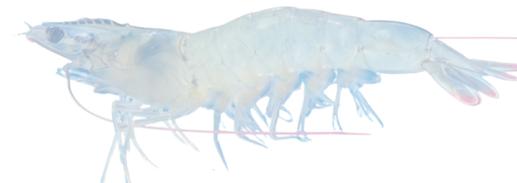


# Alimentos Fermentados/Hidrolisados: Pré-Digeridos Sustentáveis

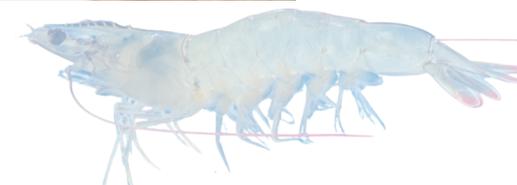
Sergio Zimmermann  
Zimmermann Aqua Solutions (Norway)  
[sergio@sergiozimmermann.com](mailto:sergio@sergiozimmermann.com)  
[sergio.zimmermann@icloud.com](mailto:sergio.zimmermann@icloud.com)  
Whatsapp: +55-51-98114-7475



**Pré-digestão** é o conjunto de operações que antecedem a digestão dos alimentos (mastigação, salivação).

Alimento **pré-digerido** pode ser definido como ingredientes ou rações que passaram por uma digestão prévia, isto é, certos processos digestivos já começaram a ocorrer de forma exógena (externa), antes do alimento atingir o trato digestório do animal.

Normalmente são processos físicos, químicos e biológicos/fermentativos (anaeróbios), onde as grandes moléculas acabam sendo rompidas (proteína em aminoácidos livres; gorduras em ácidos graxos, etc.), aumentando a digestibilidade dos alimentos.



# CAMARÃO

DO SERTÃO PARA O MUNDO

O despertar do interior e sua força na produção de camarão



## Baixando os Custos de Produção com "Pré-Digeridos" (Fermentados) - Parte II: SSF (FermentAqua®) e Resultados Preliminares de Campo

Sergio Zimmermann (sergio.zimmermann@icloud.com) | Zimmermann Aqua Solutions (www.sergiozimmermann.com)  
SupriAqua (supriaqua.com; contato@supriaqua.com)

O presente artigo é a segunda e última parte da revisão sobre alimentos pré-digeridos publicada na Revista da ABCC (Ed. Maio de 2022 – Ano XXIV, N. 1, p. 50-52). Na primeira parte, definimos os pré-digeridos, apresentando uma perspectiva histórica recente (são empregados há menos de uma década) principalmente como bioremediadores, simbióticos, probióticos e fertilizantes orgânicos (ou bokashis) utilizando substratos a partir dos resíduos de soja e arroz, e sua complementaridade às rações balanceadas convencionais. Mostramos o potencial da pré-digestão em melhorar nutricionalmente esses resíduos vegetais baratos e localmente disponíveis, seja pela formação de compostos bioativos, ou pelo aumento da digestibilidade dos substratos.

No presente artigo, apresentamos novos estudos de uma inovadora e promissora técnica de pré-digeridos, a fermentação em estado sólido (ou SSF, usando como modelo o produto comercial FermentAqua®), comparando com outras técnicas mais tradicionais de fermentação, os principais micróbios e suas interações/potenciais de uso, e alguns resultados dessa nova tecnologia em diferentes densidades e estratégias de alimentação/bioremediação dos principais sistemas de cultivo de tilápias e camarões, dos superintensivos aos tradicionais e orgânicos (Programa TECNOVA II – MCTUFINER, tendo como parceiro operacional o SEBRAE/RN, proposta aprovada das empresas Aquicultura Integrada e Hidrologia Aquocultura/Instafloc Brasil). Os cultivos mais extensivos e orgânicos, biodinâmicos e os mais intensivos são os que vem apresentando as melhores zootécnicas mais impactantes, e, apesar de muito variáveis (nos dois extremos de tilápias e camarões), já foram constatados diversos recordes de sobrevivências muito próximas a 100%, fatores de conversão alimentar inferiores a 0,9:1 e até crescimentos semanais médios consistentes de 4 gramas/semana para camarões e 60 gramas/semana para tilápias.

Nos últimos anos, a aquicultura brasileira vem, cada vez mais, utilizando Probióticos, Bokashis e Simbióticos, como alternativas de sobrepôr-se aos crescentes aumentos dos preços e decréscimo de qualidade e disponibilidade das rações balanceadas. Os custos de logística cada vez mais elevados acabam também contribuindo para uma maior escassez de ingredientes de qualidade a preços igualmente competitivos, elevando os custos dos alimentos bem acima da inflação, fazendo com que o componente alimentação represente 60-80% das despesas operacionais

totais da atividade aquícola. Com isso, diversos elos da cadeia produtiva aquícola como larviculturas, berçários ou engordas, vêm fermentando substratos ou até mesmo rações convencionais mais baratas para complementar parcialmente ou até substituir totalmente as rações convencionais. Outros elos que não usam rações, como as fazendas orgânicas e biodinâmicas, também vêm buscando melhorar suas produtividades naturais, em especial, a qualidade da água, através da bioremediação com fermentados.

Os alimentos pré-digeridos vêm ganhando muito espaço não só devido à sua alta qualidade e custo acessível, mas também por apresentarem melhores resultados produtivos com menores impactos ambientais. Na carcinicultura brasileira, é muito comum o emprego de Simbióticos e Bokashis em fermentação (quando anaeróbica) ou multiplicação celular (quando aeróbica), utilizando substratos vegetais baratos e localmente disponíveis, de forma mais líquida, com elevada proporção água/matéria seca ao redor de 8-10:1. Tais fermentações são chamadas de "submersas" (SmF) ou "semilíquidas" (SLF), e esses Simbióticos e Bokashis acabam gerando uma biomassa microbiana que atua mais como um bioremediador ambiental, do que propriamente como um alimento nos cultivos aquícolas.

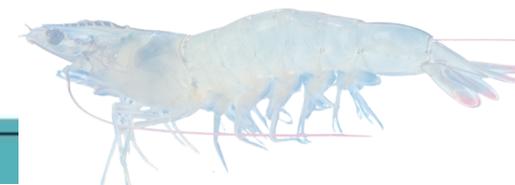
Já a técnica de fermentação em estado sólido (ou SSF do inglês "solid state fermentation") utiliza uma massa bem mais sólida (com a proporção de água/matéria seca de 0,7-0,8:1 – ou uma hidratação de 70-80%), semelhante na consistência a de uma massa de pão em crescimento, atuando mais na microbiota interna que no bioma externo aos animais em cultivo, sendo, além de um probiótico bioremediador, um substituto parcial ou, em algumas circunstâncias, até total de rações (cultivo orgânico).

A qual, há várias décadas, vem sendo utilizada nas criações orgânicas e biodinâmicas, com o objetivo de melhor utilizar (e reutilizar) resíduos localmente disponíveis, incrementando a digestibilidade de ingredientes vegetais frescos alternativos e diminuindo os impactos ambientais.

Na verdade, essa tecnologia foi introduzida há cerca de 4 anos na aquicultura no Brasil, Colômbia, México, Estados Unidos, Suécia e Tailândia pela empresa Instafloc Brasil, fabricante do Premix/Núcleo Fermentativo FermentAqua®, com o objetivo de popularizar biomassas locais em SSF junto aos aquícultores, produzindo alimentos alternativos do lado dos tanques de cultivo, acreditando que o mundo está passando por uma grande descentralização de suas principais atividades. A seguir, caracterizaremos os pré-digeridos em SSF.

## SUPRINUTRI/ FERMENTAQUA:

- Recordes de sobrevivência próximos a 100%;
- Crescimentos de campo de 4 gramas/semana (camarões) e 60 gramas/semana (tilápias);
- Fatores de conversão alimentar inferiores a 0,9:1;



REVIEW

The future of intensive tilapia production and the circular bioeconomy without effluents: Biofloc technology, recirculation aquaculture systems, bio-RAS, partitioned aquaculture systems and integrated multitrophic aquaculture

Sergio Zimmermann<sup>1</sup> | Anders Kiessling<sup>2,\*</sup> | Jiasong Zhang<sup>3</sup>

<sup>1</sup>R&D, Zimmermann Aqua Solutions, Sunndalsøra, Norway

<sup>2</sup>Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden

<sup>3</sup>South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou, China

Correspondence

Anders Kiessling, Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, P.O. Box 7024, Uppsala 750 07, Sweden.

Email: [anders.kiessling@slu.se](mailto:anders.kiessling@slu.se)

Funding Information

Swedish University of Agricultural Sciences

Copyright |   

© 2022 The Authors. *Reviews in Aquaculture* published by John Wiley & Sons Australia, Ltd.

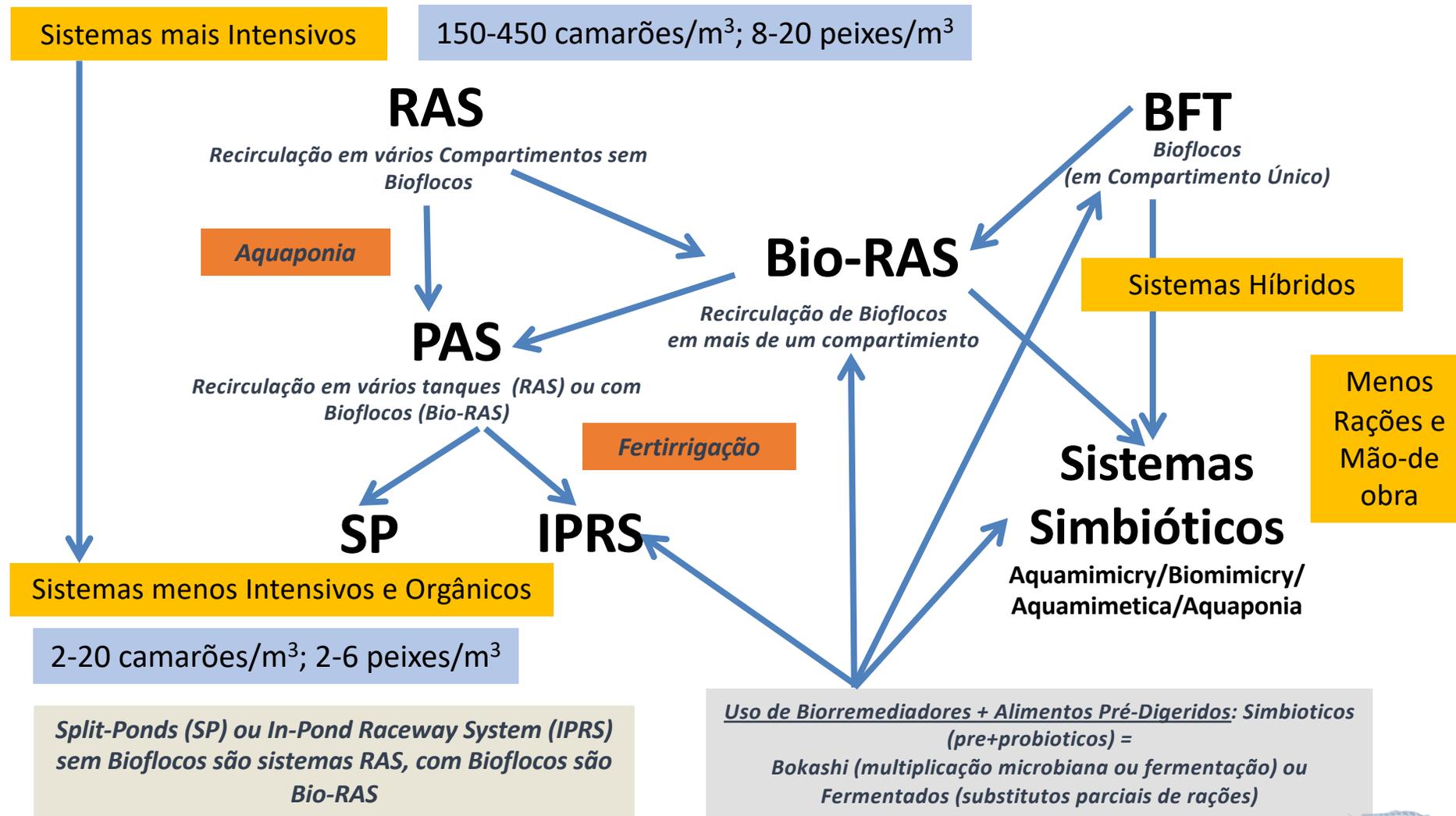
## O Futuro da Aquicultura:



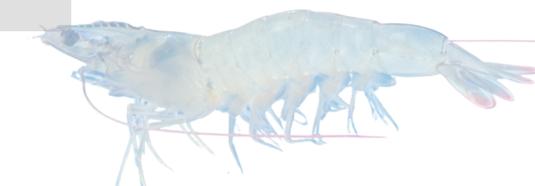
- Descentralização total das economias (insumos, produção e mercados);
- Bioeconomia Circular/Sustentabilidade;
- “Efluentes Zero”;
- Foco no desempenho zootécnico;
- Otimização da hidrodinâmica, dos Bioflocos/melhora da ambiência/bem estar animal (imunidade/sobrevivência);
- Produção de alimentos locais, utilizando resíduos locais fermentados;
- **Viabilização da Economia Circular...**

# SISTEMAS DE CULTIVO

**\* DESCENTRALIZAÇÃO/RECIRCULAÇÃO = INOVAÇÃO \***



Fonte: Zimmermann (2020); Zimmermann, Kiessling & Zhang (2022), FAO.



No Brasil os testes com bioflocos foram introduzidos em 1998 pela ZAS (Zimmermann Aqua Solutions), em 2001 a primeira unidade comercial para produção de juvenis de tilápia começou a operar e três anos depois a técnica já estava implantada com sucesso na engorda em policultivo de camarão marinho (*Litopeneus vannamei*) com tilápia (Figura 2).



Figura 2. Estrutura do primeiro sistema de bioflocos no Brasil (05/05/1988). Cabanha Azul, Quaraí- RS. Foto: Sérgio Zimmermann.

### **Bioflocos (BFT) x Recirculação de água (RAS)**

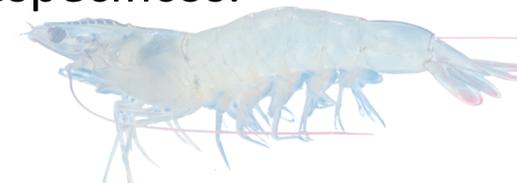
A tecnologia de recirculação para aquicultura ou RAS (do inglês, *Recirculating Aquaculture System*) foi desenvolvida e aprimorada por muitos

Fonte: EMBRAPA (2022)

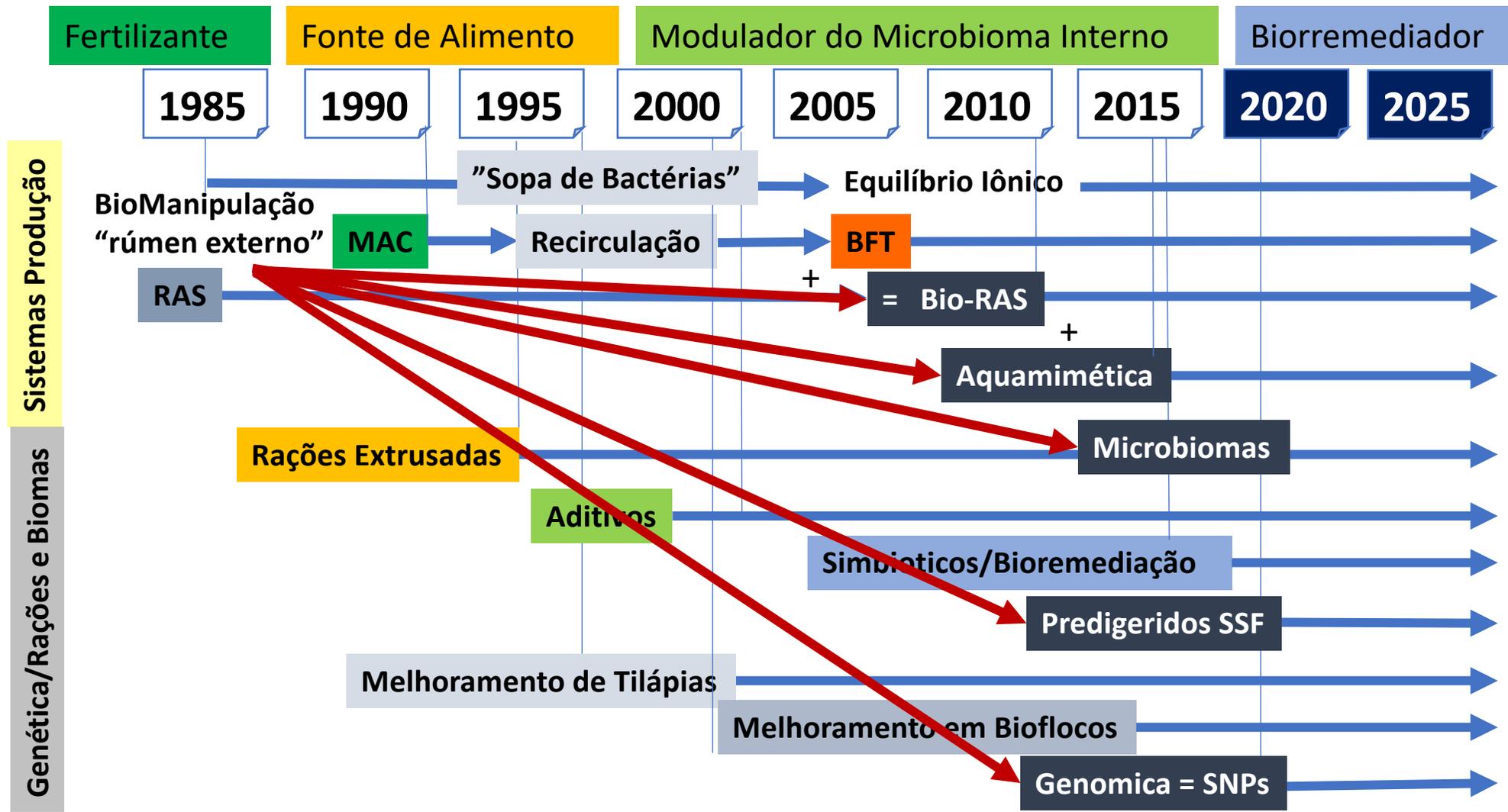
## **PERSPECTIVA HISTÓRICA:**



- **1988: Biomanipulação**, ou “**rúmen externo**”/fertilização da água como numa lavoura (correções/reposições de macro/micro elementos), primeiro projeto “Aqua” da UFRGS na Cabanha Azul, Quaraí/RS;
- **1993: Mesocosmos Aquático Controlado** (incluía o Plancton);
- **1996: Rações/“Sopa Bactéria”**, precursor dos Bioflocos;
- **2002: Melhoramento de tilápias em Bioflocos**;
- **2009: Bio-RAS**;
- **2015: Fermentados SSF**;
- **SSF em substratos específicos.**

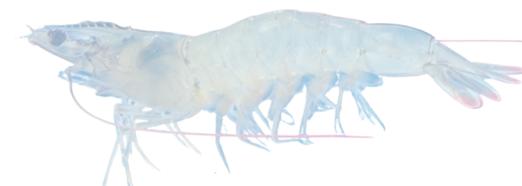


# Evolução da BioEconomia Circular Aquícola nas últimas 4 décadas:



“Customização de nutrientes e otimização da digestibilidade, através da *Biologia Sintética*, agregando novos nutrientes aos resíduos locais”.

**SYNTETIC BIOLOGY ("SYNBIO")/METABOLIC ENGINEERING (ME)**



# FERMENTADOS/PRÉ-DIGERIDOS



# ESTUDOS DOS CULTIVOS SIMBIÓTICOS, AQUAMIMÉTICA, BOKASHI/FERTIL. ORGÂNICOS



Ingredientes locais e baratos (origem vegetal) que complementam as rações convencionais com mais qualidade, menor custo e menores impactos ambientais, especialmente em sistemas intensivos, como Bioflocos (BFT) e Bio-RAS, etc...

**Soja:** a fermentação elimina fatores anti-nutricionais, porém ocorre uma perda de parte da proteína inicial;

**Farelo de Arroz:** ao se transformar em biomassa microbiana, transforma CHOs em proteínas.



Bio Bokashi 1kg  
mundonpk.com.br · Em estoque



Bokashi: Como Usar, Fazer E Onde C...  
minhasplantas.com.br



Fertilizante Bokashi 150g - I...  
idealbonsai.com.br · Em estoq...



Adubo Bokashi - Campo das Orqu...  
campodasorquideas.com.br · Em est...



Adubo Fertilizante Orgânico Bio...  
magazineleiza.com.br · Em estoque



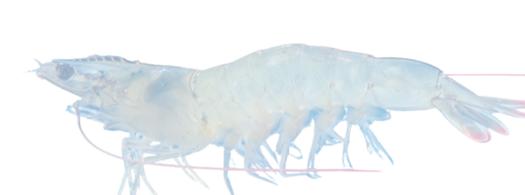
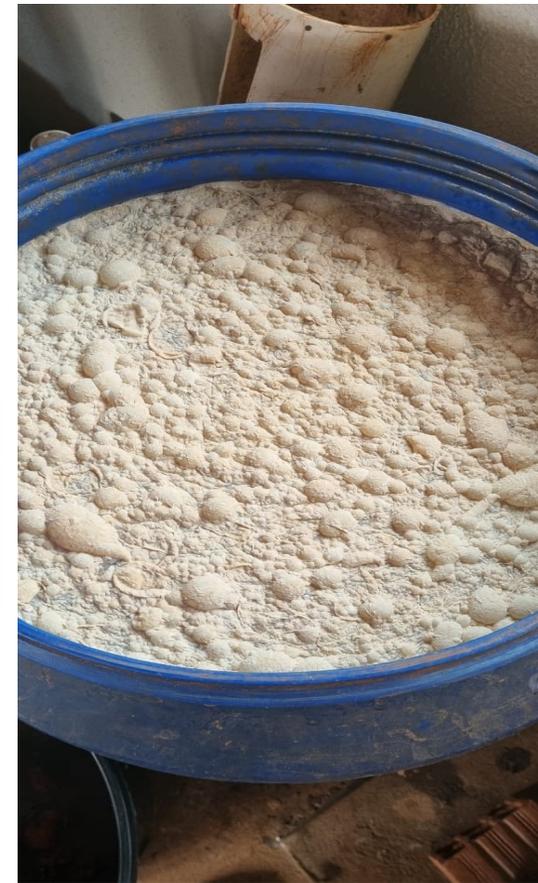
Utilizando bokashi nas orquídeas - orquide...  
orquideas.eco.br



Kit Calcário Dolomítico + ...  
produto.mercadolivre.com.br



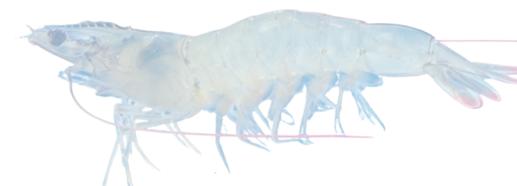
Comprar Biokashi - 1kg Fertilizante...  
tocadoverde.com.br · Em estoque



# Estudos das Principais Características das Fermentações: em Estado Solido (SSF), Submerso (SmF) e Semi-Liquido SLF

<b>Características</b>	<b>SSF</b>	<b>SmF</b>	<b>SLF</b>
Matéria Seca	40-70%	30-40%	Abaixo de 30%
Concentração do Substrato	60-80%	40-60%	Abaixo de 20%
Umidade	30-60%	60-70%	Acima de 70%
Aparencia do Estado	Solida	Submersa	Semi-Liquida
Agitação Necessária	Baixa	Media	Elevada, contínua
Nível de Controle	Baixo	Elevado	Muito Elevado
Potencial de Contaminação	Baixo	Medio	Elevado (muita água)
Extração do Produto	Fácil (quase seca)	Intermediária	Complicada pela água

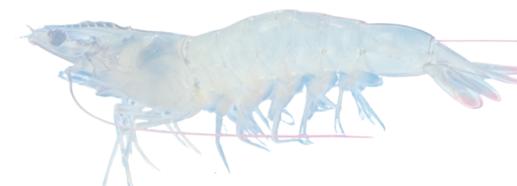
Figura 1: Comparativo entre os principais processos fermentativos, em estado sólido (SSF), submerso (SmF) e semilíquido (SLF).



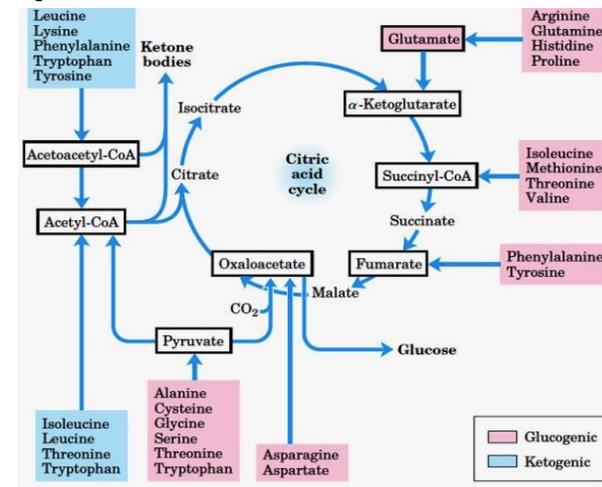
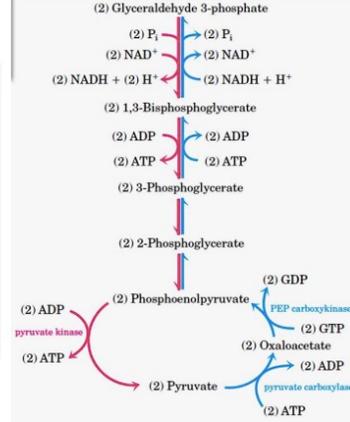
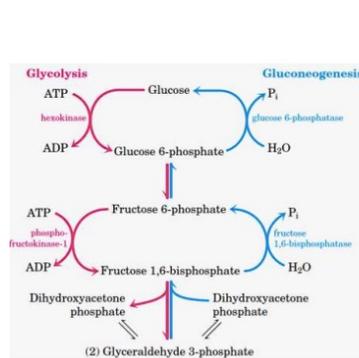
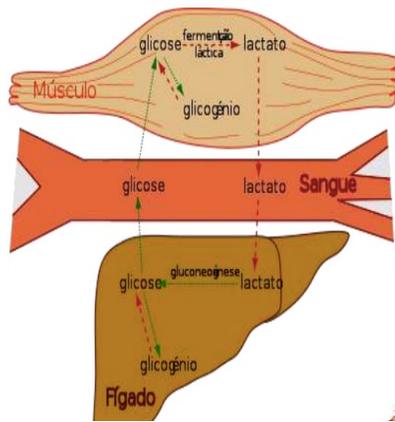
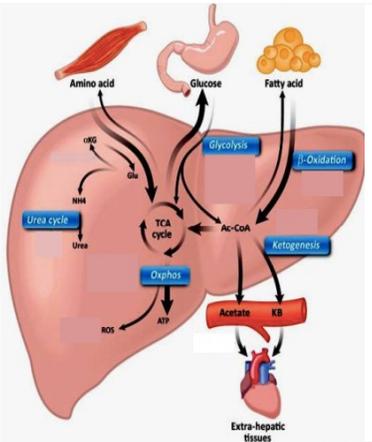
## Estudos dos Principais Microbios Fermentadores (78 sp.) e seus grupos:

<i>Aspergillus spp.</i>
<i>Bacillus spp.</i>
<i>Bacterioides spp.</i>
<i>Bifidobacterium spp.</i>
<i>Clostridium spp.</i>
<i>Escherichia spp.</i>
<i>Enterococcus spp.</i>
<i>Lactobacillus spp.</i>
<i>Lactococcus spp.</i>
<i>Paenibacillus spp.</i>
<i>Paracoccus spp.</i>
<i>Pediococcus spp.</i>
<i>Penicillium spp.</i>
<i>Propionibacterium spp.</i>
<i>Ruminobacter spp.</i>
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
<i>Schizosaccharomyces spp.</i>
<i>Streptococcus spp.</i>
<i>Streptomyces spp.</i>
<i>Succinovibrio spp.</i>
<i>Trichoderma spp.</i>
<i>Thiobacillus spp.</i>
Cultura Indefinida de Microorganismos (EM)

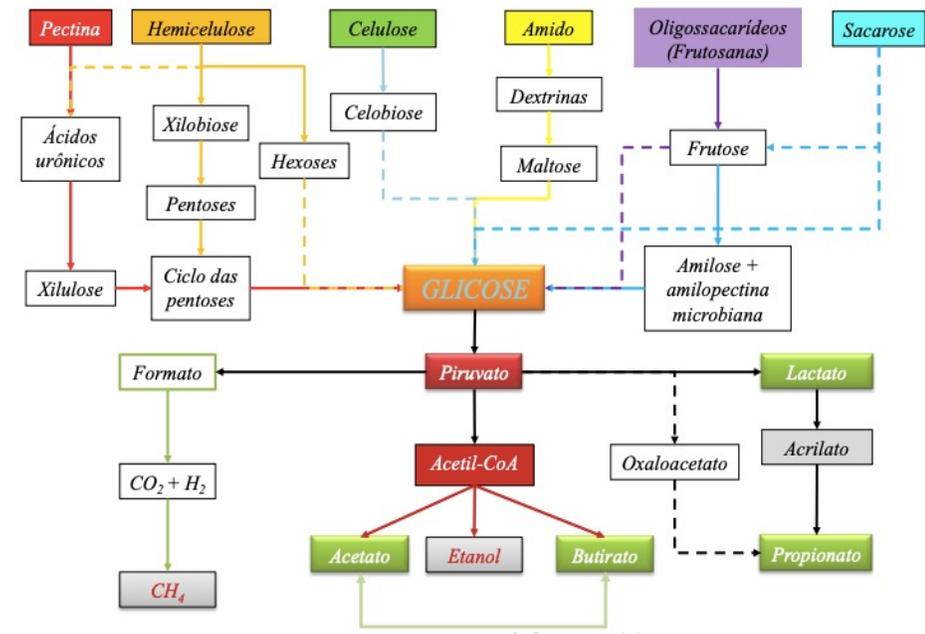
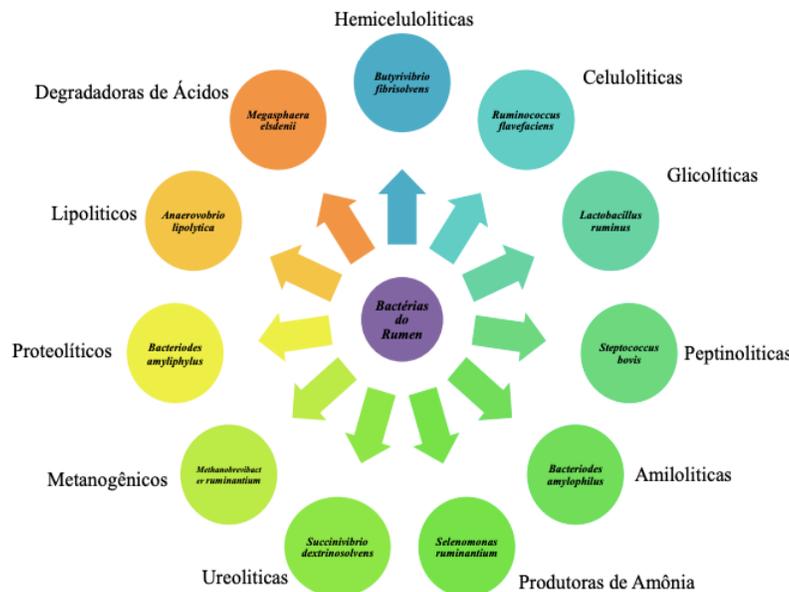
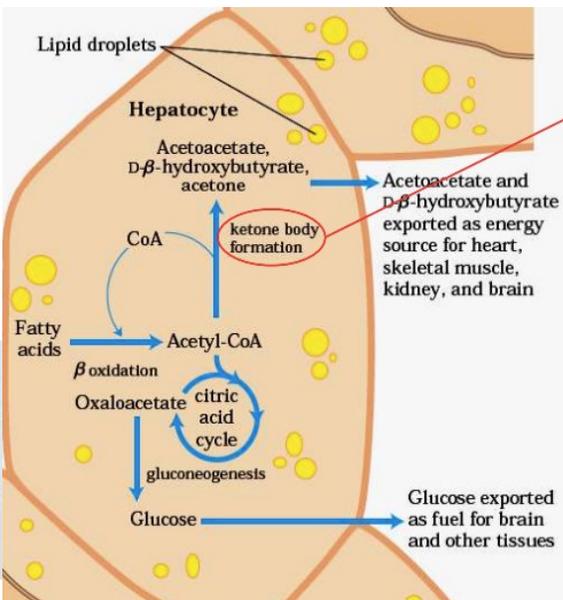
1. Fungos Fermentadores Seletivos
2. Leveduras (tipo de fungo unicelular)
3. Bactérias Acidoláticas
4. Bactérias Fermentadoras Seletivas
5. Leuconostoc
6. Bactérias Acéticas
7. Bactérias Propiônicas
8. Bactérias Butíricas



# Estudos das rotas metabólicas envolvidas no processo

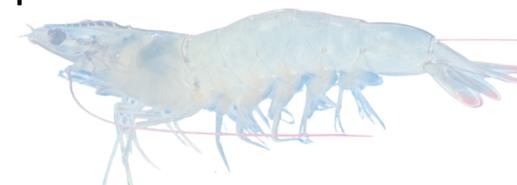


Metabolismo do Fígado + Ciclo de Cori + Glicolise/Gliconeogenese + Krebbs + Cetogenese + Bioquímica Ruminal (Bactérias e Leveduras) = FermentAqua



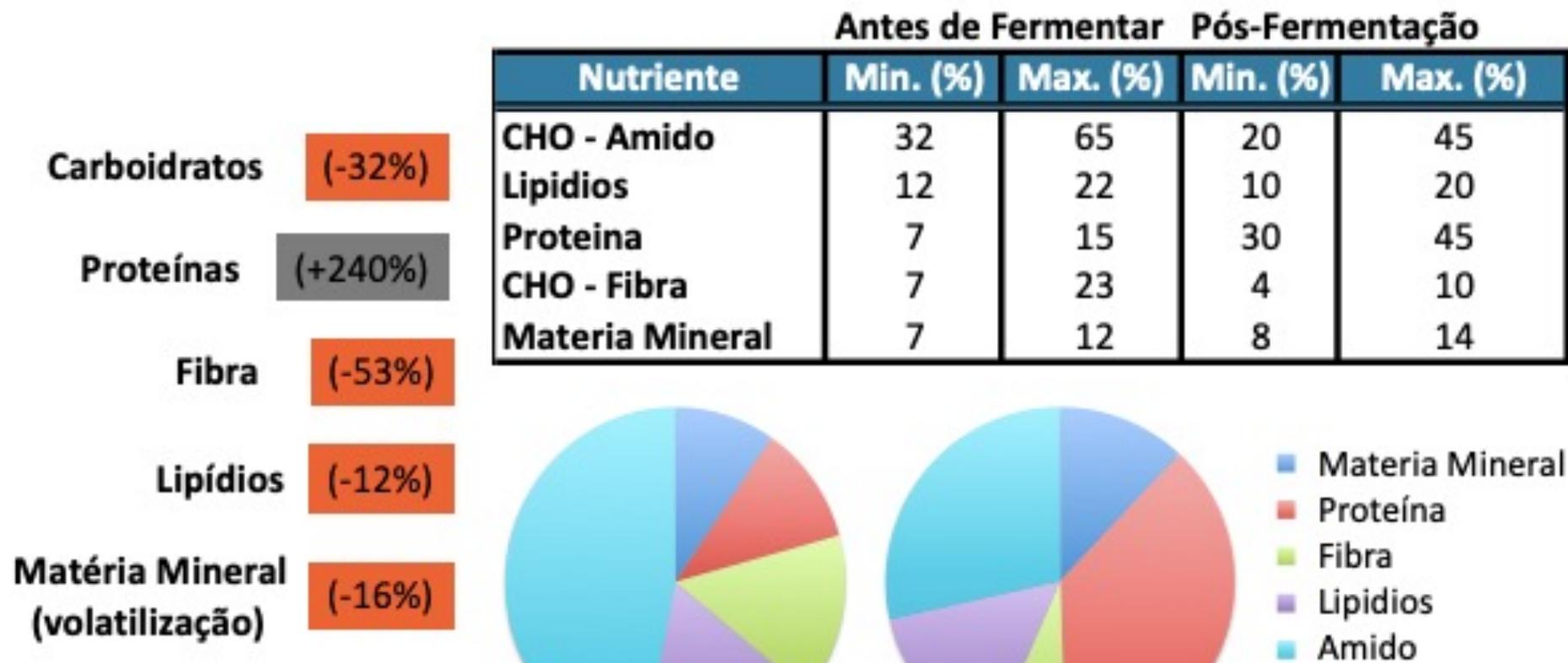
# ESTUDOS DOS PRINCIPAIS SUBSTRATOS: FARELO DE ARROZ

- **A composição do farelo de arroz difere muito**, conforme a variedade de arroz, condições geográficas e métodos de processamento. É rico na maioria dos nutrientes: **carboidratos (32–65%), lipídios (12–22%), proteínas (7–15%), fibra bruta (7–12%) e cinzas (7–12%)**.
- Em particular, os lipídios do arroz e os componentes bioativos estão concentrados no farelo de arroz. **Ácidos graxos como palmitato/palmítico (15-26%), linoleato/linoleico (30-40%) e oleato/oleico (35-42%) são predominantes no farelo de arroz.**
- Quando recém-produzido, **o farelo é rico em lipídios (20-23%)**, mas devido à sua intensa atividade lipásica na presença de lipoxigenase endógena causa rápida deterioração desses lipídios por rancificação, uma perda semanal de 10%: 18-20% de lipídios no final da semana 1; 16-18% na semana 2; 14-16% na semana 3.
- Devido à suscetibilidade lipídica, **o uso comercial do farelo de arroz requer inativação enzimática** imediatamente após a separação do farelo para evitar perdas de ácidos graxos. A inativação enzimática pode ser alcançada por aquecimento a altas temperaturas por um curto período de tempo.

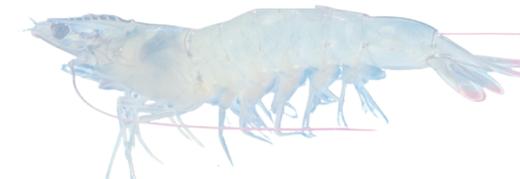


## ESTUDOS DE FERMENTAÇÃO:

Análise Proximal de diversos Farelos de Arroz em SSF com FermentAqua (12-24 horas)



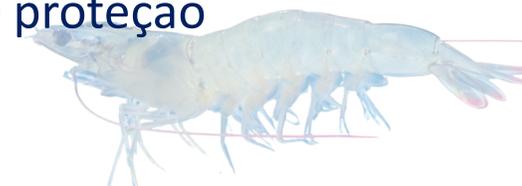
Fonte: Zimmermann Aqua Solutions (2019)



# FERMENTADOS/PRÉ-DIGERIDOS



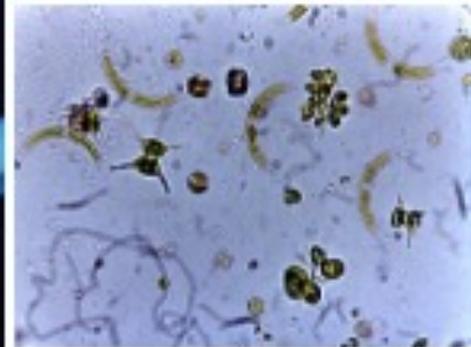
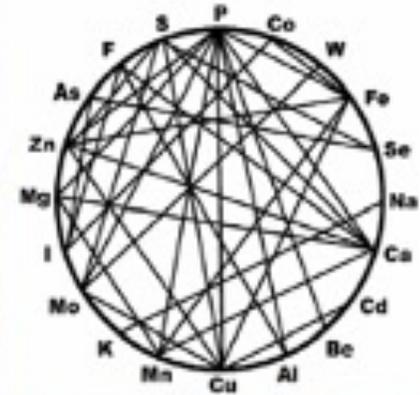
- **Modificação bioquímica (síntese de ATP) em ausência de oxigênio**, de substrato provocada por **microrganismos e suas enzimas**;
- Aumentar a **bioacessibilidade e a biodisponibilidade** de nutrientes melhorando as **propriedades organolépticas (atratividade)**;
- Torna os alimentos **seguros**, não só **inibindo o crescimento de patógenos** (pela atividade antimicrobiana do **ácido láctico**), mas também lisando moléculas de **toxinas**;
- **Composição**: Nutrientes, enzimas, bactérias ácido lácticas, vários tipos de fermentos e *Saccharomyces cerevisiae* (anaeróbios facultativos, fermentam/respiram aerobicamente);
- Encontramos 640 compostos, 120 conhecidos, incluindo **aminoácidos de cadeia ramificada (AACR)**, pequenos **peptídeos**, metabólitos microbianos de **ácidos fenólicos**, e outros compostos **bioativos; transforma ingredientes comuns em “super-alimentos”**;
- Também foram identificados 69 compostos como precursores de ácidos fenólicos, nucleosídeos e bases nucleicas;
- A **microbiota intestinal** desempenha importante papel na **saúde e bem-estar dos animais aquáticos**, igual aos terrestres, garantindo a absorção de energia e de nutrientes, promovendo o desenvolvimento gástrico, estimulando a proliferação e diferenciação de células epiteliais, mantendo a tolerância da mucosa e fornecendo funções de proteção contra patógenos.



# Mantendo com simplicidade o equilíbrio dos macro/micro-elementos (Química) + Física (Projeto) e Biológica (Animais e Micróbios/Bioma)



Trace Mineral Interactions



# ESTUDOS DE MICROBIOMAS

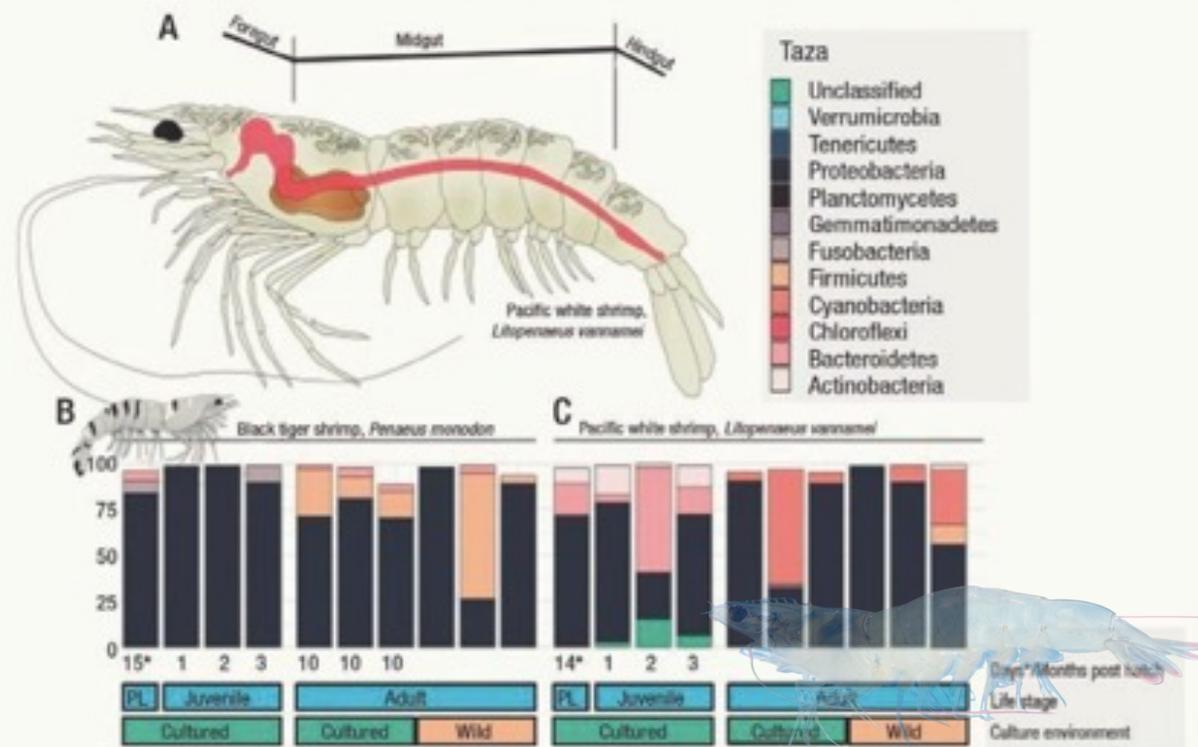


**Microrganismos que nos acompanham e nos cercam**, bactérias, bacteriófagos (vírus de bactérias), fungos, protozoários e virus (livres)... Afetam profundamente:

- O bem estar-animal (imunidade, saúde e sobrevivência);
- Nos metabólitos que influenciam o desempenho zootécnico;
- Testes Dinâmicos = grupos de bactérias:

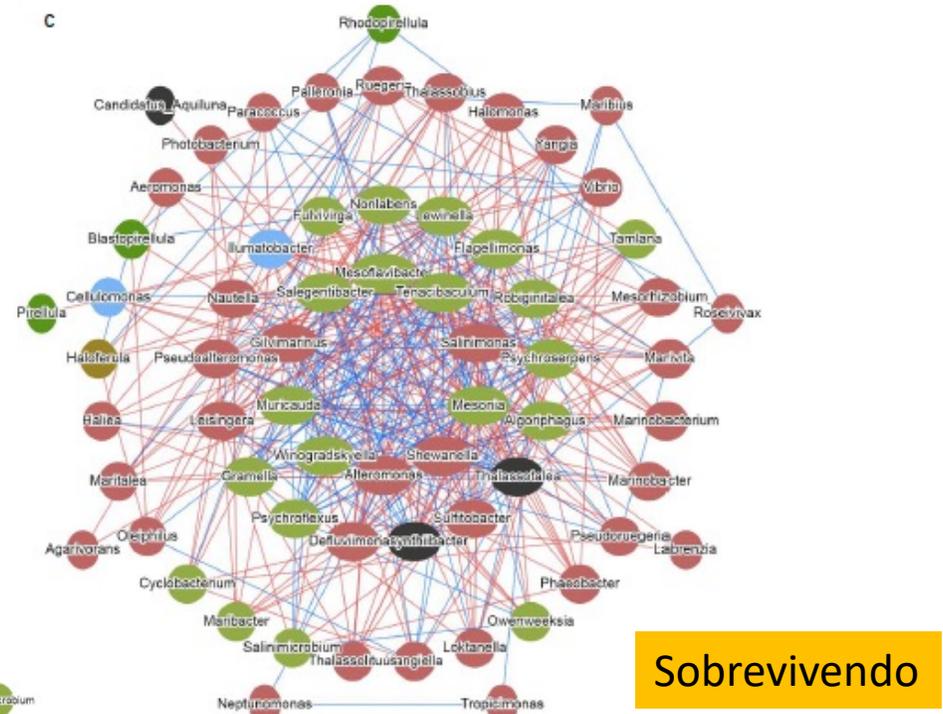
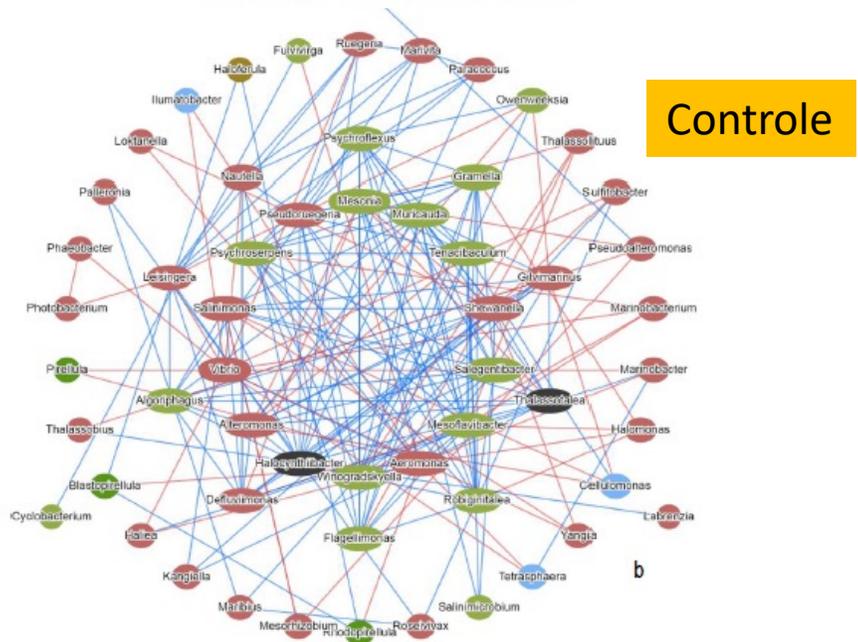
Verrumicrobia  
Tenericutes  
Proteobacteria  
Planctomycetes  
Gemmatimonadetes  
Fusobacteria  
Firmicutes  
Cyanobacteria  
Chloroflexi  
Bacteroidetes  
Actinobacteria  
Outros

Overview of penaeid shrimp gut microbiome. From: Understanding the role of the shrimp gut microbiome in health and disease. J Invertebrate Pathology 186(2021) 107387



Research Article

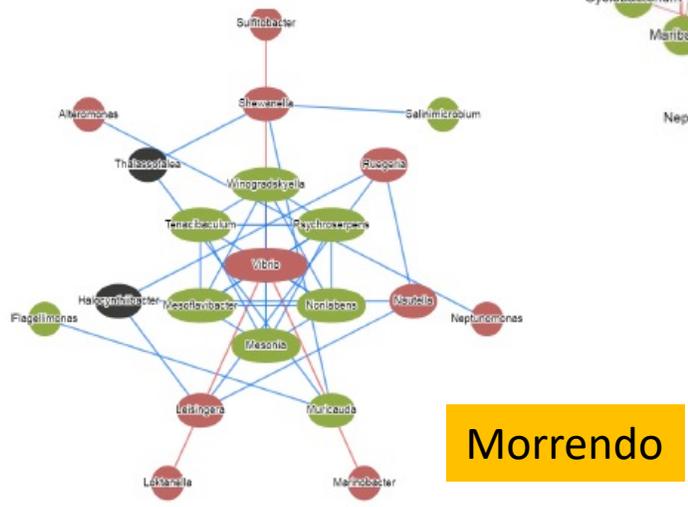
### Gut bacterial profile associated with healthy and diseased (AHPND) shrimp *Penaeus vannamei*



Controle

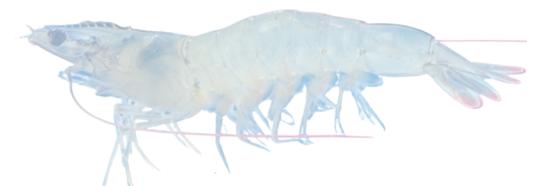
Sobrevivendo

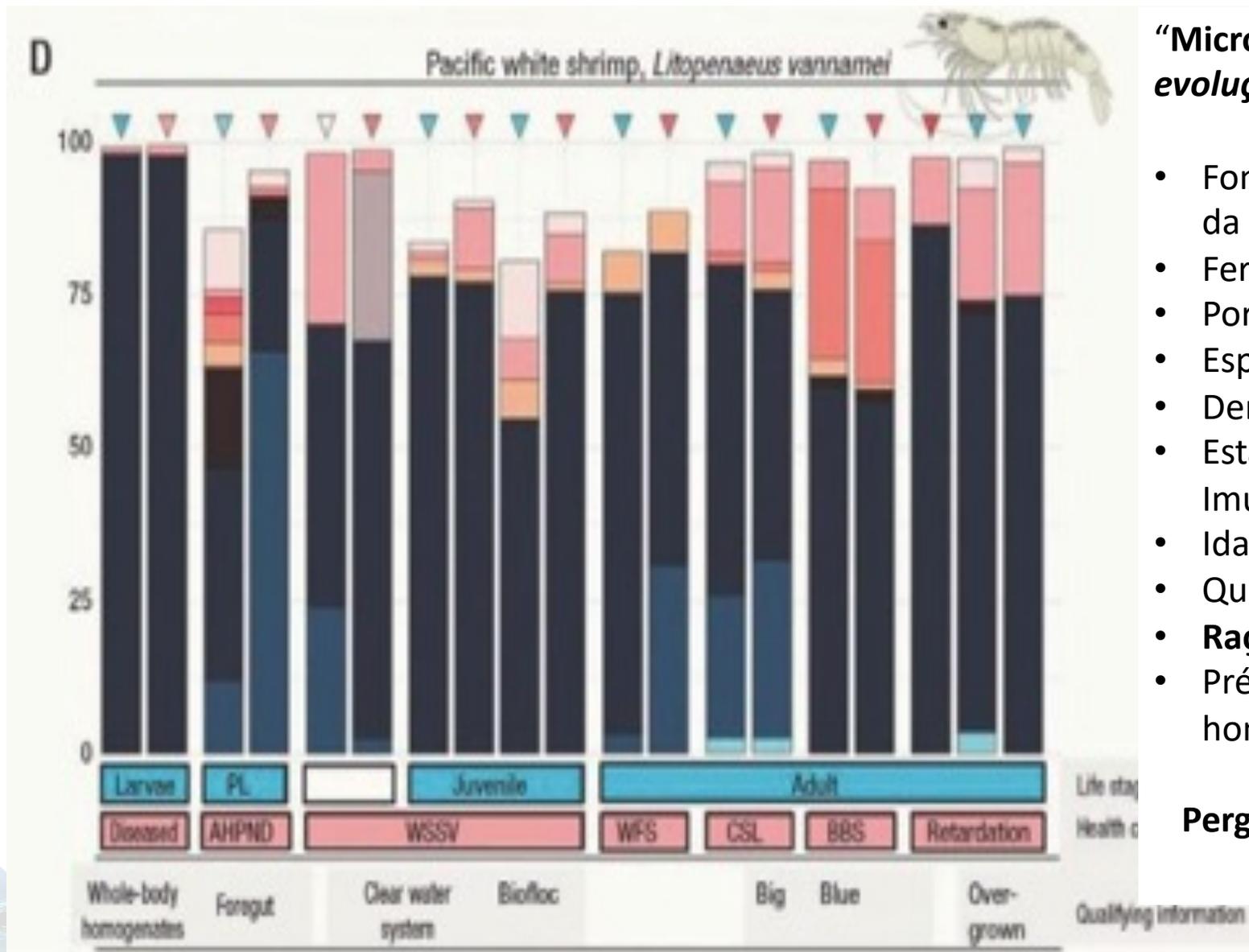
Metagenômica:  
Verrucomicrobia - marrom  
Proteobactéria – vermelho  
Planctomycetes - verde  
Bacteroidetes - verde oliva  
Actinobactéria – azul  
Outros - preto



Morrendo

Fonte: Alvarez-Ruiz et al. (2022)

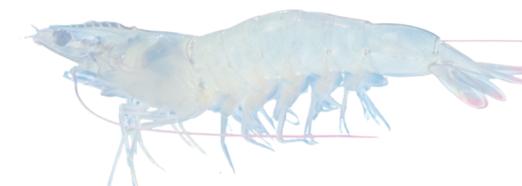




## “Microbiomas em *constante* evolução”: *interno x externo*

- Fonte/Tratamento e Manejo da Qualidade de Água;
- Fertilizações; Plâncton;
- Porção do Trato Digestório;
- Espécie/Fonte de PLs (idade);
- Densidade de Estocagem;
- Estado Sanitário/Imunológico/Doenças;
- Idade/Tamanho (Fase);
- Qualidade de Água/Meio;
- **Rações/Batelada;**
- Pré-Digeridos (SSF) homogeneízam o ambiente.

**Pergunta: como estabilizar os microbiomas?**



# FermentAqua (2015/2018) = alimento vivo + bioremediador



## Premix Fermentativo



### Biorremediador

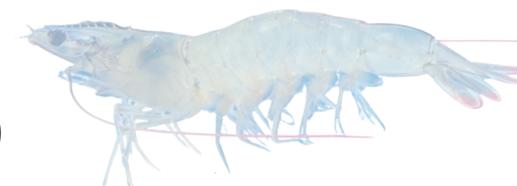
Atua como uma microbiota "simbiótica", diretamente no meio ambiente e no intestino dos organismos aquáticos em cultivo (microorganismos positivos modulares).

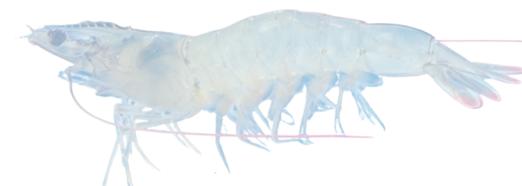


### Alimento

Alimento fermentado simbiótico que permite ser diretamente e indiretamente (aumento de zooplâncton) digerido pelos animais aquáticos e, desta forma, substitui parcialmente as rações convencionais a um custo mais acessível.

Fotos: Zimmermann (2020)





# Produção Orgânica na PRIMAR:

Instituto Biodinâmico  
aprovou a técnica,  
e o FermentAqua.



Propriedade/Produtor	Data Povoamento	Data Despesca	Biomassa Final
PRIMAR, Tibau do Sul	14.04.2022	16.06.2022	308,2 kg
RESULTADO DAS BIOMETRIAS COM SUPRINUTRI			
Semana	Dias	Peso Médio (g)	Ganho de Peso (g)
5	32	-	-
6	39	9,79	-
7	46	13,92	4,13
8	53	17,94	4,02
9	63	21,99	4,05
CONTROLE - DESEMPENHO TÍPICO DO VIVEIRO			
Propriedade/Produtor	Dias de Cultivo	Peso Médio	Biomassa Final
PRIMAR, Tibau do Sul	48	10,05 g	69 kg

## USO DO SUPRINUTRI:

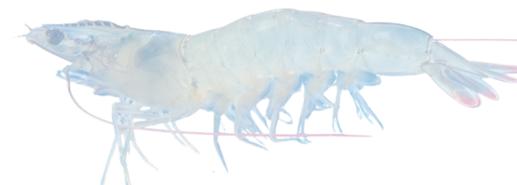
- ❖ Inverno frio, chuvoso;
- ❖ 35 dias, 9,79 gramas
- ❖ 4,17 gramas;
- ❖ 4,02 gramas;
- ❖ 4,05 gramas;

Peso final 21,99 gramas;

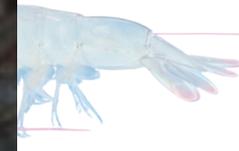
Biomassa de 69 kg para 308 kg.



SUPLEMENTO PRÉ-DIGERIDO FERMENTADO



# Produção Orgânica na PRIMAR:



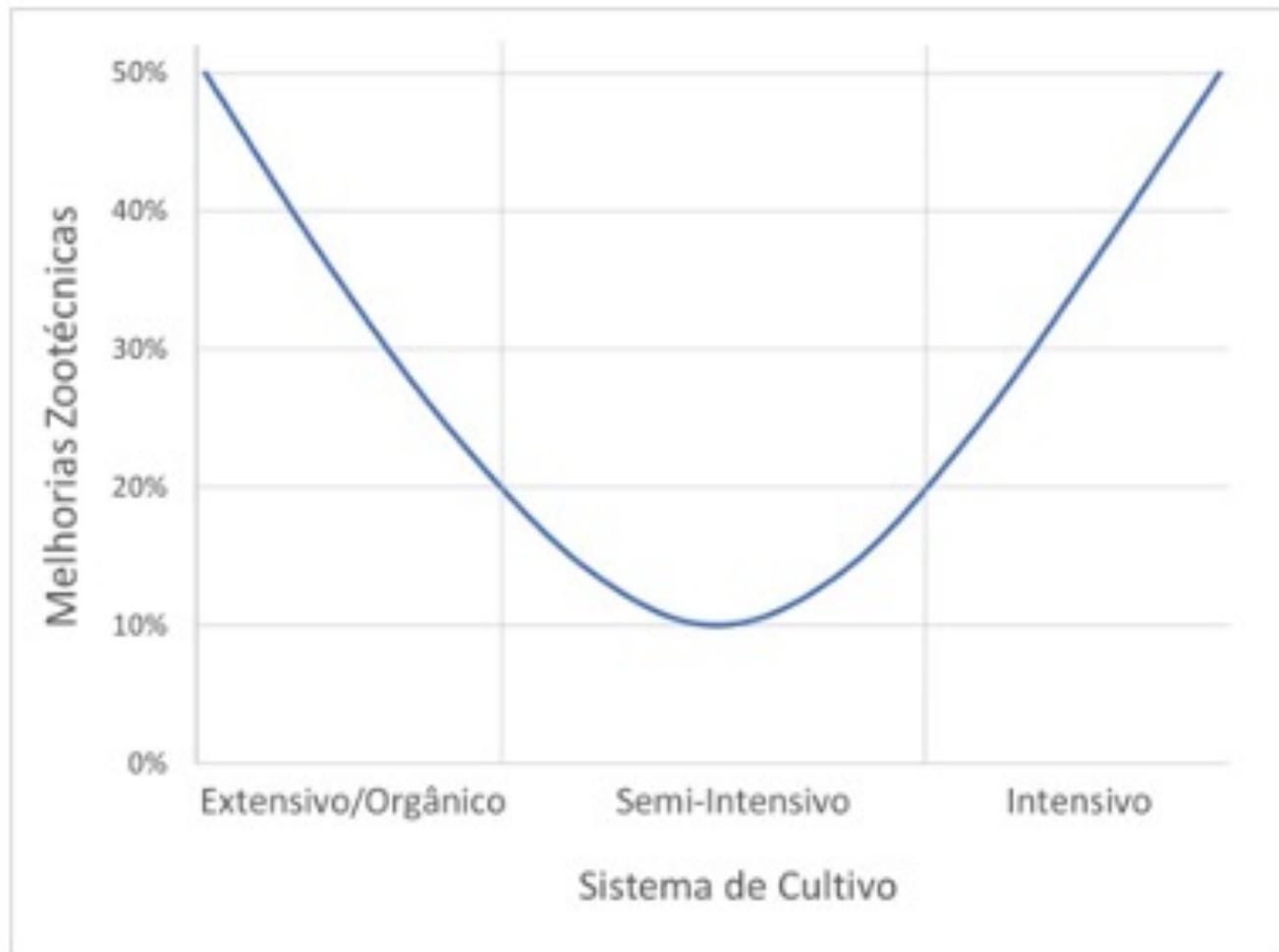
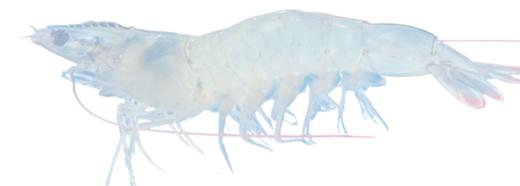


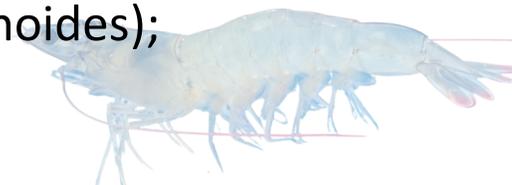
Figura 3: Resumo das melhorias nos principais parâmetros zootécnicos (médias de crescimento, sobrevivência e FCA) proporcionados pela SSF com o farelo de arroz e FermentAqua® em diferentes sistemas de cultivo de camarões vannamei e tilápias.



**Conclusões:** os pré-digeridos com ingredientes locais acessíveis são processados por dezenas de micróbios comerciais específicos em várias combinações/tempos de exposição, e o resultado é:



1. **Melhoria na composição nutricional** (mais nutrientes caros/de qualidade; CHO/amido+fibra se transformam em proteínas, e em **aminoácidos livres**; lipídios em **ácidos graxos**; minerais inorgânicos em **minerais orgânicos**);
2. **Eliminação de fatores anti-nutricionais e toxinas**; rompimento do DNA de transgênicos;
3. **Geração de Vitaminas** alfabéticas (A, B, C, D, E, K) e outras, como a Ergothionina (ET) e a PQQ;
4. **Maior digestibilidade**;
5. **Reforçadores do Sistema Imunológico e preservadores de alimentos**: ácidos orgânicos diversos; sub-produtos como o ácido felúrico e ergotianina; efeitos anti-patógenos (ação direta contra bactérias patogênicas e quebra de alguns vírus);
6. Elevam **sobrevivência/bem estar animal** e permitem o adensamento/intensificação dos cultivos;
7. **Anti-oxidantes** como dihidroquercetin (DHQ), um flavonoide de ação intracelular;
8. **Neuroprotetores** como a NMN (Nicotinamida Mononucleoide); secreção de anti-corpos e peptídeos;
9. **Atrativos** (Fenóis, flavonoids, lipídios e terpenos) ou aromas que mais atraem cada espécie;
10. **Melhoradores Ambientais**, biorremediadores;
11. **Aditivos caros a baixo custo**: DHA – Ácido Docosahexaenoico; Astaxantina (Carotenoides);
12. **Biofabricação de proteínas a partir de resíduos... BAIXO CUSTO!**





# OBRIGADO!

## Stand SupriAqua - 196

[sergio@sergiozimmermann.com](mailto:sergio@sergiozimmermann.com)

[sergio.zimmermann@icloud.com](mailto:sergio.zimmermann@icloud.com)

[supriaqua.com](http://supriaqua.com)

[www.fermentaqua.com](http://www.fermentaqua.com)

Whatsapp: +55-51-98114-7475