



Panorama da **AQUICULTURA**



ALGAS

**Uma alternativa para as
comunidades pesqueiras?**

Está no ar o novo site da Panorama da AQUICULTURA

Entenda o off-flavor nos peixes cultivados

Carcinicultura x Ambientalistas: diálogo ou intolerância?





“OFF-FLAVOR NOS PEIXES CULTIVADOS”

Fernando Kubitz, Ph.D. (Acqua & Imagem)
fernando@acquaimagem.com.br

Na indústria do catfish americano nos Estados Unidos, os prejuízos anuais causados pelo *off-flavor* são estimados em US\$ 50 milhões. O cálculo destes prejuízos considera o atraso no cronograma de despesca, a redução no crescimento e na eficiência alimentar e o aumento na mortalidade decorrentes de problemas de qualidade da água e doenças com a retenção dos peixes nos viveiros até passar a condição de *off-flavor*. Estes números não levam em conta a comercialização do produto com mau sabor. Prejuízos adicionais indiretos podem advir do estabelecimento de uma aversão do consumidor ao peixe proveniente de pisciculturas quando, na ausência de práticas eficazes de monitoramento do *off-flavor*, lotes com mau sabor são colocados no mercado.

No Brasil, até muito recentemente, a maioria dos produtores pouco se preocupava com este problema, provavelmente acomodada pela tradicional percepção dos consumidores de que os peixes de água doce sempre apresentam gosto de barro. Essa percepção já foi transferida para os peixes de piscicultura em algumas regiões. No entanto, com a profissionalização dos produtores e do setor, e a recente necessidade de ofertar pescado com qualidade para o consumo e não apenas para pesca recreativa, o *off-flavor* no peixe cultivado começou a receber maior atenção. Episódios recentes de *off-flavor* em tilápias cultivadas em tanques-rede em grandes reservatórios despertaram ainda mais a curiosidade dos produtores e técnicos para o assunto. Neste artigo é apresentada uma revisão sobre os principais aspectos relacionados ao *off-flavor* nos peixes cultivados e as estratégias de manejo utilizadas para amenizar este problema.

O que é *off-flavor*?

Off-flavor são odores/sabores indesejáveis adquiridos pelos peixes durante o cultivo. O *off-flavor* é adquirido através da absorção de substâncias dissolvidas na água (via brânquias) ou ingeridas intencionalmente ou acidentalmente durante a alimentação (absorção no trato digestivo). Diversas substâncias foram identificadas como causadoras de *off-flavor* na carne de pescado. A geosmina e o metil-isoborneol são as mais frequentemente envolvidas com o *off-flavor* nos peixes cultivados.

A geosmina (GEO) confere ao filé do peixe um gosto de barro ou odor de terra molhada. Esta substância é produzida por algas cianofíceas (cianobactérias ou algas azuis-esverdeadas - *blue-green algae*) do gênero *Anabaena*, *Lyngbya* e *Microcystis*, bem como por bactérias da ordem dos actinomicetos (entre estas as dos gêneros *Streptomyces* e *Nocardia*). Os actinomicetos são bactérias aeróbicas gram-positivas, de formato de bastonete com filamentos, e que comumente produzem um micélio com aspecto de fungo. Devido a esta característica e ao fato destas bactérias serem melhor isoladas em meios de cultura para fungos, estudos anteriores se referiam aos actinomicetos como fungos.

O metil-isoborneol (MIB) também é produzido por algas cianofíceas, mais especificamente as do gênero *Oscillatoria* (*Oscillatoria chalybea*, *Oscillatoria perornata*, *Oscillatoria agardhii*, *Oscillatoria tenuis*), bem como pelos actinomicetos. O MIB provoca odor de mofo quando em baixas concentrações (cheiro de porão úmido ou de lodo de brejo). Quando presente na carne em altas concentrações pode produzir odor semelhante a pinho.

A presença de GEO e MIB na água é mais comum durante e após o afloramento de algas cianofíceas na água dos tanques ou viveiros, notadamente as do gênero *Anabaena* e *Oscillatoria*. Outra condição que favorece a produção/liberação destas substâncias é a ação de bactérias e fungos na decomposição de material orgânico (algas mortas, fezes dos peixes, esterco e resíduos vegetais, restos de ração, entre outros) nos sedimentos dos tanques e viveiros, bem como nos filtros e tanques dos sistemas de recirculação.

Qual a relação entre a floração das cianofíceas e o *off-flavor*?

O *off-flavor* ocorre com grande frequência nos cultivos intensivos, seja em viveiros ou tanques de recirculação, devido ao maior aporte de nutrientes e de material orgânico (via ração e fertilizantes). Este aporte contínuo de nutrientes e matéria orgânica favorece o aparecimento de florações de cianofíceas e o crescimento da população de actinomicetos. Em rios e reservatórios naturais, estes organismos também estão presentes, podendo causar *off-flavor* mais ou menos intenso, de acordo com o grau de enriquecimento em nutrientes e a carga orgânica da água nestes ambientes. Peixes cultivados em tanques-rede e raceways também podem apresentar o mau sabor. No entanto, a incidência deste problema é menos frequente nestes sistemas de cultivo, notadamente quando se utiliza a água de reservatórios oligotróficos (pobre em nutrientes).

A presença de MIB na água dos tanques e viveiros geralmente é verificada durante ou após a floração de algas cianofíceas, notadamente as do gênero *Oscillatoria*. A alga *Oscillatoria chalybea* foi registrada em períodos com temperatura da água acima de 20 °C em viveiros de cultivo do *catfish* americano. Uma intensa floração desta alga ocorreu durante o verão, com a temperatura da água acima de 27°C. Lorio *et al* (1992) verificaram que o *off-flavor* em *catfish* ocorre cerca de uma semana após a floração de *Oscillatoria* nos viveiros, e sugeriram usar as florações desta alga como um indicativo do risco de problemas com o *off-flavor*. Quando não há sinais momentâneos de floração de cianofíceas, a presença de MIB na água pode ser atribuída à decomposição de material orgânico ou à ocorrência prévia de floração de cianofíceas. Geralmente, ao final do verão e início

do outono, após os períodos de mais intensa floração das cianofíceas, a concentração de GEO e MIB atinge o nível máximo na água dos viveiros, aumentando a ocorrência e a intensidade do *off-flavor* nos peixes.

Armstrong *et al* (1986) constataram que a presença de florações de algas cianofíceas nos viveiros não necessariamente implica em ocorrência de *off-flavor* no *catfish*. No entanto, os problemas com *off-flavor* parecem ser mais acentuados após a ocorrência de morte súbita parcial ou total do fitoplâncton. A morte súbita resulta em rompimento das células das algas, o que pode elevar consideravelmente a concentração de geosmina na água dos viveiros, agravando a intensidade do *off-flavor*. Com a morte súbita também aumenta a carga orgânica no viveiro, intensificando o processo de decomposição microbiana da matéria orgânica, que pode favorecer o desenvolvimento de actinomicetos e outros organismos produtores de GEO e MIB.

O que favorece a floração de cianofíceas e a ocorrência de *off-flavor*?

Dentre as condições que favorecem a floração das algas cianofíceas merecem destaque: a) as temperaturas da água entre 25 e 35°C; b) a depleção de N nas camadas superficiais dos viveiros devido à abundância de fitoplâncton neste estrato; c) a estratificação da água, devido à limitada entrada de luz em profundidade e a ausência de mistura da água nos viveiros; d) a frequente ocorrência de baixo oxigênio dissolvido.

Zimba *et al* (2003) observaram, durante os três primeiros anos de uso contínuo, um aumento progressivo no nível de nutri-

Peixes
Vida em Multiplicação

Reprodutor de Dourado
Reprodutor de Cachara
Reprodutor de Pacu
Pintado Gordo
Alevinos de Dourado
Alevinos de Pintado
Juvenil de Jau
Alevinos de Pacu

Pós-larvas • Pacu • Piauçu • Tambacu • Curimbata • Lambari

Alevinos
• Pintado • Cachara • Dourado • Piracanjuba
• Matrinã • Jau • Piraputanga • Pacu • Tambacu
• Piauçu • Curimbata • Jurupensem • Carpa-capim
• Lambari • Carpa-cabeçuda • Jurupoca

Despachamos para todo Brasil. Pequenas e grandes quantidades.

VENDAS COM **JANDERSON** (67) 380 7607
em breve www.douradensepiscicultura.com.br
e-mail: pscdoura@terra.com.br

DOURADENSE
PISCICULTURA

0900 1 480

entes nos viveiros de cultivo do *catfish* americano. Após este período, a concentração de nutrientes na coluna d'água se estabiliza. Neste estudo, além do enriquecimento em nutrientes na água, também foram avaliadas as populações predominantes de fito e zooplâncton em viveiros com 1, 2, 3, 4, 9, 10 ou 15 anos de uso. Algas cianofíceas, cladóceros e copépodos de grande tamanho predominam em viveiros com mais de 4 anos. Estes pesquisadores observaram que a ocorrência de *off-flavor* no *catfish* americano tendeu a aumentar com o tempo de uso dos viveiros e recomendam que seja feita pelo menos uma drenagem dos viveiros a cada 3 ou 4 anos. No Brasil, a maioria das pisciculturas geralmente drena seus viveiros pelo menos uma vez ao ano, embora isso não represente garantia de não produzir peixes sem *off-flavor*.

A concentração de GEO e MIB na água e no filé dos peixes.

Lorio *et al* (1992) registraram concentrações de GEO entre 0 e 0,1 µg/l e de MIB entre 0,04 e 0,4 µg/l na água de viveiros de cultivo de *catfish*. Peixes com *off-flavor* foram detectados em águas contendo MIB a concentrações de 0,2 µg/l. Lelana (1987) registrou concentrações de GEO de até 3,1 µg/l em viveiros de cultivo do *catfish* americano e notou uma correlação positiva da concentração de GEO com a densidade populacional da cianobactéria *Anabaena circinalis*. Neste estudo os peixes mantidos em água com 3,1 µg/l de geosmina em poucos minutos concentraram cerca de 83,1 µg de GEO por quilo de filé. Os autores afirmam que peixes mantidos em água com níveis de geosmina acima de 0,1 µg/litro certamente apresentarão *off-flavor*. Van der Ploeg (1991) registrou concentrações de geosmina entre 0,03 a 100 µg/l nos viveiros de cultivo de *catfish* entre abril e setembro (meados de primavera a início do outono). No entanto, observou que cerca de 91% da geosmina detectada estava associada às células das algas. Assim, a concentração de geosmina dissolvida na água foi estimada entre 0,03 e 0,85 µg/l, valor mais do que suficiente para impregnar um odor de barro nos peixes.

Uma significativa absorção de GEO e MIB pode ocorrer em poucas horas, enquanto a eliminação destes compostos pode demorar vários dias ou mesmo semanas. Johnsen (1989) registrou que o *catfish* americano previamente depurado acumulou cerca de 3,5 µg de GEO por quilo de filé quando exposto por 2 horas a uma água com 1 µg/l de GEO. Yamprayoon e Noomhorm (2000a) verificaram que tilápias expostas por 2 horas em água com 5 µg/l de geosmina acumularam 10 µg de GEO por quilo de filé. Quando a exposição persistiu por 48 e 72 horas, a concentração de GEO no filé subiu para 50 e 100 µg/kg, respectivamente. Com o aumento na concentração de GEO na água para 50 µg/litro, em 48 e 72 horas as concentrações desta substâncias no filé foram de 140 e 250 µg/kg, respectivamente. Concentrações de

geosmina acima de cerca de 4 µg/kg de filé foram suficientes para conferir *off-flavor* detectável em *catfish* e em truta arco-íris. Lovel *et al* (1986) registraram concentrações de GEO entre 2,7 e 200 µg/kg no filé de *catfish* no Alabama. Yamprayoon e Noomhorm (2000a) detectaram gosto de barro em tilápias com 7,5 a 9,8 µg de geosmina por quilo de filé.

Van der Ploeg (1992) observaram que após o desaparecimento de *Oscillatoria chalybea* dos viveiros, a presença de MIB na água ainda foi detectada por períodos entre uma a quatro semanas, enquanto que a ocorrência de peixes com *off-flavor* persistiu por tres semanas a nove meses.

Estratégias de controle e alívio do *off-flavor*

Diversas estratégias para aliviar os problemas com *off-flavor* são resultados de estudos aplicados à indústria do *catfish* americano nos Estados Unidos, que amarga um prejuízo anual de US\$ 50 milhões devido ao *off-flavor*. Praticamente toda a produção de *catfish* americano nos Estados Unidos é proveniente do cultivo em viveiros de terra com baixa renovação de água e que somente são drenados completamente a intervalos de cinco a sete anos. No Brasil, apesar de ser uma prática a realização de drenagens anuais nos viveiros, grande parte dos sistemas de cultivo de peixes são conduzidos em viveiros com baixa renovação de água. Assim, temos aqui problemas de *off-flavor* semelhantes aos da indústria do *catfish* americano, naturalmente com menores implicações econômicas devido à menor escala de produção e ainda uma menor preocupação dos nossos produtores e de muitos frigoríficos com a qualidade sensorial dos peixes cultivados.

Apesar de ainda não terem sido identificadas estratégias ou produtos totalmente eficazes no alívio ou controle dos problemas com *off-flavor*, diversas práticas de manejo são adotadas pelos produtores de *catfish* americano, a maioria delas centradas no controle da floração de cianofíceas, com repetidas aplicações de sulfato de cobre ou de outros herbicidas como o Simazine e o Diuron nos viveiros, geralmente durante os meses de verão.

Os produtores também utilizam um sistema de cultivo baseado em despesca parciais seletivas com a reestocagem de juvenis (múltiplas despesca e estocagem), o que possibilita que diversos viveiros estejam com peixes em condições de despesca. Assim, amostras de peixes dos viveiros em condição de despesca são enviadas ao frigorífico para testes de sabor, determinando em quais viveiros a despesca poderá ser realizada. A estratégia de cultivo do *catfish* também pode ser empregada no cultivo de peixes redondos no Brasil, pois estes são de fácil captura com rede. No cultivo de tilápia esta estratégia apresenta limitações, pela dificuldade de captura com rede e pela ocorrência de reprodução indesejada, mesmo estocando alevinos revertidos, o que levaria a um excesso de peixes nos viveiros.

Uma significativa absorção de GEO e MIB pode ocorrer em poucas horas enquanto a eliminação destes compostos pode demorar vários dias ou mesmo semanas.

Teste de sabor antes da despesca ou durante a depuração.

Uma semana antes, no dia que antecede e no próprio dia da despesca, uma amostra de 5 a 10 peixes deve ser coletada em cada um dos viveiros em condição de despesca. A porção posterior (caudal) do filé é removida de cada um dos peixes. Como a pele concentra mais GEO e MIB do que na musculatura do peixe, o filé retirado para o teste deve manter a pele aderida. Se o filé ainda cru apresentar odor de mofo, de terra molhada, ou outro odor inaceitável, a amostra é descartada de imediato, sendo estes peixes rejeitados para a despesca. Se o filé não apresentar odor, este deverá ser individualmente acondicionado dentro de frascos plásticos com tampa, do tipo "tupperware", ou mesmo entre dois pratos, para ser posteriormente cozido em forno de microondas. Após o cozimento, os frascos são abertos e, imediatamente, o degustador deve avaliar o odor exalado com o vapor saído do frasco. Se houver odor típico de *off-flavor* na amostra, a despesca do referido lote de peixe não deve ser realizada. Caso não haja odor, o peixe deve ser degustado, sem que haja a ingestão do material. Entre uma degustação e outra, o degustador deve enxaguar a boca com água e pode mastigar uma bolacha do tipo água e sal, sem ingerir o material.

Na degustação o *off-flavor* pode ser classificado de várias maneiras. Uma sugestão é considerar o *off-flavor* como sendo: a) não perceptível, b) muito suave, mas aceitável; c) bastante distinto e não aceitável; d) muito forte e repulsivo. Johnsen e Bett (1996) e Van der Ploeg and Johnsen (sem data), apresentaram uma escala prática para a avaliação de *off-flavor* em peixes, conforme detalhado na Tabela 1.

Tabela 1. Escala para avaliação de *off-flavor* em peixes (adaptado de Johnsen e Bett, 1996 e Van der Ploeg e Johnsen, sem data).

Grau	Condição de sabor ou odor
0	Nenhum odor ou sabor pode ser notado na amostra cozida.
1	<i>Off-flavor</i> é mínimo, quase imperceptível na degustação.
2	<i>Off-flavor</i> é distinto e detectado na degustação.
3	<i>Off-flavor</i> é detectado já no odor de uma amostra cozida.
4	<i>Off-flavor</i> é detectado no odor de uma amostra crua do filé.

Além de ser aplicada aos peixes antes da despesca, a degustação é muito útil durante a depuração, identificando prontamente o momento em que os peixes já estão com sabor adequado para o abate. Com isso a depuração é otimizada, evitando desnecessárias perdas de peso e mortalidade de peixes com períodos de depuração prolongados e desnecessários.

Depuração em tanques com renovação de água. Peixes expostos à GEO e ao MIB adquirem *off-flavor* em poucas horas. No entanto, a eliminação destes compostos pode levar vários dias ou mesmo semanas. Peixes com *off-flavor* podem ser depurados em tanques (geralmente de alvenaria, ou revestidos de alvenaria ou de fibra de vidro). Estes tanques recebem um fluxo contínuo de água limpa e, quando a vazão de água é limitada, podem necessitar de aeração (aeradores elétricos ou ar difuso). O uso de tanques de depuração geralmente é restrito aos frigoríficos de pequeno porte devido à necessidade de um considerável volume de água para a depuração de grandes

quantidades de peixes. A degustação prévia dos peixes prontos para a despesca pode poupar a necessidade de depuração, caso as amostras apresentem adequado sabor.

O tempo necessário para a depuração de peixes com *off-flavor* depende de diversos fatores, entre muitos a temperatura da água nos tanques de depuração, o teor de gordura nos peixes e a intensidade inicial do *off-flavor*. A eliminação de MIB no *catfish* americano, até níveis aceitáveis de 0,7µg de MIB/kg de filé, pode demorar dois dias e meio a cinco dias. Este tempo depende da temperatura da água e do teor de gordura no filé (Tabela 2). A geosmina e o metil-isoborneol são compostos solúveis em lipídios e a sua eliminação pode ser bastante demorada em peixes com muita gordura.

Tabela 2. Tempo para redução da concentração de metil-isoborneol (MIB) para valores de 0,7µg/kg no filé de *catfish* americano depurados sob diferentes temperaturas (adaptado de Johnsen *et al.* 1996).

		Temperatura da água (°C) ¹		
		14	24	34
Gordura no filé (%)	MIB inicial (µg/kg) ¹	8,0 µg/kg	10,0 µg/kg	11,7µg/kg
5	8,8 µg/kg	60 horas	60 horas	60 horas
10	9,9 µg/kg	100 horas	80 horas	70 horas
15	11,0 µg/kg	105 horas	85 horas	80 horas

¹ A concentração média inicial de MIB no filé foi maior com a elevação no teor de gordura do filé e na temperatura da água.

Peixes menores possuem menor teor de gordura e, por isso, perdem o mau sabor mais rápido do que peixes de maior porte. Johnsen e Lloyd (1992) estudaram a dinâmica de acúmulo de MIB em *catfish* com teor de gordura na musculatura entre 0,5 e 11% e observaram que peixes mais gordos (>2,5% de gordura no filé) acumularam três vezes mais MIB no filé do que peixes magros (<2,0% de gordura no filé). Quando colocados em água limpa, os peixes magros atingiram adequado sabor após 8 horas de depuração, contra 48 horas para os peixes mais gordos. Outra questão envolvida pode ser o metabolismo mais acelerado em peixes pequenos, o que promove uma eliminação mais rápida das substâncias que causam o *off-flavor*. Assim, uma boa prática na produção é evitar que os peixes passem muito do tamanho do abate e utilizar rações com adequado balanço proteína/energia.

A ocorrência de *off-flavor* em condições de campo pode resultar da ação conjunta de MIB e GEO, além da participação de outros compostos, exigindo um período maior de depuração. Lovell (1983) registrou a necessidade de depuração de 6 a 10 dias, sob temperaturas de 22 a 26°C, para que não mais se detectasse *off-flavor* no *catfish* americano (Tabela 3). A perda de peso dos peixes neste período foi de 10% para os peixes depurados à 22°C e de 15% quando a depuração foi à 26°C. Peixes depurados à 16°C necessitaram de 10 a 15 dias para adquirir adequado sabor, ocorrendo perda de peso de 9%. A perda de peso média do *catfish* americano neste estudo de Lovel foi de 0,6 a 1,7% ao dia na depuração. A perda de peso durante a depuração é outra razão pela qual a indústria do *catfish* americano não adota esta estratégia de controle do *off-flavor* antes do processamento.

TABELA 3. Perda de peso (%) do *catfish* americano ao longo do período de depuração sob diferentes temperaturas da água (adaptado de Lovell, 1983).

Temperatura (°C)	Tempo de depuração			
	3 dias	6 dias	10 dias	15 dias
16	5%	7%	8%	9%
22	10%	10%	13%	15%
26	13%	15%	17%	18%

Alimentar os peixes durante a depuração aparentemente não interfere com o processo. No entanto, devido ao estresse durante o manuseio e transporte e ao adensamento nos tanques de depuração, dificilmente o apetite dos peixes é restabelecido antes do término do período de depuração. Mesmo que se alimentem, isto exigiria maior troca de água para remover os resíduos orgânicos (fezes) excretados nos tanques.

Na literatura não há informações muito precisas quanto ao tempo necessário para a depuração de tilápias com *off-flavor*. Popma e Lovshin (1996) sugerem que três a cinco dias seriam suficientes e que a sangria do peixe no processamento reduz a intensidade do *off-flavor*. Observações de produtores, proprietários de pesqueiros e processadores no Brasil indicam que são necessários entre dois e dez dias, de depuração em água limpa e corrente. Em um pesque-pague de São Paulo, um lote de tilápias com intenso *off-flavor* teve que ser mantido por até 12 dias em água corrente e limpa para poder ser aproveitado. A perda de peso das tilápias durante a depuração varia entre 0,5 a 1% ao dia, dependendo da temperatura da água nos tanques. Estes valores são semelhantes aos observados para o *catfish* americano. Quanto maior a temperatura, maior o metabolismo e, mais rapidamente é feita a eliminação das substâncias que conferem o mau sabor. Porém, maior será a perda de peso diária dos peixes.

Nos meses de inverno a depuração pode ser crítica para espécies de peixes pouco tolerantes ao manuseio sob baixas temperaturas, como exemplo a tilápia. Embora o baixo teor de gordura no filé das tilápias possa favorecer a rápida eliminação de compostos associados ao *off-flavor*, o metabolismo reduzido sob baixas temperaturas pode exigir períodos de depuração de uma semana ou ainda mais prolongados para o restabelecimento do adequado sabor. Desta forma, infecções por fungos e bactérias podem ocorrer antes da depuração ser completada, causando mortalidade ou a depreciação da imagem do produto, principalmente quando este for comercializado inteiro ou na forma de filé com pele.

Estratégias de controle da floração de algas cianofíceas. O objetivo no manejo do fitoplâncton é reduzir o desenvolvimento de cianofíceas e estimular o estabelecimento de florações de algas clorofíceas (algas verdes). Além de produzirem substâncias

que causam *off-flavor* nos peixes, as cianofíceas são menos eficientes que as clorofíceas em promover a oxigenação da água dos viveiros, pelo fato de se concentrarem em florações superficiais. Adicionalmente, diversas cianofíceas comuns nos viveiros de cultivo estão associadas com a produção de toxinas que podem prejudicar o desenvolvimento do zooplâncton e, até mesmo, causar intoxicação e mortalidade nos peixes. Outro ponto importante a ser considerado é a ocorrência de morte súbita do fitoplâncton, que além de implicar em sérios prejuízos à qualidade da água, pode exacerbar os problemas com *off-flavor*. Em uma revisão realizada por Smith (1988), foi verificado que, em 55 dos 59 casos de morte súbita de fitoplâncton registrados em viveiros de cultivo de peixes (32 casos) ou pequenos lagos (27 casos), havia um predomínio de algas cianofíceas no fitoplâncton.

Portanto, a proliferação de algas cianofíceas nos viveiros de cultivo de peixes deve ser evitada. Diversas práticas de manejo têm sido utilizadas com o intuito de evitar um intenso desenvolvimento das cianofíceas nos viveiros de cultivo de peixes. Dentre muitas podem ser relacionadas: a) o uso de algicidas; b) o aumento intencional na turbidez da água; c) a manipulação de nutrientes (relação N:P); d) o uso de aeração e circulação de água; e) o controle biológico do fitoplâncton por peixes filtradores e pelo

zooplâncton; f) a elevação na salinidade da água; g) o uso de bactérias com ação seletiva no controle de algas cianofíceas.

Uso de algicidas. Como mencionado anteriormente, a aplicação de algicidas na água dos viveiros é uma prática adotada no cultivo do *catfish* americano na tentativa de impedir o excessivo desenvolvimento de algas cianofíceas. Aplicações semanais de sulfato de cobre (0,12mg/l) nos viveiros de cultivo do *catfish* americano sempre que a temperatura da água se mantinha acima de 20°C reduziram em 80% a prevalência de *off-flavor* no *catfish* americano (Tucker *et al* 2001). O uso do sulfato de cobre deve ser feito com cautela, pois em águas com baixa alcalinidade total este composto pode ser tóxico aos peixes. Outro composto com ação algicida é o Diuron. Este produto foi eficaz no controle seletivo de algas cianofíceas e na redução da incidência de *off-flavor* no cultivo de *catfish* em

viveiros. Zimba *et al* (2002) verificaram que nove aplicações de 0,01mg/l de Diuron, a intervalos semanais, foram eficientes em reduzir a concentração de MIB na água e no filé do *catfish*. As aplicações de Diuron resultaram em diminuição na população de algas cianofíceas na água, sendo estas substituídas por algas diatomáceas. Nos viveiros tratados com Diuron foi observado um aumento na concentração de rotíferos e diminuição no número de cladóceros e de náuplios de copépodos. Em um estudo mais abrangente feito por Hanson (2001), cinco aplicações anuais de Diuron concentradas no final da primavera e nos meses de verão foram eficazes em reduzir problemas com *off-flavor* nos viveiros de *catfish*. Apesar de alguns resultados interessantes obtidos com herbicidas seletivos, ainda há muita controvérsia sobre a eficácia destes produtos no controle do fitoplâncton, pelo fato dos nutrientes liberados com a decomposição das algas mortas serem rapidamente reciclados e estimularem novamente o desenvolvimento do fitoplâncton.

O apetite dos peixes dificilmente é restabelecido antes do término do período de depuração, devido ao estresse durante o manuseio, transporte e ao adensamento nos tanques de depuração.

O aumento da turbidez mineral da água dos viveiros. Além de limitar a entrada de luz e com isso impedir um excessivo desenvolvimento do fitoplâncton, a argila em suspensão comprovadamente adsorve substâncias presentes na água, e acredita-se que as substâncias associadas ao *off-flavor*, como a GEO e o MIB também possam ser “seqüestradas” pela argila em suspensão. A turbidez mineral também reduz a disponibilidade de fósforo na água, o que auxilia na redução do desenvolvimento do fitoplâncton. A aeração mecânica, a estocagem de peixes que reviram o fundo (como a carpa comum) ou o revolvimento intencional do solo do fundo dos viveiros com o uso de corrente, rede de arrasto ou linhas de chumbo podem promover o aumento na turbidez da água.

Manutenção de N disponível ao fitoplâncton. Com o desenvolvimento do fitoplâncton nos viveiros, ocorre uma depleção no nitrogênio nas águas superficiais devido à intensa extração deste nutriente pelas algas. A habilidade das cianofíceas em fixar e utilizar o N atmosférico confere a este grupo de algas uma vantagem competitiva em relação às clorofíceas quando a água se encontra exaurida de nitrogênio. Assim, as cianofíceas acabam dominando o ambiente. A fixação de N pelas cianofíceas é ainda mais eficiente sob condições de baixo oxigênio dissolvido na água, freqüentemente registradas no cultivo intensivo de peixes em viveiros de baixa renovação de água. Além disso, as cianofíceas possuem vacúolos de gás em suas células, possibilitando regular sua flutuabilidade e posição na coluna d’água. Assim, estas algas são capazes de realizar migrações verticais. Tanto vão em busca de nutrientes nas águas profundas e desprovidas de fitoplâncton, como podem se posicionar nas camadas mais superficiais em busca de luz para a fotossíntese. As clorofíceas não possuem esta habilidade, dependendo da disponibilidade de nutrientes nos extratos mais superficiais do viveiro. A aplicação contínua de fertilizantes nitrogenados pode proporcionar melhores condições para as algas clorofíceas competirem com as cianofíceas e se estabelecerem nos viveiros, reduzindo assim os problemas com *off-flavor*. Alguns estudos sugerem que a manutenção de uma relação N:P acima de 5:1 na água dos viveiros estimula o estabelecimento das clorofíceas.

Uso de aeração e circulação de água. O emprego da aeração e da circulação de água dos viveiros melhora os níveis de oxigênio e resuspende os nutrientes das zonas mais profundas para a coluna d’água, disponibilizando nitrogênio para as algas clorofíceas. Além disso, a movimentação da água causada pela aeração mantém as algas verdes em suspensão, evitando assim que estas se assentem no fundo dos viveiros e acabem morrendo por falta de luz e oxigênio. A melhora geral no oxigênio dissolvido, promovida pela aeração, também pode contribuir com a redução na fixação do N atmosférico pelas cianofíceas. Assim, a aeração e a circulação de água pode contribuir com a manutenção de florações de algas verdes, prevenindo uma intensa proliferação de algas cianofíceas.

Controle biológico do fitoplâncton por peixes filtradores e pelo zooplâncton. Smith (1988) fez uma análise de diversos estudos sobre a eficácia do uso de peixes fitoplanctófagos e zooplanctófagos no controle de algas. Quatorze destes ensaios concentraram-se no uso da carpa prateada, resultando em cinco situações de aumento, seis situações sem efeito e tres situações em que houve redução na biomassa do fitoplâncton. Dezesete ensaios utilizaram peixes zooplanctófagos, como a carpa cabeça grande, o *gizzard shad* e o *paddlefish*. Destes, 13 resultaram em aumento e quatro não tiveram efeitos sobre a biomassa do fitoplâncton. Outros dez ensaios utilizaram tilápias, que filtram tanto o fito como o zooplâncton. Em quatro destes ensaios com tilápia foram registrados aumentos na biomassa de algas; em dois ensaios não apresentaram efeitos e em quatro ensaios houve redução na biomassa de algas. O pouco sucesso no uso de peixes filtradores no controle e redução do fitoplâncton se deve ao fato destes peixes, em geral, serem eficientes filtradores de algas de maior tamanho, não havendo um controle

eficaz das algas menores, ou seja, o nanoplâncton. Além disso, a maioria dos filtradores também filtra o zooplâncton (principalmente os cladóceros e os copépodos). Os organismos do zooplâncton são eficientes filtradores das algas de pequeno tamanho. Assim, a redução no zooplâncton devido à alimentação dos peixes filtradores diminui a pressão de pastejo sobre o as pequenas algas, favorecendo o aumento na biomassa do nanoplâncton. Como as algas pequenas crescem mais rápidas do que as algas de maior tamanho, o resultado final, invariavelmente, é o aumento na biomassa de algas com a presença dos peixes filtradores.

Outra possibilidade de controle do fitoplâncton é prover uma proteção para o zooplâncton nos viveiros de cultivo. Esta proteção consiste em cercar uma determinada área dos viveiros com tela, evitando o acesso dos peixes. Este refúgio protege parte do zooplâncton, servindo de fonte de propagação destes animais para todo o viveiro. No entanto, há de se ressaltar que a intensificação do cultivo através

do aumento nas taxas de alimentação resulta em intensa proliferação do fitoplâncton, o que, em determinado ponto do cultivo, pode provocar sensíveis reduções no oxigênio dissolvido na água. Como o zooplâncton é bastante sensível ao baixo oxigênio, com a existência ou não dos abrigos, o seu desenvolvimento será limitado nos viveiros com esta condição.

Manipulação da salinidade da água. A elevação da salinidade da água pode reduzir os problemas com *off-flavor*. Yamprayoon e Noomhorm (2000a) observaram menor concentração de GEO no filé de tilápias cultivadas em águas com 10ppt (1,6 a 2,7µg/kg) comparadas a tilápias cultivadas em águas com 0 a 1ppt de salinidade (7,5 a 9,9µg/kg). Estes autores referenciam outro estudo demonstrando que o *off-flavor* não ocorre em tilápias cultivadas em águas com salinidade acima de 6ppt. Em sistemas de recirculação a elevação da salinidade para 10ppt alguns dias antes das despescas parece reduzir a população de actinomicetos ou outros microorganismos produtores de GEO e MIB, contribuindo

A aplicação contínua de fertilizantes nitrogenados pode proporcionar melhores condições para as algas clorofíceas competirem com as cianofíceas e se estabelecerem nos viveiros, reduzindo assim, os problemas com o *off-flavor*

assim com a redução nos problemas com o *off-flavor*. No cultivo em viveiros, no entanto, a elevação da salinidade para valores próximos a 10ppt fica restrita à fazendas que dispõe de águas marinhas ou estuarinas para mesclar com a água doce de abastecimento dos viveiros.

Controle biológico de algas cianofíceas por bactérias. Walker e Higginbotham (2000) isolaram da água uma bactéria com ação algicida que promove a lise (rompimento) das membranas das células de algas cianofíceas. Quando inoculada em meios de cultura de cianofíceas, reduziu a concentração de clorofila-*a* em cerca de 94 a 98% para *Oscillatoria spp.*, 77% para *Lyngbya spp.* e em 13 a 98% para *Anabaena spp.* Estas bactérias “minadoras” de algas podem ser uma grande ferramenta para reduzir os problemas com *off-flavor* em piscicultura.

Algumas idéias equivocadas sobre o *off-flavor*.

Por falta de divulgação do conhecimento disponível à respeito do *off-flavor*, a grande maioria dos produtores e técnicos têm idéias equivocadas sobre este problema. Reunimos aqui os equívocos mais comuns sobre o *off-flavor* nos peixes cultivados:

a) os peixes adquirem *off-flavor* somente se eles se alimentarem do lodo no fundo dos viveiros. Esta afirmação é incorreta. Peixes como o *catfish* americano, o pacu, o tambaqui, entre outros, e até mesmo peixes carnívoros que não se alimentam do lodo ou de organismos nele presentes, podem adquirir *off-flavor* quando cultivados em tanques escavados na terra. Também é comum registrar *off-flavor* em peixes cultivados em tanques-rede em açudes, sendo que estes jamais tiveram a oportunidade de se alimentar do lodo do fundo do açude. Naturalmente, alguns peixes iliófagos/detritivoros como o curimatã e a curimatã (conhecidos popularmente como “papa terra”) apresentam naturalmente um intenso *off-flavor*, certamente associado ao hábito de consumir detritos e organismos presentes no lodo dos açudes. Estes detritos podem estar impregnados de algas e actinomicetos produtores de GEO e MIB.

b) Os peixes cultivados em tanques-rede não apresentam *off-flavor*. Esta afirmação também é equivocada. Tilápias cultivadas em tanques-rede em açudes com floração de cianofíceas podem apresentar *off-flavor* bastante acentuado. Geralmente, peixes cultivados em tanques-rede em reservatórios com águas oligotróficas (águas com alta transparência, pobres em nutrientes e em fitoplâncton) não apresentam “*off-flavor*”. Este ano, no entanto, episódios de “*off-flavor*” em tilápias foram registrados em tanques-rede localizados em grandes reservatórios em São Paulo (Nova Avanhandava) e na Bahia (Reservatório de Xingó), neste último em consequência do excesso de chuvas ocorridas no Vale do São Francisco que forçaram a abertura das comportas de outras barragens acima do referido reservatório.

c) Peixes cultivados em viveiros com água muito verde sempre apresentam *off-flavor*. Este é outro equívoco. Brown e Boyd (1992) não observaram relação entre os níveis de clorofila-*a* (indicador da quantidade de fitoplâncton) na água dos viveiros e a ocorrência de *off-flavor* no *catfish* americano. Observaram, sim, que em diversos viveiros onde os peixes apresentavam forte *off-flavor* havia uma predominância da alga cianofícea *Lyngbya spp.* Como já apresentado neste artigo, a ocorrência de *off-flavor* está associada às florações de algas cianofíceas, notadamente as do gênero *Oscillatoria*. Em viveiros com predomínio de algas clorofíceas raramente é detectado *off-flavor* nos peixes. Por isso, muitos produtores têm apreciado peixes com excelente sabor proveniente de viveiros com grande quantidade de fitoplâncton. Portanto, a ocorrência de *off-flavor* nos peixes não é resultado somente da quantidade de algas presentes nos viveiros, mas sim do tipo de alga presente e da condição de saúde da floração do fitoplâncton.

d) Aplicar sal na água dos viveiros elimina o *off-flavor*. O aumento na salinidade da água dos viveiros ou em tanques de recirculação parece contribuir com a redução dos problemas com *off-flavor*. No entanto, os níveis de salinidade em que isso ocorre geralmente ficam acima de 6ppt, como registrado por Yamprayoon e Noomhorm (2000a) no cultivo de tilápias. Olson *et al* (2001) observaram que a elevação da salinidade da água de viveiros para 1,5 ou 3 ppt (1,5 e 3 kg de sal/m³) não reduziu os níveis de MIB na água dos viveiros.

e) O peixe adquire *off-flavor* da ração. Assim, suspender a ração por um ou dois dias é mais do que suficiente para eliminar o *off-flavor*. Geralmente isso não é verdade, pois a maioria dos grãos, farelos e farinhas de origem animal e vegetal usados nas rações não alteram o sabor/odor do filé dos peixes de maneira detectável pelos consumidores (Smith *et al* 1988; Johnsen e Dupree 1991; Kaushik *et al* 1995; Skonberg *et al* 1998). No entanto, as rações podem

influenciar a pigmentação (coloração) e textura da carne, dependendo do tipo de ingrediente utilizado e do seu nível de inclusão nas rações.

Considerações finais e agradecimentos

A padronização da qualidade dos produtos da piscicultura será cada vez mais um grande desafio com o aumento na produção e expansão do mercado. Portanto, a questão do *off-flavor* deve ser melhor considerada pelos produtores, técnicos, pesquisadores e frigoríficos. Há muito o que ser estudado e avaliado em termos de produtos e estratégias para aliviar os problemas devido ao *off-flavor* e há muito o que se aprender com outras indústrias, como a do *catfish* americano, que há mais de três décadas convive com, e investe consideráveis recursos no estudo do *off-flavor*. Finalmente, registro aqui meus agradecimentos em particular ao Biólogo Salvador Francisco Siciliano e ao Médico Veterinário Juliano Kubitzka, da Indústria Brasileira do Peixe, pela grande contribuição na discussão das implicações práticas devido ao *off-flavor*.

Em diversos viveiros onde os peixes apresentavam forte *off-flavor* havia uma predominância de algas cianofíceas, porém, naqueles com predomínio de algas clorofíceas, raramente o *off-flavor* é detectado.