



Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Departamento de Pesca e Aquicultura (DEPAq)

Laboratório de Sistemas de Produção Aquícola (LAPAq)

Cultivo de tilápia e camarões com sistemas multitróficos e tecnologia de bioflocos

Prof. Eudes de Souza Correia (Dr)
Área de Aquicultura

Principais cadeias produtivas da aquicultura



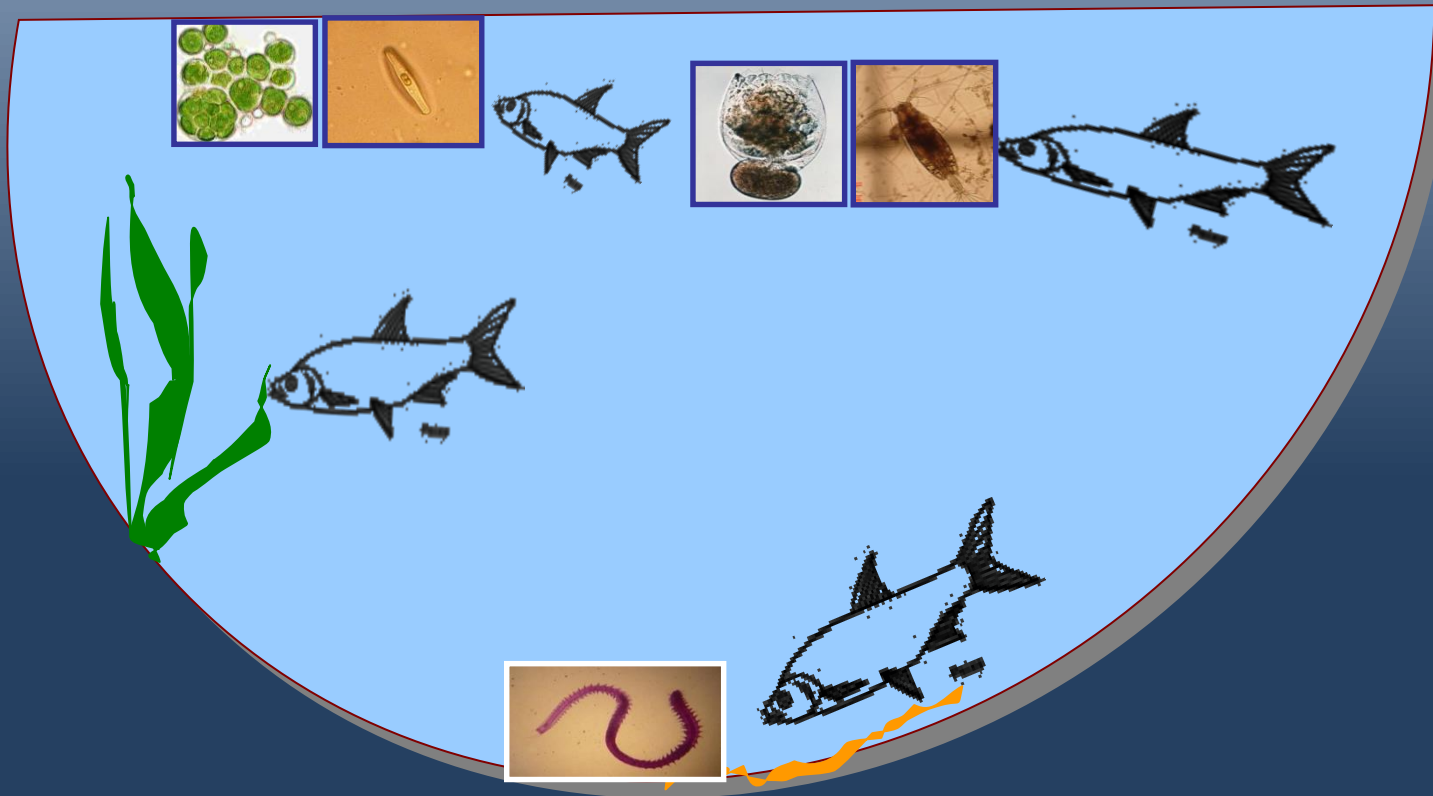
Camarão *Litopenaeus vannamei*



Tilápia *Oreochromis niloticus*
(linhagem Chitralada)

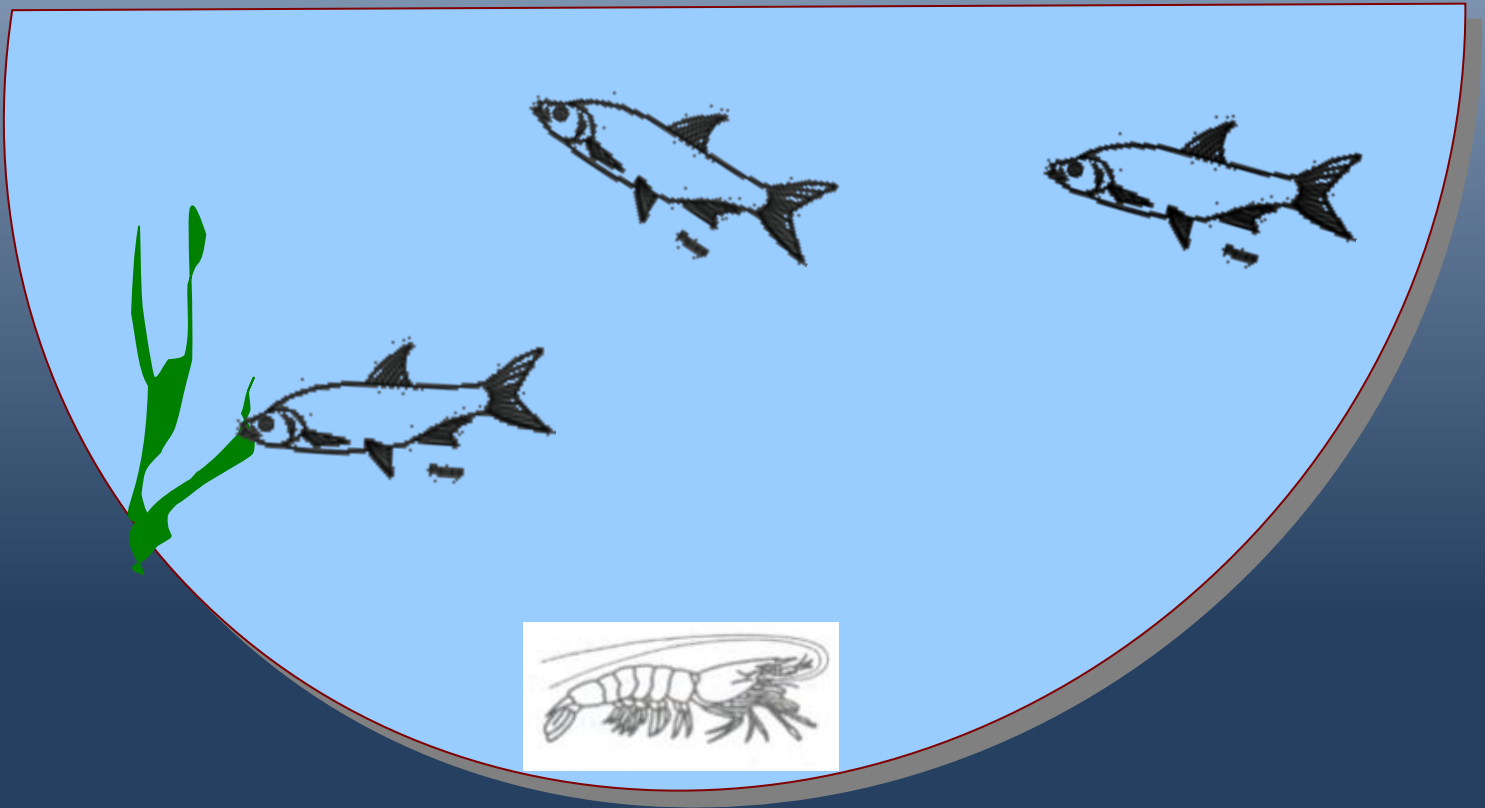
Multitrófico

Peixe x Peixe

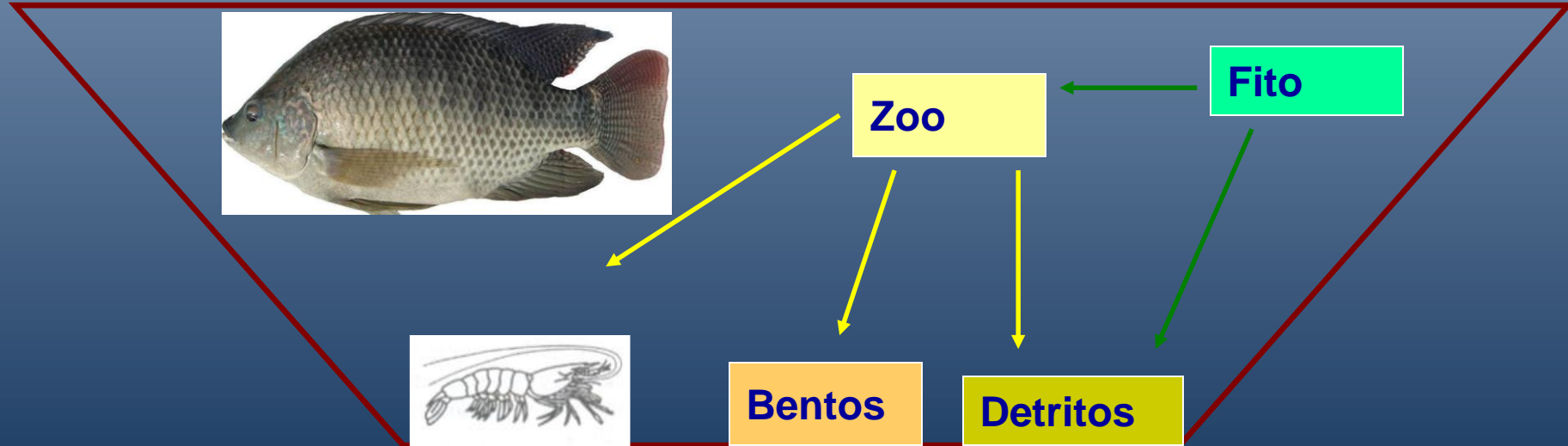
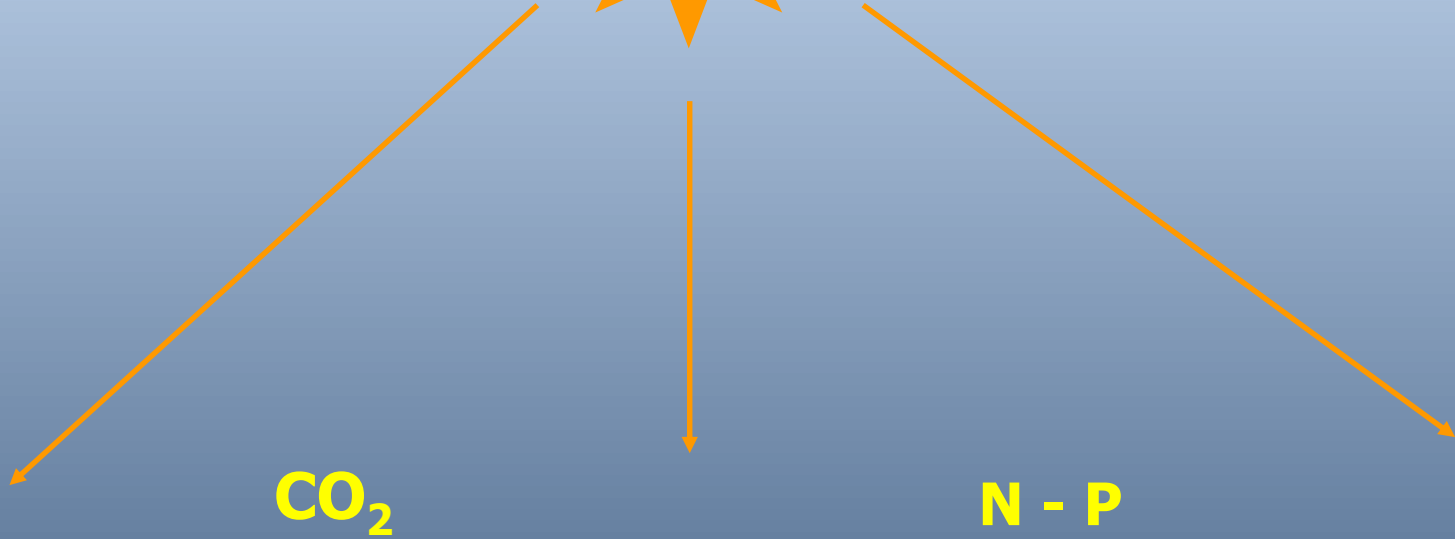
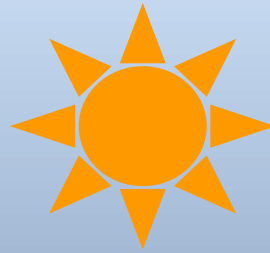


Multitrófico

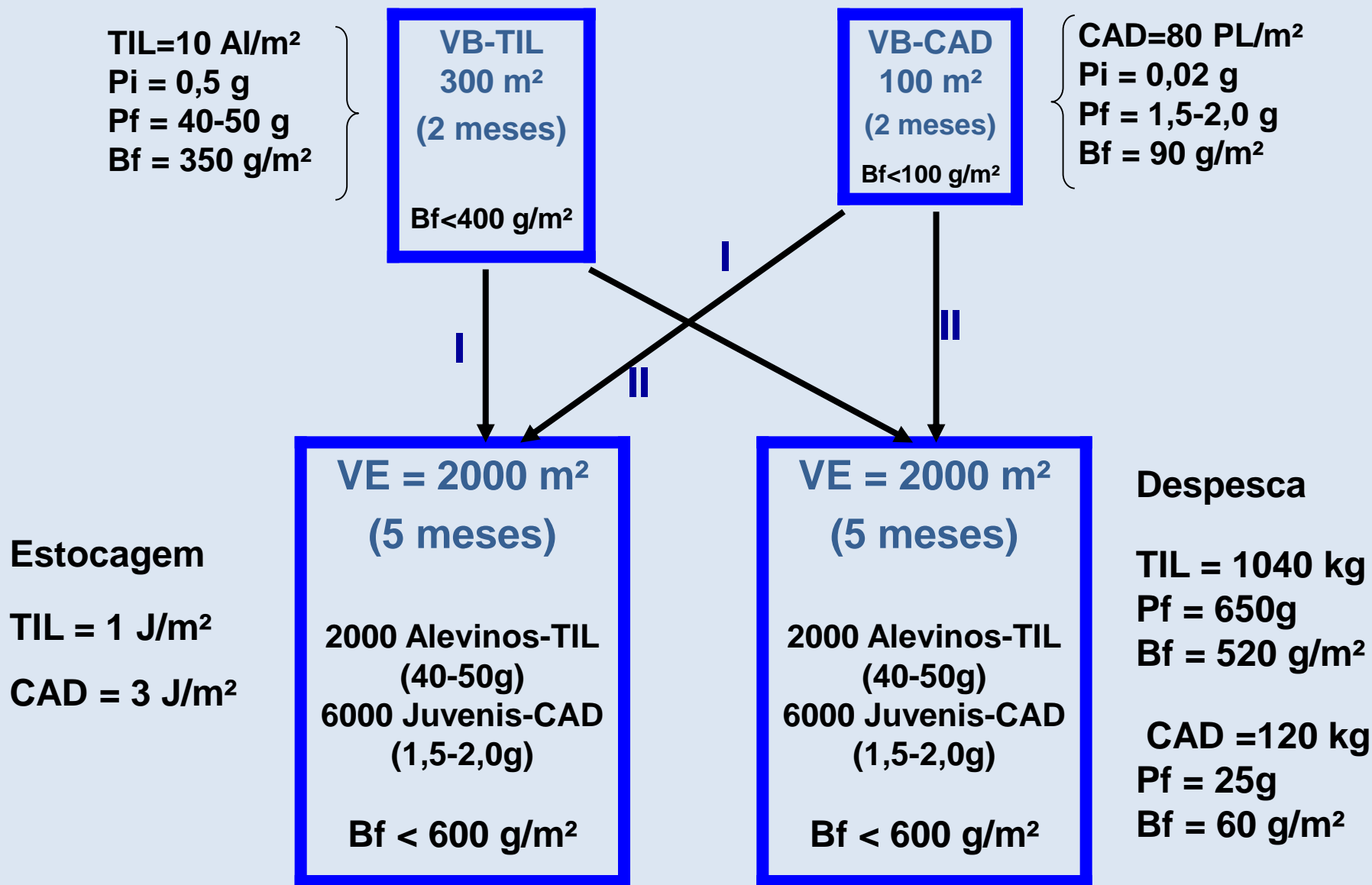
Peixe x Camarão



Cadeia Trófica



Módulo de produção de 0,4 ha: Peixe=4160; Camarão=480 kg/ano



Produtividade: Peixe=10400 kg/ha/ano; Camarão= 1200 kg/ha/ano

Resultados do Policultivo



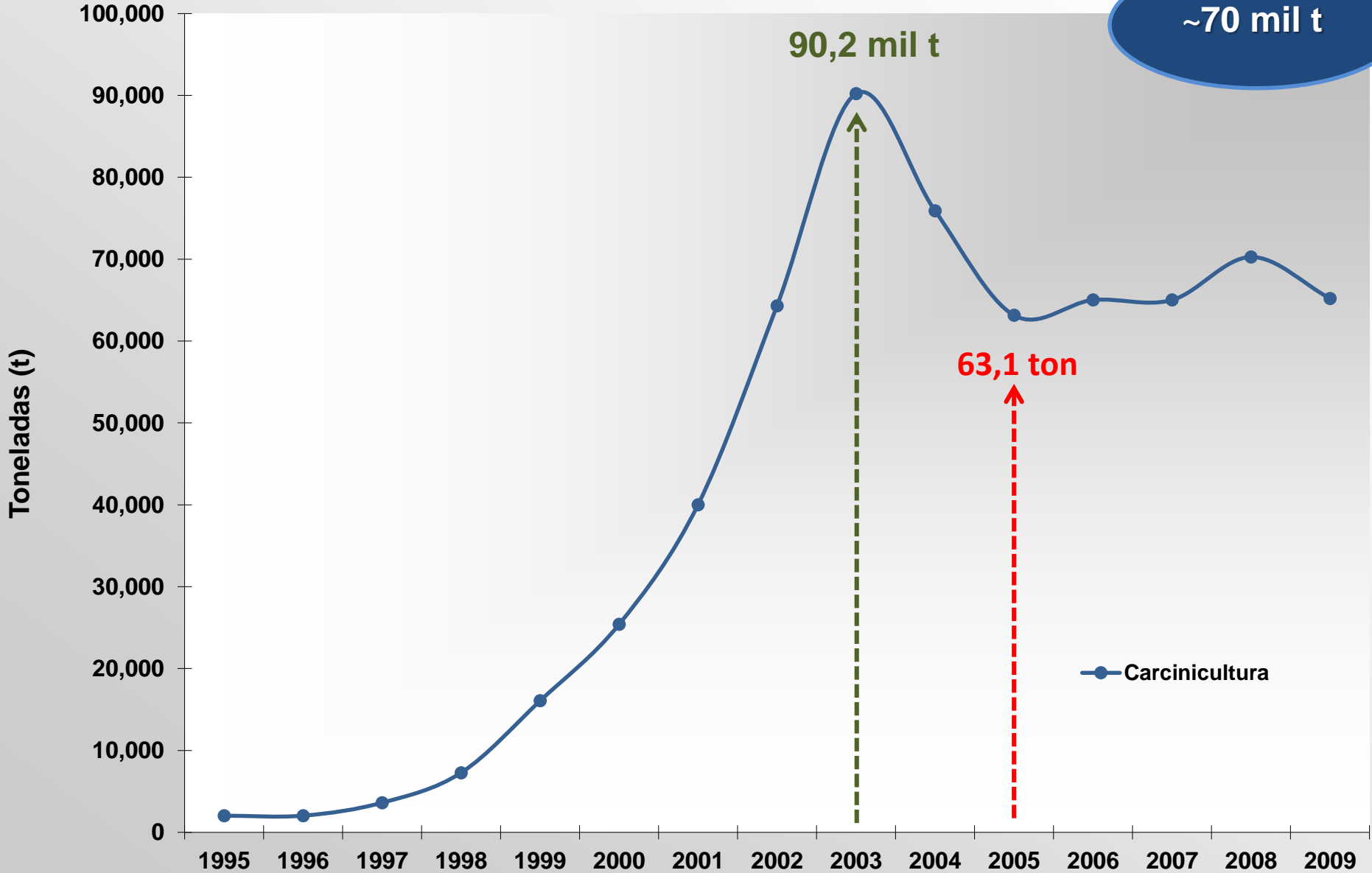
- **Produção de peixe**



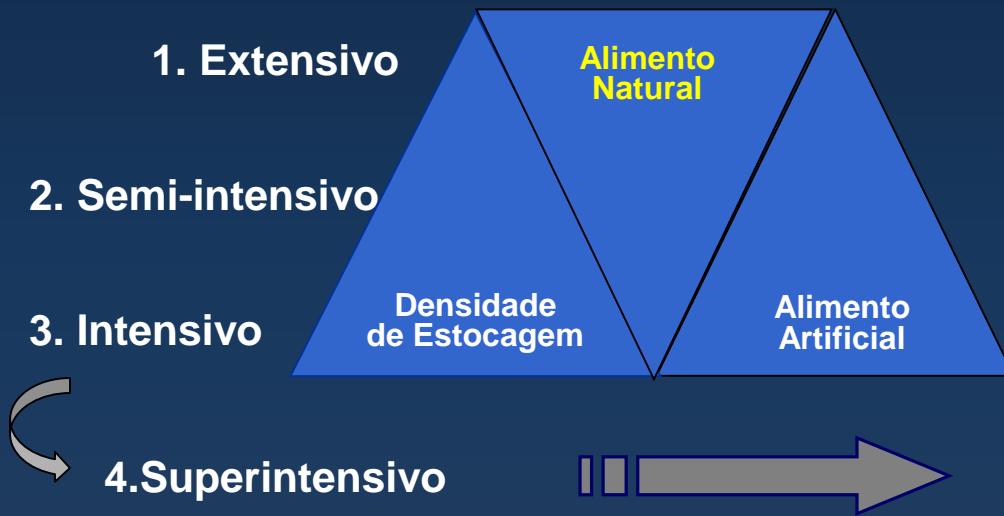
- **Incremento de rendimento (produção adicional de camarão)**

Melhor condição ambiental

Evolução da Produção de Carcinicultura de 1996 a 2009



Sistemas de cultivo



Açudes

Viveiros sem aeração

Viveiros com aeração

Cultivos superintensivos – Raceways (BFT)

e

Tanques-rede (Tilápia)



Waddell Mariculture Center, SC, USA

Composição do alimento natural

Microalgas	Proteínas (%)	Lipídios (%)	Observações
Chlorophyta	17,6	3,7	
Cianophyta	31,3	8,3	
Bacillariophyta	30,7	9,9	↑AGE (HUFA)
Zooplankton			
Rotifera	64,3	20,3	
Cladocera	56,5	19,3	
Copepoda	52,3	26,4	
Bentos			
Polichaeta	53,0	11,5	
Oligochaeta	50,2	11,9	
Chironomidae	55,8	5,6	

Sistema de cultivo heterotrófico (?)

Israel anos 90's




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 reduzido teor proteico (?)
- Elevadas densidades de estocagem
- Mínima ou nenhuma troca d'água, e
- Camarões/peixes livres de patógenos (SPF)

Tecnologia de bioflocos - BFT

 Altas densidades e menor área de cultivo

 Menor risco de enfermidades

 Mínima troca de água

 Baixa emissão de efluentes

 Redução de proteína nas rações (?)


Vantagens

 Manejo rigoroso e intensivo (controle do oxigênio)

 Investimento inicial elevado

 Elevado gasto de energia

 Possível acúmulo de fósforo no sistema

 Tratamento de efluentes

Desvantagens

Cultivo de tilápias e camarões - BFT

Tecnologia de bioflocos

- ✓ 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

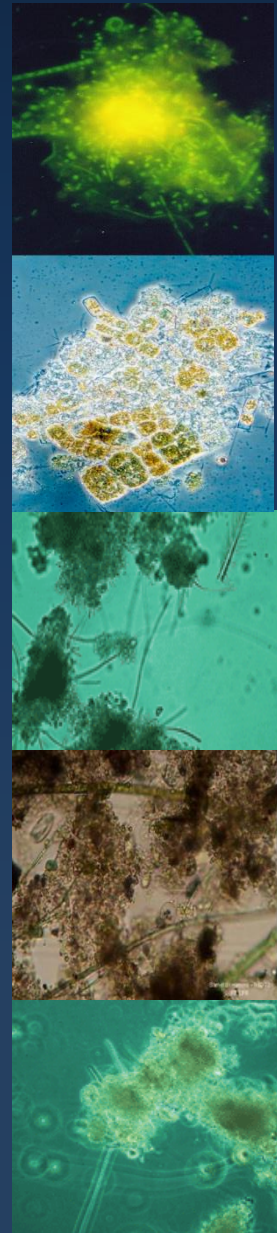
Flocos microbianos ou Bioflocos

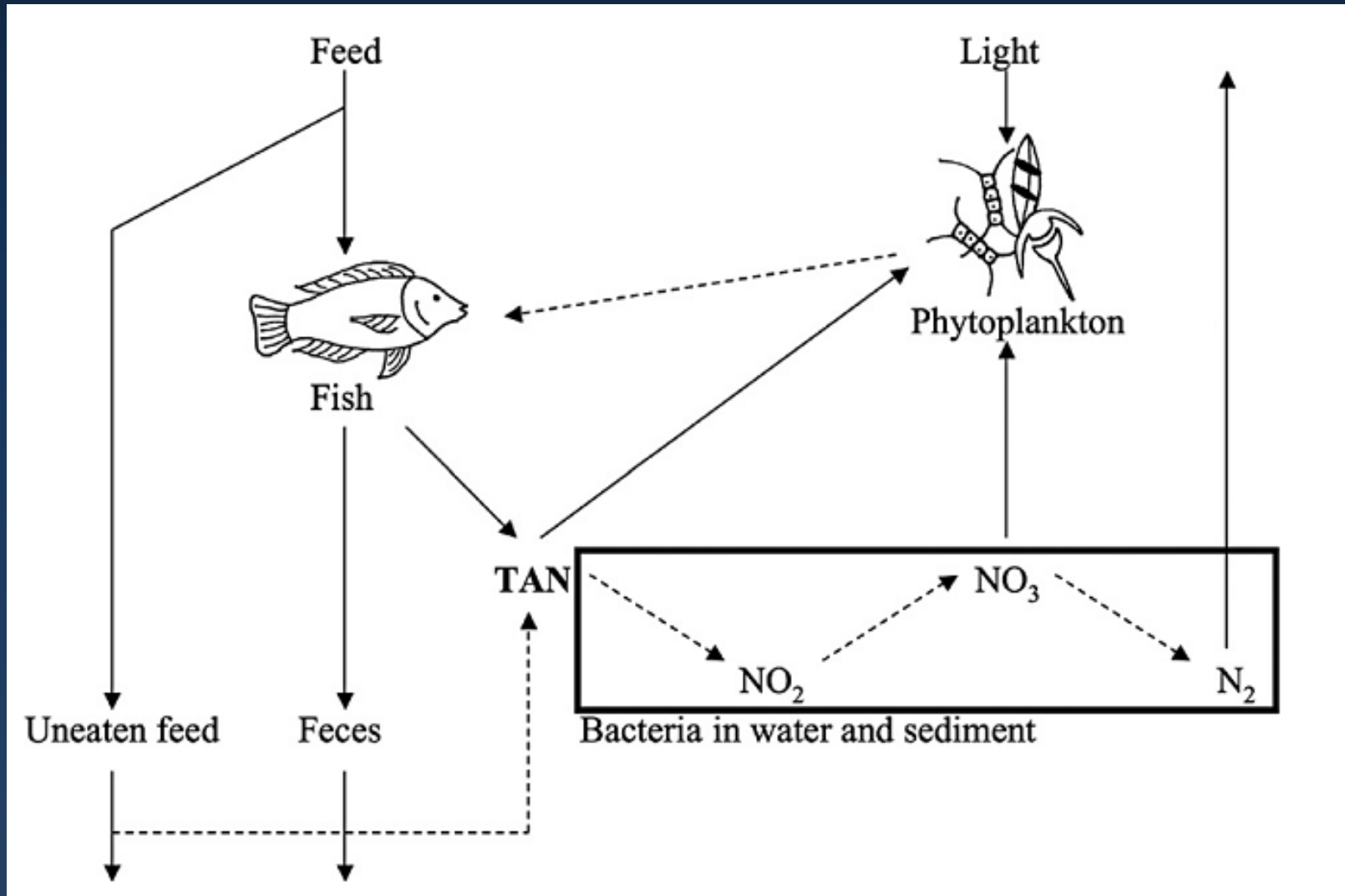
O que são flocos microbianos ?

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

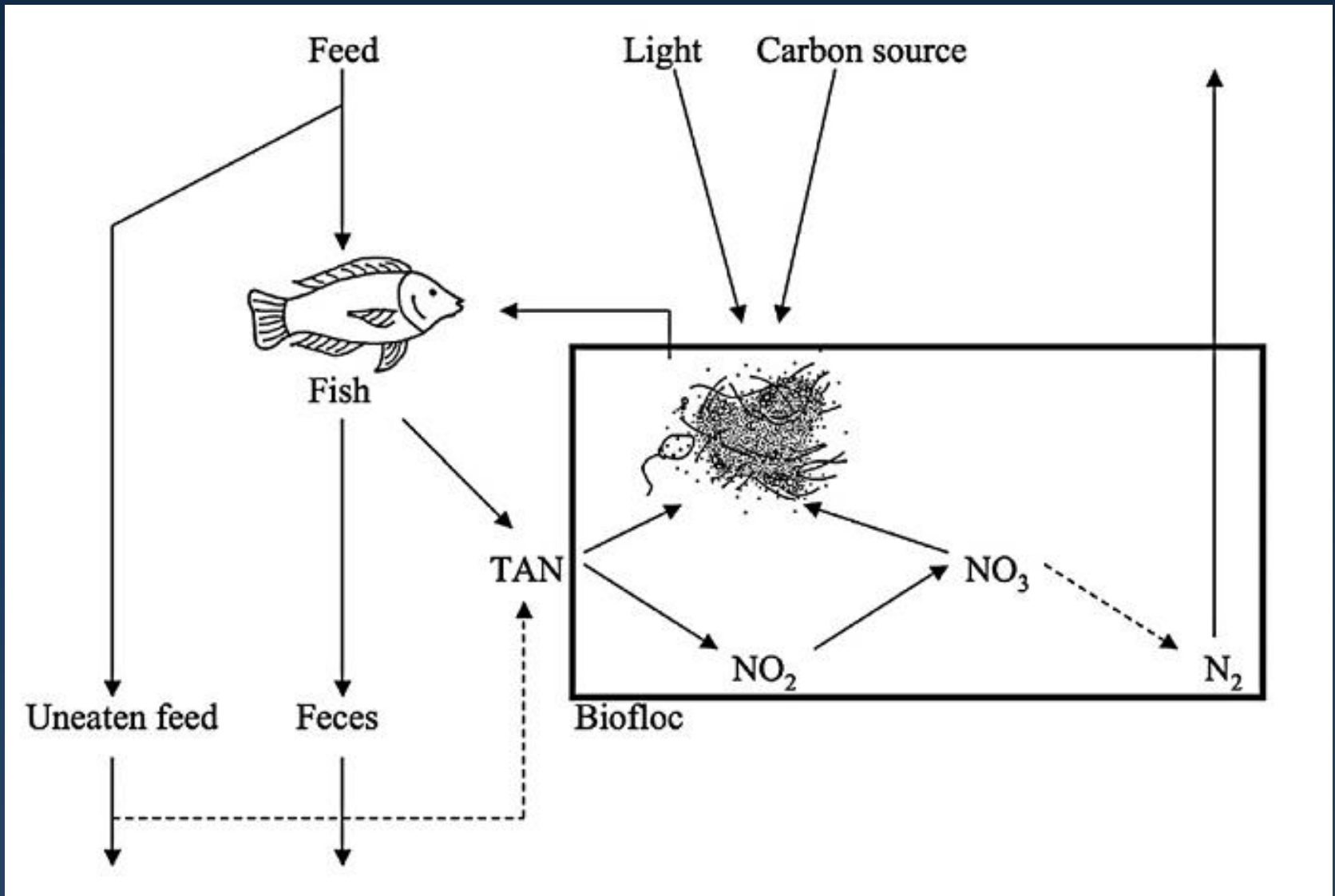
Quais os componentes dos flocos ?

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

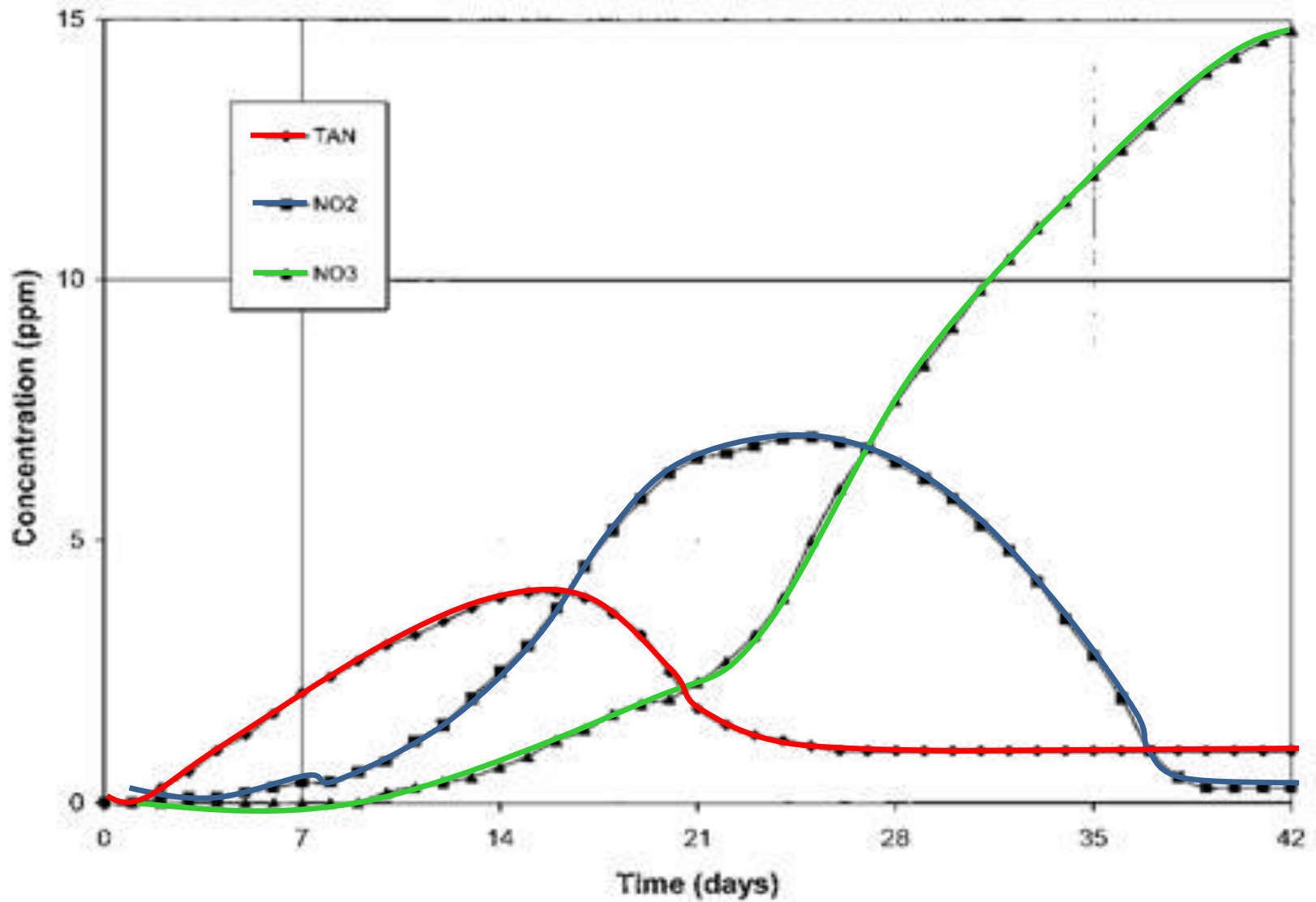




Ciclo do nitrogênio em viveiros com baixa renovação de água



Ciclo do nitrogênio em sistemas de bioflocos



Typical Startup Curve for a Biological Filter

Carcinicultura/Piscicultura - 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

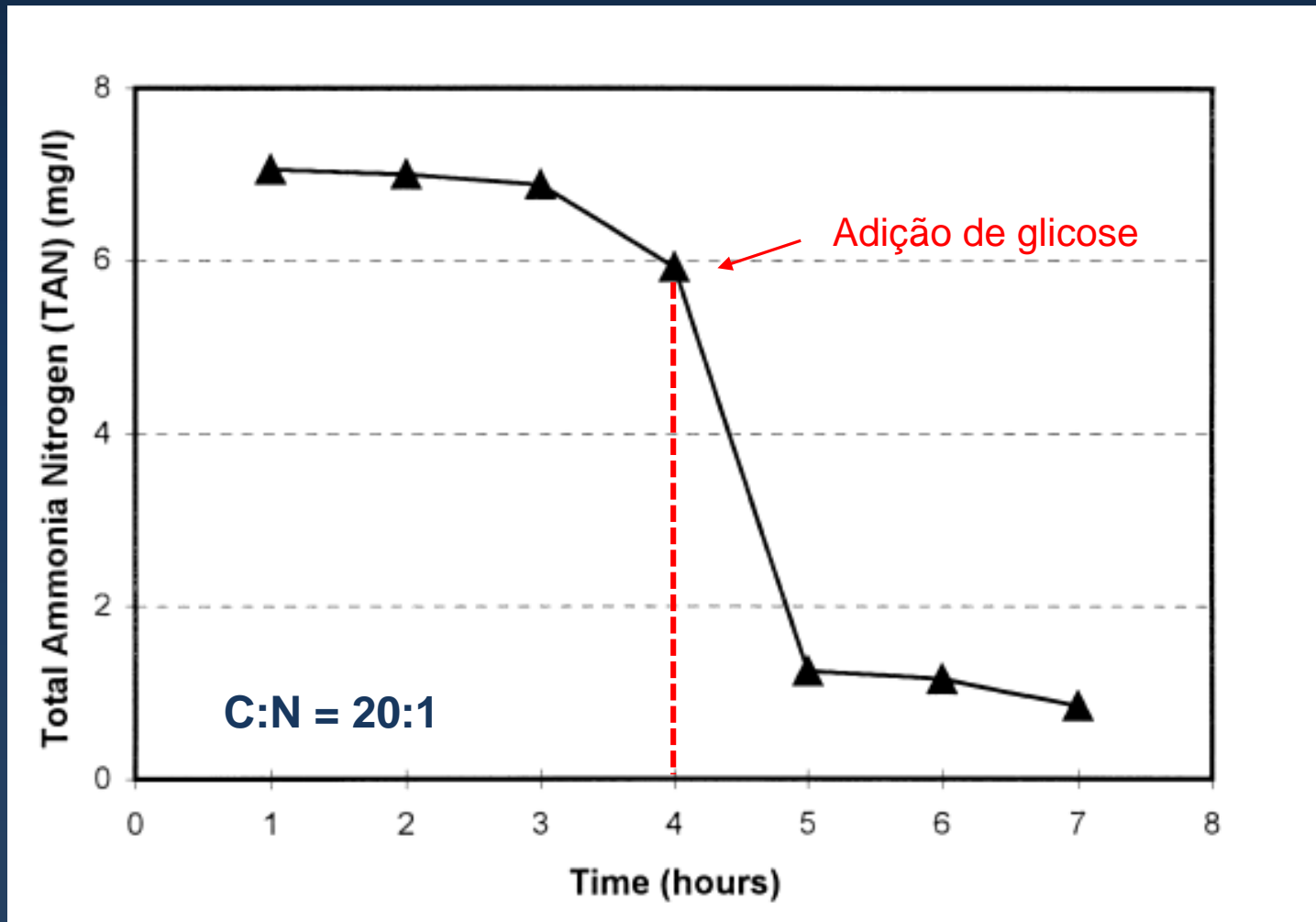


Melaço líquido



Melaço em pó

Relação Carbono:Nitrogênio



Avnimelech (1999). Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture*, 176: 98-109.

Controle do Nitrogênio da Amônia Total

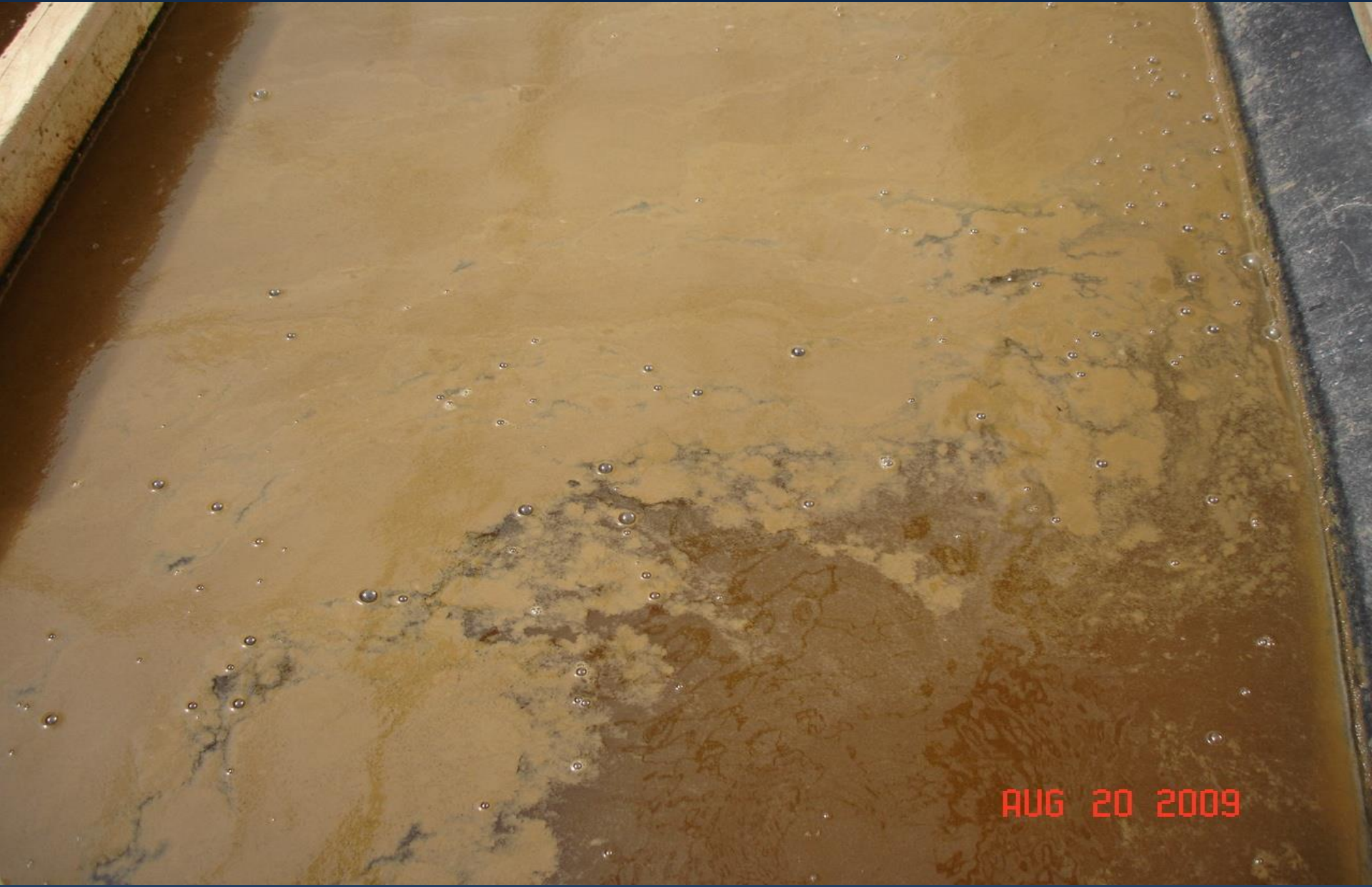


- Cálculo da necessidade de melaço para imobilizar 2 mg/L de N-AT em um *Raceway* (tanque) de 100 m³, com base na relação **C : N = 6 : 1**
- Quantidade de melaço (Densidade específica 1,3) :
 - 100.000 L x 2 mg/L N = 200 g N
 - 200 g x 6 = 1.200 g C : 312 g/L = 3,84 L ou
 - 200 g x 6 = 1.200 g C : 240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

Sugestão de biossegurança em caso de camarão em áreas de risco

- ✓ Esterilização dos raceways
água doce clorada (500 ppm – Cloro ativo)
- ✓ Abastecimento dos raceways
água salgada (30 g/L), 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

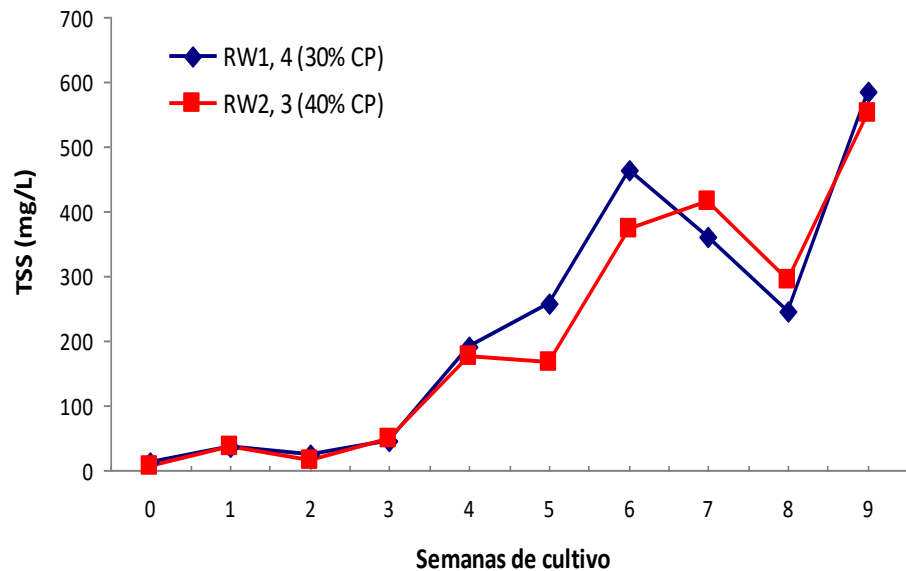
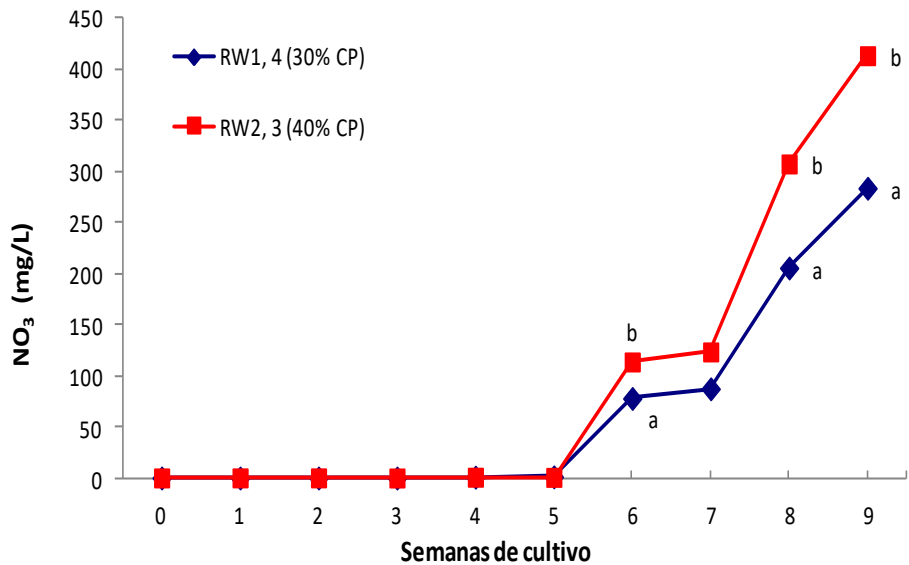
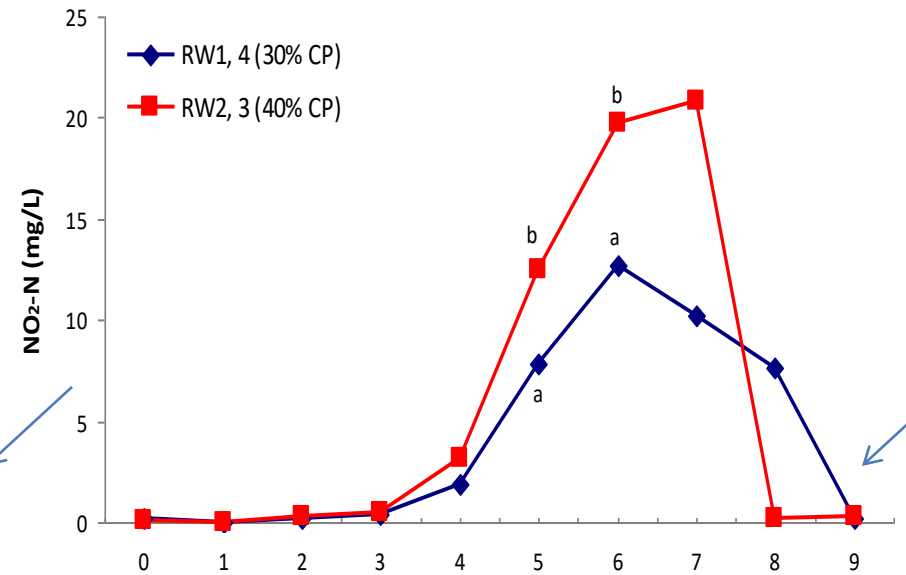
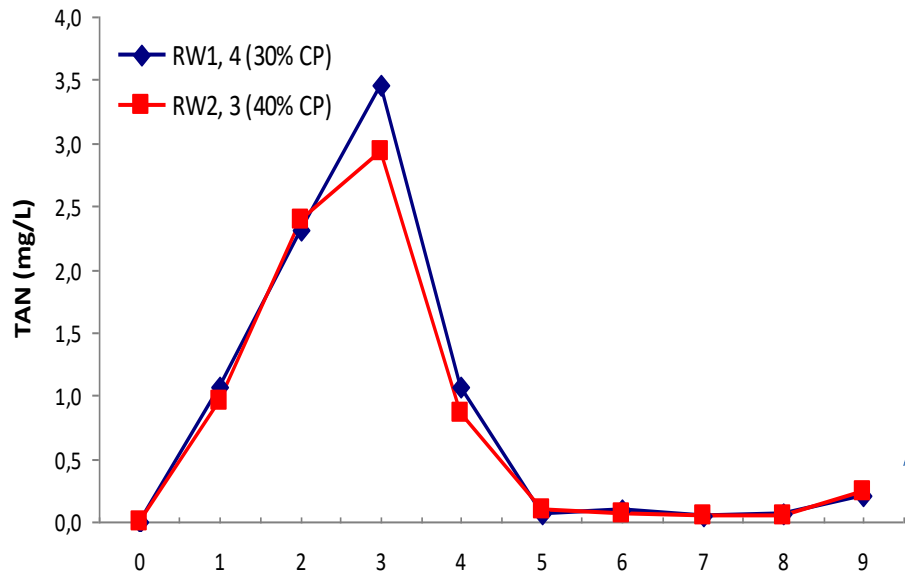
- Turbidez
- Alcalinidade
- Sólidos sedimentáveis (SS)

✓ 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)

Controle N (?)

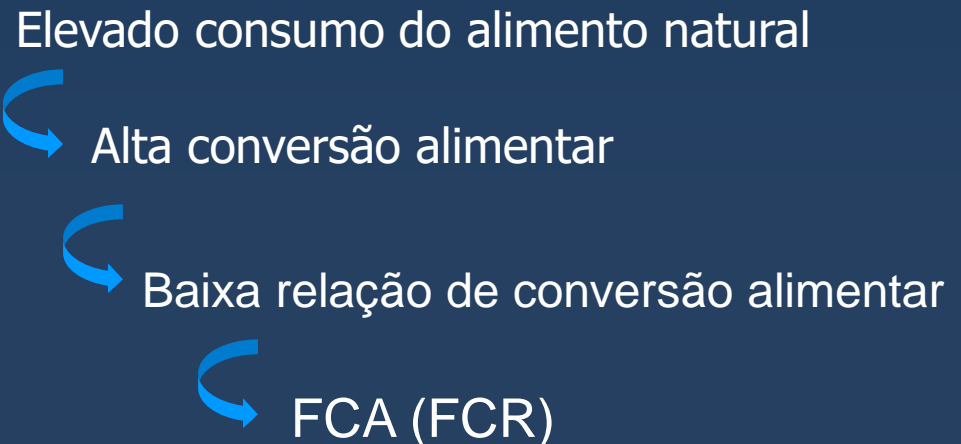
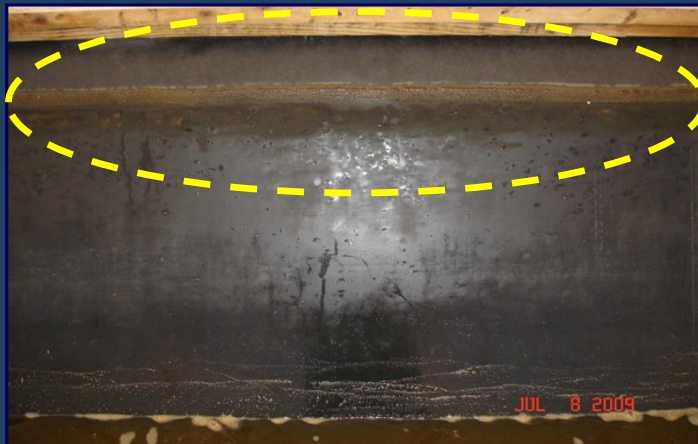
Variação semanal na qualidade da água nos raceways durante a fase berçário



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

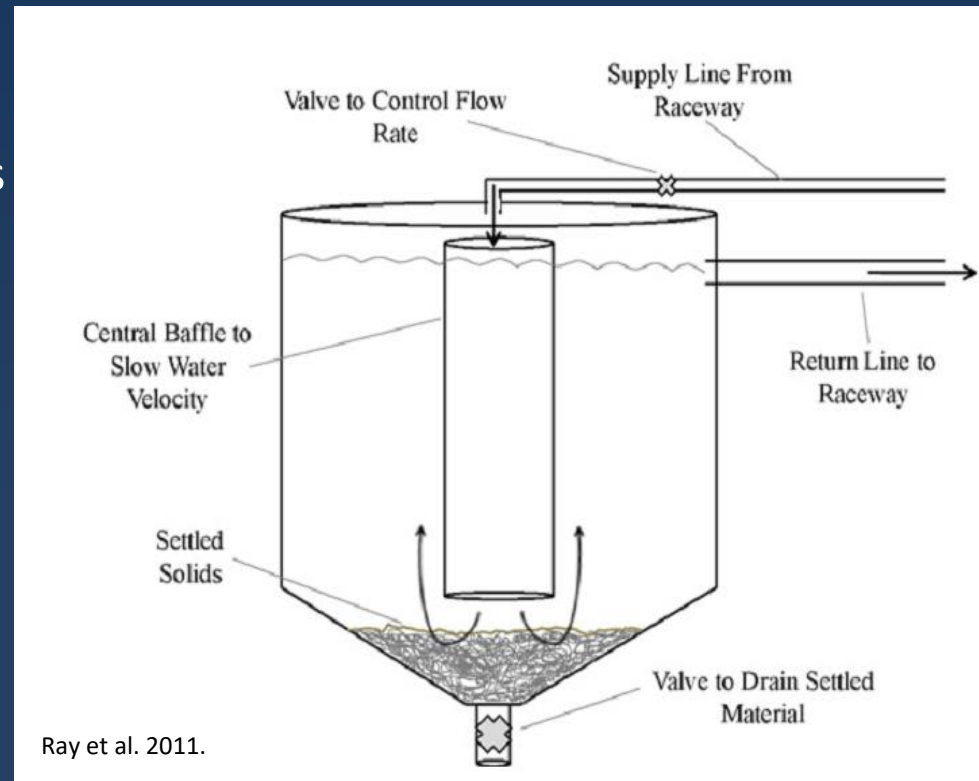
Tratamentos	TAN	NO ₂	NO ₃	cBOD ₅	Alcalin	TSS	VSS	SS	Turb.
				mg/L				mL/L	NTU
FF	0,15	0,31	1030	28	124	499	233	15	219
ST	0,15	0,28	855	29	129	429	200	14	213

Manejo dos sólidos suspensos

Tanques de sedimentação são muito eficazes se devidamente configurados e operados

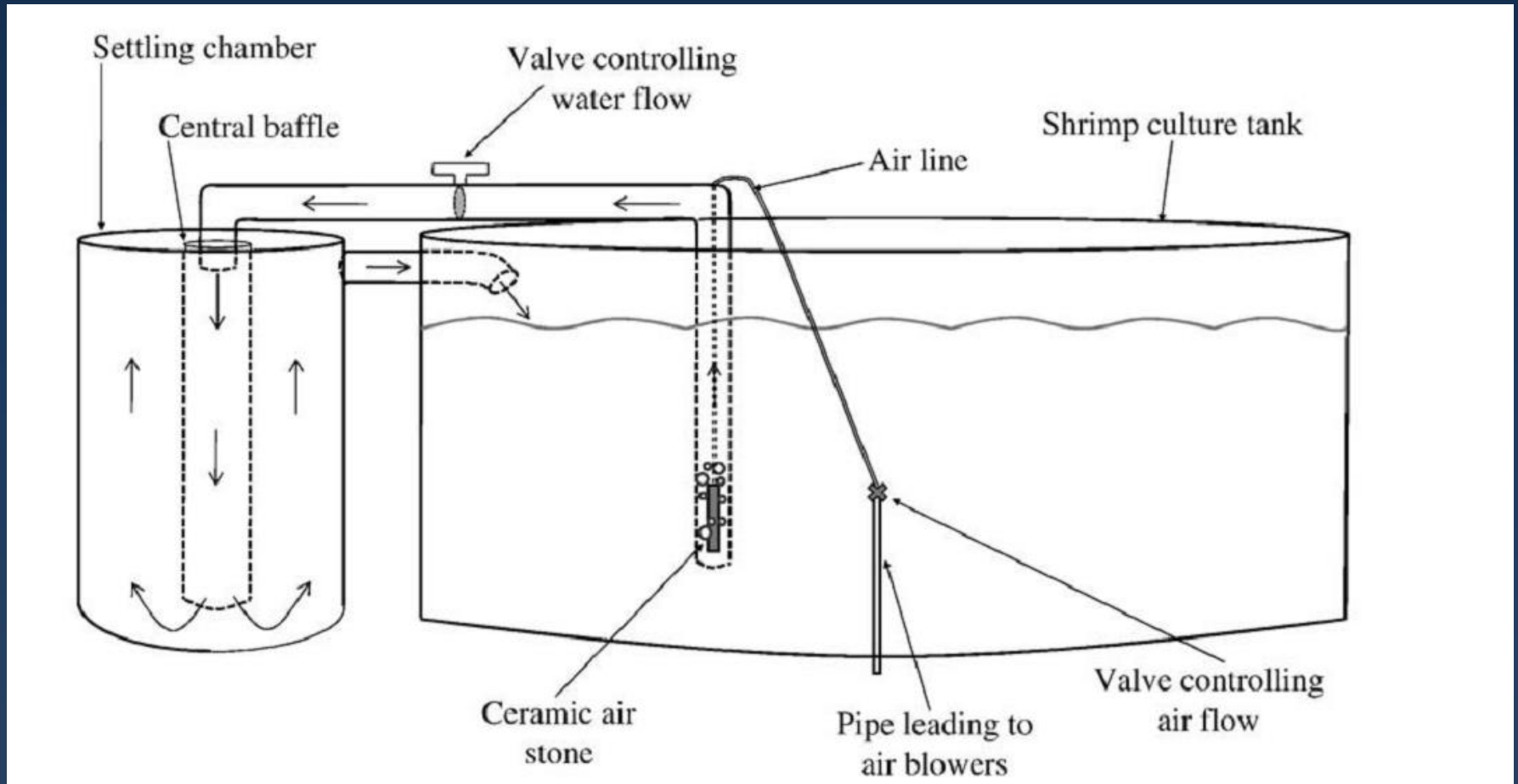
Sedimentação → trata da separação por gravidade, é uma das tecnologias mais simples disponíveis para controlar partículas sólidas na água

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)

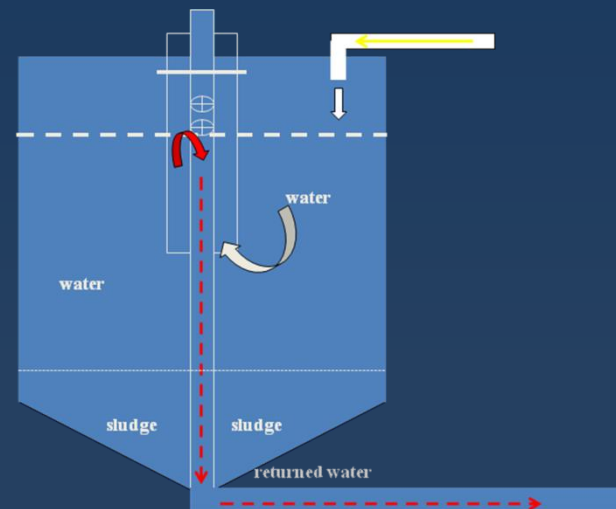


Cones Imhoff

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

Cultivo na 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



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

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

Injetor Taeration®

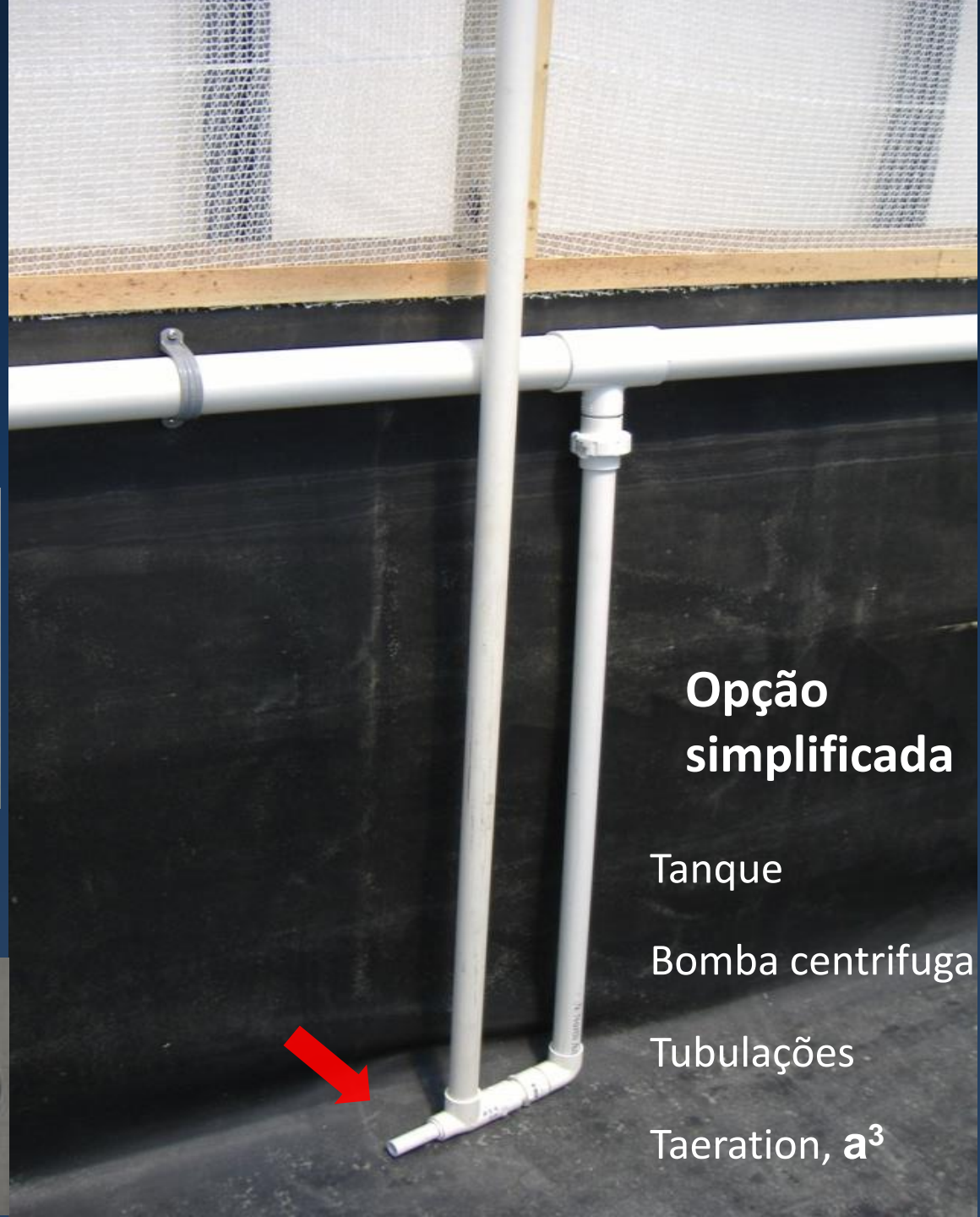
a^3

1 : 3

Água : Ar



<http://www.a3aeration.com/index.html>



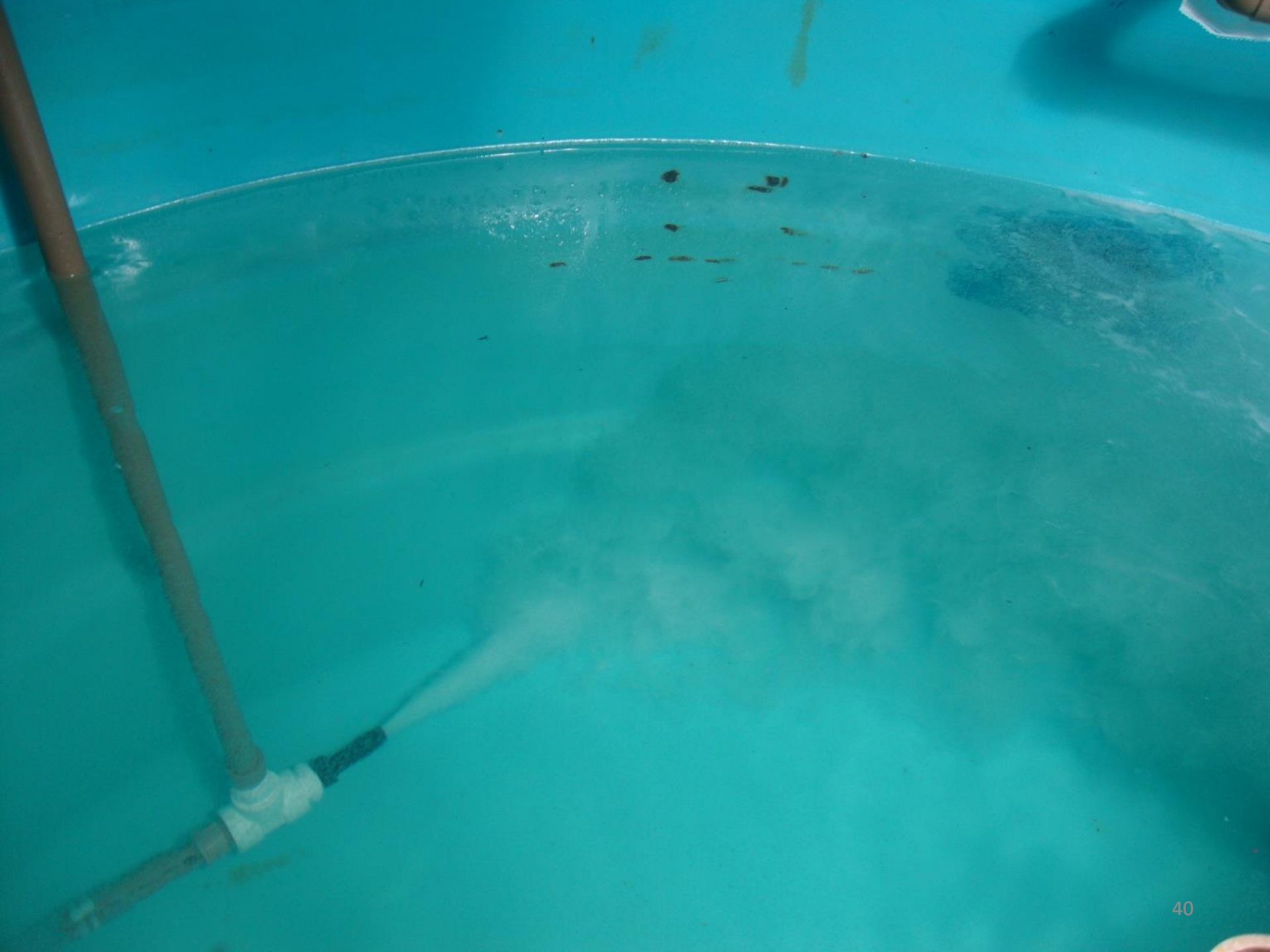
Opção
simplificada

Tanque

Bomba centrífuga

Tubulações

Taeration, a^3



Estrutura dos raceways

□ Interna



Raceways com geomembrana

**Estrutura das
paredes de madeira**



Estrutura das
paredes de alvenaria



Intensive Tank Culture of Tilapia in the UVI Biofloc System

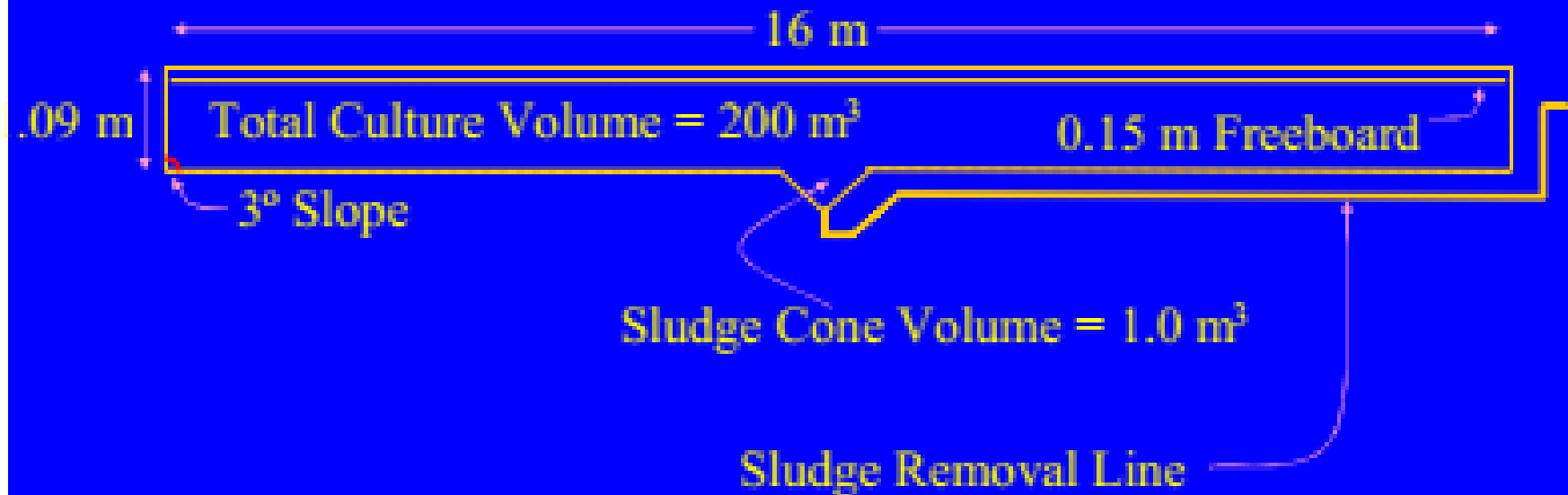
James Rakocy, Donald Bailey
Charlie Shultz and Jason Danaher

University of the Virgin Islands
Agricultural Experiment Station
St. Croix, U.S. Virgin Islands

Initial Tank Design

- ◆ Size: 200 m³, 16 m diameter, 1 m mean water depth
- ◆ Surface area: 200 m² (0.02 ha or 1/20 acre)
- ◆ Bottom: 3° slope to center
- ◆ Center clarifier: 1 m³, 45° slope, fiberglass, 10-cm drain
- ◆ Outside standpipe for solids removal
- ◆ Aeration: three ¾-hp Kasco aerators
- ◆ Water movement: one ¾-hp Kasco aerator angled

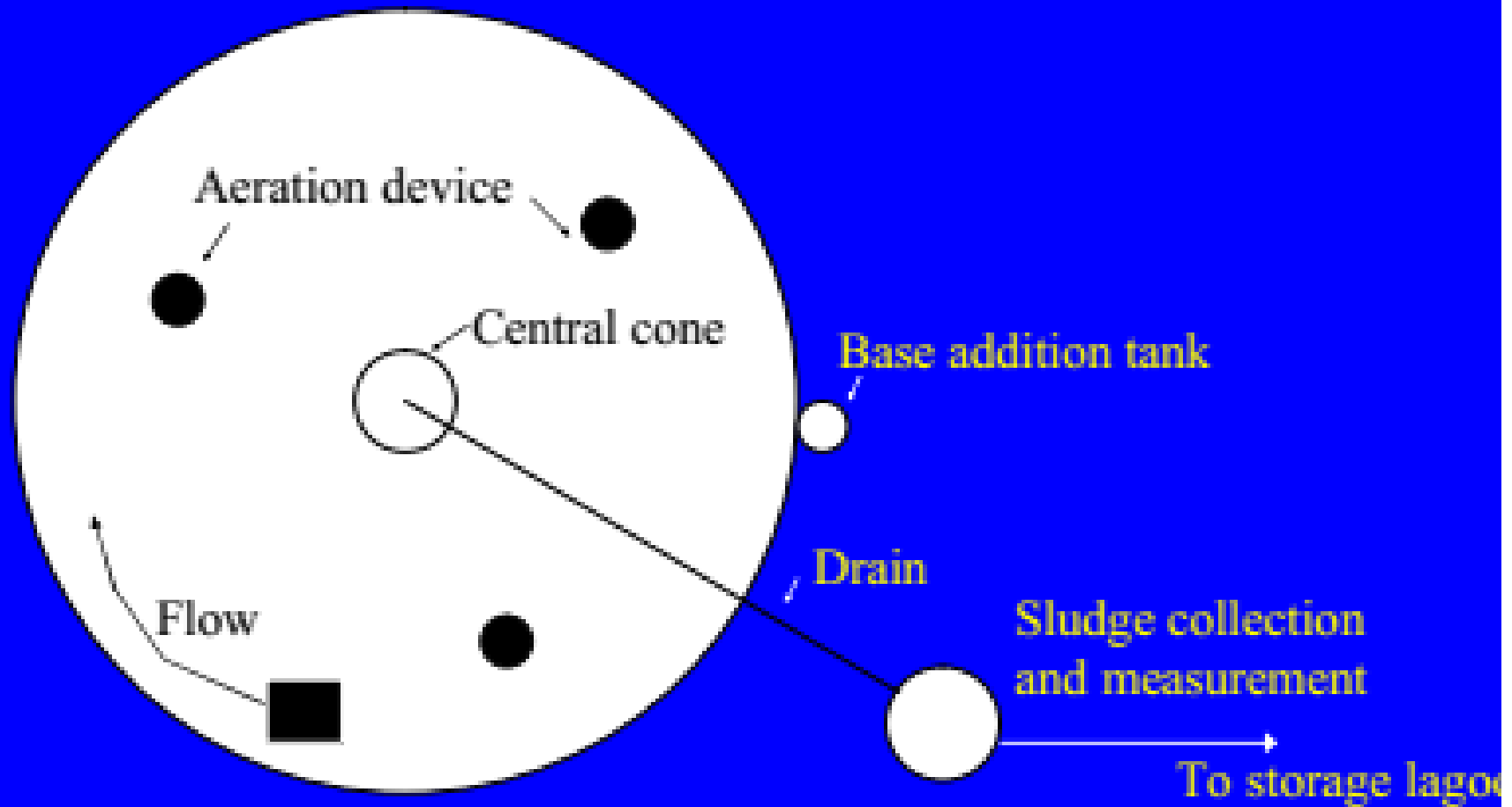
Biofloc Tank







Biofloc Tank





Procedures

- ◆ Aeration continuously
- ◆ Mix continuously to maintain suspension of biofloc
- ◆ Remove settleable solid waste daily
- ◆ Feed twice daily with floating feed (32% protein)
- ◆ Feed *ad libitum* for 30 – 60 minutes
- ◆ Monitor pH daily, maintain pH 7-7.5 with $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- ◆ Add CaCl_2 to prevent nitrite toxicity
- ◆ Monitor important water quality parameters





Conclusions

- ◆ This biofloc tank process was nearly 30 times more productive than a standard earthen pond (15.3 vs. 0.5 kg/m³)
- ◆ External clarification simplifies tank construction, improves solids removal and water quality and increases production
- ◆ Simple open channels with solids accumulation can provide adequate denitrification
- ◆ This production technology conserves water and recovers solids and nutrients





Conclusions

- ◆ This biofloc tank process was nearly 30 times more productive than a standard earthen pond (15.3 vs. 0.5 kg/m³)
- ◆ External clarification simplifies tank construction, improves solids removal and water quality and increases production
- ◆ Simple open channels with solids accumulation can provide adequate denitrification
- ◆ This production technology conserves water and recovers solids and nutrients

Estação de Aquicultura da UFRPE – Pesquisa com Tecnologia de Bioflocos



Eudes Correia
ecorreia1952@gmail.com; escorreia@uol.com.br
(81) 3320-6517