

**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA**

LEON LIMA LEAL

**INFLUÊNCIA DA PISCICULTURA NA EUTROFIZAÇÃO DE AMBIENTES
CONTINENTAIS**

**CRUZ DAS ALMAS
2013**

LEON LIMA LEAL

**INFLUÊNCIA DA PISCICULTURA NA EUTROFIZAÇÃO DE AMBIENTES
CONTINENTAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso
Submetido à Coordenação do Curso de
Graduação em Engenharia de Pesca, da
Universidade Federal do Recôncavo da
Bahia, como requisito parcial para
obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof.^a Carla Fernandes
Macedo, D.Sc.

**CRUZ DAS ALMAS
2013**

FICHA CATALOGRÁFICA

L435 Leal, Leon Leal Lima.
Influência da piscicultura na eutrofização de ambientes
continentais / Leon Leal Lima Leal._ Cruz das Almas, BA, 2013.
43f.; il.

Orientadora: Carla Fernandes Macedo.

Monografia (Graduação) – Universidade Federal do
Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e
Biológicas.

1.Piscicultura – Criação. 2.Eutrofização – Água – Qualidade.
3.Pesca – Brasil. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia,
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.

CDD: 639.3

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas - UFRB.

LEON LIMA LEAL

**INFLUÊNCIA DA PISCICULTURA NA EUTROFIZAÇÃO DE AMBIENTES
CONTINENTAIS**

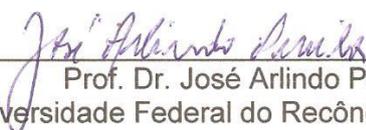
Este Trabalho de Conclusão de Curso foi submetido à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia de Pesca como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Pesca, outorgado pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

Aprovada em: 22 / 05 / 2013



Prof.^a Dra. Carla Fernandes Macedo
Orientador

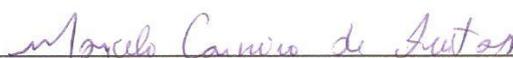
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia



Prof. Dr. José Arlindo Pereira
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia



Prof. Dr. Moacyr Serafim Junior
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia



Prof. Dr. Marcelo Freitas
Coordenador do Curso de Engenharia de Pesca

AGRADECIMENTO

Aos meus pais Indaiá Carneiro Lima Leal e Gersivaldo Silva Leal, e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida. À professora Carla Fernandes Macedo pela paciência na orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão desta monografia. Aos professores do curso, que foram tão importantes na minha vida acadêmica. Aos amigos e colegas, pelo incentivo e pelo apoio constantes.

RESUMO

A produção piscícola apresenta-se em expansão no Brasil, devido ao grande potencial hídrico, riqueza de espécies, produtiva região costeira e microclimas diversificados. A criação de peixes, direto no ambiente natural ou em ambientes artificiais, produz resíduos do alimento não ingerido e produtos do metabolismo dos peixes. Estes resíduos intensificam o aporte de nitrogênio e fósforo na água e podem causar a eutrofização do ambiente. A eutrofização, quando acentuada, ocasiona deterioração da qualidade da água, comprometendo a estabilidade do ecossistema aquático. Desta maneira, o presente trabalho teve como objetivo apresentar uma revisão bibliográfica sobre a influência da piscicultura na eutrofização da água, mostrando alterações das variáveis físicas e químicas da água, manejo, estruturas de cultivos, impactos gerados com a piscicultura e a legislação vigente e recomendações visando uma piscicultura sustentável.

PALAVRAS CHAVE: Piscicultura, eutrofização, qualidade de água.

ABSTRACT

The fish production is presented in Brazil expansion due to the availability of large hydro potential, species richness, productive coastal region and diverse microclimates. Fish farming, direct on environmental or in artificial environments, releases waste compounds for food products and non-ingested fish metabolism. These residues intensify the support of nitrogen and phosphorus in the water, making the environment eutrophic. Eutrophication, when pronounced, leads to deterioration of water quality, compromising the stability of the aquatic ecosystem. The objective is to present a literature review on the influence of fish farming on water eutrophication, showing changes in physical and chemical characteristics of water management structures, crops, impacts to fish and legislation and recommendations to a fish farm sustainable.

KEYWORDS: Fisheries, eutrophication, water quality.

SUMÁRIO:

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVO	10
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
3.1 Piscicultura	10
3.3.1 Estruturas de cultivo.....	13
3.3.2 Manejo	14
3.2 Eutrofização	17
3.3 Parâmetros que interferem e determinam a qualidade da água	19
3.4 Impactos da piscicultura e legislação vigente	29
3.5 Recomendações visando uma piscicultura sustentável	32
4. CONCLUSÃO.....	34
5. REFERÊNCIAS.....	36

1. INTRODUÇÃO

Devido ao aumento da população e da carência de pescado mais disponível no mercado, a pesca extrativa esta sendo insuficiente, o que determina um incentivo ao desenvolvimento da piscicultura (OLIVEIRA, 2012). Os dados publicados recentemente pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) apresentam a produção mundial de pescado em 2011, com a pesca extrativa em 90,4 milhões de toneladas e a aquicultura com 63,6 milhões de toneladas (FAO, 2012). Em relação a 2010 a produção pesqueira originada da pesca aumentou 2% e da aquicultura 5,81%, destacando a aquicultura na produção de pescado nos últimos anos (FAO, 2012). Em 2010 a produção aquícola no Brasil foi 479.399 t, aumentando 15,3% em comparação ao ano anterior, sendo que a piscicultura continental contribuiu com 82,3% da produção total nacional, e a região nordeste produziu 410.532t de pescado, correspondendo a 32,5% da produção nacional (MPA, 2012).

As espécies exóticas são introduzidas em locais onde não são naturalmente encontradas, como é o caso da tilápia (*Oreochromis niloticus*) na piscicultura brasileira, que apresenta vantagens competitivas em relação às espécies nativas (OSTRENSKY & BORGHETTI & SOTO, 2008). Em parte, isso pode ser explicado não só pela rusticidade que caracteriza tal espécie, como também pelo fato de que já existem informações bem detalhadas sobre as principais características biológicas e zootécnicas, que podem assim ser aproveitadas em condições de cultivo (OSTRENSKY & BORGHETTI & SOTO, 2008). Apesar do grande desenvolvimento da produção de tilápias em tanques-rede no Brasil, boa parcela da produção origina-se do cultivo em tanques de terra (viveiros). Pelo fato de serem eficientes no aproveitamento do alimento natural disponível (o plâncton), as tilápias podem ser produzidas em tanques de terra a um menor custo de produção, comparado à criação em tanques-rede ou em outros sistemas mais intensivos (KUBITZA, 2009). O zooplâncton é uma denominação genérica que agrega organismos com limitado poder de locomoção, estando à mercê dos movimentos da água. Vegetais microscópicos fotoautotróficos (capazes de sintetizar matéria orgânica diretamente de nutrientes inorgânicos e energia luminosa), constituem o fitoplâncton, enquanto

que os animais do plâncton nutricionalmente dependentes, o zooplâncton (SCHIMIEGELOW, 2004).

Em tanques-rede os organismos aquáticos são confinados em altas densidades, em uma estrutura adaptada para o fornecimento de ração balanceada e possibilita elevada troca de água com o ambiente (SEBRAE, 2007). Os corpos d'água mais utilizados para a instalação dos tanques-rede são lagos e represas, onde não é possível realizar o controle da qualidade e características limnológicas da água, tanto física como química. Já em viveiros pode ser realizado o controle da qualidade da água e praticado o manejo com adubação, aeração e demais técnicas (SEBRAE, 2007). A calagem e desinfecção, por exemplo, apresentam importância na eliminação de formas resistentes de microrganismos patogênicos e parasitos do sistema, como anelídeos e moluscos bivalves, vetores ou hospedeiros de diversos organismos prejudiciais aos peixes (OSTRENSKY & BOEGER, 1998).

Com o aumento da produção de organismos aquáticos em cativeiro há necessidade de um maior monitoramento da qualidade da água de cultivo, levando-se em consideração a necessidade de uma produção com pescado de boa qualidade para a população humana (PÁDUA, 2000). KUBITZA (1998) considera que se a qualidade da água estiver inadequada poderá ocorrer comprometimento no crescimento, reprodução, sobrevivência e no bem estar do peixe, prejudicando a produção. Assim, o monitoramento da qualidade da água tem grande importância na piscicultura. Variáveis como oxigênio dissolvido e temperatura estão diretamente relacionadas com o desenvolvimento dos peixes. Outras variáveis podem ser citadas, como pH, alcalinidade, dureza e transparência que também influenciam na produção (MARDINI, 2000). Em uma piscicultura intensiva do Ribeirão Ponte Pensa, Santa Fé do Sul – SP, foi realizado monitoramento de variáveis ao longo de onze meses, sendo temperatura, pH, oxigênio dissolvido, nitrogênio total e fósforo total e, foi constatado que a água do Ribeirão não foi influenciada pela criação de peixes (AMÉRICO, 2012). Já em viveiros da estação de piscicultura de Alta Floresta - MT, foram encontradas oscilações do oxigênio chegando a níveis críticos, ocorrendo variação em todas as variáveis durante o período monitorado (TOLEDO, 2001).

A piscicultura pode causar tanto impacto positivo como negativo devido ao mau uso da área de ocupação e da água, além da introdução de espécies exóticas. Pelas vantagens competitivas e favorecidas pela falta de predadores essas espécies degradam os ambientes naturais e podem ocupar os nichos das espécies nativas (PÁDUA, 2000). O impacto ambiental da piscicultura pode ser minimizado a partir de diversas técnicas, como: utilização de peixes filtradores, biofiltro de macrófitas aquáticas, e tanques de decantação, que minimizam a carga poluidora aos efluentes da piscicultura (ZANIBONI, 2005).

Os efluentes das pisciculturas podem influenciar os corpos d'água, principalmente com a utilização da ração e a excreção dos peixes. A quantidade de ração ofertada tem influência direta na qualidade da água, pois quando elevada pode contribuir para o aumento de nutrientes no ambiente aquático (CYRINO et al. 2010). Os nutrientes dissolvidos na água como nitrogênio e fosforo, podem favorecer o florescimento do fitoplâncton e causar a eutrofização dos corpos de água que recebem os efluentes (CYRINO et al. 2010). O referido processo tem como consequência redução na transparência da água, diminuição da concentração de oxigênio dissolvido e aumento da amônia (ESTEVES, 1998), podendo levar ao estresse, morte dos animais e diminuição na produção (CYRINO et al. 2010).

A utilização de biofiltros de macrófitas aquáticas flutuantes para tratamento do efluente na piscicultura pode reduzir a Demanda Química de Oxigênio (DQO) (que é a quantidade de oxigênio essencial para ocorrer oxidação da matéria orgânica por meio de um agente químico), o nitrogênio total, nitrato, nitrogênio amoniacal e fósforo total, assim como turbidez (HENRY-SILVA & CAMARGO, 2006). Nesse processo, o pH do sistema de tratamento torna favorável tanto a nitrificação quanto a desnitrificação (HUSSAR & BASTOS, 2008). Assim, em virtude da dinâmica do sistema, comunidades de macrófitas aquáticas respondem por alterações ambientais e podem ser usadas como parâmetro para monitorar a qualidade da água (ROCHA, 2012). Os "wetlands" ou áreas alagadas são considerados filtros biológicos em virtude da atuação das macrófitas aquáticas (HENRY-SILVA & CAMARGO, 2008).

A utilização de peixes filtradores na aquicultura gera benefícios ambientais na redução do aporte interno de fósforo e no controle seletivo das cianobactérias (LEÃO & STARLING, 2003). Dentre esses peixes, a tilápia apresenta grande potencial no controle das florações de cianobactérias (PANOSSO, et al. 2007). Essas medidas de biomanipulação utilizando peixes podem ser eficazes na redução da entrada de nutrientes no ambiente aquático (CARDOSO, 2009).

Outra maneira de mitigar esses impactos é a construção de tanques de decantação auxilia na retenção dos sólidos em suspensão, especialmente da argila e matéria orgânica resultantes da fase final e da despesca e contida nos efluentes dos viveiros de piscicultura (QUEIROZ & SILVEIRA, 2006). As lagoas de estabilização apresentam elevada remoção de cobre, zinco e fósforo, consequente dos processos físico-químicos, do nitrogênio amoniacal e alta eficiência na diminuição da carga orgânica consequente de processos biológicos (VIVIAN, 2009).

2. OBJETIVO

O trabalho teve como objetivo apresentar uma revisão sobre a influência da piscicultura na eutrofização da água.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Piscicultura

A piscicultura é uma atividade zootécnica que visa à criação racional de peixes, exercendo controle sobre o crescimento, a reprodução e a alimentação desses animais (GALLI & TORLONI, 1984). A referida atividade começou no Brasil em torno de 1904 por iniciativa de Carlos Botelho, secretário de agricultura na época (SOUZA, 1985). Na realidade, os estudos sobre piscicultura no Brasil tiveram início por volta de 1927 com o naturalista brasileiro Rodolfo Teodoro Gaspar Wilhelm von Ihering (1883-1939, natural de Taquara do Mundo Novo-RS), diretor da Comissão Técnica de Piscicultura do Nordeste, que desenvolveu um sistema pioneiro, em nível mundial, de fecundação artificial de peixes, culminando com a descoberta da

inseminação artificial, e colocando o Brasil na vanguarda da pesquisa em piscicultura na América Latina (DNOCS, 2008). A partir de 1935, constatada a pobreza qualitativa e quantitativa da ictiofauna do semiárido nordestino, representada por apenas dez espécies de valor comercial, o naturalista e sua equipe passaram a estudar outras bacias hidrográficas, com objetivo de introdução e aclimação de inúmeras espécies, produzindo um trabalho histórico de 73 anos (DNOCS, 2008). Os trabalhos desenvolvidos pelo Departamento Nacional De Obras Contra as Secas (DNOCS) órgão de fomento à piscicultura estão relacionados principalmente à produção e distribuição de alevinos de espécies selecionadas para povoamento e repovoamento das coleções de águas públicas e particulares do Nordeste, visando ofertar proteína animal de alto valor nutritivo e baixo custo às populações da região do semiárido. E, ao mesmo tempo em que vem contribuindo para saciar a fome do nordestino, a piscicultura proporciona às comunidades pesqueiras uma fonte de renda (DNOCS, 2002).

Peixes e outros organismos aquáticos cultivados são parte essencial da dieta diária da população humana de muitos países, contribuindo com cerca de $\frac{1}{4}$ da oferta mundial de proteína de origem animal, sendo fontes relevantes de emprego e lucro (SEBRAE / ESPM, 2008).

A piscicultura não está restrita à produção alimentícia, abrangendo, também o cultivo de espécies para outras finalidades, como pesca esportiva, saneamento, ornamentação (COE & ARAUJO, 2010; PAMPLONA, 2004; PANOSSO, 2007; FERNANDES, 2003). Há séculos pisciculturas de todo o mundo vêm produzindo peixes para suplementação de estoques naturais, com vista à prática da pesca esportiva, que anualmente movimentava um grande capital (GALLI & TORLONI, 1984). O combate aos vetores transmissores de doenças, como malária, febre amarela e esquistossomose, também é praticado através do cultivo de espécies adequadas, como lambaris e guarus que são eficientes no combate às larvas de mosquito vetores de doenças, principalmente malária (GALLI & TORLONI, 1984). De uma maneira geral, as tilápias exercem bom controle sobre os moluscos hospedeiros intermediários da esquistossomose, diminuindo acentuadamente suas populações (GALLI & TORLONI, 1984). De acordo com os autores peixes cultivados

exclusivamente para ornamentação são intensamente produzidos em todo mundo, notadamente nas grandes capitais, ensejando indústria altamente lucrativa. A produção comercial de peixes apresenta 98 espécies que são mais representativas para produção, no entanto são poucas as espécies consideradas domesticadas, como por exemplo, as carpas, bagre do canal, tilápia, truta, salmão, tambaqui, pirarucu e alguns peixes ornamentais (CAMARGO & POUHEY, 2005).

A piscicultura pode possibilitar o cultivo de uma única espécie de peixe (monocultura), várias espécies de organismos aquáticos ao mesmo tempo (policultivo) e, organismos aquáticos com outros animais ou em conjunto com outra atividade agropecuária (consorciamento) (OSTRENSKY & BOEGER, 1998). A monocultura é o método mais aplicado na piscicultura intensiva, permitindo a canalização dos recursos para o cultivo de uma espécie escolhida, sendo um sistema mais voltado à produção industrial visando maior produção de peixes (OSTRENSKY & BOEGER, 1998). No policultivo as espécies cultivadas apresentam diferentes hábitos alimentares e podem ocupar diferentes nichos dentro do viveiro, com objetivo de otimizar o espaço e os nutrientes existentes no viveiro. No consorciamento o fundamento é aproveitar resíduos e subprodutos agrícolas para produção de peixes (OSTRENSKY & BOEGER, 1998).

3.1.1 Estrutura de cultivo

De acordo com CENTEC (2004) e ARANA (2004), os principais sistemas de cultivo para peixes são: extensivo, semi-intensivo, intensivo, superintensivo. Segundo os referidos autores as características dos sistemas são: no sistema extensivo a criação ocorre em ambientes como açudes, lagos e lagoas sem controle da qualidade da água e manejo, com baixo número de peixes por unidade de área e alimentação dependendo do alimento natural; no sistema semi-intensivo, o cultivo ocorre em viveiros de barragem ou escavados, utilizando técnicas simples de manejo, com algum controle da qualidade da água e baixa densidade de estocagem (5000 peixes por hectare) e sem ração balanceada; o sistema intensivo é desenvolvido em viveiros escavados, podendo usar técnicas mais modernas, com produção bem controlada e sistematizada e não sendo adaptado a pequenos açudes, utiliza rações

balanceadas alcançando produções de 10 a 30 toneladas/hectare; já no sistema superintensivo a criação de peixes visa otimização da criação e melhor retorno produtivo, em áreas menores e maior densidade, como por exemplo, em tanques revestidos ou em tanques-rede, com altas densidades chegando a 300 peixes por metro cúbico, com grande circulação de água, aeração forçada e controle dos parâmetros físicos e químicos da água. A estrutura do tanque-rede pode ser de madeira, ferro galvanizado, alumínio entre outros, sendo que os flutuadores servirão de suporte para que o sistema flutue na superfície da água e no comedouro ficará disponibilizada a ração (SEBRAE, 2008).

Dos sistemas citados, o sistema semi-intensivo é o mais utilizado pelos piscicultores no Brasil, sendo a ração a principal fonte nutricional dos organismos produzidos, e ao mesmo tempo determinante para a qualidade da água nos viveiros de cultivo (MINUCCI et al., 2005). Dentre os fatores que contribuem com a deterioração da qualidade da água em sistemas de cultivo podem-se destacar: a densidade, a espécie de peixe e o manejo alimentar, que influenciam na concentração de nutrientes, oxigênio dissolvido, na biomassa planctônica, dentre outras variáveis (MINUCCI et al., 2005).

A produção de peixes em tanques-rede possibilita grande quantidade de peixes confinados num pequeno espaço. A elevada produtividade está condicionada à renovação de água do tanque-rede, juntamente com alimento nutricionalmente completo e emprego de juvenis de boa qualidade de espécies resistentes ao manejo (ONO, 2005).

Os sistemas de produção normalmente empregados na aquicultura estão estruturados basicamente de acordo com a disponibilidade dos recursos hídricos, como por exemplo, a produção de peixes em tanques-rede em grandes reservatórios. Os sistemas devem ser manejados seguindo tendências mundiais que visam uma produção mais competitiva nas dimensões ecológica e sócio econômica (EMBRAPA, 2003).

3.1.2 Manejo de cultivo

No manejo de cultivo são utilizados diversos procedimentos e técnicas, como por exemplo, calagem, adubação, arraçoamento e despesca.

Antes do início de cada ciclo de produção, os viveiros devem ser adequadamente preparados para a introdução dos peixes e, ao término de um ciclo, o viveiro deve ser completamente esvaziado e seco ao sol, para que o solo rache e possibilite que o oxigênio do ar penetre em camadas mais profundas do sedimento (OSTRENSKY & BOEGER, 1998). De acordo com os autores, a secagem do viveiro também é importante para eliminação dos ovos de outros peixes e de predadores, que sobreviveram no solo úmido. Não existe um tempo pré-definido para o viveiro ficar exposto ao sol, pois, se o objetivo for esterilizar o viveiro, é importante que o fundo seque completamente, geralmente, depois de cinco a sete dias de sol (OSTRENSKY & BOEGER, 1998).

Viveiros em solos ácidos podem ser considerados inadequados para a prática da aquicultura por apresentarem água com baixo pH e concentrações reduzidas de alcalinidade total e dureza total, o que resulta em baixa produção de peixes e de outras espécies cultivadas (QUEIROZ & BOEIRA, 2006) . Os referidos autores recomendam a calagem dos viveiros, para beneficiar na produção de plâncton e bentos, melhorando a produtividade e contribuindo para a sustentabilidade ambiental. A calagem é uma prática realizada para neutralizar a camada superficial do sedimento do fundo dos viveiros e aumentar a alcalinidade total da água, pois o calcário agrícola reage e pode melhorar rapidamente a qualidade da água, entretanto os efeitos sobre o pH do solo somente serão observados dentro de um a dois meses (QUEIROZ & BOEIRA, 2006).

A adubação é uma prática realizada no solo com o viveiro ainda seco e tem como objetivo o incremento da produtividade natural, especialmente das algas diatomáceas que devido ao excelente valor nutritivo irão reforçar a qualidade dos organismos na cadeia alimentar do viveiro, que com 20 a 30 dias de preparação já apresenta uma boa produção de plâncton (ARANA, 2004). Na prática, a

produtividade é controlada através da transparência da água, ótima entre 25 e 40 cm (ARANA, 2004). O adubo, além da alimentação artificial, é uma alternativa para aumentar a produção piscícola, podendo ser também o mais simples e o mais econômico (SOUSA, 1985). De acordo com SOUZA (1985) os tipos de adubação existentes são: orgânica e química. E segundo os autores, os adubos orgânicos, como o esterco ou estrume de animais, além de adubarem são corretivos de solo que melhoram as propriedades físicas – tornando menos duros ou mais frouxos os terrenos argilosos, e mais firmes, com mais volume os arenosos. Os melhores estrumes são de suínos e avícolas, mas os bovinos, equinos e caprinos podem ser perfeitamente utilizados, separadamente ou misturados e prensados. O adubo químico mais empregado é o que contém fosfato e é encontrado comercialmente sob a forma de superfosfato simples (16% de fósforo -P₂ O₅) e superfosfato triplo (46% de fósforo - P₂ O₅) (SOUSA, 1985).

O arraçoamento é a utilização da ração como alimento, devendo ser disponibilizada até que os peixes estejam saciados, de acordo com a observação do consumo e atividade dos peixes no fornecimento do alimento, verificando o bem estar dos peixes e evitando excessiva sobra de ração nas unidades de cultivo (KUBITZA, 1999).

A despesca é a passagem das redes de arrasto em viveiros para retirada dos peixes ao final de um ciclo de produção, um procedimento de rotina na produção de peixes em viveiros escavados, para posterior comercialização dos peixes. Para retirada dos peixes nos sistemas intensivos com tanques-rede geralmente é utilizada uma plataforma flutuante com auxílio de barcos, sendo os tanques retirados da água através de cabos acoplados a roldanas (KUBITZA, 2009).

O manejo dos tanques-rede deve ser periódico a fim de evitar a colmatação ou entupimento da malha ou tela causado pelo crescimento de algas, organismos incrustantes e resíduos orgânicos, que prejudicam a troca de água nos tanques-rede e conseqüentemente o desenvolvimento dos peixes (CODEVASF, 2010). Ao fim da despesca é recomendado que os tanques-rede fiquem expostos ao sol em torno de cinco dias, aproveitando-se para verificar as condições gerais (flutuadores,

comedouros, malhas e estruturas) e também realizar a limpeza da tela. A malha dos tanques-rede deve ser limpa (podem ser utilizados escovões), os tanques-rede lavados, vistoriados e quando necessário deve-se costurar a tela na armação, remendando eventuais rasgos, e os comedouros devem ser limpos a cada 20 ou 30 dias de forma a não acumular muito material na tela do comedouro. Para evitar a colmatação e diminuir o acúmulo de sedimento geralmente são acrescentadas espécies iliófagas: curimbatás e/ou cascudos numa densidade de 5 a 6 peixes/m³, que se alimentam do biofilme formado.

Apesar do grande desenvolvimento da produção de tilápias em tanques-rede, no Brasil boa parcela da produção é originada do cultivo em viveiros de terra (KUBITZA, 2009). Em oposição às facilidades do manejo do estoque proporcionadas pela criação em tanques-rede, a criação de tilápias em tanques escavados proporciona ao aquicultor alguns desafios para um adequado e eficiente manejo da produção, como por exemplo, a despesca em viveiros com redes convencionais de arrasto (KUBITZA, 2009). Um problema habitual à produção de peixes em viveiros é a alteração das características organolépticas da carcaça dos peixes, que podem apresentar gosto de terra, particularmente quando há uma proliferação muito intensa de fitoplâncton, o que pode ocorrer com frequência em ambientes eutrofizados (KUBITZA, 2009).

3.2 Eutrofização

Eutrofização é o aumento da concentração de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio, nos ecossistemas aquáticos, podendo ter como consequência o aumento da produtividade (ESTEVES, 1998). Segundo o autor, como decorrência do processo, o ecossistema aquático pode passar de oligotrófico e mesotrófico para eutrófico ou mesmo hipereutrófico. A eutrofização pode ser natural ou artificial. Quando natural, é um processo lento e contínuo que resulta do aporte de nutrientes trazidos pelas chuvas e pelas águas superficiais que erodem e lavam a superfície terrestre podendo ser considerado o “envelhecimento natural” do lago. Quando induzida pelo homem, é denominada artificial, cultural ou antrópica, onde os

nutrientes são originados de diversas fontes como efluentes domésticos e industriais, aquicultura, atividades agrícolas, entre outras (ESTEVEES, 1998).

Os mecanismos e processos limnológicos em viveiros de cultivo de peixes são complexos por serem ecossistemas artificiais que suportam elevadas concentrações de biomassa, além disso, são geralmente ambientes rasos onde ocorrem interações importantes entre processos químicos, físicos e biológicos (ÁLVARO GRAEFF, 2006).

De acordo com CICIGLIANO (2009), a eutrofização pode ser desejável para fins de piscicultura quando controlada possibilitando a proliferação de algas desejáveis utilizadas como alimento para microcrustáceos e, esses por sua vez constituem o alimento das larvas da maioria dos peixes. Segundo o mesmo autor nas últimas décadas, entretanto, a eutrofização natural tem sido agravada pela eutrofização artificial decorrente do lançamento, nos corpos d'água, de diversos efluentes, como da água resultante da drenagem de áreas cultivadas com adubos químicos.

Como a piscicultura é um ramo subordinado a produtos e serviços ambientais para a manutenção da sustentabilidade, depende da disponibilidade de água de boa qualidade e capacidade de diluição de efluentes e resíduos (TOLEDO *et al.*, 2003). De acordo com os mesmos autores, um dos principais problemas ambientais gerados pela aquicultura é a eutrofização do meio natural decorrente da descarga de efluentes de viveiros.

Isso ocorre porque em torno de 80 a 85% dos nutrientes existentes nas rações peletizadas para peixes são eliminados na água na forma de fezes ou outros compostos metabólicos, sendo a produção de matéria orgânica nos viveiros ou reservatórios utilizados para piscicultura proporcional ao aumento das taxas de alimentação (EMBRAPA, 2003). O acúmulo de matéria orgânica decorrente da ração não consumida e dos metabólitos produzidos pelos peixes nesses ambientes influi diretamente na densidade de fitoplâncton e na turbidez da água, que aumenta e reduz a penetração da luz na coluna d'água e limita a profundidade onde ocorre a fotossíntese (EMBRAPA, 2003). A redução da fotossíntese e o acúmulo de matéria

orgânica no sedimento aumenta a demanda bioquímica de oxigênio, podendo causar redução e até anoxia do oxigênio dissolvido (EMBRAPA, 2003). Conseqüentemente, a adoção de taxas de alimentação elevadas, associadas a uma ração de baixa qualidade, e baixa conversão alimentar irão causar um grande acúmulo de ração no sedimento, fonte potencial de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, causando a eutrofização evidenciada pelo crescimento excessivo de fitoplâncton (EMBRAPA, 2003). A referida condição é considerada bastante prejudicial porque durante o dia o fitoplâncton produzirá oxigênio dissolvido através da fotossíntese, porém, durante a noite, poderá ocorrer um intenso consumo de oxigênio dissolvido e grande produção de gás carbônico, causando diminuição do pH (EMBRAPA 2003).

Cianobactérias ou cianofíceas são componentes naturais do fitoplâncton, encontradas em ambientes marinhos, estuarinos e de água doce, tais como rios, lagos e reservatórios, e frequentemente formam florações que atingem elevada biomassa (PANOSSO, 2007). Também conhecidas popularmente como algas azuis, são microrganismos aeróbicos fotoautotróficos, que requerem somente água, dióxido de carbono, substâncias inorgânicas e luz para a fotossíntese, que é o principal modo de obtenção de energia para o metabolismo (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2003). Na organização celular as cianobactérias são microrganismos procariontes e, portanto, muito semelhantes bioquimicamente e estruturalmente às bactérias (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2003). A capacidade de crescimento nos mais diferentes meios é uma das características marcantes das cianobactérias, sendo a água doce mais favorável para o crescimento, visto que a maioria das espécies apresenta um melhor crescimento em águas neutroalcalinas (pH 6-9), temperatura entre 15°C a 30°C e alta concentração de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2003).

No entanto, muitas espécies de cianobactérias são potencialmente tóxicas, podendo produzir ou não toxinas importantes para a saúde pública (AZEVEDO, 2000; SANT'ANNA et al., 2006) As cianobactérias também podem produzir outros metabólitos secundários, como a geosmina e o 2-metil-isoborneol, identificados como causadores de sabor ou odor de terra ou mofo na carne do peixe, conhecidos

como “off flavor” (MACEDOVIEGAS & SOUZA, 2004). Assim, a elevada concentração dessas algas pode causar alteração na qualidade do pescado e influenciar no comércio, causando marketing negativo em relação ao peixe procedente de cultivo em tanques escavados (KUBITZA, 2009). Portanto, se a qualidade da água não for controlada pode ocorrer a eutrofização e até a inviabilidade do empreendimento, mas apesar das dificuldades no manejo e controle do estoque, as tilápias podem ser criadas em tanques de terra de maneira eficiente e com baixo custo (KUBITZA, 2009).

3.3 Variáveis que influenciam a qualidade da água

Um dos aspectos mais importantes e complexos da piscicultura envolve a manutenção da qualidade da água em condições adequadas para criação dos organismos aquáticos, exigindo manejo efetivo e assegurando sustentabilidade (MACEDO E SIPAUBA-TAVARES, 2010). De acordo com OBA (2009), o ambiente aquático é extremamente dinâmico com mudanças rápidas ou extremas na concentração de oxigênio dissolvido, no pH e na salinidade. Os fatores estressantes têm sido a principal causa na diminuição de lucro na piscicultura, pois afetam o metabolismo e, conseqüentemente, o crescimento dos peixes e o aumento da susceptibilidade aos agentes infecciosos (vírus, bactérias e fungos) e parasitários (protozoários, platelmintos, nematódeos e crustáceos) (OBA, 2009).

Os peixes influenciam na qualidade da água do cultivo através de processos metabólicos relacionados à alimentação, excreção e respiração (OLIVEIRA, 2010). Análise e interpretação das variáveis de qualidade da água são práticas de grande importância para piscicultores, pesquisadores e órgãos oficiais de controle ambiental, já que diversos fatores, incluindo as variáveis oxigênio dissolvido, temperatura, pH, alcalinidade e nutrientes, como produtos nitrogenados, estão diretamente interligados com o desenvolvimento dos peixes (OLIVEIRA, 2010). Entretanto, a importância de cada parâmetro, o método de determinação e a frequência do monitoramento dependem do sistema de produção e da espécie a ser cultivada (OLIVEIRA, 2010).

3.3.1 Temperatura

A temperatura é o primeiro fator de grande importância para piscicultura, pois dela dependem a quantidade de oxigênio dissolvido na água e, de maneira geral, todas as atividades fisiológicas dos peixes (respiração, digestão, alimentação, etc.) (CENTEC, 2004). A temperatura satisfatória dos peixes tropicais varia de 25 a 32°C que é a faixa mais frequente no nordeste (CENTEC, 2004). Nos mais rasos ambientes aquáticos de cultivo, geralmente com profundidade de até 2 metros, a temperatura pode alcançar valores acima de 32°C (CENTEC, 2004). Nos sistemas mais profundos como nos reservatórios, a temperatura decresce da superfície em direção ao fundo e, uma diferença de (2 a 3°C), por exemplo, é suficiente para possibilitar refúgio para os peixes nas horas mais quentes do dia (CENTEC, 2004). A água turva devido ao material particulado em suspensão, por exemplo, dificulta a penetração da luz na água atribuindo temperatura mais baixa, dificilmente ultrapassando os 30°C a 0,80 – 1,00m de profundidade (CENTEC, 2004).

Em temperaturas mais elevadas o metabolismo dos peixes é mais intenso, geralmente com ritmo mais rápido na alimentação, movimentação e crescimento, sendo que para cada 10°C de aumento da temperatura da água, o consumo de oxigênio dobra (OSTRENSKY & BOEGER, 1998). Segundo os autores, quando a temperatura cai os peixes podem deixar de se alimentar e, com isso diminui também o ritmo biológico. Dependendo do viveiro, em consequência da profundidade e da densidade da água, podem existir bolsões com diferentes temperaturas, pois a água fria é mais densa e muitas vezes a temperatura da água de superfície é mais elevada, o que causa consequências negativas para o cultivo, como por exemplo, menor disponibilidade do oxigênio dissolvido em algumas áreas do viveiro (OSTRENSKY & BOEGER, 1998). Como a fotossíntese é maior na superfície, zona eufótica, se a coluna d'água não estiver homogênea o oxigênio produzido pode não estar disponível no fundo, assim como os compostos tóxicos produzidos durante a decomposição da matéria orgânica poderão se concentrar no fundo do viveiro, tornando essa área imprópria para os peixes (OSTRENSKY & BOEGER, 1998). Desta maneira os peixes poderão se concentrar próximos à superfície, consumindo mais rapidamente o oxigênio disponível e evitarão as áreas com temperatura

desfavorável e, nesse caso, ocorre perda da área útil do viveiro os peixes ficarão concentrados em determinados compartimentos (OSTRENSKY & BOEGER, 1998).

Altas temperaturas influenciam na dinâmica de gases, como o gás carbônico e o oxigênio dissolvido, que são gases importantes nos processos de produção e consumo dos viveiros. Em experimentos realizados em uma piscicultura intensiva de tanques-rede num canal marginal ao rio Paraguai, na região de Porto Morrinho – MS, BARBOSA (2000), obteve temperatura semelhante dentro e fora dos tanques, alcançando 36°C no mês de novembro, mês em que a temperatura do ar chegou a 40°C. Segundo o autor, apesar do aumento de matéria orgânica e má circulação da água serem frequentes para redução dos níveis de oxigênio dissolvido e acúmulo de gás carbônico nos ambientes aquáticos, no experimento os valores desses gases indicam que não houve alteração na concentração dos mesmos com o cultivo de peixes.

Em um estudo numa piscicultura de tanque-rede no município de Santa Fé do Sul localizada no Noroeste do Estado de São Paulo não houve diferença significativa na temperatura da água nos diferentes pontos de coleta, sendo a máxima no mês de janeiro (30°C) e a mínima nos meses de junho e julho (23°C), valores considerados no padrão para o conforto térmico de tilápias (AMÉRICO, 2012).

3.3.2 Oxigênio dissolvido (OD)

A faixa ideal de OD para os peixes tropicais é 4 - 7 mg/L de oxigênio (ABRUNHOSA, 2011). A solubilidade do mesmo na água depende da temperatura e pressão atmosférica, sendo que a salinidade também afeta, a cada acréscimo de 9000 mg/L na salinidade há redução de aproximadamente 5% na solubilidade do oxigênio (TAVARES, 1994). Em águas naturais, a concentração de OD está constantemente mudando devido aos processos biológicos, físicos e químicos e, embora o oxigênio possa difundir-se entre o ar e a água, os processos biológicos são os mais importantes na regulação da concentração nos viveiros (TAVARES, 1994). A variação diária do oxigênio está relacionada aos processos de fotossíntese e respiração/decomposição, sendo que as concentrações variam no período do dia,

pois, durante a manhã e à tarde ocorrem concentrações mais elevadas de oxigênio em virtude da fotossíntese, já à noite o consumo dos organismos aquáticos causa diminuição na disponibilidade do oxigênio na água (TAVARES, 1994; ABRUNHOSA, 2011).

Em um experimento realizado por GRAEFF (2006) visando estudar as variáveis que podem interferir no crescimento e sobrevivência da Tilápia do Nilo, não foi encontrada diferença significativa na concentração de oxigênio dissolvido nem entre os diferentes pontos amostrados dentro dos viveiros assim como se comparando superfície e fundo, provavelmente devido à pouca profundidade dos viveiros e contínua aeração formada pela corrente de entrada e saída de água. De acordo com o referido autor o oxigênio variou de 6.4 a 7.2 mg/l, valores considerados satisfatórios e que favorecem o cultivo de tilápias na região do Alto do Vale do Rio do Peixe e Planalto do estado de Santa Catarina. De uma maneira geral, em viveiros com profundidades maiores, o oxigênio dissolvido apresenta uma relação inversamente proporcional ao aumento da temperatura, o que ocasiona estratificação térmica (ÁLVARO GRAEFF, 2006). Já a homogeneidade na coluna d'água reduz o risco de diminuição do oxigênio e previne o acúmulo do gás carbônico e da amônia molecular a níveis tóxicos em sistemas de cultivo (ÁLVARO GRAEFF, 2006).

Em outro estudo foi verificada a qualidade de água no cultivo de peixes em tanques-rede no reservatório da Hidrelétrica de Itaipu, onde o oxigênio dissolvido variou de 7.1 a 7.3 mg/l entre os tanques-rede e região do entorno, indicando que não ocorreu alteração no ambiente devido a introdução do cultivo de peixes, permanecendo em níveis aceitáveis para produção em tanques-rede (SIGNOR, 2012).

3.3.3 pH

De acordo com KUBITZA, (1998) pH é definido como o logaritmo negativo da concentração de íons H^+ (mols/L) na água, com escala compreendendo de 0 a 14, sendo que os valores indicam acidez ou basicidade. De maneira geral, entre 6,5 a 9,0 é mais adequado à produção de peixes e, valores abaixo ou acima desta faixa podem prejudicar o crescimento e a reprodução e, em condições extremas, causar a

morte dos peixes (KUBITZA, 1998). De acordo com o mesmo autor o pH pode variar no decorrer do dia em função da atividade fotossintética e respiratória das comunidades aquáticas, diminuindo em função do aumento na concentração de gás carbônico (CO_2) na água até no máximo 4,5, exceto quando estiverem presentes ácidos minerais como sulfúrico (H_2SO_4), clorídrico (HCL) e nítrico (HNO_3).

De acordo com TAVARES (2005), respiração, fotossíntese, adubação, calagem e poluição são os cinco fatores que causam mudança de pH na água podendo ocorrer altas mortalidades em peixes, especialmente para espécies que apresentam maior dificuldade de estabelecer o equilíbrio osmótico através das brânquias, determinando grandes dificuldades respiratórias.

Em experimento desenvolvido no Setor de Piscicultura da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás, em Goiânia, GO, com duração de 120 dias, foram utilizados 1.500 alevinos de tilápia do Nilo em vinte tanques circulares do tipo “raceway” ou fluxo constante com volume de 500L e fluxo individual de água, e o pH variou 6,5 a 8,0, considerado ideal para o cultivo de peixes (OLIVEIRA 2010).

Em um projeto no Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológico do Agronegócio do Vale do Paraíba, município de Pindamonhangaba, no Estado de São Paulo foi utilizado um único viveiro para engorda de tilápias, e o pH variou ao longo do dia e no decorrer do ciclo de engorda (MERCANTE, 2007). De acordo com a autora os resultados indicaram uma relativa acidez nas primeiras horas da manhã (6 às 10h), variando de 5,6 a 6,4 e, a partir das 12h ocorreu aumento do pH, alcançando 7,9, no entanto, ainda permaneceu dentro do aceitável.

3.3.4 Alcalinidade

É desejável que os valores de alcalinidade total em sistemas de produção de peixes em viveiros estejam acima 20 mg/L de CaCO_3 , sendo interessantes os níveis acima de 30 mg/L (SANTOS,2011). A alcalinidade representa a capacidade que um sistema aquoso tem de neutralizar ácidos dependendo de compostos, principalmente bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos, sendo este último ânion raro

na maioria das águas naturais, ocorrendo geralmente em águas com pH superior a 10 (ESTEVEES, 1998). Pode ainda ser considerada a capacidade que um ecossistema aquático apresenta em neutralizar (tamponar) ácidos a ele adicionados, sendo que a acidificação dos corpos d'água continentais é entendida como a perda da capacidade em neutralizar ácidos, ou seja, os bicarbonatos e carbonatos são totalmente consumidos durante o processo de acidificação (ESTEVEES, 1998). A maneira mais imediata de se detectar a acidificação nos corpos d'água se resume ao acompanhamento da redução dos valores de alcalinidade, que durante a fase inicial do processo tendem a ser cada vez menores (ESTEVEES, 1998).

A alcalinidade total da água é derivada principalmente da dissolução do calcário, de modo que a concentração é determinada principalmente pelas características do solo. Outros fatores, como o clima, também influenciam, pois viveiros de regiões áridas possuem solos com maior alcalinidade total do que viveiros localizados em regiões úmidas (QUEIROZ & BOEIRA, 2006).

NEGREIROS (2007) realizou um experimento em seis viveiros, no Núcleo de Aquicultura do Instituto de Pesca de São Paulo – SP, com duração de 60 dias e que constituiu de três tratamentos com duas repetições cada: A- sem correção da alcalinidade natural; B- com correção semanal da alcalinidade para 30 mgCaCO₃ /L; C- com correção semanal da alcalinidade para 60 mgCaCO₃/L. Foi encontrado o seguinte resultado: a alcalinidade variou em geral de 19 a 72,02 mg/L e, em viveiros de piscicultura são desejáveis valores acima de 20,0mg/L, já valores entre 200 e 300mg/L são considerados ótimos, proporcionando grande sucesso no cultivo de peixes.

Em outro estudo realizado na fazenda Experimental do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) de Venda Nova do Imigrante - ES, foram estudados pH dureza total (relacionada com a concentração de cálcio e magnésio na água) e alcalinidade em oito pontos distintos do sistema de produção de peixes com reutilização de água. A alcalinidade em todos os pontos analisados manteve-se em níveis considerados aceitáveis (de 25 a 100 mg L⁻¹), não

comprometendo o cultivo ou a qualidade da água, não sendo observado também interferência dos outros parâmetros (CRISTO & SOUZA, 2011).

3.3.6 Transparência

A profundidade de visibilidade de um objeto imerso na água, como por exemplo, um disco de Secchi, permite uma medida da transparência da água e, quanto maior a turbidez da água, menor a visibilidade do referido disco (OSTRENSKY & BOEGER, 1998). O disco pode ser feito de madeira, contendo um peso para fazê-lo afundar e uma corda graduada, para possibilitar a medição, medindo 20 cm de diâmetro e podendo ser pintado de preto e branco em quartos opostos (OSTRENSKY & BOEGER, 1998). Nos viveiros de produção de peixes o plâncton geralmente é a maior fonte de turbidez, desse modo a visibilidade do disco de Secchi tem sido frequentemente usada para estimar a densidade de plâncton, sendo desejável 40 a 80 cm de visibilidade em viveiros estocados com tilápia e outras espécies como tambaqui e alguns peixes carnívoros como bagre do canal (catfish) e surubins (QUEIROZ & SILVEIRA, 2006). Proliferações ou crescimento repentino e excessivo de fitoplâncton podem diminuir a visibilidade a menos de 20 cm (QUEIROZ & SILVEIRA, 2006).

Se os valores de transparência forem próximos ou menores que 40 cm, deve-se interromper ou reduzir os níveis de arraçoamento diário ou as dosagens de fertilizantes e esterco aplicados, bem como aumentar o intervalo entre aplicações (KUBITZA, 1998). Segundo o mesmo autor promover a renovação da água, quando possível, auxilia no ajuste dos volumes de transparência.

Um estudo foi desenvolvido em 27 viveiros de tamanhos e formatos diversos e água de nascente, com profundidade aproximada de 1,40m, em uma propriedade localizada na Região de Viçosa, Minas Gerais, durante o período de engorda dos peixes tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), piau (*Leporinus fasciatus*), tambacu (*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus*) e pacu (*P. mesopotamicus*) (SALARO, 2007). De acordo com o autor, o fluxo da água era da nascente para um tanque receptor (primeiro tanque) e em seguida para os demais tanques

interligados, passando de um tanque para o outro, sendo obtido como resultado: a transparência da água diminuiu em direção ao último tanque de coleta (chegando a 18 cm), coincidindo com o crescimento excessivo de algas e aumento da turbidez.

Em outro estudo, na Universidade Católica de Goiás, Departamento de Zootecnia, Laboratório do Centro de Biologia e Aquicultura, foram utilizadas dez amostras de água: tanto de um viveiro de piscicultura como de uma represa que abastece o setor de piscicultura da Universidade (PASQUELETTO, 1999). Segundo o autor a transparência da água no viveiro (20 cm) obteve média estatisticamente inferior a da represa (20,6 cm), porém ambos os valores abaixo do padrão recomendado. Sobras de alimentos contribuíram para eutrofização do viveiro de piscicultura ocasionando os baixos valores de transparência. A água da represa apresentou maior transparência devido a não agitação da água por não ter sido manipulado o ambiente, deste modo, possibilitou maior ocorrência de plâncton e menor de materiais em suspensão. No caso da represa erosão junto às margens, assoreamento, carreamento de partículas sólidas de dejetos de animais dentre outros, contribuíram para diminuir a transparência da água. Desta maneira, para ambos os ambientes, os valores estão abaixo do recomendado, se fazendo necessário mitigar o problema, controlar poluentes que possam contribuir com a diminuição da transparência da água (PASQUELETTO, 1999).

3.4 Impactos da piscicultura e legislação vigente

De acordo com QUEIROZ e KITAMURA (2001), entre os benefícios proporcionados pelas Boas Práticas de Manejo (BPMs) estão redução dos custos de produção e da carga poluidora dos efluentes, com melhoria na qualidade da água e aumento da produtividade.

Importante destacar que os sistemas de produção aquícolas baseados em tanques-rede são parte integral do ambiente e, conseqüentemente, deve-se dar atenção ao desenvolvimento de métodos baseados nas BPMs (Boas práticas de manejo), que objetivam reduzir o impacto ambiental dos sistemas de produção (EMBRAPA, 2003). A aquicultura sustentável vem com a proposta de produção lucrativa de organismos

aquáticos, mantendo uma interação harmônica duradoura com os ecossistemas e as comunidades locais, sendo produtiva e lucrativa, mesmo incluindo os imprevistos acontecimentos nos custos de produção, usando racionalmente os recursos naturais sem degradar os ecossistemas no qual se insere (VALENTI, 2002).

Na legislação vigente do Brasil, o licenciamento ambiental para a atividade de piscicultura, em nível Federal e Estadual, tem o IBAMA e Órgãos Estaduais de Meio Ambiente como órgãos competentes, que obedecem ao estabelecido na legislação ambiental pertinente, como Resoluções CONAMA 237/97, e 413/09. Quanto às variáveis e parâmetros para determinação da qualidade e enquadramento dos corpos de água, são estabelecidos limites na resolução CONAMA 357/05, assim como estabelecidas condições e padrões de lançamento de efluentes. Já na mais recente Resolução (Conama 430/11) também são determinadas condições e padrões de lançamento de efluentes. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente no corpo receptor desde que obedçam a condições e padrões previstos, como por exemplo, valores de referência de parâmetros como pH e temperatura (Tabela 1), resguardadas outras exigências cabíveis:

Tabela 1: Valores estabelecidos dos parâmetros pH e temperatura segundo o CONAMA e artigos revisados e em conformidade.

Parâmetros	CONAMA	Artigos em conformidade
pH	Entre 5 e 9	GRAEFF, 2006; TOLEDO et al., 2003; SIGNOR, 2012; SALVADOR, 2003; ZANIBONI FILHO, 1997;
Temperatura	Inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura.	DIEMER, 2010; PREVIATO, 2009; OLIVEIRA, 2010; AMÉRICO, 2012; BARBOSA, 2000

Em todos os trabalhos citados na tabela 1 os parâmetros analisados se encontravam dentro dos padrões para lançamento de efluentes, não havendo restrição para a prática da piscicultura nas respectivas regiões.

Os efluentes de piscicultura deveriam ser tratados antes de alcançarem os corpos d'água receptores, como canais, rios, etc. Além do impacto dos efluentes há o risco de introdução de espécies exóticas (AMARAL & FIALHO, 2006). Os problemas relacionados a impactos da introdução de espécies exóticas são tanto ambiental como socioeconômico (OLIVEIRA, 2006). Os ecossistemas aquáticos que as espécies exóticas alcançam são afetados através da predação, competição, alterações genéticas e de habitats e introdução de patógenos e, além disso, a população humana também pode ser influenciada através da alteração de padrões de pesca, devido a um novo plantel estabelecido (OLIVEIRA, 2006).

Para utilização de qualquer recurso natural é fundamental conhecer a legislação vigente do setor, evitando incorrer em infrações (crimes ambientais) e contribuir para a degradação da natureza. A legislação existente sobre o meio ambiente visa, prioritariamente, a disciplinar a utilização dos recursos naturais e deve ser entendida mais como orientadora do que restritiva (AMARAL & FIALHO, 2006). As leis precisam assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade desses recursos, em padrões de qualidade adequados aos múltiplos usos, a utilização racional e integrada e a prevenção e defesa contra eventos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado pelo homem, com isso pretende-se alcançar o desenvolvimento sustentável (AMARAL & FIALHO, 2006). A legalização dos projetos em águas de domínio da União é um procedimento burocrático, demorado e oneroso, em decorrência da aquicultura ser diretamente afetada por normas jurídicas referentes a diferentes setores (produção animal, recursos hídricos, saúde, entre outros), além da sobreposição de atos normativos (decretos, portarias, resoluções e deliberações). Diante dessas dificuldades, a grande maioria de produtores exerce a atividade de forma irregular ou direciona os investimentos para outros segmentos (OSTRENSKY & BORGHETTI & SOTO, 2008).

Conforme a produção de organismos aquáticos aumenta, a tendência é que os impactos negativos sobre o ambiente também se intensifiquem. Segundo a Resolução CONAMA 001/86 existe a obrigatoriedade da elaboração de estudo de impacto ambiental e do relatório de impacto ambiental (RIMA) para as atividades

modificadoras do meio ambiente, como por exemplo, a aquicultura (HENRY-SILVA & CAMARGO, 2008). A Resolução CONAMA 413/09, que dispõe sobre o licenciamento ambiental da aquicultura e dá outras providências, define em seu artigo 18 que “os empreendimentos de aquicultura, quando necessário, deverão implantar mecanismos de controle e tratamento de efluentes que garantam o atendimento aos padrões estabelecidos na legislação ambiental vigente”. Essa Resolução também classifica os empreendimentos em nove classes em função do porte do empreendimento e do risco inerente a cada espécie utilizada. Além disso, o parágrafo 2º do artigo 5º define que os empreendimentos que utilizam sistemas de tratamentos de efluentes, entre outros sistemas de controle, poderão ser enquadrados numa das classes de menor impacto. Porém esta resolução não define parâmetros de qualidade para o lançamento de efluentes, originados de atividades aquícolas, em corpos de água naturais (LIMA, 2010).

O licenciamento ambiental em conjuntos ou grupos de empreendimentos tem sido incentivado à regularização de empreendimentos de pequeno porte e, também, tem possibilitado ao licenciador adotar procedimentos específicos quando observa o somatório dos efeitos desses conjuntos em espaços territoriais definidos, tais como microbacias ou trechos da zona costeira, tornando mais efetivas as medidas de monitoramento e controle (MPA & SEBRAE, 2011). Em procedimentos ordinários de licenciamento, serão exigidos: na etapa de Licença Prévia – LP, o Estudo ambiental do empreendimento e, na Licença de Operação – LO, o Programa de monitoramento ambiental. Deverão ser exigidos pelo órgão licenciador, no âmbito do processo de licenciamento ambiental, os seguintes documentos expedidos pelo órgão gestor de recursos hídricos, quando couber:

- I. Manifestação prévia, na fase da licença ambiental prévia;
- II. Outorga de direito de uso de recursos hídricos, na fase da licença ambiental de operação ou no licenciamento ambiental em etapa única.

A outorga de direito de uso de recursos hídricos poderá ser exigida na fase de licença ambiental de instalação, se houver significativa utilização de água nessa fase (MPA & SEBRAE, 2011).

3.5 Recomendações para uma piscicultura sustentável

A conservação da água tem sido o principal ponto de debate na aquicultura nos recentes anos (PAZ, 2005). A preocupação com o aumento da demanda sobre aquíferos, custos de operação, impactos ambientais dos efluentes gerados e o desejo de aumento da produção aponta para avanços na tecnologia e desenvolvimento de práticas de manejo, que resultem na economia dos recursos naturais utilizados e no aumento da produção, de modo que a atividade adquira um caráter sustentável do ponto de vista econômico e ambiental (PAZ, 2005). O impacto ambiental da piscicultura pode ser minimizado a partir de diversas técnicas, como: utilização de peixes filtradores, biofiltro de macrófitas aquáticas, tanques de decantação, que minimizam a carga poluidora dos efluentes da piscicultura (ZANIBONI, 2005).

O uso de macrófitas aquáticas é uma alternativa para o tratamento de efluentes de aquicultura, com comprovada eficiência na remoção de nitrogênio, fósforo e material particulado em suspensão do efluente (BIUDES & CAMARGO, 2011). Os principais processos biológicos que regulam as remoções de nitrogênio e fósforo do efluente são a absorção direta pela macrófita, mineralização microbiológica e transformações como desnitrificação e amonificação (BIUDES & CAMARGO, 2011). A absorção direta ocorre, principalmente, pelo sistema radicular das macrófitas e algumas espécies também absorvem nutrientes por meio das folhas (BIUDES & CAMARGO, 2011). Em virtude da dinâmica metabólica, as comunidades de macrófitas aquáticas respondem por diversas alterações ambientais e podem ser usadas como parâmetro para monitorar a qualidade da água (ROCHA 2012). As espécies mais utilizadas para o tratamento de efluentes são a samambaia da água (*Azolla filiculoides*), o aguapé (*Eichhornia crassipes*) e algumas espécies do gênero *Lemna* (ZANIBONI, 2005).

O tratamento de esgoto doméstico e industrial realizado em tanques com macrófitas, como aguapé, e algas e podem possibilitar reduções significantes da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) (correspondente à proporção de oxigênio consumido por processos biológicos e decomposição da matéria orgânica), nitrogênio e fósforo,

sólidos suspensos, alcalinidade, amônia, dureza, carbono orgânico dissolvido e coliformes (HUSSAR & BASTOS, 2008).

A utilização de peixes filtradores pode ser muito eficiente na retirada de sólidos em suspensão e na redução da demanda química de oxigênio (DQO) (que é a quantidade de oxigênio essencial para ocorrer oxidação da matéria orgânica por meio de um agente químico). Alguns peixes como a tilápia (*Oreochromis niloticus*) e a carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) podem controlar proliferação de algas. Esses peixes apresentam distintas estratégias para remoção do fitoplâncton, variando a capacidade de retenção das algas de acordo com o tamanho das mesmas. O conhecimento e manejo correto das populações algais do tanque de cultivo permitem melhorar o manejo nos tanques de cultivo de peixes, além de proporcionarem um produto de melhor qualidade (ZANIBONI, 2005).

Florações de cianobactérias deterioram a qualidade hídrica e podem causar sabor, odor e aparência desagradáveis, além de desoxigenação da água, com consequente morte de animais aquáticos. A introdução de peixes filtradores é uma estratégia importante na contenção dessas florações principalmente quando o aporte difuso de nutrientes não pode ser facilmente reduzido e onde a pressão de herbivoria pela comunidade zooplanctônica seja ineficiente e, assim a estocagem da tilápia do Nilo apresenta-se como uma alternativa potencialmente viável para controle biológico tanto de cianobactérias como algas filamentosas (PANOSSO, 2007). Essas medidas de biomanipulação utilizando peixes podem ser eficazes na redução da entrada de nutrientes no ambiente aquático (CARDOSO, 2009).

O uso da carpa prateada filtradora (*Hypophthalmichthys molitrix*) para redução da eutrofização é uma ecotecnologia promissora para ecossistemas tropicais lacustres (LEÃO & STARLING, 2003). Somam-se aos benefícios ambientais de redução do aporte interno de fósforo e controle seletivo das cianobactérias, as vantagens econômicas a serem trazidas para os interessados nesta modalidade de cultivo com baixo custo relativo de produção, especialmente se desenvolvidas técnicas de processamento do pescado capazes de agregar mais valor econômico ao produto (LEÃO & STARLING, 2003).

As bacias de sedimentação, naturais ou artificiais, podem ser construídas em forma de viveiros, canais ou lagoas e, apresentam os seguintes benefícios: coleta de sólidos em suspensão, transformação de nutrientes dissolvidos em biomassa vegetal, volatilização de compostos nitrogenados, degradação de biomassa vegetal e redução da demanda bioquímica de oxigênio (CUNHA, 2005). Nas referidas lagoas podem ocorrer elevada remoção de cobre, zinco e fósforo, devido a processos físico-químicos, sendo o nitrogênio amoniacal também removido, mas a maior contribuição ocorre, provavelmente, por volatilização (*stripping*) (VIVIAN, 2009). A alta eficiência na remoção de carga orgânica aliada aos baixos custos construtivos e operacionais torna o sistema atrativo, embora ainda haja possibilidade de maior remoção de nutrientes e aumentar a eficiência durante os meses de inverno (VIVIAN, 2009).

4. Conclusão

De uma maneira geral é desejável na piscicultura cuidado tanto com a produção das espécies nos locais de cultivo como, com qualidade de água nos sistemas. Um manejo inadequado na utilização de ração e nas densidades de estoque podem causar eutrofização no ambiente de cultivo e, conseqüentemente, nos corpos d'água receptores (no caso dos efluentes não tratados). Além disso, existe a possibilidade de afetar a capacidade suporte e a produção. Desta maneira, práticas de manejo favorecendo o desempenho zootécnico e que não causem impacto negativo no ecossistema aquático, além do monitoramento das variáveis físicas e químicas da água, são indispensáveis para o sucesso da produção de peixes.

5. REFERÊNCIAS

ABRUNHOSA, F. **Piscicultura**. Pará: 2011. 116p.

ÁLVARO GRAEFF, E. N. P. **Variáveis que podem interferir na sobrevivência e desenvolvimento da Tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*) na região fria do Estado de Santa Catarina**. CIVA, 2006 (<http://www.civa2006.org>), p.70-79.

ALVES C. S. & MELLO, G. L. **Manual para o Monitoramento Hidrobiológico em Fazendas de Cultivo de Camarão**. Recife: 2007. 45p.

AMÉRICO, J. H. P. **Avaliação de alguns parâmetros físico-químico da água de uma piscicultura com sistema de cultivo em tanques-redes**. VIII Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 8, n.2, 2012, p. 60-71.

AMARAL, R. B.; FIALHO, A. P. **Aplicação das normas do plano de controle ambiental em piscicultura da região metropolitana de Goiânia e suas implicações ambientais**. Ciência animal brasileira, Goiânia, vol.7, n.1, p.27- 36. jan./mar. 2006.

ARANA, L. V. **Fundamentos de aquicultura**. 1ª Ed. Florianópolis: UFSC, 2004. 348p.

BARBOSA, D. S. **Avaliação da qualidade da água na piscicultura em tanques-rede Pantanal, MS**. III Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal. Corumbá: 2000.

BETT, C. **Efeito da temperatura, salinidade e peso sobre a taxa de consumo de oxigênio em juvenis de *Litopenaeus vannamei* (BOONE,1931)**. 43f. Dissertação (aquicultura) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: 2007.

BIUDES, J. F. V. & CAMARGO, A. F. M. **Uso de macrófitas aquáticas no tratamento e efluentes de aquicultura.** UNESP: 2011. 10p.

CARDOSO, M. M. L. **Efeitos de peixes zooplantívoros e onívoros sobre a resposta de comunidades planctônicas à fertilização por nutrientes.** 50f. Dissertação (ecologia), Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal: 2009.

CARRARO, F. G. P. & MENDONÇA, I. T. L. **Crescimento e tolerância à salinidade em Tambaqui: efeito da utilização de ração suplementada com sal (NaCl).** Rev. Bras. Enga. Pesca 2[2], p.37-45, maio 2007.

CAMARGO, S. G. O. & POUHEY, J. L. O. F. **Aquicultura um mercado em expansão.** R. bras. Agrocência, Pelotas, v. 11, n. 4, p. 393-396, out-dez, 2005.

CENTEC – Instituto centro de ensino tecnológico. **Piscicultura.** Fortaleza: Editora Demócrito Rocha, 2004. 72p.

CICIGLIANO, G. D. **Avaliação da qualidade da água em piscicultura com sistema de cultivo em tanques-rede no município de Santa Fé do Sul-SP.** 81 f. Dissertação (Engenharia civil) – FEIS, UNESP. Ilha Solteira: 2009.

CODEVASF. **Manual de criação de peixes em tanques-rede.** Brasília: 2010, 69p.

Cristo, T. F. P. & Souza, J. G. S. **Monitoramento do pH, dureza e alcalinidade da água em um sistema de produção de peixes com reutilização de água, durante chuva.** XV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e XI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba, 2009.

COE C. M. & ARAUJO, R. C. P. **Análise da sustentabilidade da cadeia produtiva de peixes ornamentais na região metropolitana de Fortaleza – CE.** Campo Grande, Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 25 a 28 de julho de 2010.

CUNHA, P. E. V. **Lagoas de decantação no tratamento de efluentes de carcinicultura.** 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. 9p.

CYRINO, J. E. P. **A piscicultura e o ambiente uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura.** R. Bras. Zootec., v.39, p.68-87, 2010.

DIEMER, O. **Dinâmica nictimeral e vertical das características limnológicas em ambiente de criação de peixes em tanques-rede.** Ci. Anim. Bras., Goiânia, v. 11, n. 1, p. 24-31, jan./mar. 2010.

DNOCS. **Relatório 2008.** Fortaleza: 2009. 104p.

DNOCS. **Relatório das atividades desenvolvidas pela coordenação de pesca e aquicultura.** Coordenação de Pesca e Aquicultura - Relatório 2002. 22p.

EMBRAPA. **Manual de boas práticas de manejo (BPMs) para a produção de peixes em tanques-rede.** 1ª Ed. Corumbá: Embrapa pantanal, 2003. 27p.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia.** 2ª Ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 1998. 226p.

FAO. **The state of world fisheries and aquaculture.** Rome, 2012. 230p.

FERNANDES, R. **Pesque-pague: negócio ou fonte de dispersão de espécies exóticas?** . Acta Scientiarum: Biological Sciences. Maringá, v. 25, n. 1, p. 115-120, 2003.

GALLI, L. F. & TORLONI, C. E. C. **Criação de peixes.** 2ª Ed. São Paulo: Nobel, 1984. 120p.

HENRY-SILVA, G. G. & CAMARGO, A. F. M. **Impacto Das Atividades De Aquicultura e Sistemas De Tratamento De Efluentes Com Macrófitas Aquáticas – Relato De Caso***. B. Inst. Pesca, São Paulo, 34(1): 163 - 173, 2008.

HUSSAR, G. J. & BASTOS, M. C. **Tratamento de efluentes de piscicultura com macrófitas aquáticas flutuantes**. Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal, v. 5, n. 3, p. 274-285, set/dez 2008.

KUBTIZA, F. **Qualidade da água na produção de peixes - parte I**. Panorama da Aquicultura, v.8, n.45, p.36-41, 1998.

KUBTIZA, F. **Qualidade da água na produção de peixes - parte II**. Panorama da Aquicultura, v.8, n.46, p.36-41, 1998.

KUBTIZA, F. **Qualidade da água na produção de peixes - parte III**. Panorama da Aquicultura, v.8, n.47, p.35-43, 1998.

KUBITZA, F. **Produção de tilápias em tanques de terra estratégias avançadas de manejo**. Revista Panorama da Aquicultura, v.9, n.115, p.14-21, 2009.

KUBITZA, F. **Nutrição e Alimentação de Tilápias parte II**. Panorama da aquicultura, v.9, n.53, p.41-49, 1999.

KUBITZA, F. **Manejo na produção de peixes**. Revista panorama da aquicultura, v. 19, n.113, 14-23, 2009.

LEÃO, A. R. & STARLING, F. **Aquicultura Ecológica De Peixes Filtradores Em Tanques Rede Como Ecotecnologia Para Restauração Da Qualidade Da Água Em Reservatórios Tropicais Eutrofizados**. 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - Joinville - Santa Catarina, 14 a 19 de Setembro 2003.

LIMA, E. L. R. **Qualidade da água e dos efluentes em viveiros de reprodução de *Astyanax lacustris* (Reinhardt, 1874) na Estação de Piscicultura de Paulo Afonso – BA.** 62 f. Dissertação (Recursos pesqueiros e Aquicultura) Departamento de pesca – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife: 2010.

MACEDO, C. F. & SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações.** Bol. Inst. Pesca, São Paulo, 36(2): 149 – 163, 2010.

MACEDO-VIÉGAS, E. M. e SOUZA, M. L. R. **Pré-processamento e conservação do pescado produzido em piscicultura**, 2004. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLLI, N. Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. São Paulo: Tecart. p.406-480.

MALLASEN, M. **Produção de peixes em tanques-rede e a qualidade de água.** Revista Tecnologia e Inovação Agropecuária, v.1, p.47-52, 2008.

MARDINI, C. V. **Cultivo de Peixes e seus Segredos.** Canoas: Ed. ULBRA, 2000.

MERCANTE, C. T. J. **Qualidade da água em viveiro de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): caracterização diurna de variáveis físicas, químicas e biológicas, São Paulo, Brasil.** Bioikos, Campinas, 21 (2):79-88, jul./dez., 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE & CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução Nº 430**, de 13 de maio de 2011.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura, Brasil 2010.** Brasília: 2012. 128p.

MPA & SEBRAE. **Licenciamento ambiental da aquicultura.** Distrito Federal: 2011. 43p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Cianobactérias tóxicas na água para consumo humano na saúde pública e processos de remoção em água para consumo humano**. Brasília: Ascom, 2003. 56p.

MINUCCI, L. V.; PINESE, J. F.; ESPÍNDOLA, E. L. G. **Análise limnológica de sistema semi-intensivo de criação de *Leporinus macrocephalus* (Pisces, Anostomidade)**. *Bioscience Journal Uberlândia*, v.21, n.1, p.123–131, 2005.

NEGREIROS, N. F. **Influência da variação da alcalinidade sobre o zooplâncton de viveiros do instituto de pesca (SP), com *Oreochromis Niloticus* (Tilápia)**. *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu - MG*.

OBA, E. T. **Estresse em peixes cultivados: agravantes e atenuantes para o manejo rentável**. *Manejo e Sanidade de Peixes em Cultivo Macapá*: p.226-247, 2009.

OLIVEIRA, R. P. C., et al. **Variáveis hidrológicas físico-químicas na criação da tilápia-do-nilo no sistema raceway com diferentes renovações de água**. *Ci. Anim. Bras.*, Goiânia, v. 11, n. 3, p. 482-487, jul./set. 2010.

OLIVEIRA, D. L. **Mensuração e Evidenciação do Ativo Biológico na Piscicultura: Uma proposta de Fluxo Contábil à Luz do CPC 29**. R.E.S.C – Revista Eletrônica Saber Contábil - Vol. 2 n° 2:39-53 - Mai/Ago 2012.

ONO, E. A. **Criação de peixes em tanques-rede**. *Anais do ZOOTEC'2005, Campo Grande – MS*, 24 a 27 de maio de 2005.

OSTRENSKY, A. & BOEGER, W. **Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo**. Guaíba: Agropecuária, 1998. 211p.

OSTRENSKY, A. & BORGHETTI, J. R. & SOTO, D. **Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer**. Brasília: 2008. 276p.

OLIVEIRA, S. S. **Potenciais impactos ambientais da aquicultura: carcinicultura de cativeiro.** Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 30, Punta del Este, 26-30 nov. 2006.

PÁDUA, H.B. **Principais variáveis físicas e químicas da água na aquicultura.** In: WORKSHOP SOBRE QUALIDADE DE ÁGUA NA AQUICULTURA, 1., Pirassununga, 28-30/ago./2000. Anais... v.1,p. 17-23. Ano 2000.

PANOSSO, R. **Cianobactérias e cianotoxinas em reservatórios do estado do Rio Grande do Norte e o potencial controle das florações pela tilápa do Nilo (*Oreochromis niloticus*).** Oecol. Bras., 11 (3): 433-449, 2007.

PAMPLONA, L. G. C. **Avaliação do impacto na infestação por *Aedes aegypti* em tanques de cimento do Município de Canindé, Ceará, Brasil, após a utilização do peixe *Betta splendens* como alternativa de controle biológico.** Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 37(5):400-404, set-out, 2004.

PASQUELETTO, A. **Avaliação de características físico-químicas e biológicas da água no campus II da Universidade Católica de Goiás.** 1999.

PAZ, M. F. **Desenvolvimento Sustentável e a qualidade das águas de efluentes de sistemas aquícolas.** Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 23, Campo Grande, 18-23 set. 2005.

PREVIATO, V. **Influência de uma Piscicultura em tanques rede na Qualidade da Água do Rio São José dos Dourados no Município de Ilha Solteira/SP.** 109 f. Dissertação (Recursos hídricos e Tecnologias ambientais) – Universidade Estadual Paulista. Ilha Solteira: 2009.

QUEIROZ, J.F. & KITAMURA, P.C. **Desenvolvimento de Códigos de Conduta para uma Aquicultura Responsável.** Panorama da Aquicultura, Rio de Janeiro, 2001, 3: 38-39.

QUEIROZ, J. F. & SILVEIRA, M. P. **Recomendações práticas para melhorar a qualidade da água e dos efluentes dos viveiros de aquicultura.** Jaguariúna: 2006. 14p.

QUEIROZ, J. F. & BOEIRA, R. C. **Calagem e controle da acidez dos viveiros de aquicultura.** Jaguariúna: 2006. 8p.

ROCHA, C. M. C. **Macrófitas Aquáticas como Parâmetro no Monitoramento Ambiental da Qualidade da Água.** Revista Brasileira de Geografia Física 04 (2012) 970-983.

SAMPAIO, L. A. **Tolerância de Juvenis do pampo *Trachinotus marginatus* (Teleostei, Carangidae) ao choque agudo de salinidade em laboratório.** Ciência Rural, Santa Maria, v.33, n.4, p.757-761, jul-ago, 2003.

SANT'ANNA, C.L.; AZEVEDO, M.T.P.; AGUJARO, L.F.; CARVALHO, M.C.; CARVALHO, L.R.; SOUZA, R.C.R. **Manual ilustrado para identificação e contagem de cianobactérias planctônicas de águas continentais brasileiras.** Rio de Janeiro: Interciencia, 2006. 58p.

SANTOS, A. C. S. **Tilápia criação sustentável em tanques-rede – licenciamento, implantação e gestão.** 1. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2011.

SALARO, A. L. **Avaliação da qualidade de água em sistema semi-intensivo de produção de peixes.** 1º Congresso brasileiro de produção de peixes nativos de água doce e 1º Encontro de piscicultores de Mato Grosso do Sul, 2007.

SALVADOR, R. **Isolamento de *Streptococcus* spp de tilápias do nilo (*Oreochromis niloticus*) e qualidade da água de tanques rede na Região Norte do Estado do Paraná, Brasil.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 24, n. 1, p. 35-42, jan./jun. 2003.

SEBRAE / ESPM. **Aquicultura e pesca: Tilápias**. 2008. 160p.

SEBRAE. **Criação de tilápias em tanques-rede / Alex Costa Nogueira; Thales Rodrigues – Salvador/BA**. 2007. 23p.

SEBRAE. **Manual do piscicultor: produção de tilápia em tanque-rede**. 2008. 39p.

SOUZA, E. C. P. M. **Piscicultura fundamental**. 4ª Ed. São Paulo: Nobel, 1985.

SCHIMIEGELOW, J. M. M. **O planeta azul: uma introdução às ciências marinhas**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. xiii, 202 p.

SIGNOR, A. A. **Qualidade de água em cultivo de peixes em tanques-rede no reservatório da Hidrelétrica de Itaipu**. IV Encontro nacional dos núcleos de pesquisa aplicada em pesca e aquicultura, 2012.

SIMÕES, F. S. **Avaliação do efeito da piscicultura em sistemas aquáticos em Assis e Candido Mota, São Paulo, por indicador de qualidade da água e análise multivariada**. Quim. Nova, Vol. 30, N. 8, 1835-1841, 2007.

TAVARES, L. H. S. **Limnologia aplicada a aquicultura**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 70p.

TOLEDO, J. J. **Parâmetros físico-químicos da água em viveiros da estação de piscicultura de Alta Floresta, Mato Grosso**. Revista de biologia e ciências da terra, vol. 1, n. 3, 2001.

TOLEDO, J. J. DE. **Avaliação do impacto ambiental causado por efluentes de viveiros da estação de Piscicultura de Alta Floresta – Mato Grosso**. Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais, *Alta Floresta*, v.2, n.1, p. 13–31, 2003.

VALENTI, W. C. 2002. **Aquicultura sustentável**. In: Congresso de Zootecnia, 12º, Vila Real, Portugal, 2002, Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. Anais...p.111-118.

VIVAN, M. **Eficiência da interação biodigestor e lagoas de estabilização na remoção de poluentes em dejetos de suínos**. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.14, n.3, p.320–325, 2010.

ZANIBONI FILHO, E. **Tratamentos de efluentes na piscicultura**. Anais do ZOOTEC`2005 – 24 A 27 de maio de 2005 – Campo Grande – MS.

ZANIBONI FILHO, E. **Caracterização e tratamento do efluente das estações de piscicultura**. Revista UNIMAR 19 (2): 537-548, 1997.