75	70	7.975	0,797
# 3	100	0,90	9,5	1,15	75	64	6.750	0,675

Fonte: Poersch et al. (2012) / FURG

Medidas de segurança adotadas:

- Rodolúvios;
- Restrição de acesso à fazenda;
- Pedilúvio e higienização do pessoal operacional;
- Dispositivos para evitar acesso de pássaros e caranguejos;
- Instalação de geomembrana;
- Cloração da água que ingressa nos viveiros antes da produção.

BIOFLOCOS

camarão saudável já está sendo produzido no foco da mancha branca em SC





Manejo inicial do sistema

☐ Manejo da água

- ✓ Filtragem da água (165 μm) – remoção de predadores
- ✓ Esterilização da água (500 ppm)
- ✓ Fertilização inorgânica
- ✓ Inoculação de microalgas
- ✓ Fertilização orgânica
- ✓ Controle dos níveis de amônia



Planejamento de uma Fazenda com BFT

**Tanques berçários para suprimento de juvenis
e tanques de engorda para produzir anualmente:**

162 tons de camarão medio (>10g) - Opção 1

ou

144 tons de camarão grande (>20g) – Opção 2

Opção 1: Raceways (125 m³) berçários ... 06

RW (500 m³) engorda 12

Option 2: Raceways (125 m³) berçários ... 03

RW (500 m³) engorda 12

BFT Farm

Planejamento de produção de RW bercários

Nursery Phase	Number of Raceway Tanks-RW (*)
Tank volume	125 m ³
Stocking density	5.000 PL ₁₀₋₁₂ /m ³
Tank population	625.000 PL ₁₀₋₁₂
Culture time	50 days (< 2 mo)
Estimate survival (?)	80%
Estimate final weight	~ 1 g / Juvenil
Estimate juveniles harvested	500.000 Juveniles (for 2 GO-RW)
Number of cycles per year	6
Productivity	3 million Juveniles / RW / yr

(*) 06 RW berçários (125m³) + 12 RW engorda (500 m³) >>> 162 t cam (> 10g);

03 RW berçários (125m³) + 12 RW engorda (500 m³) >>> 144 t cam (> 20g).⁵²

BFT Farm

Planejamento de produção de RW de engorda para produzir **162 t** de camarão (>10g) por ano *ou* **144 t** de camarão grande (>20g) por ano

Number of Raceway Tanks	N = 12	N = 12
Tank volume	500 m ³	500 m ³
Stocking density	500 Juveniles (~1g)/m ³	500 Juveniles (~1g)/m ³
Tank population	250.000 Juveniles	250.000 Juveniles
Culture time	110 days (< 4 mo)	50 days (< 2 mo)
Estimate survival	80%	90%
Estimate shrimps harvested	200.000 shrimps	225.000 shrimps
Shrimp final weigth	> 20 g	> 10 g
Production	4.000 kg	2.250 kg
Yield	8 kg/m³/cycle	4.5 kg/m³/cycle
Number of cycles per year	3	6
Productivity	> 12 ton/RW/yr	> 13,5 ton/RW/yr
Total annual production (x12 RW)	> 144 ton/yr	> 162 ton/yr ⁵³

Experiências



Venturi baiano, Produtor da Bahia

Experiências



Venturi artesanal, UFRPE



Obrigado!



FINEP / RECARCINA

Eudes Correia

ecorreia@depaq.ufrpe.br; escorreia@uol.com.br

(81) 3320-6517