

Boletim 48

Técnico

ISSN 2318-3837

Descalvado, SP

Maio, 2019

Produção Animal Universidade Brasil



Autores:

¹ Carolina Fourgiotis Rodrigues

² Kleberson Conrado de Araujo

³ Marco Antônio de Andrade Belo

⁴ Adriana Fernandes de Barros

¹ Discente do Programa de Pós-Graduação em Produção Animal *Stricto sensu* – UNIVERSIDADE BRASIL/Descalvado-SP; Docente do Curso de Medicina Veterinária, FACIMED– Cacoal/RO

² Discente do Programa de Pós-Graduação em Produção Animal *Stricto sensu* – UNIVERSIDADE BRASIL/Descalvado-SP;

³ Docente do Programa de Pós-Graduação em Produção Animal *Stricto sensu* – UNIVERSIDADE BRASIL/Descalvado-SP

⁴ Docente da Universidade do Estado do Mato Grosso, Departamento de Zootecnia – UNEMAT

Boletim Técnico da Produção Animal
(Programa de Mestrado Profissional em Produção Animal)
Ano 2012

Universidade Brasil
Campus Descalvado
Disponibilização *on line*

Autores / Organizadores

Prof. Dr. Vando Edésio Soares
Prof. Dr. Paulo Henrique Moura Dian
Profa. Dra. Käthery Brennecke
Prof. Dr. Gabriel M.P. de Melo
Profa. Dra Liandra M.A. Bertipaglia

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da Universidade Brasil,
com os dados fornecidos pelo (a) autor (a).

Rodrigues, Carolina Fourgiotis

Controle de *off flavor* no pescado / Carolina Fourgiotis Rodrigues et al.
-- Descalvado: Universidade Brasil, 2019.
55 p. -- (Boletim Técnico da Produção Animal, Universidade Brasil, 48)

Disponível em:

https://universidadebrasil.edu.br/portal/curso.php?id_curso=161

Inclui bibliografia.

ISSN 2318-3837

1. Actinomicetos. 2. Cianofíceas. 3. Depuração. 4. Geosmina. 5.
Peixes teleósteos. 6. 2-Metilisoborneol. I. Título.

CDD 338.16

É permitida a reprodução parcial ou total dessa obra, desde que citada a fonte.

RESUMO

A qualidade da água é de suma importância em sistema de produção da carne de pescado, pois uma vez que se usa um manejo deficiente na atividade aquícola, este acarreta possíveis consequências indesejáveis, como o desenvolvimento de microrganismos algáceos, podendo ocorrer o *off flavor* que desvaloriza o pescado e deprecia o seu valor comercial devido ao cheiro e gosto de barro introduzido na carne. São inúmeras as substâncias que provocam o *off flavor*, sendo as mais comuns geosmina (GEO) e 2-metilisoborneol (MIB). O gosto de barro é produzido pela GEO, já o MIB tem odor característico de mofo. No manejo das pisciculturas devem ser priorizadas as estratégias de controle do crescimento destes microrganismos baseando-se no conhecimento da biologia destes organismos aquáticos e a utilização de tanques de depuração e defumação que representarão opções para minimizar o *off flavor* no pescado

Palavras-chave: actinomicetos, cianofíceas, depuração, geosmina, peixes teleósteos, 2-metilisoborneol

INTRODUÇÃO

O Brasil por possuir imensa bacia hidrográfica se destaca na produção aquícola. A carne do pescado, por ser uma fonte proteica de excelente qualidade e alto valor biológico, vem sendo consumida cada vez mais pelos apreciadores de todo o mundo.

Ao longo dos anos o consumidor vem buscando informações a respeito de sua dieta, fato este que levou o produtor a tomar medidas que previnam a incidência de *off flavor*, fator de suma importância, por ocasionar na carne do pescado sabor e odor desagradável ao paladar, assemelhando-se ao barro, devido à água ser manejada de forma inadequada, o que representa grandes perdas econômicas na aquicultura.

Nos Estados Unidos, prejuízos devido a presença de *off flavor* em *Ictalurus punctatus* (*catfish*) ocorre atraso na despesca e crescimento, além de aumento da mortalidade, menor eficiência alimentar e posteriormente redução do valor comercial e venda dos peixes (MISCHKE et al., 2012).

Já no Brasil, são poucos os produtores que vem se preocupando com o *off flavor*, pois os mesmos acreditam que este fator é peculiar ao peixe de água doce criado em cativeiro (SOUZA et al. 2012). Mas, ao observarem que houve uma redução no consumo desses peixes, devido a percepção dos

consumidores ao sabor indesejável, os criadores passaram a pôr em prática medidas de controle de *off flavour*.

De acordo com Pereira e Lapolli (2009), flavors são ocasionados por transformações bioquímicas produzidas por cianofíceas, que são penetradas através das brânquias e automaticamente caem na corrente sanguínea passando para o músculo do peixe, e esses quando ingeridos causam desagrado aos consumidores.

Para Castro et al. (2013), a qualidade da água é fundamental para a manutenção da vida no ecossistema aquático. Por essas características, devem ser tomadas certas precauções quando se utiliza a água em alguma atividade de produção alimentícia ou até mesmo de abastecimento em mananciais. No decorrer da revisão, um tópico explicará os parâmetros da água para a obtenção da carne de pescados em viveiros.

Devido à importância do assunto exposto, é que se teve como objetivo realizar uma revisão sobre a ocorrência de *off flavor* em peixes confinados.

OFF FLAVOR

Off flavor caracteriza-se por sabores e odores desagradáveis presentes nos alimentos e no caso dos peixes devido ao mal manejo quando confinados ou por acontecimento natural através de oxidações e reações químicas. São inúmeras as substâncias que provocam o off flavor, sendo as mais comuns geosmina (GEO) e 2-metilisoborneol (MIB) (SOUZA et al, 2012). O gosto de barro é produzido pela GEO, já o MIB tem odor característico de mofo (SOUZA et al, 2012).

Silva (2009) afirma que o off flavor é mais acometido em peixes de água doce do que em peixes que vivem em água salgada, porque a absorção de substâncias odoríferas são mais rápidas em água doce, já em água salgada esse processo é lento e não passa diretamente nas brânquias dos peixes devido à menor permeabilidade da água salgada.

Nascimento (2010) relata que a cor e gosto da água é devido a alterações no ambiente aquático que podem estar ligados às cianobactérias, e estas que dão origem ao off flavor com a liberação de MIB e GEO na água. Através desse processo a água fica com gosto de barro e cheiro de mofo e, conseqüentemente, passa para os peixes através das brânquias. Figuêredo (2004) demonstra que esse fenômeno vem preocupando os produtores devido às perdas consideráveis na

produção de pescado em nosso país, pois este processo pode ser acometido por um descuido no manejo, como por exemplo, o excesso de arraçoamento que resulta em deposição de matéria orgânica favorecendo crescimento das algas azuis conhecidas como cianobactérias.

FATORES QUE FAVORECEM A OCORRÊNCIA DO OFF FLAVOR

É muito difícil para os criadores e até mesmo os técnicos no assunto, diagnosticarem no início a causa de problemas que ambientes aquáticos podem apresentar sem demonstrarem com clareza os indícios das variáveis físicas e químicas da água, sendo de suma importância analisar se há presença de algas cianofíceas existentes no viveiro. Seu desenvolvimento necessita de uma boa quantidade de oxigênio dissolvido, que se dá pelo excesso de fitoplânctons no viveiro que pode gerar o *bloom algal* (PÁDUA, 2002).

Segundo Leão (2004), outros fatores como temperaturas elevadas, níveis altos de pluviosidade, salinidade, pH básico, estratificação, profundidade, transparência da água entre outros, são indícios de um ambiente ótimo para o desenvolvimento de algas azuis, desde que estes fatores tenham uma variação em sua estrutura, ou seja, quando os viveiros começam a oscilar

muito as suas variáveis, propicia um crescimento na biomassa algal, onde os peixes vão passar por um estresse (SIPAÚBA-TAVARES et al., 1995; SAMPAIO, 2008) que causa aumento de excretas, favorecendo a formação de um ambiente eutrófico, colaborando para o desenvolvimento de cianofíceas.

Outros compostos químicos podem contribuir diretamente na produção de odor e gosto que sejam liberados na água e passados para o peixe. Estes compostos químicos são produzidos por cianobactérias e actinomicetos, e esses microrganismos também passaram a ter grande importância para os produtores (DANTAS et al., 2009).

A crescente eutrofização dos ambientes aquáticos é ocasionada principalmente por atividades humanas fazendo com que ocorram mudanças drásticas na qualidade da água (BRASIL, 2003; GOMES et al., 2009). A eutrofização pode ocorrer de forma natural ou artificial, porém, a mais comum em peixes de água doce criados confinados ocorre de forma artificial pela presença do homem, deixando a desejar no manejo. A forma natural acontece pelo próprio meio aquático, ocasionados por fatores extrínsecos como temperaturas altas, chuvas, ventos que arrastam a matéria orgânica (MO) para dentro do meio aquático e o processo de decomposição dessa MO é muito rápido, fazendo com que a água se torne um ambiente eutrofizado (BRANDÃO e DOMINGOS, 2006; MARTÍNEZ-CÓRDOVA et al., 2015).

Uma das principais consequências do processo de eutrofização é o aumento relativo de cianobactérias na comunidade fitoplanctônica. Os corpos d'água quando recebem um aporte grande de matéria orgânica podem apresentar desequilíbrio de elementos e nutrientes e, quando há incidência de fotoperíodismo longo, torna-se ainda mais preocupante, pois a água receberá uma mudança em sua ciência pela existência de fitoplânctons na água (MATSUZAKI et al., 2004).

Oliveira (2005) também cita que algas cianofíceas em elevados níveis de fósforo disponível e baixa salinidade da água, podem ocasionar grandes perdas da carne de pescados devido ao estranho sabor de terra aderente no peixe.

O odor e o sabor indesejável da carne do peixe podem ser percebidos após o abate. O processo de oxidação de gordura é muito rápido, assim como a decomposição desse tipo de carne, devido ao seu alto teor de gordura insaturada, e é resultante da ação de microrganismos prejudiciais que são adquiridos pelo manejo inadequado e o tempo de estocagem prolongado. Esses pontos negativos no pescado fazem com que sua carne seja depreciada consideravelmente, e isto ocorre mais facilmente em regiões de climas mais quentes com maior incidência do sol na água, ajudando o desenvolvimento das algas e intensificando a MIB e GEO na musculatura do peixe (PÁDUA, 2010).

São favoráveis para a ocorrência do off flavor, temperaturas entre 25 e 34°C e o baixo nível de nitrogênio na superfície da água, caracterizando-se como sinal de abundância de fitoplâncton na água, a estratificação da água que se dá pelo fato da limitação da luz e a variação negativa contínua de oxigênio dissolvido (FIGUÊIREDO, 2004).

Carvalho et al. (2008) citam que para a proliferação massiva das cianobactérias em ambientes aquáticos são necessárias condições adequadas tais como luz, temperatura, nutrientes, a estabilidade da coluna de água e pH, assim irá favorecer para que o ambiente se torne eutrofizado. Branco et al. (2001) ainda esclarecem que isto se dá pela versatilidade no metabolismo bem sucedido das cianofíceas e, em muitos casos, isto pode se tornar um problema primário para os produtores de pescados.

Kleemann (2011) afirma que uma vez que o off flavor é identificado em pescados por meio do cheiro e sabor indesejável, a carne de peixe se torna um alimento rejeitado pelos consumidores e isto prejudica a comercialização, fato que vem sendo reforçado cada vez mais a preocupação com a qualidade e segurança dos produtos.

ALGUMAS VARIÁVEIS DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA A PISCICULTURA INTENSIVA

O sistema intensivo também é muito utilizado no país, porém é mais trabalhoso e oneroso devido a maior atenção a ser tomada e gastos realizados para controlar o desenvolvimento das microalgas, pois neste sistema de produção a incidência delas é maior (OSTREKSKY et al., 2008).

Em piscicultura intensiva a maioria dos problemas ocasionados são provenientes da qualidade da água que tem correlação com a alimentação inadequada fornecida aos peixes (BELO et al., 2005, 2012). Uma água com parâmetros adequados e um bom manejo nutricional torna a atividade aquícola promissora e menos onerosa para o produtor, garantindo a saúde e o desempenho dos animais (BELO et al., 2014). Müller et al. (2010) acrescentam que a biomassa de fitoplâncton presente na água é um parâmetro importante para fazer a avaliação da água superficial.

Segundo Proença e Bittencourt (1994) o potencial de hidrogênio (pH) ideal utilizado na piscicultura é entre 7 e 8. A temperatura adequada se encaixa entre 25 e 28°C para um bom desempenho e reprodução. A alcalinidade significa a concentração de bases na água, ou seja, é a capacidade que a própria água possui para neutralizar ácidos adicionados a ela,

tendo como ideal de 20 a 300 mg/L. O oxigênio dissolvido (OD) quando se encontra em níveis muito baixos no confinamento dos peixes podem causar estresse aos animais podendo chegar até a morte, sendo considerado fator limitante para a atividade de produção de pescado, pois quanto mais alta a temperatura, menor será a disponibilidade de OD na água, e é através deste fator que podem ser ocasionados outros problemas indesejáveis para a atividade. Então, níveis ótimos de OD na água estão acima de 5 mg/L. A amônia pode ser considerada o segundo fator mais importante depois do OD na qualidade da água, o nível adequado é abaixo de 0,05 mg/L.

Para maioria dos peixes nativos em territórios brasileiros os níveis de OD têm que ser acima de 3,5 mg/L, pH entre 6,5 a 9,0 e alcalinidade acima de 20 mg/L (CECCARELLI et al., 2000; TEIXEIRA, 2006).

No contexto de Sampaio et al. (1998), além desses parâmetros já citados acima, tem outros fatores que interferem no desenvolvimento do peixe, como disponibilidade e qualidade do alimento, tamanho e espécie do peixe, ou seja, ter cuidado com a densidade de estocagem, podendo prejudicar diretamente a qualidade da água.

Braz Filho (2000) afirma que a atenção deve ser dobrada em piscicultura e voltada para o oxigênio dissolvido, temperatura e amônio. Outros fatores como pH, alcalinidade e dureza afetam

os peixes, mas não são diretamente tóxicos. Porém, não deve deixar a desejar a rotina de manutenção da água dos tanques.

CIANOFÍCEAS E SUAS CARACTERÍSTICAS

Cianofíceas ou cianobactérias são microalgas que através da fotossíntese são capazes de produzir oxigênio e liberá-lo no ambiente aquático, para os microrganismos ali existentes. As microalgas são unicelulares, filamentosas ou multicelulares quando em colônias, que quase não se diferem (COSTA et al., 2015). São divididas em organismos eucarióticos (algas verdes, vermelhas, diatomáceas, dinoflagelados, etc) e procarióticos (algas azuis - verdes) que são mais acometidas em sistema de criação de pescados (PINOTTI e SEGATO, 1991).

Para que essa biomassa algal tenha um desenvolvimento adequado, Agoas (2008) cita que são preferíveis águas neutro-alcalinas (pH 6-9) com temperatura de 15°C a 30°C, com uma boa quantidade de nutrientes disponíveis, sendo os principais, nitrogênio (N) e fósforo (P) para seus possíveis metabólitos. Essas produzem cianotoxinas, que acarretam problemas nas pisciculturas através da morte ou lise das células desses microrganismos e posteriormente o bloom, que ocasiona morte rápida e excessiva dessas algas.

Ribeiro (2010) classifica as cianofíceas em microrganismos procariontes, desprovidos de membrana celular, com sistema fotossintetizante semelhante ao das algas eucariontes, mas que possuem características de bactérias. Esses microrganismos podem ser encontrados em quase todo o meio aquático, porém causam enormes prejuízos econômicos para os produtores de peixes, por deixarem sabor e cheiro ruim na carne do pescado, tirando a atração dos consumidores.

Santos e Santanna (2010) observaram que as cianobactérias do gênero *Anabaena* presentes no Pantanal da Nhecolândia – MS são tricomas solitários presentes nos apêndices das plantas, com estrutura curta, com 8-18 células, retos a levemente curtos, revestimento mucilaginoso hialino, sua célula possui formato de barril, com coloração verde ou azul claro, com parede celular espessa. Essas algas são vegetais por possuírem uma coloração esverdeada que participa do processo fotossintético e uma camada rígida na parede celular (PELCZAR et al., 1997).

As cianobactérias se reproduzem de forma assexuada, através de divisões da célula ou formação de esporos e células de resistência. O grupo ecológico das cianobactérias é bem difundido e diversificado, isto se dá pela vantagem de adaptação em vários tipos de ambientes aquáticos. Elas se tornam dominantes na comunidade fitoplanctônica devido a respostas

imediatas à eutrofização em águas de viveiros, lagos naturais e reservatórios (FERNANDES et al., 2011).

No entanto, algumas microalgas planctônicas são de grande utilidade na prática, pois servem de alimento primário para algumas espécies de peixes, mas quando há uma floração desordenada dessas microalgas, elas passam a ser maléficas para os peixes e consumidores, devido a toxinas que elas exalam na água. Sendo necessário um controle populacional dessas algas para contribuir com a viabilidade econômica da atividade aquícola (PEREIRA NETO, 2006).

Esses microrganismos vivem em ambientes aeróbicos e têm grande flexibilidade e adaptações bioquímicas, possuem uma alta genética reprodutiva e se distribuem em habitat terrestre e aquático. Sendo na terra, como rochas, paredes, telhados, cascas de árvores entre outros e na água como, rios, mares, tanques e viveiros de confinamento de peixes e até mesmo em aquários (FREITAS et al., 2008). Essas algas podem viver em diversos ambientes com condições extremas, como em águas de fontes terminais, com temperatura aproximadamente de 74°C ou com temperaturas amenas de 0°C.

Há relatos que as cianobactérias podem apresentar uma taxa de crescimento relativamente alta quando submetidas à comparação de outros fitoplânctons, porém para essa alta taxa de crescimento é necessário um ambiente com alta

luminosidade, a fotossíntese é o principal modo de obter energia, e para este processo é necessário, além da água, dióxido de carbono (CO₂), substâncias inorgânicas e luz (FREITAS, 2008).

Segundo Oliveira et al. (2010), a microcistina é uma cianotoxina que tem grande importância na intoxicação em animais e humanos, pois casos são relatados na cidade de Caruaru no nordeste do Brasil. Esta cianotoxina é proveniente de cianobactérias que fazem a incorporação de aminoácidos na cadeia peptídica, porém, algumas cianobactérias não produzem toxinas devido à ausência de genes associados à biossíntese de microcistina.

Para a região Centro Oeste, as cianofíceas se adaptam bem, por terem um bom desenvolvimento em águas de temperaturas mais elevadas, então o clima tropical e subtropical tem grande importância para elas, e preferem ambiente mais eutrofizado, ou seja, com uma alta taxa de matéria orgânica biodegradável, fazendo com que a atividade química e bioquímica dessas microalgas sejam funcionais. A Tabela 1 demonstra as principais espécies de cianobactérias produtoras de MIB e GEO (VASCONCELOS, 1995).

Tabela 1: Principais espécies de cianobactérias produtoras de geosmina e 2-metilisoborneol

Compostos produzidos	Espécies responsáveis
Geosmina	<i>Anabaena circinalis</i> <i>A. Flos-aquae</i> <i>A. Scheremetievi</i> <i>Aphanizomenon fos-aquae</i> <i>Oscillatória agardhii</i> <i>O. tenuis</i> <i>O. variabilis</i> <i>O. brevis</i> <i>O. bornetti</i>
2 – metilisoborneol	<i>O. curviceps</i> <i>O. tenuis</i> <i>Oscillatoria sp</i>

Adaptado de Vasconcelos (1995)

Bevilacqua et al. (2011) citam que além das características já mencionadas das cianobactérias, elas não podem ser consideradas como um microrganismo patogênico, pois existem inúmeras linhagens de diversas espécies que são capazes de produzir através do metabolismo, compostos secundários bioativos e tóxicos à células de diversos grupos de animais, e esses só são liberados na água após a lise das células das cianobactérias. Então o potencial de toxidade dessas

microalgas só vai agir na forma dissolvida e absorvida pelos peixes.

ACTINOMICETOS

Os actinomicetos são microrganismos de capacidade competitiva baixa devido ao seu crescimento lento, então não são predominantes em substratos orgânicos (SOUZA et al., 2012). Tem capacidade de sintetizar vitaminas as quais inibem a atividade enzimática, antibióticos e outros compostos ativos. São em forma de esporos e conídios que permite sobreviver em condições adversas. Micologia dos actinomicetos é de extrema importância devido às peculiaridades desses microrganismos, pois são capazes de sobreviver e desenvolver em qualquer ambiente terrestre, aquoso e na rizosfera. Eles são de vida livre e produzem filamentos finos os quais são desenvolvidos no interior de um micélio (PEREIRA, 2000).

Os gêneros *Streptomyces* e *Micromonospora* dos actinomicetos são considerados os mais distribuídos na natureza, eles preferem o solo mas podem ocorrer no meio aquático como mar, rios, lagos e pântanos (ARAUJO, 1998)

Esses microrganismos se diferem das cianofíceas por serem do ramo das bactérias Gram-positivas compreendido por

um grupo heterogêneo. Possui uma diversidade morfológica começando por suas peculiaridades reprodutivas à formação de uma variedade de formas de esporos. Os constituintes da família *Actinoplanaceae* são os mais acometidos em meio aquoso, pois apresentam esporos móveis dentro de um esporângio. Esta família divide-se em 2 grupos, sendo o primeiro definido pelo seu esporângio esférico que apresenta milhares de esporos e o segundo por produzir 3 ou 4 esporos dentro de um mesmo esporângio que são em formato de dedos. Podem ser aeróbicos ou anaeróbicos facultativo/obrigatório (RODRIGUES, 2006).

Azevedo et al. (2004) citam que *Actinoplanetes* que é um nome trivial utilizado para designar espécies da família *Actinoplanaceae* são bactérias Gram-positivas capacitadas por formarem hifas em certos estágios de desenvolvimento. Possuem alto teor de G+C em seu DNA, tem capacidade de produzir diversos compostos bioativos, tendo importância farmacêutica e agrícola.

Os actinomicetos aeróbicos possuem um papel importante na degradação das moléculas complexas (celulose, lignina e xilana) devido as suas características, então são essenciais nos processos de compostagem (CANDEIAS et al., 2009).

Os actinomicetos são bastonetes filamentosos ou difteroides que medem cerca de 0,5µm de largura, com

filamentos ramificados e coloração irregular, na sua parede celular e possuem vários constituintes. Cada espécie de *Actinomyces* possui grupos antigênicos e inúmeros subtipos sorológicos. Suas atividades bioquímicas são catalase-negativos com exceção, por exemplo, da *A. viscosus* (BIBERSTEIN e HIRSH, 2003).

Esses microrganismos possuem alto teor de citosina e guanina que são consideradas como fibras orgânicas constituintes de boa parte do citoplasma das células vivas que formam o citoesqueleto presentes em seu DNA. Eles podem ser considerados como autotróficos, heterotróficos, quimiotróficos ou fototróficos, porque podem metabolizar de diversas maneiras usando fontes variadas de carbono e energia. Os actinomicetos são de suma importância devido ao seu desempenho em desdobrar vitaminas, antibióticos, minerais, algumas fibras entre outros, mas não deixando de lembrar que para a aquicultura eles são prejudiciais por conferirem odor e sabor indesejável no peixe (OLIVEIRA et al., 2003b).

SUBSTÂNCIAS LIBERADAS POR MICROALGAS NA ÁGUA

As microalgas liberam compostos químicos na água que não são desejáveis para a produção de pescados (SILVA et al., 2015). Várias pesquisas têm sido desenvolvidas com o intuito de identificar e extrair esses microrganismos do ambiente aquático devido a estes compostos adicionados na água que, conseqüentemente, desvalorizará o peixe (BIATO, 2005).

De maneira geral, essas substâncias químicas têm se tornado um grande problema para a atividade aquícola devido ao desenvolvimento das microalgas que é muito rápido, com isto, liberando níveis críticos desses compostos como MIB e GEO na água (FREITAS et al., 2008).

O composto 2-metilisoborneol (MIB) é produzido através de metabólitos microbianos de cianofíceas (*Oscillatoria spp* e *Anabaena spp*) presentes em lagos, rios, mares, viveiros entre outros. Este composto também é responsável pelo sabor ou odor de mofo na carne de peixes confinados (SILVA, 2009).

De acordo com Sirtori (2006) as cianobactérias possuem células com paredes delgadas e estão cobertas em sua maioria por substâncias mucilaginosas que às vezes formam filamentos, tendo como exemplo a *Anabaena* e *Oscillatoria*, já a *Microcystis*

possui o formato cocoidal constituída de células únicas ou colônias (Figura 1). Essas microalgas não são prejudiciais aos seres vivos, mas existem cianobactérias produtoras de cianotoxinas que podem levar à morte.

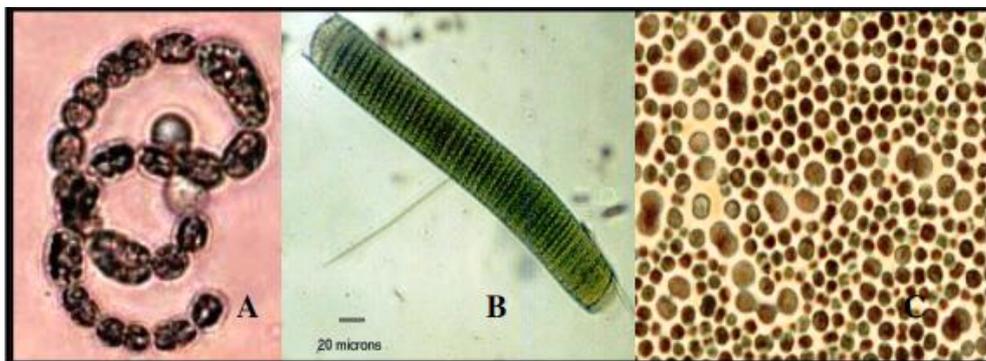


Figura 1: Filamentos de (A) *Anabaena circinalis*, (B) *Oscillatoria princeps* e (C) colônia de *Microcystis aeruginosa*.

Fonte: Adaptado por Sirtori (2006).

Nascimento (2010) relata que a partir do momento em que um ambiente aquático contém alta disponibilidade de nitrogênio e fósforo, este ambiente passa a ser eutrófico e preferível para a produção de MIB em águas com tais características, sendo que a maior parte do nitrogênio liberado na água é proveniente das excretas dos peixes. Existe uma correlação com ambiente eutrófico e oligotrófico, pois em águas floradas de cianobactérias, elas vão dominar devido à

eutrofização, já ambientes oligotróficos são os actinomicetos que vão se desenvolver. Porém, podemos dizer que tanto as cianobactérias quanto os actinomicetos são microrganismos produtores de MIB.

Oliveira (2005) também afirma que o gosto desagradável do pescado é proveniente de cianofíceas que estão diretamente associadas com a qualidade da água de viveiros com níveis altos de fósforo dissolvido e outros micro e macro elementos, podendo ser consequência do manuseio incorreto de pessoas responsáveis pela atividade de produção de peixes.

O composto geosmina confere na carne do peixe um gosto de barro ou cheiro de terra molhada. Esta substância é produzida por algas cianofíceas do gênero *Anabaena*, *Lyngbya* e *Microcystis* e também por actinomicetos (FIGUÊIREDO, 2004).

Dias e Maruyama (2011) citam também que a geosmina tem como característica um óleo e é produzida por algumas algas azuis e verdes e por bactérias da Ordem *Actinomycetallis*, estas deixam gosto de barro no filé de trutas e outros peixes.

CONTROLE DE ALGAS CIANOFÍCEAS

Na prevenção dessas algas, para evitar problemas futuros em viveiros de pescados, deve-se atentar desde o início

da produção, ou seja, desde a água que será abastecido os viveiros, pois se for de um rio ou mina, vários fatores poderão estimular a floração das algas através de nutrientes existentes no corpo d'água, incluindo o número de afluentes, o uso da terra na bacia de drenagem, a profundidade do viveiro, a estratificação ou não térmica da água. Para as cianobactérias e actinomicetos, o fósforo tem grande importância, pois eles possuem um mecanismo de armazenamento de P no interior da célula, então permitirá o acúmulo de fosfato suficiente para 3 ou 4 divisões celulares e também, conseqüentemente, uma célula poderá se multiplicar em 8-16 células sem necessitar de uma nova absorção de fosfato. Por isso o *bloom algal* é muito rápido e eficiente, pois pode aumentar 10 vezes ou mais, mesmo que o fosfato dissolvido tenha evaporado da lâmina d'água. O fósforo é também proveniente da alimentação balanceada, por isto, todo cuidado na hora de arração é de suma importância para que não haja acúmulo de matéria orgânica e posteriormente fósforo dissolvido no viveiro (BRASIL, 2003).

Conforme Campos et al. (2007), a criação intensiva apresenta variações ecológicas significativas, então é de suma importância o planejamento do manejo da água em relação à fertilização, calagem e o arração a partir da disponibilidade do alimento natural, permitindo uma redução nos custos de produção e possível tratamento de efluentes indesejáveis.

É muito importante o estudo da comunidade algal para se implantar uma piscicultura, pois, uma vez que identificados os microrganismos existente na coluna d'agua, torna-se mais fácil e viável alguns métodos de controle e prevenção dessas cianofíceas (LACHI, 2006).

Então, de acordo com Gonçalves (2011), a relação entre a qualidade de água e a ocorrência de *off flavor* estão diretamente ligados devido a condições limnológicas específicas que permitem o surgimento de microalgas e actinomicetos na produção de carne de pescados.

As algas são consideradas como uma ferramenta para controlar o excessivo *bloom algal* em viveiros devido ao seu rápido desenvolvimento que inclui seu curto ciclo de vida e necessidade de pequeno espaço e pouco volume de água. Sendo utilizado para esta ocorrência uma temperatura adequada e boa quantidade de nutrientes presentes na água (CARVALHO, 2009). No contexto de Millan (2009) os zooplânctons são herbívoros das cianobactérias, mas para tal processo, é necessário vários fatores que são bem complexos como morfometria do tanque, condições climáticas, biogeografia e interações bióticas, portanto este processo pode vir a ser considerado uma maneira de diminuir as cianobactérias de viveiros escavados e tanques na produção de pescados.

Problemas de gosto e odor presentes na água, podem originar-se de águas provenientes de abastecimento para os viveiros, tanques, lagoas etc. Microrganismos são as fontes comuns de compostos metabólitos depositados na água, pois esses formam gases através da decomposição da matéria orgânica em anaerobiose, então, para tal, é importante conhecer primeiramente o local onde irão ser instalados os viveiros, para se obter uma melhor prevenção (DANTAS et al., 2009).

O controle da comunidade planctônica pode ser controlada por nutrientes ou com uso de algicidas. O controle de nutrientes é por redução nos teores de ortofosfato solúveis na água, utilizando o gesso agrícola ou sulfato de alumínio que promove uma queda no pH pela sua ação ácida. No uso do algicida deve-se ter cuidado porque este em determinadas quantidades aplicadas pode se tornar tóxico para os peixes e, além disso, pela sua ação paliativa na redução do pH, ocasionando a morte dos fitoplânctons onde ocorrerá uma liberação de amônia na água e, conseqüentemente, o desenvolvimento de novos plânctons (MARTÍNEZ-CÓRDOVA et al., 2015).

Segundo Biato (2005), o uso de algicidas causa uma inibição nas atividades metabólicas das algas, mas também causa uma lise em suas células fazendo com que essas liberem para o meio aquoso o carbono orgânico dissolvido e GEO. Então,

neste caso, não seria muito interessante usar algicidas como método de prevenção primário.

Em sistemas aquaculturais a água parada e com excessiva entrada de nutrientes via alimento ou adubação ajuda no desenvolvimento das algas que proporcionam uma má qualidade da água quando em excesso. Os organismos presentes na água necessitam do oxigênio para a sua respiração e eventuais metabolismos, e durante a rotina em pisciculturas faz com que causem flutuações na concentração de O₂ e CO₂ dissolvido na água prejudicando o desenvolvimento dos peixes.

De acordo com Kubitzka (1998a) e Martinez-Cordova et al. (2015), manejar o sistema de aeração dos tanques auxilia a controlar a aparição de algas indesejáveis, disponibilizar mais oxigênio dissolvido na água e ajudando a controlar a alcalinidade total nos viveiros, pois não significa que erradicará as algas. Inúmeros cuidados devem ser tomados no controle de *flavors*, começando pela obtenção do local onde irá ser implantado o viveiro, observar se há disponibilidade de água de boa qualidade para abastecer o viveiro, cuidados na escolha da ração, se é farelada, peletizada ou extrusada, isto vai depender da fase do peixe, e se fornecida de maneira errada esta ração pode ajudar na formação do *bloom algal*.

O uso de aeradores ajuda na disposição de oxigênio dissolvido e deve ser ligado, quando necessário, principalmente

durante a noite que é o turno mais crítico, onde todos os microrganismos vivos presentes na água estão consumindo o oxigênio disponível e não há produção deste devido o processo fotossintético ocorrer somente na presença de luz. Não deixando de observar a turbidez da água que também é uma ferramenta indispensável no controle de *off flavor* em confinamento de peixes (BRASIL, 2006). A eutrofização do ambiente e posterior desenvolvimento de algas cianofíceas pode ser resultado do consumo de oxigênio por plânctons e outros microrganismos (MARTINEZ-CORDOVA et al., 2015).

A qualidade do alimento tem grande potencial para a produtividade em carne de peixes confinados, pois quanto maior for essa qualidade da ração fornecida, menos ração sobrarão no fundo do tanque/viveiro e, conseqüentemente, menos população de algas, por isso é errôneo conceituar que uma dieta barata reduz custo na produção e aumenta a receita líquida por área de cultivo (CYRINO, 2011).

Kubitza (1998b) afirma que fornecer uma dieta com alta qualidade reduz e previne a incidência de *off flavor* na água, pois esse tipo de alimento apresenta menor potencial poluente e posteriormente possibilitará um acréscimo na produção por unidade de área mais elevado do que o aumento no custo de produção.

O policultivo é um método indireto que visa à inibição do desenvolvimento das algas nos viveiros. Este método é constituído pela criação de duas ou mais espécies diferentes em um mesmo ambiente aquático. Dentre as espécies mais utilizadas no policultivo, a carpa se destaca por possuir vários hábitos alimentares, ainda são utilizados a tilápia e alguns bagres. As espécies secundárias usadas no policultivo vão atuar na inibição da proliferação das algas ingerindo as sobras das rações, MO já existente no fundo do viveiro e também filtrando as algas do meio aquático (BRASIL, 2009).

Quando se dá atenção ao horário de alimentar os peixes, automaticamente está se atentando à prevenção da disseminação das cianofíceas, então Kubitza (1998c) indica que para a alimentação de peixes confinados os horários ideais são entre 10:00 horas e 17:00 horas. Isto por causa do OD na água, sendo que de manhazinha ainda não há fotossíntese porque não tem incidência dos raios solares sobre a água, e já de tarde, após o pôr do sol, a produção de O₂ cessa.

Além dos controles citados anteriormente, existem ainda algumas formas de mascarar e/ou eliminar a presença do *off flavor* na carne do pescado. Uma das formas seria também a defumação como um método de eliminação de sabores e odores indesejáveis do peixe, porém, é praticado mais com o objetivo de preservar e fornecer ao pescado características organoléticas agradáveis ao paladar (FEIDEN et al., 2009).

PRESENÇA DE *OFF FLAVOR* EM OUTROS AMBIENTES AQUÁTICOS

Todas as espécies de peixes, tanto de água doce como salgada, estão sujeitos a reter o *off flavor* em seu organismo através da absorção das substâncias químicas presentes em todos os ambientes aquáticos (BIATO, 2005). Os viveiros e tanques são ecossistemas dinâmicos e apresentam baixa profundidade e fluxo contínuo de água, o que vai afetar diretamente as variáveis limnológicas da água ao longo do dia. Esses tipos de ecossistema aquático, segundo Lachi e Sipaúba-Tavares (2008) tendem a ficar entre sistema mesotrófico e eutrófico devido à adubação orgânica ou inorgânica que pode ser aplicada antes da introdução dos peixes nos tanques e/ou viveiros ou durante o período de criação desses animais.

Tabachek e Yurkowski (1976) verificaram que trutas dos lagos salgados no Sudoeste de Manitoba – Canadá, apresentaram odor de barro ou lodo, devido à presença das algas azuis e verdes. Mallasen et al. (2008), afirmam que a utilização da criação de peixes em tanque-rede é considerada um sistema intensificado e é uma atividade recente no Brasil, porém, também contribui para a eutrofização artificial da água. A proliferação das algas vegetais ocorre nesse sistema de criação de forma natural, sem intervenção do homem, devido a existência

de microrganismos já existentes no ambiente aquático, fato este que a concentração de nitrogênio e fósforo que são provenientes do ambiente natural onde também dos resíduos gerados pelas sobras dos alimentos fornecidos nos tanques-rede aos peixes.

A criação de tilápias em tanque-rede tem uma pequena colaboração para a eutrofização da água de grandes rios, açudes, represas e outros mananciais. Apesar de a tilápia ser um peixe filtrador, o alimento natural não supre as exigências nutricionais, o arraçoamento deve ser levado em consideração devido aos teores de proteína que devem ser superiores aos teores protéicos fornecidos para peixes criados em tanques ou viveiros, a ração deve ser de qualidade para um melhor aproveitamento e para que possam ser evitadas possíveis decomposições das sobras das rações que gerará matéria orgânica disponível, além da que já estava ali presente (BRASIL, 2009).

Koening et al. (2009) afirmam que ambientes marinhos e costeiros do Brasil vem sofrendo uma degradação de suma importância nos últimos anos devido a crescente pressão sobre os recursos marinhos e continentais naturais e a capacidade deficiente do ecossistema em absorver esses impactos. Isto se dá pela exploração da pesca e produção de plânctons em mar aberto, ou seja, a biomassa algal possui um apto desenvolvimento em qualquer tipo de regime de criação devido as suas peculiaridades.

Nos diversos habitats dos fitoplânctons eles podem estar sujeitos a alterações e mudanças devido aos fatores naturais como ventos e precipitações do fluxo do rio, isto pode gerar uma substituição, remoção ou adição de espécies. Chellappa et al. (2008) observaram que no Rio Grande do Norte a biomassa algal dos plânctons de lagos oligotróficos e eutróficos possuíam uma diversidade de espécies, com isto, o ambiente aquático se torna propício e estimulante para as cianofíceas se propagarem.

De acordo com Oliveira et al. (2003a), em regiões tropicais com lagos naturais localizados perto da zona Equatorial, há relatos de espécies de fitoplânctons presentes neste meio aquático devido à disponibilidade de fatores já citados que são favoráveis para o seu desenvolvimento.

Cross (1981) relata que estudo feito em 15 lagos da região de Wisconsin–EUA revelou uma grande ocorrência de actinomicetos do gênero *Micromonospora*. Vários estudos mostram que quanto mais profundo for o ambiente aquático marinho melhor o desenvolvimento de actinomicetos do grupo *Actionoplanes* e estes fazem parte da comunidade microbiana autóctone.

De acordo com Gonçalves (2011), a ocorrência do *off flavor* é mais acometida em peixes confinados onde são produzidos intensivamente em viveiros, com altos teores de arraçoamento e conseqüentemente acúmulo de nutrientes que

favorecerão a proliferação de algas cianofíceas e fungos actinomicetos. Porém, em peixes criados em sistema de raceways ou tanques-rede também podem apresentar *off flavor*, isto vai depender da qualidade da água nestes sistemas de produção.

Seto (2007) afirma que a comunidade fitoplanctônica esta influenciada diretamente pela penetração da luz na coluna d'água, podendo então ocorrer o desenvolvimento desses plânctons em diversos ambientes aquáticos devido a diversidade e proporção da luz introduzida na lâmina d'água, o que ajuda nos processos físico-químicos dos microrganismos indesejáveis. Sendo que em grandes rios e mares não se pode controlar o desenvolvimento dessas algas, pois seria praticamente impossível e oneroso.

PROCESSOS QUE VISAM ELIMINAR O *OFF FLAVOR*

Algumas práticas podem ser aplicadas na água para o controle do *off flavor*, no caso de confinamento dos peixes, sulfato de cobre ou de outros herbicidas seria uma boa estratégia. Fazer despescas parciais seletivas com a reestocagem de juvenis, ou seja, várias despescas e estocagens, isto proporciona um equilíbrio nas condições dos viveiros para que possam ser despescados sempre. Tanto para peixes em

sistema de confinamento ou sistema livre, a depuração é um método aplicado com o intuito de eliminar o gosto e sabor indesejável desses animais (KUBITZA, 2004). Uma das práticas exercidas é aumentar a taxa de renovação e de recirculação da água, pois são atributos que são favoráveis para o controle do *off flavor* (BRASIL, 2005).

Ferreira et al. (2005) citam que a eutrofização do ecossistema aquático é resultado do aumento da concentração de nutrientes, então é necessário fazer o monitoramento das condições físicas, químicas e biológicas, não deixando de identificar e classificar as algas presentes e em que época é mais adequado para o desenvolvimento desses microrganismos, a partir desses procedimentos pode-se usar um manejo promissor e preventivo.

DEPURAÇÃO

Moura et al. (2009) afirmam que uma alternativa para remover este gosto e cheiro indesejável da carne do peixe seria a depuração por 24 horas, mas não é viável devido a quantidade de água limpa necessária usada para a remoção desses componentes penetrantes na carne.

A depuração consiste em um processo em que os peixes ficam sem alimentação em água corrente com uma oxigenação satisfatória para os mesmos, que serão submetidos a esse tratamento por vários dias. Eles acabam perdendo peso por ficarem em restrição de alimento, e quanto mais gordo os peixes, maior é a retenção dessas substâncias indesejáveis (PÁDUA, 2010).

De acordo com Oetterer (2011), a depuração de tilápias para eliminar compostos como a geosmina proveniente do *off flavor*, é necessário que os peixes fiquem submetidos a água corrente em um período de 24 a 48 horas e sem receber alimentação para que seja promissora esta depuração. No entanto, Silva et al. (2011) determinaram período maior ainda, pois citam que para obter sucesso na depuração de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) é necessário um período de cinco dias para a eliminação do *off flavor* da carne desse peixe. Para camarões marinhos criados em água oligohalinas foi necessário um período de quatro dias para a retirada do *off flavor* e que posteriormente proporcionasse um pescado aceitável ao mercado consumidor (BRASIL, 2005).

Proença e Bittencourt (1994) determinam também que para a eliminação do sabor e gosto indesejável, é necessário mantê-los em tanques menores de concreto ou alvenaria com água limpa e corrente por um período aproximado de três dias sem fornecer qualquer alimentação.

Kubitza (1999) demonstra que para a eliminação de MIB no bagre-do-canal, até níveis aceitáveis de 0,7mg de MIB/kg de filé, pode demorar 2,5 a 5 dias. Este tempo vai depender da temperatura da água e do teor de gordura no filé. No trabalho de Kleemann (2011), relata que nos Estados Unidos os prejuízos nas pisciculturas que criam bagre-do-canal gira em torno de 50% do total desses peixes que não são aceitos para o processamento e posterior comercialização, devido a presença de *off flavor*.

Ferreira et al. (2002) relatam que o banho de depuração em peixes deve ser em torno de 12 a 24 horas e o período de jejum é em torno de 18 a 24 horas para reduzir o conteúdo gastrointestinal e a carga microbológica e posteriormente reduzir a contaminação do pescado no momento da evisceração. Já para peixes grandes é necessário um período de depuração de um a quatro dias. Assakawa et al. (2009) verificaram que para tilápias em processo de depuração por um período de quatro dias aumenta a susceptibilidade à microrganismos e o pH, sendo ideal um tempo de dois dias para que não altere as características desejáveis.

DEFUMAÇÃO

A defumação é um dos processos utilizados para mascarar os odores e sabores ruins consequentes de algas cianofíceas, além de melhorar a textura e coloração da carne, esta é uma prática antiga usada também para preservar as características organolépticas dos pescados (SOUZA et al., 2004).

A defumação é um processo bem antigo que consiste na desestruturação da madeira, que quando submetida a altas temperaturas libera compostos voláteis como aldeídos, fenóis e ácidos alifáticos que vão atuar como conservantes e bactericidas. Mas antes deste método é necessário fazer a salmoura que vai mudar a textura e sabor da carne do pescado e também cessando o oxigênio lentamente (SZENTTAMÁSY et al., 1993). Conforme Ferreira et al. (2002) este método é mais indicado para peixe com elevados teores de gordura, pois as gotículas de gordura que ajudam a reter a fumaça, aroma e conservação do produto. Porém, para obter resultados desejáveis nesse processo é preciso levar em consideração a estrutura da madeira, espessura, profundidade da câmara de cinzas que se formam e o araste de fumaça pelo ar aquecido.

Costa et al. (2008) citam que há ainda a defumação líquida, que também consiste em conservar os alimentos e assim aumentando seu tempo de prateleira e, conseqüentemente,

agregando valores. Esta prática se dá pela extração da filtragem da fumaça, obtendo variedades organolépticas na carne do peixe. A fumaça líquida é aplicada na salmoura ou diretamente na carcaça do pescado dando uma uniformidade em sua coloração e sabor.

O pescado é um alimento que entra em deterioração muito rápido devido ser um alimento de alta qualidade, ou seja, ao seu alto teor de gordura insaturada, com o seu pH próximo a neutralidade faz com que oxide mais fácil e rapidamente. A defumação é muito usada devido a sua facilidade e precisão em características organolépticas, além do mais, conserva a carne pela ação dos componentes da fumaça dando um tempo maior para consumo deste alimento (EMERENCIANO et al., 2008).

Feiden et al. (2009) relatam que para o lambari do rabo vermelho *Astyanax* sp, o melhor tempo para uma boa defumação é de 225 minutos e 7 segundos, onde proporcionou uma melhor qualidade para a carne desse pescado. Então, este método além de eliminar o *off flavor* é benéfico em questão de agregar valor para o pescado não deixando que ele venha a depreciar e o torna um produto mais saboroso (GONÇALVES e CEZARINI, 2008).

O êxito na preparação da defumação dos pescados não depende só da fumaça e sim da combinação de fatores físicos e químicos. O tempo de defumação para a eliminação de bactérias depende da estrutura morfológica desses microrganismos. Pode

levar de uma a três horas para a fumaça agir com o intuito de inibir a penetração desses patógenos e conservar a carne (MINOZZO e BOSCOLO, 2007).

Ferreira et al. (2002) relatam que o peixe apresenta um grande potencial de mercado e apenas 10% passa pelo processo de industrialização, os outros 90% são produzidos em cativeiros particulares como os pesqueiros. Então, como a carne do pescado é de rápida deterioração é interessante aplicar o método de defumação para aumentar o tempo de prateleira e melhorar o sabor da carne.

CONCLUSÕES

A qualidade da água é de suma importância em sistema de produção da carne de pescado, pois uma vez que se usa um manejo deficiente na atividade aquícola, este acarreta possíveis consequências indesejáveis, como o desenvolvimento de microrganismos algáceos, podendo ocorrer o *off flavor* que desvaloriza o pescado e deprecia o seu valor comercial devido ao cheiro e gosto de barro introduzido na carne pela MIB e GEO.

No manejo das pisciculturas devem ser priorizadas as estratégias de controle do crescimento destes microrganismos baseando-se no conhecimento da biologia destes organismos aquáticos e a utilização de tanques de depuração e defumação que representarão opções para minimizar o *off flavor* no pescado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOAS, I. O'FLAHERTY. Utilização de origens de água com qualidade inferior a A3 na produção de água para consumo humano. 2008. 102p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária), Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Lisboa, 2008.

ARANA, L. V. Princípios químicos de qualidade em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões. Florianópolis: UFSC, 1997, 166p.

ARAUJO, J. M. de. Estratégias para isolamento seletivo de actinomicetos. In: MELO, I. S. de.; AZEVEDO, J. L. de. Ecologia microbiana. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, 1998. p.351-367.

ASSAKAWA, E.; BRIDI, A. M.; CARDOSO, T. A. B. de. Influência do tempo de depuração da tilápia na qualidade do filé. In: ZOOTECH, 2009, Águas de Lindóia - SP, Anais... Águas de Lindóia: Universidade de São Paulo, Associação Brasileira de Zootecnistas - USP/ABZ, 2009. p. 1-3.

AZEVEDO, R. C. L. S. de; PIMENTA, F. C; VIEIRA, J. D. G. Determinação da atividade antimicrobiana de *Actinoplanes* isolados do solo de cerrado goiano e o efeito citotóxico do extrato etanólico bruto dos isolados. Revista Universidade Federal de Goiás, Goiânia - GO, vol.33, n.2, p. 217-226, jul-set de 2004.

BELO, M. A. A.; SCHALCH, S. H. C. ; MORAES, F. R. ; SOARES, V. E. ; OTOBONI, A. M. ; MORAES, J. E. R. . Effect of dietary supplementation with vitamin E and stocking density on macrophage recruitment and giant cell formation in the teleost fish, *Piaractus mesopotamicus*.. Journal of Comparative Pathology, v. 133, p. 146-154, 2005.

BELO, M.A.A., MORAES, J.R.E., SOARES,V.E., MARTINS, M.L., BRUM, C.D.; MORAES, F.R. Vitamin C and endogenous cortisol in foreign-body inflammatory response in pacus. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 47, p. 1015-1021, 2012.

BELO, M.A.A.; MORAES, F.R.; YOSHIDA, L.; PRADO, E.D.R.; MOARES, J.R.E.; SOARES, V.E.; SILVA, M.G. Deleterious effects of low level of vitamin E and high stocking density on the hematology response of pacus, during chronic inflammatory reaction. *Aquaculture* , v. 422-23, p. 124-128, 2014.

BEVILACQUA, P. D; AZEVEDO, S. M. F. O. de; CERQUEIRA, D, A. Disponível em:
<http://www.finep.gov.br/prosab/livros/prosab5_tema%201.pdf>.
Acesso em: 11 de abril de 2011.

BIATO, D. O. Detecção e controle de *off flavor* em tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*), por meio de depuração e defumação. 2005. 105p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

BIBERSTEIN, E. L.; HIRSH, D. C. Actinomicetos patogênicos (Actinomyces e Norcadia). In: HIRSH, D. C.; ZEE, Y. C. Microbiologia veterinária. Rio de Janeiro: GUANABARA KOOGAN, 2003. p. 235-240.

BRANCO, L. H. Z.; NECCHI, O. J.; BRANCO, C. C. Z. Distribuição ecológica de cianofíceas em ambientes lóticos do Estado de São Paulo. Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, v.24, n.1, mar. 2001.

BRANDÃO, L. H; DOMINGOS, P. Fatores ambientais para a floração de cianobactérias tóxicas. Saúde e Ambiente em Revista, Duque de Caxias, v. 1, n. 2, p. 40-50, jul-dez, 2006.

BRASIL. Associação Para a Produção Sustentável - APS. Policultivo de tilápia com camarão de água doce e cultivo de tilápia em tanques rede. Revista da Aqüicultura Aqua Vista, Uuberá – Bahia, p. 32-35, 2009.

BRASIL. Associação Brasileira de Criadores de Camarão, ABCC. Camarões marinhos: Gestão de qualidade e rastreabilidade na fazenda. 2005, 94p.

BRASIL. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde, Centro Nacional de Epidemiologia, 2003. Cianobactérias tóxicas na água para consumo humano na saúde pública e processos de remoção em água para consumo humano.

BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa. Recomendações práticas para melhorar a qualidade da água e dos efluentes dos viveiros de aqüicultura. Circular técnica. Jaguariúna-SP, 2006. v.15, n.3. 379-385p.

BRAZ FILHO, M. S. P. dos. Qualidade na produção de peixes em sistemas de recirculação de água. 2000. 41p. Pós Graduação (Especialização em Qualidade nas Empresas), Centro Universitário Nove de Julho, São Paulo, 2000.

CAMPOS, A. A. B. de.; MAIA, E. P. de.; COSTA, W. M. de et al. Descrição dos principais grupos fitoplanctônicos do afluente e efluente em fazenda de criação do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* com sistema de recirculação parcial de água. Boletim do Instituto da Pesca, São Paulo, v.33, n.1, p.113-119, 2007.

CANTO DE SÁ, L. L et al. Ocorrência de uma floração de cianobactérias tóxicas na margem direita do rio Tapajós, no Município de Santarém (Pará, Brasil). Revista Pan-Amazônica de Saúde, Pará, v.1, n.1, p. 159-166, 2010.

CANDEIAS, E. L.; SANTOS, C. D. dos.; BISPO, A. S. R. da et al. Seleção de actinomicetos produtores de xilanases, celulasas e quitinase isolado de resíduos de Sisal da Região Sisaleira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RESÍDUOS ORGÂNICO, 1, 2009, Vitória. Anais... Vitória: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2009.

CASTRO, M.P.; MORAES, F.R., FUJIMOTO, R.Y.; CRUZ, C.; BELO, M.A.A.; MORAES, J.R.E. Acute Toxicity by Water Containing Hexavalent or Trivalent Chromium in Native Brazilian Fish, *Piaractus mesopotamicus*: Anatomopathological Alterations and Mortality. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, v. 92, p. 213-219, 2013.

CARVALHO, S. de. Toxidade do sulfato de cobre para a tilápia, *Oreochromis niloticus* e teste ecotoxicológico com *Ceriodaphnia dubia* e *Pesudokirchneriella subcapitata*. 2009. 114p. Tese (Doutorado em Aqüicultura), Universidade Estadual Paulista, Centro de Aqüicultura da UNESP, Jaboticabal, 2009.

CARVALHO, L. R. de.; PIPOLE, F.; WERNER, V. R et al. A toxic cyanobacterial bloom in an urban coastal lake, Rio Grande do Sul state,

Southern Brazil. Brazilian Journal of Microbiology, São Paulo, v.39, n.4, dez. 2008.

CECCARELLI, P. S.; SENHORINI, J.A.; VOLPATO, G. L. Dicas em piscicultura: Perguntas e respostas. Botucatu: Santana Gráfica Editora, 2000. 247p.

CHARLES C. MISCHKE, CRAIG S. TUCKER; MENGHE H. LI. Channel Catfish Polyculture with Fathead Minnows or Threadfin Shad: Effects on Pond Plankton Communities and Catfish Fillet Flavor, Color, and Fatty Acid Composition. Journal of the World Aquaculture Society. V.43, n.2, p.208-217, 2012.

CHELLAPPA, N. T.; BORBA, J. M.; ROCHA, O. Comunidade fitoplanctônica e características físico-químicas da água no reservatório público de Cruzeta, RN, Brasil. Revista Brasileira de Biologia, São Carlos, v.68, n.3, ago. 2008.

COSTA, A. P. R et al. Defumação de filés de piau-vermelho (*Leporinus copelandii*) com o uso de fumaça líquida. Revista Ceres, Campos dos Goytacazes-RJ, v.55, n.4, p. 251-257, jul-ago 2008.

1.1 COSTA, R. L., FIGUEIREDO, F.M, BAY, M., QUEIROZ, C.B, BAY-HURTADO, F. ANÁLISE QUALITATIVA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DE UMA PISCICULTURA EM ALVORADA D' OESTE, RONDÔNIA, BRASIL. ACTA AGRONÓMICA, v.64, N.3, P.260-267, 2015.

CROSS, T. Aquatic actinomycetes a critical survey of the occurrence, growth and role of actinomycetes in aquatic habitats. Journal of Applied Bacteriology, v.50, p. 397-427, 1981.

CYRINO, J. E. P. Curso de atualização em piscicultura. ESALQ/USP, 69p. Piracicaba, 2011. Disponível em: <<http://projetopacu.com.br/public/paginas/215-apostila-esalq-curso-atualizacao-em-piscicultura.pdf>>. Acesso em: 10 de maio de 2011.

DANTAS, A. B. di et al. Remoção de microrganismos emergentes e microcontaminantes orgânicos no tratamento de água para consumo humano. Valter Lúcio de Pádua (coordenador). Projeto PROSAB, Belo Horizonte, MG: Ed. ABES, 2009, 392p.

DIAS, E. R. A. de; MARUYAMA, L. S. Peixes com gosto de barro. Disponível em: <<http://www.abrappesq.com.br/materia10.htm>>. Acesso em: 25 de maio de 2011.

EMERENCIANO, M. G. C et al. Avaliação de técnicas de defumação para mexilhão *Perna perna*: Análise sensorial e rendimento. Revista Científica de Pesca, Aquicultura e Limnologia, São Paulo. Boletim do instituto de pesca, v. 34, n. 2. 213-219p, 2008.

FEIDEN, A et al. Rendimento e análise bromatológica do lambari do rabo vermelho *Astyanax sp F* (Pisces: characidae) submetido ao processo de defumação. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v.30, n.4, p. 859-866, out-dez. 2009.

FERNANDES, L. F et al. Cianobactérias e cianotoxinas. Disponível em: <[http://www.sanepar.com.br/sanepar/gecip/forum.nsf/205dceedb88c9ab703256c2c005e0402/ba89b4392e096d7903256ebd0067cf02/\\$FILE/cap%2010%20cianotoxinas.doc](http://www.sanepar.com.br/sanepar/gecip/forum.nsf/205dceedb88c9ab703256c2c005e0402/ba89b4392e096d7903256ebd0067cf02/$FILE/cap%2010%20cianotoxinas.doc)>. Acesso em: 27 de abril de 2011.

FERREIRA, M. W.; SILVA, V. K.; BRESSAN, M. C et al. Pescados processados: Maior vida de prateleira e maior valor agregado. Boletim de Extensão Rural, Universidade Federal de Lavras - MG, 2002, 26p.

FERREIRA, R. A. R.; CAVENAGHI, A. L.; VELINI, E. D et al. Monitoramento de fitoplâncton e microcistina no reservatório da UHE Americana. Planta Daninha, Viçosa, v.23, n.2, abr-jun. 2005.

FIGUÊIREDO, R. B. Cuidados e manuseio com o cheiro e o gosto do peixe. Nordeste rural, negócio do campo. 2004. Disponível em: <<http://www.nordesterrural.com.br/nordesterrural/matler.asp?newsId=1612>>. Acesso em: 09 de abril de 2011.

FREITAS, A. M. de. Utilização de processos oxidativos avançados para remediação de águas contaminadas por toxinas produzidas por cianobactérias. 2008. 132p. Tese (Doutorado em Química Analítica), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

FREITAS, A. M. de; SIRTORI, C; ZAMORA, P. G. P. Avaliação do potencial de processos oxidativos avançados para remediação de águas contaminadas com geosmina e 2-MIB. Revista Química Nova, Curitiba. v. 31, n. 1, p. 75-78, julho 2008.

GOMES, A. M. A. et al. Floração de cianobactérias tóxicas em uma lagoa costeira hipereutrófica do Rio de Janeiro/RJ (Brasil) e suas conseqüências para saúde humana. Revista Oecologia Brasiliensis, Rio de Janeiro, v.13, n.2, p. 329-345, 2009.

GONÇALVES, A. A; CEZARINI, R. Agregando valor ao pescado de água doce: Defumação de filés de jundiá (*Rhamdia quelen*). Revista

Brasileira de Engenharia de Pesca, Rio Grande do Sul, v.3, n.2, jul. 2008.

GONÇALVES, A. A. Aproveitamento integral da tilápia no processamento. Universidade do Rio dos Sinos - UNISINOS. p. 237-259. Disponível em: <<http://www.gipescado.com.br/>

arquivos/aquaciencia2004_2.pdf>. Acesso em: 07 de junho de 2011.

KLEEMANN, G. K. *Off-flavor* em peixes cultivados. 6p. FMVZ - UNESP, Faculdade de medicina veterinária e zootecnia, Botucatu. Disponível em:

<<http://dgta.fca.unesp.br/carnes/Alunos%20PG/Zootecnia/Roca325.pdf>>. Acesso em: 12 de maio de 2011.

KOENING, M. L.; WANDERLEY, B. E.; MACEDO, S. J. Microfitoplâncton estrutura das regiões nerítica e oceânica do Estado de Pernambuco - Brasil, Revista Brasileira de Biologia, São Carlos, v.69, n.4, Nov, 2009.

KUBITZA, F. Algas: Uma alternativa para as comunidades pesqueiras? Panorama da Aqüicultura, v.14, n.84, 25p. jul-ago, 2004.

KUBITZA, F. Nutrição e alimentação dos peixes cultivados. Campo Grande - MS, 1998a. 107p.

KUBITZA, F. Peixe à mesa: o que afeta a sua qualidade. Panorama da Aqüicultura, edição 54, jul-ago, 1999.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes - Parte III (final). Panorama da Aqüicultura, v.8, n.47, mai-jun, 1998b.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes - parte II. Panorama da Aqüicultura, v.8, n.46, 41p. mar/abr – 1998c.

LEÃO, B. M. Biomassa, taxonomia e ecologia do fitoplâncton do estuário do rio iguassu (Pernambuco, Brasil). 2004. 71p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

LACHI, G. B. Qualidade da água e identificação da comunidade fitoplanctônica de um viveiro de piscicultura utilizado para irrigação. 2006. 43p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agropecuária), Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal, 2006.

LACHI, G. B.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Qualidade da água e composição fitoplanctônica de um viveiro de piscicultura utilizado para fins de pesca esportiva e irrigação. Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 29-38, 2008.

MALLASEN, M.; BARROS, H. P. de.; YAMASHITA, E. Y. Produção de peixes em tanques-rede e a qualidade da água. Revista Tecnologia e Inovação Agropecuária, 2008. Disponível em: <http://www.dge.apta.sp.gov.br/publicacoes/t%26ia/T&IAv1n1/Revista_Apta

_Artigo_Qualidade_de_Agua.pdf>. Acesso em: 27 de maio de 2011.

1.2 MARTÍNEZ-CÓRDOVA, L.R.; MIRANDA-BAEZA, M.E.A.; MARTÍNEZ-PORCHAS, M. MICROBIAL-BASED SYSTEMS FOR AQUACULTURE OF FISH AND SHRIMP: AN UPDATED REVIEW. REVIEWS IN AQUACULTURE. V.7, N2., P.131-148, 2015.

MATSUZAKI, M. et al. Comunidade fitoplanctônica de um pesqueiro na cidade de São Paulo. Revista Saúde Pública, São Paulo, v.38, n.5, p.679-686, 2004.

MILLAN, R. N. Dinâmica da qualidade da água em tanques de peixes de sistemas pesque-pague: Aspectos físico-químicos e plâncton. 2009. 88p. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

MINOZZO, M. G.; BOSCOLO, W. R. Salga e defumação de tilápias. In: FEIDEN, A. Industrialização de tilápias. Toledo: GFM, 2007. 172p.

MOURA, M. A. M. de et al. Caracterização físico-química e de frescor de filés de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) oriundas da pesca extrativista no médio rio Tietê/SP, Brasil. Boletim do Instituto da Pesca, São Paulo, v.35, n.3, 487-495p. 2009.

MÜLLER, C. C.; RODRIGUEZ, M. T. R.; CYBIS, L. F. Diagnóstico da qualidade analítica na quantificação de cianobactérias. Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v.15, n.3, jul-set. 2010.

NASCIMENTO, P. B. Cianofíceas como indicadoras de poluição nos mananciais abastecedores do sistema cantareira. 2010. 116p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

OETTERER, M. Tecnologias emergentes para beneficiamento do pescado cultivado. Curso de graduação. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba – SP. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/departamentos/lan/pdf/>

LAN1444TecnologiasEmergentesPescado.pdf>. Acesso em: 06 de abril de 2011.

OLIVEIRA, B. M. C. de; SANTOS, D. M. S.; MOURA, N. A. Cianobacterias tóxicas em reservatórios do Nordeste do Brasil: Detecção utilizando método molecular. Revista Brasileira de Biologia, São Carlos, v.70, n.4, ago. 2010.

OLIVEIRA, M. F. de. Identificação e caracterização de actinomicetos isolados de processo de compostagem. 2003. 125p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola e do Ambiente), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre - RS, 2003a.

OLIVEIRA, M. J. D.; SENNA, P. A. C.; TANIGUCHI, G. M. Características limnológicas e as mudanças sazonais na densidade e diversidade da comunidade fitoplanctônica na lagoa Caco, Maranhão, Brasil. Revista Brasileira de Biologia e Tecnologia, Curitiba, v.46, n.4, dez. 2003b.

OLIVEIRA, V. M. de. Estudo da qualidade do camarão branco do pacífico (*Litopenaeus vannamei*), inteiro e descabeçado estocado em gelo. 2005. 91p. Tese (Doutorado em Higiene veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal), Centro de Ciências Médicas, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.

OSTREKSKY, A.; BORGHETTI, J. R.; SOTO, D. Aquicultura no Brasil: O desafio é crescer. 276p. Brasília. 2008.

PÁDUA, H. B. de. Cianotoxinas e outras intrigantes ocorrências em criações de organismos aquáticos. 17p. 2002. Disponível em: <<http://www.serrano.neves.nom.br/helcias>

/015_helcias.pdf>. Acesso em: 07 de abril de 2011.

PÁDUA, H. B. de. Organismos aquáticos - qualidade ambiental e alimentação. 2010. Disponível em: <<http://www.portalbonito.com.br/colunistas/helcias-de-padua/245/serie-pescado-alimento-e-qualidade-1>> Acesso em: 18 de abril de 2011.

PÁDUA, H. B. Sabores e odores em sistemas aquáticos. 2010. Disponível em: <<http://www.portalbonito.com.br/colunistas/helcias-de-padua/224/sabores-e-odores-em-sistemas-aquaticos>>. Acesso em: 18 de abril de 2011.

PELCZAR Jr., M. J.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. Objetivos da microbiologia. In: _____. Microbiologia: Conceitos e aplicações. São Paulo: Pearson Makron Books, 1997. p. 22-61.

PEREIRA, J. C. Interações entre as populações de actinomicetos e outros organismos na rizosfera. Seropéia: Embrapa agrobiologia, dez. 2000. 15p. (Embrapa agrobiologia. Documentos, 118).

PEREIRA, C. M; LAPOLLI, F. R. Criação de tilápias no efluente doméstico tratado em lagoas de estabilização. Revista Biotemas, 93-102p, 2009.

PEREIRA NETO, J. B. Avaliação das comunidades planctônica e bentônica de microalgas em viveiros de camarão (*Litopenaeus vannamei*). 2006. 54p. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiro e Aquicultura), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2006.

PINOTTI, M. H. P; SEGATO, R. Cianobactérias: Importância econômica. Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina-PR. v.12, n.4, p. 275-280, dez. 1991.

PROENÇA, C. E. M. de; BITTENCOURT, P. R. L. Manual de piscicultura tropical. Brasília: IBAMA, 1994. 196p.

RIBEIRO, M. A. R. Efeitos deletéricos de microcistina em matrinxã (*Brycon cephalus*) e tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*). 2010. 120p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo. Pirassununga, 2010.

RODRIGUES, K. Identificação, produção de antimicrobianos e complexos enzimáticos de isolados de actinomicetos. 2006. 119p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola e do Ambiente), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 2006.

SAMPAIO, F. G. Defesas antioxidantes e alterações bioquímicas no pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), em resposta à exposição ao cobre, à hipoxia e ao meio ácido, isolados ou associados. São Carlos - SP. 2008. 162p. Tese (Doutorado em ciências fisiológicas). Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. 2008.

SAMPAIO, A. V et al. Planejamento da produção de peixes. Campo Grande - MS, 1998. 62p.

SANTOS, K. R. S. de.; SANTANNA, C. L. Cianobactérias de diferentes tipos de lagoas (salina, salitrada e baía) representativas do Pantanal da

Nhecolândia, MS, Brasil. Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, v.33, n.1, jan-mar. 2010.

SETO, L. M. Inter-relação entre a comunidade fitoplanctônica e variáveis ambientais em tanques de piscicultura nos períodos de seca e chuva. 2007. 35p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agropecuária), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal-SP, 2007.

SILVA, L. K. S. da. Desenvolvimento do produto de conveniência: tilápia (*Oreochromis niloticus*) refrigerada minimamente processada embalada a vácuo - padronização para a rastreabilidade. 2009. 322p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Escola superior de agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

SILVA, C. P et al. Avaliação dos atributos sensoriais de filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*), oriundos de cultivo, submetidos ao processo de depuração. Disponível em: <<http://www.usp.br/siicusp/Resumos/14Siicusp/3015.pdf>>. Acesso em: 25 de maio de 2011.

SILVA, H. B., ASSIS, L.F.O, LEANDRINI, J.A.. "Identificação das microalgas ocorrentes em sistemas de piscicultura na região de Laranjeiras do Sul/PR." Anais do SEPE-Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFFS 5.1 (2015).

SIPAÚBA-TAVARES, L. H; LEGEIRO, S. R; DURIGAN, J. G. Variação de alguns parâmetros limnológicos em um viveiro de piscicultura em função da luz. Revista Acta limnologica brasiliensia, Jaboticabal, v. 7, 138-150p, 1995.

SIRTORI, C. Estudo da potencialidade do processo fotoeletroquímico para remediação de águas contaminadas por cianobactérias. 2006. 92p. Dissertação (Mestrado em Química Analítica), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SOUZA, M. L. R. de et al. Defumação da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira e filé: Aspectos referentes às características organolépticas, composição centesimal e perdas ocorridas no processamento. Revista Brasileira de Zootecnia. v.33, n.1, p.27-36, 2004.

SOUZA, S.M.G.; MATHIES, V.D., FIORAVANZO, R.F. Off Flavor por geosmina e 2-metilsoberneol na aquicultura. Semina: Ciências Agrárias, v. 33, n. 2, p. 835-846, abr. 2012.

SZENTTAMÁSY, E. R et al. Tecnologia do pescado de água doce: aproveitamento do pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Scielo Agrícola, Piracicaba-SP, v.50, n.2, jun-set, 1993.

TABACHEK, J. L.; YURKOWSKI, M. Isolamento e identificação das algas alzuís-verdes que produzem odor lamacento - geosmina, e 2-metilsoberneol - em lagos salinos de Manitoba/Canadá. Journal off Fisheries Research Board of Canada, v.33, p.25-35, 1976.

TEIXEIRA, A. L. C. M. de. Estudo da viabilidade técnica e econômica do cultivo de tilápia do nilo *Oreochromis niloticus*, linhagem chitralada, em tanques-rede com duas densidades de estocagem. 2006. 58p. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2006.

VASCONCELOS, V. M. O. de. Taxonomia de cianobactérias: Distribuição de cianobactérias tóxicas e suas toxinas em águas doces portuguesas. Bioacumulação em bivalves. 1995. 185p. Dissertação (Doutorado em Ecologia), Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Porto, 1995.