



# *Panorama da* **AQUICULTURA**

## **O MEXILHÃO DOURADO** **NAS PISCICULTURAS EM TANQUES-REDE**



Panga "Made in Brasil"! País já cria o peixe vietnamita • Melhoramento genético para resistência as doenças • Carcinicultura intensiva no Brasil: realidade ou sonho? • A importância da extensão técnica na América Latina • Antibióticos: critérios para o uso racional • Inovações na nutrição de organismos aquáticos • Encontro de parcerias pensa a aquicultura nas universidades • Feira Nacional de Peixes Nativos: evento do Sebrae discute a sustentabilidade na piscicultura

# Melhoramento genético para resistência a doenças em organismos aquáticos

Para a maioria das espécies zootécnicas, as principais características de grande importância econômica como a taxa de crescimento, eficiência de conversão alimentar, rendimento de filés e qualidade da carne, estão entre as que mais atraem a atenção de melhoristas e produtores. A ênfase maior ou menor de cada uma dessas características depende do interesse de cada etapa do ciclo de produção. Enquanto os produtores mais tecnificados que controlam melhor seus sistemas de manejo estão interessados em uma maior velocidade de crescimento e uma maior eficiência na conversão alimentar, as empresas processadoras de pescado estão obviamente mais interessadas no rendimento de filé e qualidade da carne do pescado. Por outro lado, as empresas voltadas à produção de alevinos costumam focar nas características reprodutivas, como por exemplo, o número de ovos por fêmea/ano. Contudo, a maioria das unidades da cadeia produtiva de peixe é formada por produtores que utilizam sistemas extensivos e semi-intensivos de produção cujas variáveis ambientais muitas vezes não são adequadamente controladas pelo produtor. Desta forma, para tais sistemas de produção é importante que os alevinos, além de apresentarem características genéticas para um melhor desempenho, também sejam resistentes a doenças e a manejos mais estressantes.

Por:

**Prof. M.S. Sergio Zimmermann**  
sergio@sergiozimmermann.com  
Zimmermann AquaSolutions (Noruega)

**Prof. Dr. Alexandre W.S. Hilsdorf**  
wagner@umc.br  
Universidade de Mogi das Cruzes  
Laboratório de Genética de  
Organismos Aquáticos e Aquicultura

**Prof. Dr. Heden L. M. Moreira**  
heden@ufpel.edu.br  
Universidade Federal de Pelotas  
Departamento de Ecologia, Zoologia e Genética

**M.S. Carla Giovane Ávila Moreira**  
carla.farma@gmail.com  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

A primeira questão a ser respondida é se sobrevivência ou resistência a doenças apresentam algum componente genético que possa ser selecionado em um programa de melhoramento. Qualquer um que vivencie o dia a dia de uma criação de peixes já deve ter notado que variações de temperatura ou mesmo o ataque de alguma doença aos peixes estocados em um tanque-rede ou viveiro de terra não afetam da mesma forma todos os animais. Se, por exemplo, uma infecção bacteriana acometer os peixes em um tanque de engorda, o que observaremos é que uma grande parte dos peixes já estará moribunda e morrerá com certeza, outra parte já estará morta, uma parte menor terá iniciado os sintomas, porém, haverá uma pequena quantidade de animais que estará completamente saudável (**Figura 1**). Por que sob as mesmas condições estes últimos indivíduos estarão saudáveis? Uma das explicações é a possibilidade destes animais serem portadores de genes que conferem resistência ao ataque da bactéria em questão. Se esta resistência a infecção bacteriana apresentar herdabilidade significativa, o fenótipo de resistência a infecção bacteriana poderá ser selecionado em um programa de melhoramento e ser fixado nas progênes.

Este importante tema já foi abordado pelo Dr. Henrique Figueiredo e colaboradores na edição 126 de julho/agosto de 2011 da revista *Panorama da AQUICULTURA*, e o retomamos nesta série de artigos sobre genética e melhoramento, devido a sua importância face ao crescimento da aquicultura no Brasil, uma vez que a tendência de intensificação dos sistemas de produção pode trazer ao dia a dia do produtor os problemas relacionados a doenças.

### Resistência a doença e suas interações com o meio ambiente

Resistência a doenças ainda é ainda uma característica pouco utilizada na maioria dos programas de melhoramento de organismos aquáticos, porém, vem se tornando prioridade para os aquicultores que cultivam peixes, crustáceos entre outros em sistemas extensivos e superintensos de criação. Os prejuízos decorrentes de mortalidades em massa são crescentes, e se tornam mais dramáticos quando se vivenciam perdas durante as últimas semanas de cultivo, quando a maior parte do alimento do ciclo já foi ofertada. A paulatina intensificação da aquicultura vem trazendo consigo uma crescente manifestação de uma série de doenças, espe-



**Figura 1.** Mortalidade causada por uma infecção viral ou bacteriana. Apesar do grande número de peixes mortos, o produtor deve observar os que sobreviveram para sua utilização nos programas de melhoramento (Fonte: FAO. © 2006-2012. National Aquaculture Sector Overview. China)

cialmente as ocasionadas por agentes oportunistas após manejos traumáticos ou mudanças súbitas na qualidade de água. A seleção de organismos aquáticos resistentes as principais enfermidades pode se tornar uma estratégia importante no combate a doenças e aumento da sobrevivência de criações de organismos aquáticos.

Embora o sistema imunológico de peixes seja fisiologicamente similar ao dos vertebrados superiores, eles dependem do seu sistema imune inato para sobreviver, e isto está relacionado ao fato de apresentarem vida livre desde os estágios embrionários iniciais. Outro aspecto a considerar é que a proteção originada pela imunidade adaptativa normalmente requer longos períodos de tempo para o desenvolvimento de anticorpos e também a memória imunológica contra agentes microbianos específicos. Portanto, o sistema imune inato serve como primeira linha de defesa para eliminar infecção primária por patógenos microbianos através da produção de peptídeos (pequenas proteínas) com atividades antimicrobianas.

Vários fatores externos influenciam a resposta e o sistema imune dos peixes, entre eles: (I) a qualidade de água; (II) temperatura; (III) luz; (IV) salinidade e, (V) outros indutores de estresse. No tocante a qualidade da água, níveis baixos de oxigênio no ambiente afetam a chamada “queima respiratória” dos macrófagos (células de defesa), que é o processo bioquímico pelo qual estas células do sistema imune, ao ingerirem microrganismos (fagocitose), os destroem pela liberação de enzimas hidrolíticas e de compostos reativos de oxigênio como

**"Vários fatores externos influenciam a resposta e o sistema imune dos peixes, entre eles a qualidade de água, temperatura, luz, salinidade e indutores de estresse."**

o ácido hipocloroso (HClO). Por outro lado, na presença de níveis elevados de oxigênio ocorre alta atividade de macrófagos e elevados níveis de anticorpos circulantes, em outras palavras, mais resistência. Outro parâmetro de qualidade de água que afeta o sistema imune diz respeito aos níveis de sólidos em suspensão nos ambientes. Com relação a isto, os níveis elevados de sólidos no ambiente aquático contribuem para o aumento dos níveis de hematócritos, com o objetivo de compensar a habilidade reduzida das brânquias para capturar o oxigênio. Além disto, este fator também aumenta a atividade das lisozimas e os níveis de imunoglobulinas (IgM) circulantes em resposta aos níveis elevados de patógenos que são esperados em um ambiente rico em partículas em suspensão.

Ao longo do ano o ambiente aquático é afetado principalmente por dois fatores primários, a temperatura e o fotoperíodo. Com relação à temperatura, sendo peixes animais pecilotérmicos, o metabolismo geral destes vertebrados diminui com a redução da temperatura, incluindo-se também a diminuição da capacidade de resposta do sistema imunológico. Devido a esta redução da atividade enzimática as taxas das funções fisiológicas se reduzem, incluindo aquelas ligadas ao sistema de defesa. O fotoperíodo (duração do período de luz em um dia) é outro fator ambiental que afeta o sistema imune. Em truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) foi observado uma correlação negativa entre o aumento do fotoperíodo e o número de leucócitos circulantes, ou seja, à medida que o comprimento do dia aumenta durante a primavera e verão ocorre uma redução do número de leucócitos circulantes nos animais aliado a um aumento do cortisol circulante (ver referência nas sugestões para leitura). À semelhança do que ocorre em níveis elevados de sólidos em suspensão, também são observados aumentos da atividade das lisozimas e níveis circulantes de IgM quando o fotoperíodo aumenta. Outro parâmetro de qualidade de água que afeta parâmetros do sistema imune (atividade de lisozimas e níveis de IgM circulantes) dos peixes é o pH, embora os resultados não sejam conclusivos. A salinidade também exerce um efeito sobre “queima respiratória” de macrófagos e níveis de IgM circulante quando seus níveis incrementam. Contudo, de que forma esta relação acontece ainda é um tema não totalmente esclarecido. Além destes fatores, o estresse pode diminuir a imunidade devido ao aumento nos níveis de cortisol que ele provoca. Portanto, qualquer prática de manejo (densidade de estocagem, submissão

**"O estresse pode diminuir a imunidade devido ao aumento nos níveis de cortisol que ele provoca. Qualquer manejo pode causar esse aumento e, conseqüentemente, diminuir a resposta imune dos peixes."**

a hipóxia, transporte, etc.), pode causar aumento dos níveis de cortisol e, conseqüentemente, diminuir a resposta imune dos peixes.

### Controle genético da resistência a doenças

Como explicado em artigos anteriores desta série, o controle genético de uma característica determina o quanto os programas de seleção serão efetivos na fixação de um fenótipo desejável na variedade ou raça que se objetiva produzir. No artigo 3 desta série (*Panorama da AQUICULTURA* edição 139) vimos que a herança das características de interesse zootécnico podem ser quantitativas (controlada por muitos genes e alta influência ambiental) ou qualitativas (um ou poucos genes e pequena influência ambiental). No caso da resistência a doenças, esta característica parece ser controlada por uma herança qualitativa, pois, a medida da resistência é interpretada da seguinte forma: ou o peixe tem o(s) gene(s) da resistência e sobrevive ou não os têm e morre. De qualquer forma, os mecanismos de controle genético para resistência a doenças, se quantitativo ou qualitativo, pode variar conforme o patógeno e é ainda uma questão a ser elucidada.

A herdabilidade relacionada à resistência a enfermidades são geralmente baixas o que sugerem baixa variância genética aditiva. Um estudo feito por em 1991 por Gjedrem e colaboradores estimou uma herdabilidade de 48% e 32% para resistência a infecção por furunculose (causado pela bactéria *Aeromonas salmonicida*) para machos e fêmeas de Salmões, respectivamente. Os níveis de herdabilidade encontrados são um indicativo que este fenótipo (resistência) pode ser usado em programas de seleção.

Por outro lado, nos casos em que resistência a doenças são controlados por mecanismos mendelianos de herança (poucos genes), a seleção de indivíduos homozigóticos que confirmam resistência a determinada enfermidade é um processo um pouco menos complicado em um programa de melhoramento, podendo-se fixar genes de resistência ao mesmo tempo em que outras características de interesse sejam também selecionadas. Contudo, efeitos pleiotrópicos (ver glossário) devem ser considerados se tais genes ao conferirem resistência também possam afetar outras características de interesse no processo de seleção. Revisões sobre o assunto são antigas e foram publicadas na década de 1980 e 1990 (ver em sugestões para leitura).

## Programas de melhoramento relacionados a resistência a doenças

Considerados “pais da genética aquática” pesquisadores noruegueses do Akvaforsk vêm tratando deste tema há várias décadas. Ainda nos anos 80, Gjedrem (1983) sugeriu que no planejamento de um programa de seleção devemos definir com exatidão os principais objetivos do programa, sendo que os parâmetros genéticos que são definidos pelos componentes de variância de uma determinada população, que são: a herdabilidade e repetibilidade (parâmetro aplicado a um fenótipo medido mais de uma vez no ciclo de vida do animal) que estão relacionados à herança quantitativa da característica, bem como a correlação genética que se aplica ao nível de associação genética de dois fenótipos simultaneamente. As respostas de seleção para resistência a doenças ou sobrevivência não são tão boas como para taxa de crescimento ou outras características de produção. Isto se deve ao fato da variância genética para resistência a doenças ser mais baixa, portanto, a resposta à seleção será mais lenta e economicamente para dispendiosa.

Em 1993, Fjalestad e colaboradores demonstram a grande importância em aumentar a resistência natural a doenças dos peixes cultivados. Na década de 90, a salmônica cultura norueguesa estava mergulhada em antibióticos, situação semelhante a que se vive hoje no Chile. As tentativas de seleção direta para aumentar a sobrevivência em ambientes comerciais naquela década tiveram baixas respostas, e os autores justificaram estes resultados devido aos registros imprecisos praticados nos programas de seleção. No entanto, testes de desafio que foram infectados com patógenos específicos mostraram posteriormente variação genética quanto aos níveis de mortalidade, indicando que a melhora de seleção para sobrevivência é possível.

Mais recentemente, experimentos (programa de melhoramento de tilápias vermelhas e nilóticas da Manit Farm na Tailândia - [www.manitfarm.com](http://www.manitfarm.com)) têm mostrado uma correlação genética positiva e significativa entre a taxa de crescimento e sobrevivência. Portanto, uma maior sobrevivência pode ser esperada como resposta correlacionada ao se selecionar para a taxa de crescimento.



**Figura 2.**

- (a) Núcleo de melhoramento genético da Manit Farm na Tailândia;  
 (b) Tilápias sendo submetidas a desafio para a infecção por *Streptococcus*;  
 (c) Vacinação individual de alevinos de tilápias  
 (Fonte: Sérgio Zimmermann)

**"As possibilidades de melhoramento por seleção para resistência a doenças ou sobrevivência não são tão boas como para taxa de crescimento ou idade de maturação."**

A Tailândia é provavelmente o país que enfrenta os maiores problemas de doenças de camarões e tilápias. As sobrevivências em cultivos comerciais são baixas. Como consequência, os preços das pós-larvas de camarões e alevinos são os mais baixos do mundo. As razões para estas elevadas mortalidades são diversas, entre as quais o relevo plano e a quantidade de chuvas. A Manit Farms, a maior

empresa produtora de alevinos de tilápias daquele país (280 milhões/ano), fará em breve seu primeiro teste de desafio para resistência a doenças (Figura 2). O objetivo primeiro será a seleção de tilápias resistentes ao *Streptococcus* (infecção bacteriana comum em criações de tilápia). A Manit Farms testou em seu programa de melhoramento a seleção genética de progênies descendentes de reprodutores desafiados ao *Streptococcus* versus uma vacina comercial em progênies de reprodutores não selecionados. Os resultados para sobrevivência das progênies foram semelhantes, e houve a incorporação desta característica no programa de melhoramento. Atualmente, o principal critério de seleção do programa de melhoramento de tilápias da Manit Farms é a resistência ao *Streptococcus*.

Apesar de haver uma variação genética significativa em parâmetros imunológicos em tilápias, é preciso um maior conhecimento sobre as correlações genéticas entre o ganho de peso e sobrevivência antes de seleção indireta para o aumento da sobrevivência. Além disso, se sabe que fatores que causam mortalidade variam no tempo, espaço e entre as espécies e, desta maneira, também a variação genética

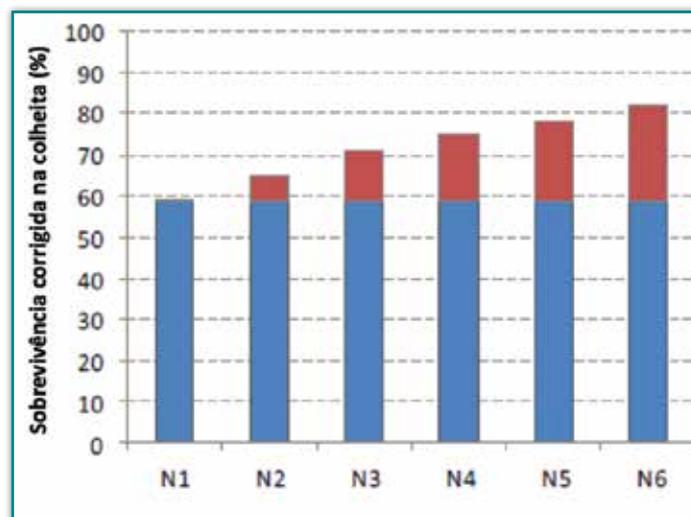
e as correlações da sobrevivência com outras características também poderão variar significativamente.

Para a resistência a doenças específicas, a Manit Farm possui planos de desafiar várias linhas de *Streptococcus* no início de 2015. Nas últimas 7-8 gerações, houve um significativo aumento na taxa de sobrevivência de mais de 20%, em média (**Figura 3**), porém, não se trata de resistência específica para a doença, mas sim de um aumento de “robustez”.

A heterose produzida por cruzamentos entre variedades ou raças ou mesmo linhagens tem demonstrado melhorar a resistência a doenças em cerca de 50-70% de cruzamentos realizados, por exemplo, cruzamentos entre variedades de *Clarias macrocephalus* (bagre do sudeste da Ásia) aumentou a resistência a infecção por bactéria *Aeromonas hydrophila*. Esta estratégia pode ser estabelecida em programas de melhoramento baseados em seleção por famílias com a utilização de variedades genéticas distintas selecionadas para resistências a enfermidades prevalentes na criação.

A transgenia é outro método (Ver artigo 7 desta série, na revista *Panorama da AQUICULTURA* Edição 143) pelo qual a produção de variedade genéticas de peixes resistentes a doença podem ser obtidos de forma mais rápida. Em publicação deste ano, Chiou e colaboradores demonstraram que truta arco-íris transgênica produzindo peptídeo *Cecropins* conferem resistência a bactéria *Aeromonas salmonicida* e ao vírus da necrose hematopoiética infecciosa (IHNV). A mortalidade cumulativa em trutas não transgênicas foi da ordem de 80-85% para *A. salmonicida* e de 82 a 83% para IHNV, enquanto que para as trutas transgênicas expressando cecropins foram de 12-40% e 4-25% para *A. salmonicida* e IHNV, respectivamente. A título de esclarecimento cecropins são peptídeos (proteínas pequenas) com atividade antibactericidas. Estes peptídeos são liberados no sistema sanguíneo e prontamente incorporados na membrana plasmática das bactérias. As bactérias ao incorporarem estes peptídeos formam poros na sua membrana o que as leva a morte. Este é um tipo de resposta não específico e, portanto de uso generalizado.

A avaliação genética de resistência a doenças com base em testes de sobrevivência em desafios ainda enfrentam alguns problemas que podem complicar tanto os registros quanto a análise estatística dos resultados. Por exemplo, a susceptibilidade e tempo até a morte podem ser diferentes aspectos



■ Ganho genético  
■ Média N1

**Figura 3.** Resultado do aumento da taxa de sobrevivência em tilápias, não relacionado a uma enfermidade em específico e sim aumento da robustez dos animais em gerações sucessivas de seleção

**"No caso das espécies produzidas no Brasil, existem poucos programas de seleção com base no mérito individual e familiar combinados, ininterruptos e de longa duração."**

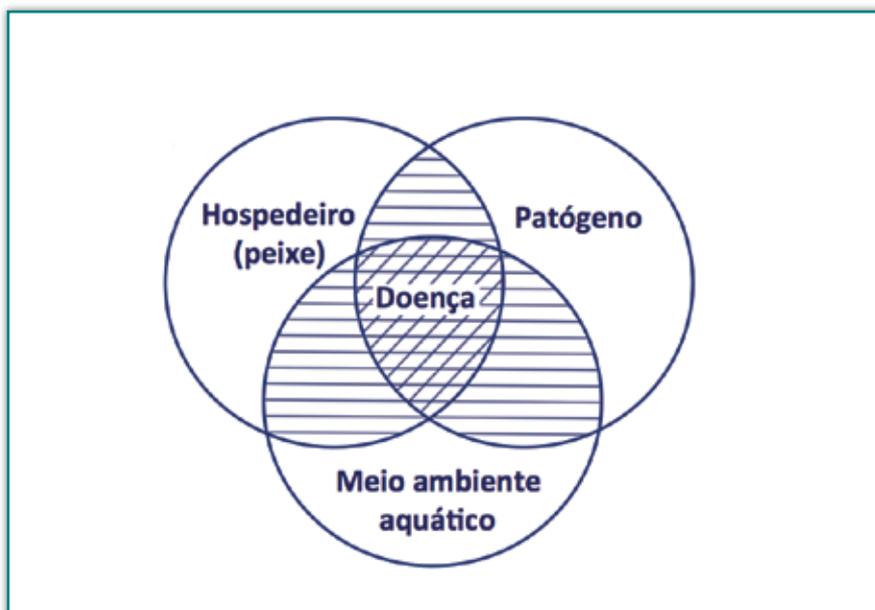
da resistência, ou a sobrevivência pode ser uma medida inadequada de resistência. Assim, para algumas doenças, os programas de melhoramento devem aplicar uma modelagem estatística mais avançada para incluir tais testes de sobrevivência. Além disso, os indivíduos testados nesses “testes de desafio” (normalmente ficam fora da área do Núcleo de Genética por representarem desafios de manejo ou exposição às doenças) são geralmente excluídos como candidatos à seleção, já que podem ser portadores de doenças em potencial e, portanto, seu retorno ao Núcleo representaria um risco à saúde dos outros animais. Normalmente um Núcleo de Genética depois de estabelecido não permite a entrada de material externo. Assim, os métodos que permitem a seleção dentro da família são de particular importância na seleção para uma melhor resistência a doenças com base em testes desafio doença. Exemplos de tais métodos são, por exemplo, a seleção indireta em caracteres correlacionados mensuráveis em candidatos à seleção, seleção de identificar os locos de características quantitativas e seleção genômica. No futuro, a informação genômica tem o potencial de melhorar substancialmente a reprodução seletiva para características

de resistência a doenças, uma vez que esta informação pode ser adquirida em grande escala e por um custo acessível.

No caso das espécies produzidas no Brasil, existem poucos programas de seleção com base no mérito individual e familiar combinados, ininterruptos e de longa duração. Podemos destacar o programa de melhoramento de tilápias do

Projeto AquaBrasil e o programa de produção de tilápias híbridas *Veggie-fish* trabalho de pesquisa da empresa Rei da Tilápia e a Universidade Federal de Pelotas - UFPEL. Este projeto há uma contínua seleção de animais resistentes ao estresse de manejo aos 25, 50 e 100 dias pós-eclosão, quando os animais são retirados da água por 15-20 minutos. O objetivo deste estresse induzido é eliminar os animais mais fracos e que não sobreviverão ao manejo das transferências de campo (viveiros escavados de águas verdes ou gaiolas de águas transparentes) e, desta forma, estabelecer uma melhor estimativa de parâmetros fenotípicos e genéticos necessários para a construção de índices de seleção que levem em conta a resistência a manejo e doenças oportunistas decorrentes deste manejo.

De forma geral, um produtor que estabeleça um programa básico de seleção genética de genótipos superiores pode considerar três etapas para obtenção de reprodutores mais resistentes a doenças e manejo: (i) identificar no plantel genótipos que apresentem resistência a doenças e rusticidade, (ii) incorporar estes genes em variedades ou raças comerciais por meio de programas de seleção, (iii) após a fixação da característica da resistência a um determinado patógeno, estabelecer sempre estratégias de seleção em razão da face à natureza dinâmica entre o meio aquático, patógenos e hospedeiro (**Figura 4**).



**Figura 4.** Interações entre meio ambiente aquático, hospedeiro e patógeno na dinâmica de estabelecimento de uma doença (Adaptado de Bohl, 1989)

Nos últimos anos com o desenvolvimento de novas técnicas de sequenciamento de DNA e estudos de expressão de genes, um horizonte de perspectivas se abre para o conhecimento mais amplo dos mecanismos genéticos ligados à resistência a doenças. Chips de DNA para genes ligados a resistência já é uma realidade na salmonicultura e são usados na seleção de indivíduos resistentes ainda quando juvenis. Peixes transgênicos que tenham incorporado em seu genoma genes que confirmam resistência a determinada bactéria ou vírus podem ser uma realidade em um futuro não muito distante. O impacto das técnicas baseadas em DNA e seus impactos no desenvolvimento da aquicultura será a nossa próxima jornada. Então até lá. ■

**AGRICOTEC®**

EQUIPAMENTOS PARA PISCICULTURA

47 3001-0307 - 47 3370 0712 - 47 3371-1579

AGRICOTEC.COM.BR

## Glossário

- **Hematócrito:** é o volume de glóbulos vermelhos ou hemácias em relação ao volume total de sangue.
- **Leucócitos:** também conhecidos como glóbulos brancos. Os leucócitos fazem parte do sistema imunitário dos organismos e possuem por função o combate e a eliminação de microrganismos e estruturas químicas estranhas ao organismo através da captura ou da produção de anticorpos.
- **Lisozima:** é uma proteína que digere certos carboidratos de alto peso molecular, sendo assim, bactérias são destruídas por lisozimas por conterem carboidratos em sua parede celular. Em peixes, as lisozimas fazem parte do sistema imune inato, estando presente no muco e formando uma barreira química de proteção a patógenos que estão no ambiente.
- **Queima respiratória (*respiratory burst*):** é o mecanismo pelo qual ocorre a ativação da enzima NADPH-oxidase, produzindo superóxido que é convertido em ácido hipocloroso que atua no processo de digestão intracelular pelos lisossomos. O termo quima respiratória está relacionada ao envolvimento do oxigênio neste processo e não tem relação com a respiração celular feita nas mitocôndrias.
- **Pleiotropia:** vem do grego *pleio* = muito e *trope* = mudança e é o nome termo em genética quando um único gene tem seu efeito observado em diferentes fenótipos não necessariamente relacionados. Por exemplo, em animais genes que sejam responsáveis por ganho de peso atuam tanto na estatura com no peso, já genes ligado a deposição de gordura podem influenciar no peso, mas não na estatura.
- **Sistema imune inato:** é forma de imunidade que já nasce com o indivíduo, e não induzida por infecções externas.

## Sugestões para leitura

- Bohl, M. 1989. Optimal water quality-basis of fish health and economical production. Current trends in fish therapy. Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft e. V., Giessen, 18-32.
- Chevassus, B., Dorson, M. 1990. Genetics of resistance to disease in fishes. Aquaculture 85: 83-107.
- Chiou, P.P., Chen, M.J., Lin, C.-M., Khoo, J.K., Larson, J., Holt, R., Leong, J.-A., Dunham R.A. 2011. Aquaculture and Fisheries Biotechnology - Genetic Approaches, Second Edition. Cabi Edition.
- Esteban, M.A., Cuesta, A., Chaves-Pozo, E., Meseguer, J. 2013. Influence of Melatonin on the Immune System of Fish: A Review. International Journal of Molecular Science 14: 7979-7999.
- Fjalestad, K.T., Gjedrem, T., Gjerde, B. 1993. Genetic improvement of disease resistance in fish: an overview. Aquaculture 111: 65-74.
- Gjedrem, T. 1983. Genetic variation in quantitative traits and selective breeding in shellfish. Aquaculture 33: 51-72.
- Gjedrem, T., Salte, R., Gjoen, H. 1991. Genetic variation in susceptibility of Atlantic salmon to furunculosis. Aquaculture 97: 1-6.
- Leonardi, M.O., Kemplau, A.E. 2003. Artificial photoperiod influence on the immune system of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in the Southern Hemisphere. Aquaculture 221: 581-591.
- Ødegård, J., Baranski, M., Gjerde, B., Gjedrem, T. 2011. Methodology for genetic evaluation of disease resistance in aquaculture species: challenges and future prospects. Aquaculture Research. Special Issue: Proceedings of the International Symposium, Scottish Aquaculture: A sustainable future. 42: 104-114.
- Price, D.J., 1985. Genetics of susceptibility and resistance to disease in fishes. Journal of Fish Biology 26: 509-519.
- Thorgarrd, G., Chen, T.T. 2014. Production of Homozygous Transgenic Rainbow Trout with Enhanced Disease Resistance. Marine Biotechnology 16: 299-308.
- Vehvilainen, H., Kauze, A., Kuukka-Anttila, H., Koskinen, H., Paananen, T. 2012. Untangling the positive genetic correlation between rainbow trout growth and survival. Evolutionary Applications 5: 732-745.



Virão não estando no 155

## KITS E EQUIPAMENTOS PARA AQUICULTURA

### Kit do Produtor e Técnico Para Piscicultura

**Água Doce ou Salgada**



Análise: pH, oxigênio dissolvido, nitrogênio amoniacal, nitrogênio nitrato, alcalinidade e dureza Total, transparência e temperatura.  
Acompanhar: maleta para transporte, mini garrafa colorida, termômetro de 0°C a 50°C, disco de secchi, cubeta para leitura, cubetas plásticas, frascos para coleta, cartelas colorimétricas para comparação visual, reagente para 100 testes e manual de instruções.

### AcquaCombo - Físico-Químico + Eletrônicos

**Kit 2 em 1 da AlfaKit**



Análise: pH (pHmetro), Oxigênio Dissolvido e temperatura (Oxímetro), Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Nitrato, Alcalinidade e Dureza Total, Transparência (Disco de Secchi).  
Versões: Produtor e Técnico

### Polikit para Balanço Iônico



Análise: Gás de Carbônico, alcalinidade total, carbonato e bicarbonato, dureza total, dureza, cálcio e magnésio, cloreto, salinidade, sulfato, potássio e Silica.  
Opcionais: primetro, Fotocolorímetro e Salinômetro

**Diferenciais dos nossos Kits:**

- Reagentes para 100 testes com cartilhas e kitubo de análise
- Oxigênio Dissolvido inclui utilize acido no método Winkler
- Metodologias adaptadas do Standard Methods
- Cartelas colorimétricas a prova d'água com durabilidade de até 20 anos
- Dispositivos suporte técnico especializado para atender as necessidades do produtor

Visite a linha completa de kits e equipamentos  
www.aquacultura.inf.br [www.alfakit.ind.br](http://www.alfakit.ind.br)

### Oxímetro AT 155 Microprocessado - 2 anos de garantia



- Memória para 500 registros c/ data/hora
- Totalmente a prova d'água
- Compensação automática de temperatura
- Compensação manual de salinidade e altitude
- Garantia de 2 anos.

### Linha microprocessada c/ memória p/ 100 registros



Oxímetro AT 150  
agora c/ memória e 2 anos de garantia



Oxímetro AT 170



Fotocolorímetro  
AT 10P II e AT 100P II  
(Data/ Hora)

### Oxímetros Microprocessados





Opcional: Versão Splash Proof (anti-choque e respingos)

### pHmetro Microprocessado





Opcional: Versão Splash Proof (anti-choque e respingos) e temperatura

SAC: (48) 3029-2300  
Florianópolis/SC  
[www.alfakit.ind.br](http://www.alfakit.ind.br) / [vendas@alfakit.ind.br](mailto: vendas@alfakit.ind.br)






Atendimento Remoto:  
Porto Alegre: (51) 3775-4830 / Belo Horizonte: (31) 3304-0597 / São Paulo: (11) 2824-6678  
Rio de Janeiro: (21) 2169-8720 / Recife: (81) 2137-4633 / Fortaleza: (85) 3421-3585