

## Análise das práticas de biossegurança no cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em região estuarina no sudeste do Brasil \*

### *Analysis of practice in farming biosafety tilápia (*Oreochromis niloticus*) in an estuarine region in southeastern Brazil*

Mayara da Costa Assis <sup>1</sup>, Rodrigo Randow de Freitas <sup>@,1</sup>

#### RESUMO

Biossegurança é um termo utilizado para descrever as medidas tomadas para prevenção, minimização ou eliminação de riscos, visando a saúde humana, animal, a preservação do meio ambiente e a qualidade dos resultados. Especificamente quando mencionamos o termo na piscicultura, a biossegurança simplesmente nos remete ao contexto de criar barreiras que protejam os peixes de doenças. O uso eficiente das práticas de biossegurança se dá com a elaboração e implantação de protocolos específicos, voltados para proteger cada unidade de produção, região ou mesmo um país. Embora conhecidamente poluidora, os efeitos das atividades de cultivo normalmente são ignorados, a quantidade total de resíduos das fazendas aquáticas, e seus impactos no desenvolvimento da atividade raramente são reconhecidos, especialmente do ponto de vista da sustentabilidade. Sendo que o foco na gestão aquícola é em função do aumento da produtividade através de uma intensificação produtiva, tendo em vista apenas uma viabilidade econômica a curto prazo. Assim, o presente trabalho tem como objetivo central analisar as práticas de biossegurança que são desenvolvidas na APESAM (Associação de Pescadores de São Mateus), comparando-as com o que tem de disponível na bibliografia e em cultivos ao redor do mundo. O presente estudo foi desenvolvido na comunidade de pescadores tradicionais de Pedra D'água, no município de São Mateus, ES, Brasil. A seleção foi baseada no fato de a comunidade possuir carência econômica, social e tecnológica e também pela existência de uma parceria da Universidade com a APESAM cuja sede é situada na comunidade em questão. A partir de uma prévia identificação do processo produtivo, através de observação, entrevistas e busca bibliográfica, foi elaborado um questionário relacionado com a tilapicultura local. Os dados foram coletados entre os meses de maio e julho de 2012, sendo entrevistados os membros da Associação que se encontravam no local e disponíveis. Os resultados apontam que o norte do Estado do Espírito Santo não obstante a sua potencialidade para o desenvolvimento da tilapicultura, apresenta algumas deficiências relacionadas ao uso de boas práticas de manejo sanitário e biossegurança, que estão entre os principais desafios para a expansão dessa atividade, bem como deficiências relacionadas à assistência técnica prestada pela prefeitura e pelos órgãos de fomento da aquicultura.

**Palavras-chave:** aquicultura, gestão costeira, comunidade tradicional, processo produtivo, piscicultura.

@ - Corresponding author

1 - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo, Departamento de Engenharias e Computação, Núcleo de Pesquisa em Gestão de Sistemas de Produção (NPGSP), Laboratório de Gestão Costeira – Aquicultura e Pesca (LGCap), São Mateus, ES, Brasil. e-mails: Assis: [costmaya@gmail.com](mailto:costmaya@gmail.com); Freitas: [rodrigorandow@ig.com.br](mailto:rodrigorandow@ig.com.br)

**ABSTRACT**

*Biosafety is a term used to describe the measures taken to prevent, minimize or eliminate risks, aiming at the human health, animals, the preservation of the environment and quality of results. Biosafety in aquaculture goes exactly in the context of creating barriers to protect fish from diseases. In the case of fish, the efficient use of biosafety practices is with the design and implementation of specific protocols, aimed to protect each production unit, region or even a country. Although notoriously polluting the effects of farming activities are usually ignored, the total amount of waste from aquatic farms, and their impact on development activity are rarely recognized, especially from the point of view of sustainability. Since the focus of management in aquaculture is due to the increase in productivity through increased production, with a view only a short-term economic viability. Thus, the present work was aimed at analyzing the biosafety practices that are developed in APESAM (Associação de Pescadores de São Mateus), comparing them with what is available in the literature and in cultures around the world. The present study was developed in the community of traditional fishermen called Pedra D'água, in São Mateus, ES, Brazil. The selection was based on the fact the community has a lack of economic, social and technological developments and also by the existence of a partnership with the University APESAM whose headquarters is located in that community. From a prior identification of the production process, through observation, interviews and literature search, we designed a questionnaire related to tilapia, a kind of fish, culture site. Data were collected between the months of May and July 2012, and interviewed members of the association who were on site. The results showed that the north of Espírito Santo despite its potential for the development of tilapia culture, has some deficiencies related to the use of best management practices, health and biosafety, which are among the main challenges for the expansion of this activity, as well as deficiencies related to technical assistance provided by the city by funding agencies and aquaculture.*

**Keywords:** aquaculture, coastal management, traditional community, production process, fish farming.

**1. INTRODUÇÃO**

Conforme diversos autores relatam, biossegurança é um termo utilizado para descrever as medidas tomadas para prevenção, minimização ou eliminação de riscos, visando a saúde humana, animal, a preservação do meio ambiente e a qualidade dos resultados (Lee & O'Bryen, 2003; Teixeira & Valle, 1996). Especificamente quando mencionamos o termo na piscicultura, a biossegurança simplesmente nos remete ao contexto de criar barreiras que protejam os peixes de doenças.

Quanto à prevenção, ela é um forte componente que dá consistência e solidez à biossegurança, e assim deve ser considerada no desenho e implantação de qualquer medida de manejo a fim de evitar ou reduzir as chances de estresse e da introdução de patógenos no ambiente de cultivo e conseqüentemente o surto de possíveis doenças (Lee, 2005).

Em se tratando da piscicultura, o uso eficiente das práticas de biossegurança se dá com a elaboração e implantação de protocolos específicos, voltados para proteger cada unidade de produção, região ou mesmo um país. É necessária a exigência natural de um permanente nível de atenção, de comprometimento e de coordenação de todos os envolvidos na atividade, para que as práticas de biossegurança sejam eficientes no seu propósito principal: evitar, reduzir ou controlar doenças na fazenda (Santos *et al.*, 2005).

De acordo com a literatura, a tilápia sempre foi reconhecida por ser resistente a doenças. Assim, é admirável a capacidade dessa espécie de tolerar o manuseio e as adversas qualidades da água e outros estressores (Kubitza, 2005; Martinez, 2006).

No entanto, nas últimas décadas houve uma intensificação dos métodos de cultivo deste peixe, impulsionados pela consolidação de mercados e da tilápia como um peixe de aceitação global. Com isso, empreendimentos aquícolas mundo a fora começaram a experimentar altas densidades de estocagens. O aumento na pressão de produção, a maior

dependência do uso de alimentos formulados, a intensificação do manuseio e a maior ocorrência de problemas de qualidade da água nesses cultivos intensivos revelaram outra faceta das tilápias. Apesar de sua natureza resistente, começaram a surgir problemas atribuídos a organismos patogênicos (Kubitza, 2005).

Com isso, é imprescindível que os produtores, pesquisadores, técnicos, órgãos governamentais, fabricantes de rações e outras empresas com interesse no desenvolvimento do setor, cooperem no sentido de se antecipar aos problemas de sanidade nos cultivos (Kubitza, 2005).

Assim, o presente trabalho tem como objetivo central analisar as práticas de biossegurança que são desenvolvidas na APESAM e relacionando-as com possíveis impactos ambientais negativos decorrentes da atividade produtiva.

**2. MATERIAIS E MÉTODOS****2.1. Área de estudo**

O presente estudo foi desenvolvido na comunidade de pescadores tradicionais de Pedra D'água (18°43'05.86"S e 39°48'50.38" O), no município de São Mateus, ES, Brasil. Comunidade essa que realiza a atividade de cultivo de peixes de água doce e estuarinos, mais especificamente o cultivo de tilápias em tanques-rede no rio São Mateus (Figura 1).

A seleção do local foi baseada no fato de a comunidade possuir carência econômica, social e tecnológica e também pela existência de uma parceria do Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES) – Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), com a APESAM situada na comunidade em questão.

**2.2. Metodologia Aplicada**

A partir de uma prévia identificação do processo produtivo local, através de observação, entrevistas e busca bibliográfica, foi elaborado um questionário relacionado com a tilapicultura local. Fez-se assim, um acompanhamento do desempenho



**Figura 1.** Visão panorâmica do local de instalação dos tanques-rede. Fonte da imagem base: Google Earth®.

**Figure 1.** Overview of the installation location of the tanks. Image source: Google Earth®.

e funcionalidade da atividade (Freitas *et al.*, 2009). Sendo que, a associação de pescadores de São Mateus (APESAM) é formada por 22 associados e possui 164 tanques-rede.

A amostragem adotada foi a não probabilística por acessibilidade, sendo utilizados os elementos que estavam acessíveis para a coleta dos dados, buscando a eficiência, representatividade e fidedignidade das características dos dados coletados (Gil, 1995).

O questionário foi confeccionado de forma estruturada, seguindo uma ordem de 15 perguntas pré-estabelecidas, cuja ordem e redação permanecem inalteradas para todos os atores entrevistados. O questionário era de caráter individual e possuía perguntas duplas, reunindo perguntas fechadas e abertas.

As perguntas buscaram identificar as características das práticas de cultivo empregadas na Associação local, relacionando-as ao tema biossegurança e seus aspectos ambientais. Esta estratégia mostrou-se o meio mais rápido e eficiente para entender os principais aspectos relacionados ao tema abordado no presente estudo, buscando assim gerar informações acerca do que os atores sabiam, esperavam ou desejavam da atividade (Gil, 1995).

As entrevistas ocorreram em visita à sede da APESAM no dia 31 de maio. Sendo que os dados foram coletados entre os meses de maio e julho de 2012, sendo entrevistados nove membros da Associação, dos onze da escala do dia, que se encontravam no local e disponíveis. Devido ao padrão das respostas do questionário, a quantidade de entrevistados foi satisfatória, não sendo necessária a volta em outro dia para entrevistas com os demais associados.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rio São Mateus configura-se na principal fonte de abastecimento para várias povoações e cidades, bem como tem fornecido água para diversos projetos de irrigação. Além disso, também vem sendo usado como receptor de efluentes domésticos e industriais (ANA, 2009).

Considerando essas pressões antrópicas, alguns aspectos limnológicos do rio São Mateus foram determinados em estudos anteriores, concluindo que as áreas onde estão localizadas a piscicultura e o lançamento de efluentes domésticos apresentaram condições ambientais não favoráveis para práticas aquícolas (Almeida, 2012; Mamão, 2012; Pereira, 2012; Rezeno 2012). Diferentemente do que foi observado nas entrevistas realizadas, onde a comunidade considerou a qualidade de água como boa. Entretanto, os entrevistados consideraram que as análises da água devem ser constantemente monitoradas e que o poder público local deve investir mais em programas de conscientização ambiental, com intuito de reduzir a poluição no rio. Fato também observado em outros países (Islam, 2003), como também no próprio estado do Espírito Santo, município de Anchieta, onde Sousa & Doxsey (2007) relataram que as principais causas da mudança da qualidade da água estavam relacionadas com origens naturais e com o esgoto da cidade, lançado nos rios e praias locais.

Embora conhecidamente poluidora, os efeitos das atividades de cultivo normalmente são ignorados, a quantidade total de resíduos das fazendas aquícolas, e seus impactos no desenvolvimento da atividade raramente são reconhecidos, especialmente do ponto de vista da sustentabilidade. Sendo que o foco das na gestão aquícola é em função do aumento

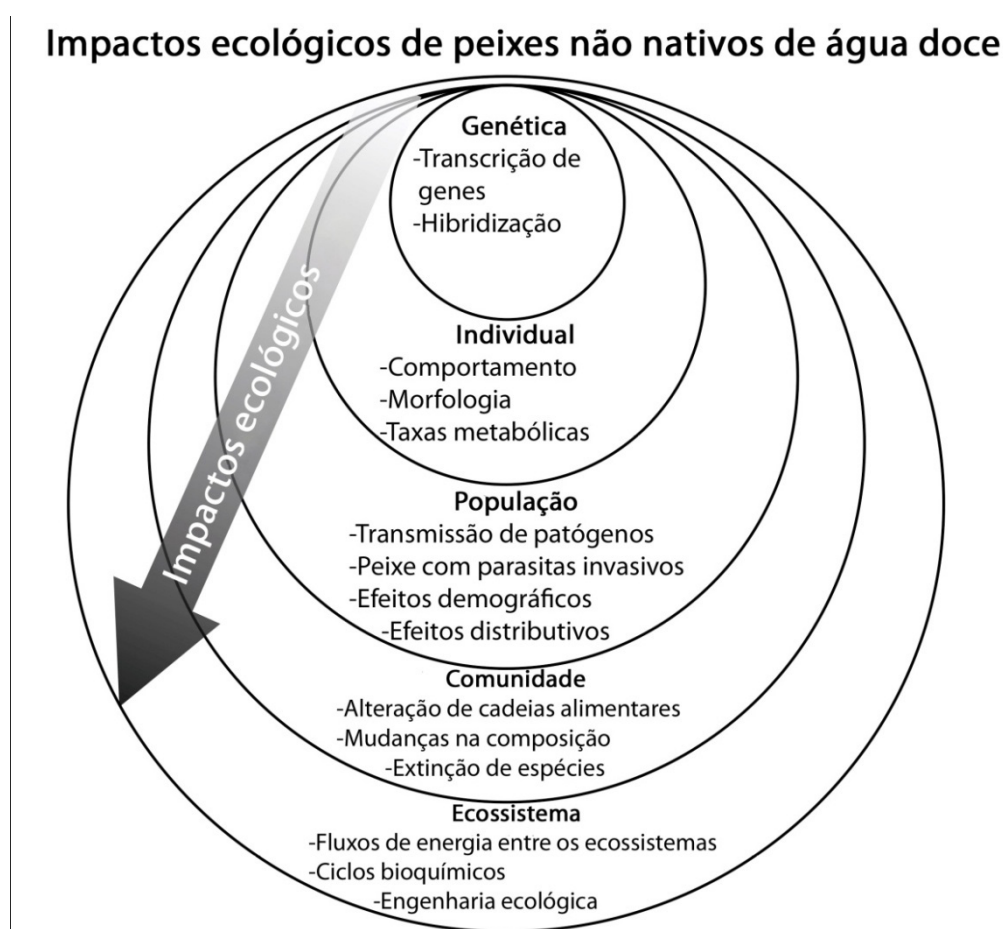


da produtividade através de uma intensificação produtiva, tendo em vista apenas uma viabilidade econômica em curto prazo (Pillay & Kutty, 2005).

Corroborando Toledo *et al.* (2003), Ostrensky *et al.* (2007), que consideram a piscicultura como uma atividade de baixo impacto ambiental, entretanto alguns pontos devem ser observados, como por exemplo a utilização de espécies exóticas ou alóctones que podem causar impactos negativos sobre o ecossistema. Assim, além do enriquecimento orgânico e possível contaminação, outro possível problema refere-se ao escape de peixes das estruturas de cultivo. No caso específico da APESAM foi relatado que ocorre o monitoramento e revisão dos tanques-rede (de três em três dias), para identificar possíveis furos e, caso sejam encontrados, consertá-los. Nesse contexto, os escapes de peixes exóticos cultivados podem acontecer, como, por exemplo, o relatado por Castellani & Barella (2005) e Azevedo-Santos *et al.* (2011), onde a tilápia foi a espécie que mais apresentou fuga. Corroborando, Greiner *et al.*, (2000), que relatam que a introdução de organismos no ambiente tem causado grandes problemas no Norte do Pacífico, tanto para a aquicultura quanto para as espécies nativas locais torna-se fundamental esta monitorização. Além disso o escape de peixes de cultivo pode

afetar ecológica e geneticamente as populações selvagens (Canonico *et al.*, 2005; Weber 2003). Um exemplo de consequência ecológica seriam os problemas relacionados à: alimentação; desova; alteração genética, comportamental, de distribuição e demografia; extinção e efeitos na composição de espécies e cadeia alimentar; e modificação no fluxo de energia entre ecossistemas.

Assim, em longo prazo, existe a possibilidade das espécies nativas não serem capazes de sobreviver no seu ambiente original. Além do mais, concentrações de peixes, por exemplo, em tanques-rede, podem proporcionar um ambiente favorável para doenças e parasitas. Sendo assim, peixes que escapam das estruturas de cultivo podem infectar as populações nativas (The Scottish Association for Marine Science and Napier University, 2002; Dias, 2006; Attayde *et al.*, 2007; Cucherousset & Olden 2011). Sobre isso, existe certo consenso que uma maneira de se evitar possíveis impactos negativos de espécies não nativas seria a prevenção de sua introdução, isso na ausência de evidências negativas decorrentes. Sendo assim, a prudência deve prevalecer devido às dificuldades e custos associados à remoção de uma espécie indesejável (Leprieur *et al.*, 2009; Lima Júnior *et al.*, 2012; Magalhães *et al.*, 2011).



**Figura 2.** Representação dos possíveis impactos ecológicos da introdução de espécies de peixes não nativos (Fonte adaptada de Cucherousset J & Olden JD, 2011).

**Figure 2.** Representation of the potential ecological impacts of introducing non-native fish species (Source adapted Cucherousset J & Olden JD, 2011).

Segundo Ostrensky *et al.* (2007) cada parque aquícola deve possuir planos de gerenciamento e de monitoramento ambiental, visando o desenvolvimento sustentável. Esses planos, por exemplo, possibilitarão a definição das espécies que poderão ser cultivadas no local, a distância entre as unidades de cultivo, as boas práticas para o desenvolvimento da atividade, além de um preciso acompanhamento do impacto sobre o meio ambiente local. Quanto a este aspecto, considerando os resultados obtidos na comunidade estudada, os tanques-rede se encontravam com um adequado espaçamento entre eles. Conforme SEBRAE (2008), este espaçamento é importante para garantir condição adequada de troca de água para todos os tanques-rede. Em outras palavras, para que a água de um tanque-rede não passe para um próximo, devido à conseqüente redução de sua qualidade, pelo carregamento de detritos e queda do oxigênio dissolvido (Sandoval *et al.*, 2010).

Quanto ao transporte e recebimento dos alevinos, a Associação adquire do fornecedor cerca de 1.000 alevinos, pesando entre 6 e 10 gramas, que passam cerca de 50 dias no berçário recebendo alimentação específica. Sendo que, o próximo passo é a transferência dos peixes maiores para outros tanques-rede com cerca de 300, 400 e 500 peixes por tanque (separados por tamanho). Essa densidade de estocagem depende da demanda comercial, pois se a demanda é alta a quantidade de peixes no tanque-rede é menor para que o processo de engorda seja mais rápido. Com relação a isso, a densidade de estocagem, dentre as técnicas de manejo, vem recebendo muita atenção, pois altas taxas podem acarretar baixa sobrevivência e crescimento (El-Sayed, 2002), além de altos níveis de estresse e mudanças no comportamento (Barcellos *et al.*, 1999). Outro fator diretamente relacionado com o aumento da densidade é a transmissão de doenças, pois existe maior contato entre os peixes (Tachibana *et al.*, 2008).

No início das atividades da Associação os tilapicultores exageravam na taxa de alimentação em busca de rápido crescimento, o que ocasionou a morte de vários peixes. Mas, segundo os entrevistados, a quantidade de ração fornecida já está ajustada. Quanto a isso, é notório que o fornecimento de uma alta taxa de alimentação conduz a ineficiência do metabolismo digestivo e provoca também a deterioração da qualidade da água (Sussel, 2008). Além do mais, a presença de sobras de ração nos tanques-rede acaba sujando a estrutura, favorecendo a proliferação de organismos indesejáveis (protozoários, fungos, bactérias, entre outros), podendo provocar doenças (SEBRAE, 2008).

Assim, diversos autores discorrem sobre os principais efeitos ambientais de todos os tipos de aquicultura a nível mundial. Sendo que, durante a última década, vários grupos internacionais têm considerado várias questões ambientais do desenvolvimento dos peixes ósseos na aquicultura marinha. Sendo que, mesmo com as dificuldades de observação dos efeitos no campo, a literatura mostra que, em alguns locais, efeitos mensuráveis atribuíveis ao desenvolvimento do cultivo de peixes ósseos têm sido observadas no nível do ecossistema. Sendo que, os impactos em larga escala podem ser classificados em três tipos: sedimentação, eutrofização e efeitos sobre a cadeia alimentar (Hargrave, 2003).

Quanto à vistoria dos tanques-rede em busca de animais mortos ou debilitados, a APESAM a realiza frequentemente, registrando um baixo índice de ocorrências, dos quais não conseguem identificar os motivos da morte devido à falta de um laboratório próprio ou de instituição parceira que analise os peixes a serem descartados visando uma correção ou adaptação de algum procedimento do processo produtivo. Com relação a isso, e de acordo com Ostrensky *et al.* (2007), um dos instrumentos legais mais importantes voltado à biossegurança aquícola nacional é a Instrução Normativa (IN) MAPA Nº 53, de 2 de julho de 2003, que regulamenta a Defesa Sanitária Animal. É ela quem tenta disciplinar e padronizar as ações profiláticas, o diagnóstico e o saneamento de estabelecimentos de aquicultura (Tabela 1).

**Tabela 1.** Artigos principais da IN MAPA Nº 53.

**Table 1.** Main articles of IN MAP Nº 53.

- Art. 8º - Esclarece que são doenças de notificação obrigatória as exóticas e as que ameaçam a economia do país, a saúde pública e o meio ambiente;
- Art. 9º - Estabelece que o médico veterinário, proprietário ou qualquer outro cidadão que tenha conhecimento ou suspeita da ocorrência das doenças de notificação obrigatória deverão notificar de imediato o serviço veterinário oficial;
- Art. 33º - Define que, sempre que houver a notificação de suspeita de foco de doença de notificação obrigatória, os seguintes procedimentos deverão ser observados: a) visita ao foco; b) interdição da área focal e perifocal (conforme a gravidade da doença, os estabelecimentos ou zonas de cultivo serão interditados, assim como as propriedades vizinhas e microbacias); c) comunicação do foco: o foco será comunicado ao serviço veterinário oficial local e este comunicará ao estadual, por meio de formulário próprio, para a apreciação epidemiológica e tomada de decisão frente à gravidade requerida; a comunicação deverá ser imediata quando a suspeita for de doenças previstas no art. 8º; d) sacrifício sanitário: dependendo da doença, os animais existentes no estabelecimento ou zona de cultivo serão sacrificados; e) tratamento terapêutico (nos casos em que for viável); f) desinfecção: constatando-se a necessidade de desinfecção, será feita a despesca, com esvaziamento completo e desinfecção adequada, pelo período necessário ao extermínio do agente causador da doença, tomando-se todas as medidas necessárias para impedir que o mesmo chegue aos corpos naturais de água; g) acompanhamento do foco; h) encerramento do foco: uma vez constatada a inexistência de agentes patogênicos, bem como o tempo de despovoamento dos estabelecimentos ou zona de cultivo e o sucesso das desinfecções realizadas, o foco será encerrado e a interdição será suspensa.

Fonte: Ostrensky *et al.* (2007) Source: Ostrensky *et al.* (2007)

Segundo relatos dos entrevistados, os peixes mortos são enterrados. Sendo que, de acordo com Rotta & Queiroz (2003), esse tipo de descarte é o mais indicado, sempre tomando os devidos cuidados em relação ao local utilizado, evitando fazer o buraco muito superficial, de forma que outros animais e até mesmo crianças não possam vasculhar.

Entretanto, Azevedo-Santos *et al.* (2011) relatam que mesmo com uma rotina de descarte apropriada, como o evidenciado na pesquisa, solturas deliberadas (acidentais ou não) ocorrem com o aparecimento de peixes cultivados não saudáveis ou com alguma deformidade.

Já quanto à presença de predadores, que atrapalham a produção (além de predarem, trazem doenças aos peixes (Dvorak, 2009), como por exemplo, a garça-branca-pequena (*Egretta thula*), o socó-boi (*Tigrisoma lineatum*) e a lontra (*Lontra longicaudis*), a APESAM utiliza telas sobre os tanques-rede como mecanismo de defesa.

Foi observado que os associados que lidam com os tanques-rede não usam utensílios (aventais, botas, luvas) para evitar que passem alguma doença para os peixes. Por exemplo, um mesmo puçá é usado em vários tanques sem ser desinfetado. De acordo com Garcia (2011), Martinez (2006) e Yanong *et al.* (2012), medidas simples de rotina, como o uso de botas, manutenção de puçás, ganchos e demais utensílios de rotina, imersos em substância desinfetante, podem contribuir para o controle da transmissão de patógenos na unidade produtiva. Também não adotam nenhum procedimento para evitar que os visitantes (pesquisadores) transmitam doenças aos peixes, alegando que não há necessidade, pois os mesmos não entram em contato com a produção.

Importante relatar que um possível estresse crônico, gerado ao se cultivar o maior estoque possível, no menor espaço disponível, predispõe o surgimento de doenças (Martinez, 2006), uma vez que o estresse é o agente imunossupressor mais importante que existe (Ostrensky *et al.*, 2007).

Por sua vez, as causas mais comuns de estresse crônico estão diretamente relacionadas com a composição da ração e com a sua capacidade de satisfazer as exigências nutricionais dos peixes cultivados, sendo que rações de baixa qualidade aumentam as chances de ocorrência de doenças e mortalidade (Rotta & Queiroz 2003) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Fatores que favorecem a ocorrência de doenças em cultivos de tilápia.

**Table 2.** Factors that favor the occurrence of diseases in cultured tilapia.

• Altas taxas de estocagem;
• Deterioração da qualidade da água e acúmulo de material orgânico;
• Nutrição inadequada;
• Queda brusca de temperatura;
• Infestação de parasitas;
• Manejo grosseiro que causa perda de muco e de escamas e lesões na pele;
• Alta salinidade combinada com temperaturas extremas.

Fonte: Rotta & Queiroz (2003) Source: Rotta & Queiroz (2003).

Quanto a isso, muitos agentes infecciosos foram isolados em tilápias. Alguns deles são responsáveis por perdas consideráveis em todas as fases de produção dessa espécie.

Corroborando, Ostrensky *et al.* (2007) relata que cada vez mais o conceito de biossegurança está sendo observado na aquicultura. Isso devido à utilização cada vez menor de volume de água disponível e assim ocasionando uma predisposição para surgimento de enfermidades (estresse como agente imunossupressor).

Na tabela 3 são feitas algumas recomendações a fim de reduzir os problemas relacionados à sanidade em piscicultura. Estas recomendações devem ser implantadas sempre com base na adoção de boas práticas de manejo da produção.

Quanto ao monitoramento da temperatura e do nível de oxigênio da água, de acordo com as entrevistas, a APESAM não os realiza. Fato não indicado, pois segundo Kubitza (2010), na criação em tanques-rede é comum a ocorrência de baixos níveis de oxigênio no interior dos berçários. Em geral os produtores nem se dão conta que isso pode estar acontecendo. Quando percebem algo estranho no comportamento dos peixes ou detectam peixes morrendo, acabam tratando o problema com medicamento, achando ser uma doença.

Sendo que, o monitoramento diário permite ao produtor constatar com antecedência o risco de problemas com baixo nível de oxigênio e adotar práticas para assegurar a sobrevivência da produção (limpeza ou troca de malhas dos berçários, redução ou interrupção da alimentação, deslocamento dos tanques-rede para áreas com nível de oxigênio um pouco mais elevado, aumento do espaçamento entre os tanques-rede, dentre outras).

Em geral, mesmo experimentando perdas de peixes por tais ocorrências, o criador não consegue compreender o grande investimento que é a compra de um oxímetro para a segurança do seu cultivo. O investimento em um medidor de oxigênio custa pouco menos que três quilos de florfenicol (antibiótico aprovado para uso na aquicultura) e equivale ao valor de compra de 20 a 40 mil alevinos de tilápia (dependendo da região do Brasil). Assim, muitos cultivos em tanques-rede, de pequeno porte, perdem com a mortalidade de alevinos e gastam com medicamentos o equivalente a mais de um oxímetro por mês (Kubitza, 2010).

Em contraste ao que foi citado acima, e pela falta de regulamentação e fiscalização na utilização de produtos químicos na aquicultura brasileira, Ostrensky *et al.* (2008) relatam que não existe nenhum produto químico atualmente registrado para uso no país.

Corroborando o Scottish Executive Central Research Unit (2002), que relata que atualmente são insuficientes as informações disponíveis para determinar os efeitos de longo prazo da aplicação de medicamentos e da utilização de anti-incrustantes na aquicultura. No curto prazo, o risco ambiental é considerado baixo, isso se medicamentos e anti-incrustantes forem utilizados de acordo com as diretrizes reguladoras. Assim, são necessárias mais pesquisas sobre os efeitos desses produtos, especialmente quando várias fontes são observadas em mesma área.

Contribuindo, Burridge (2003), relata que pouco se sabe sobre a relação entre a aquicultura e contaminantes ambientais, como poluentes orgânicos persistentes (POPs)



**Tabela 3.** Recomendações básicas para redução da ocorrência de problemas de doenças em piscicultura.

**Table 3.** Basic recommendations for reducing the occurrence of disease problems in fish farming.

- Realizar quarentena antes da introdução de novos exemplares;
- Manter um setor de berçário isolado dos outros setores da piscicultura;
- Efetuar um contínuo monitoramento e correção da qualidade da água;
- Prover adequada nutrição e alimentação dos animais;
- Remover diariamente peixes mortos e moribundos dos tanques de cultivo e disponibilizar local adequado para a disposição dos mesmos;
- Realizar inspeção sanitária de rotina mesmo em lotes de peixes aparentemente sadios (inspeção externa e interna, exames parasitológicos e exames microbiológicos);
- Ficar atento a qualquer alteração no comportamento dos peixes. E sempre que isso ocorrer, ficar atento à qualidade da água e realizar exames clínicos tanto nos peixes moribundos como nos aparentemente sadios do lote;
- Desinfecção de equipamentos e utensílios de uso rotineiro (caminhões e tanques de transporte, redes, puçás e roupas de trabalho). A desinfecção de tudo que é usado na piscicultura nem sempre é viável em termos operacionais ou de custos. Mas essa necessidade deve estar sempre presente na mente dos piscicultores e implementada sempre que houver suspeita de doenças infecciosas;
- Eliminação de plantéis de peixes infectados com agentes que permitam transmissão vertical, ou seja, de mãe para filho. Víruses, por exemplo, podem ser transmitida de mãe para filhos através do ovo;
- Manter sob controle a população de outros animais na piscicultura (roedores, cachorros, aves, anfíbios, entre outros). Esses animais podem servir de vetores de doenças ou zoonoses, e ainda atuar como hospedeiro intermediário de parasitas.

Fonte: Kubitz (2005); Martinez (2006) Source: Kubitz (2005); Martinez (2006).

e metais. Por exemplo, metais podem ser depositados perto do cultivo pelo menos de duas fontes: lixiviação através das próprias estruturas metálicas e tintas anti-incrustantes. No entanto, pouco é conhecido acerca dos efeitos de plásticos em organismos aquáticos.

Também, quanto aos alevinos, a APESAM não recebe certificação de biossegurança (comprovação de que eles

venham livres de doenças, dentro de padrões de limpeza e sanidade adequados) da empresa fornecedora, mas acreditamos na qualidade do produto adquirido simplesmente por já terem visitado as instalações da mesma (Tabela 4).

**Tabela 4.** Exemplos de boas práticas na aquisição dos alevinos.

**Table 4.** Examples of good practice in the acquisition of fingerlings.

- Adquirir alevinos de fornecedores idôneos e com reputação no mercado local. Se possível, visitar o fornecedor, ver suas instalações, verificar o manejo sanitário e acompanhar a embalagem e expedição dos alevinos. Exigir GTA (Guia de Trânsito Animal);
- Verificar aspecto, comportamento e uniformidade do lote na chegada dos alevinos;
- Cobrar do produtor a apresentação de testes de desempenho dos alevinos por ele produzido.

Fonte: Ferreira *et al.* (2008) e Hein *et al.* (2004) Source: Ferreira *et al.* (2008) e Hein *et al.* (2004).

Tais recomendações visam peixes saudáveis com maiores possibilidades de enfrentar o estresse imposto pelas práticas aquícolas com consequente redução de enfermidades e redução do uso de químicos para tratamentos.

Quanto à necessidade de uma capacitação com relação às técnicas e procedimentos a respeito de biossegurança e boas práticas de manejo, através das entrevistas foi relatado que a última capacitação ocorreu a cerca de cinco anos atrás.

No entanto, a realização de capacitação e do nívelamento profissional é muito importante, pois a partir deste momento todos os profissionais envolvidos trabalharão da mesma forma, resultando em ganhos para o setor. O nível de capacitação influencia diretamente na forma de manejo dos animais, resultando em perda de desempenho dos mesmos, quando não são observados os aspectos técnicos relativos à temperatura da água e ao comportamento dos peixes (Itaipu Binacional, 2006).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apontam que o norte do Estado do Espírito Santo, Brasil, não obstante a sua potencialidade para o desenvolvimento da tilapicultura, apresenta algumas deficiências relacionadas ao uso de boas práticas de manejo sanitário e biossegurança, que estão entre os principais desafios para a expansão dessa atividade, bem como deficiências relacionadas à assistência técnica prestada pela prefeitura e pelos órgãos de fomento da aquicultura.

O planejamento da atividade visando à segurança alimentar, a geração de renda e manejo como forma de aumentar a produtividade e garantir a disponibilidade adequada do produto durante todo o ano, além do bom conhecimento dos principais fatores produtivos limitantes, objetivando minimizar as perdas e os impactos ecológicos, são peças chave para o desenvolvimento da tilapicultura.

É importante salientar que, por meio da bibliografia pesquisada, houve um aumento considerável de resíduos e matéria orgânica na área alvo do estudo. Porém, o efeito do despejo de esgoto que ocorre próximo ao cultivo pode ter contribuído juntamente com o cultivo. Portanto, a existência de resíduos proveniente do aporte de matéria orgânica e resíduos urbanos das cidades devem ser levados em consideração, para que as alterações ambientais negativas provocadas por fatores externos não venham a ser erroneamente atribuídas somente à piscicultura.

Também, para que esse tipo de empreendimento econômico não seja conduzido de forma inadequada, é fundamental contar com o suporte especializado de profissionais capazes de ajudar a definir estratégias de produção e procedimentos operacionais pautados em boas práticas de produção e de manejo sanitário preventivo.

Assim, além dos benefícios econômicos trazidos pelo uso de boas práticas de manejo e biossegurança como o aumento na sobrevivência e melhora no desempenho produtivo dos peixes, há uma considerável economia na racionalização do uso de produtos terapêuticos, portanto, o acompanhamento da atividade é fundamental para o sucesso da mesma. Além disso, o governo precisa ser mais ágil e objetivo na implantação de um programa de inspeção e controle sanitário. Além da exigência de atestado sanitário na procedência, o Ministério da Agricultura deve buscar parceria de laboratórios que hoje operam em algumas universidades no país.

## AGRADECIMENTOS

Estudo financiado pelo Edital MCT/CNPq/CT-Agronegócio/MPA Nº 036/2009. Instituição Executora: Centro Universitário Vila Velha – UVV, Instituições colaboradoras: UFES, CEUNES/UFES, INCAPER, IFES, UFSM. Título do Projeto: Rede Capixaba de Pesquisa com Robalo-Peva (*Centropomus paralellus*) – RECAPER.

## BIBLIOGRAFIA

Almeida, L.B. (2012) - *Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplânctônica em um trecho do rio São Mateus (São Mateus – ES) com piscicultura intensiva (tanques-rede)*. 112p., Monografia, Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo, São Mateus, ES, Brasil. *Não Publicado*.

ANA – Agência Nacional de Águas. (2009) - *Bacias hidrográficas do Atlântico Sul – trecho leste*. Sinopse de informações do Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia e Sergipe. Série: Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – CD nº 4, Brasília, DF, Brasil. Disponível In: <http://hidroweb.ana.gov.br/doc/BHASLeste/index.htm>

Attayde, J.L.; Okun, N.; Brasil, J.; Menezes, R.F.; Mesquita, P. (2007) - Impactos da introdução da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, sobre a estrutura trófica dos ecossistemas aquáticos do Bioma Caatinga. *Oecologia Brasiliensis* (ISSN: 1980-6442), 11(3):450–461, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em <http://hidroweb.ana.gov.br/doc/BHASLeste/rj.doc>

Azevedo-Santos, V.M.; Rigolin-Sá, O.; Pelicice, F.M. (2011) - Growing, losing or Introducing? Cage aquaculture as a

vector for the introduction of non-native fish in Furnas Reservoir, Minas Gerais, Brazil. *Neotropical Ichthyology* (ISSN: 1679-6225), 9(4):915-919, Porto Alegre, RS, Brasil. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/ni/v9n4/24.pdf>

Barcellos, L.J.G.; Nicolaiewsky, S.; Souza, S.M.G.; Lulhier, F. (1999) - The effects of stocking density and social interaction on acute stress response in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. *Aquaculture Research*, 30(11-12):887-892. doi: 10.1046/j.1365-2109.1999.00419.x

Burridge, L.E. (2003) - Chemical use in marine finfish aquaculture in Canada: a review of current practices and possible environmental effects. In: B. Hargrave & L-E. Burridge (eds.), *A scientific review of the potential environmental effects of aquaculture in aquatic ecosystems*, Volume 1, pp.21-29, Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences nº. 2450, Ottawa, ON, Canada, Disponível em <http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/enviro/aquaculture/sok-edc/volume1/volume1-eng.pdf>

Canonico, G.C.; Arthington, A.; Mccrary, J.K.; Thieme, M.L. (2005) - The effects of introduced tilapias on native biodiversity. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 15(5):463-483. doi: 10.1002/aq.699

Castellani, D.; Barrella, W. (2005) - Caracterização da piscicultura na região do Vale do Ribeira-SP. *Ciência e Agrotecnologia*, 29(1):168-176. doi: 10.1590/S1413-70542005000100021

Cucherousset J.; Olden J.D. (2011) - Ecological impacts of non-native freshwater fishes. *Fisheries*, 36(5):215-230. doi: 10.1080/03632415.2011.574578

Dias, J.B. (2006) - *Impactos Socioeconômicos e Ambientais da Introdução da Tilápia do Nilo, Oreochromis niloticus, em Açudes Públicos do Semi-Árido Nordestino, Brasil*. 69p., Dissertação de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, RN, Brasil. *Não publicado*.

Dvorak, G. (2009) - Biossecurity for aquaculture facilities in the North Central Region. North Central Region Aquaculture Center, Biossecurity for aquaculture facilities in the North Central Region. 5p., North Central Regional Aquaculture Center, Indiana Fish Farming, Indianapolis, IN, U.S.A. Disponível em <http://www.indianafishfarming.com/AquacultureBiosecurity.pdf>

El-Sayed, A.-F.M. (2002) - Effects of stocking density and feeding levels on growth and feed efficiency of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fry. *Aquaculture Research*, 33(8):621–626. doi: 10.1046/j.1365-2109.2002.00700.x

Ferreira, D.; Barcellos, L.J.G. (2008) - Enfoque combinado entre as boas práticas de manejo e as medidas mitigadoras de estresse na piscicultura. *Boletim do Instituto de Pesca* (ISSN: 0046-9939), 34(4):601-611, São Paulo, SP, Brasil. Disponível em [ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/34\\_4\\_601-611.pdf](ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/34_4_601-611.pdf)

Freitas, R.R., Vinatea, L.; Netto, S. (2009) - Analysis of the marine shrimp culture production chain in Southern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 81 (2):287-295. doi: 10.1590/S0001-37652009000200015



- Garcia, F. (2011) - Produção de salmonídeos no Chile: o que podemos aprender e aplicar na aquicultura brasileira? *Pesquisa & Tecnologia* (ISSN: 2316-5146), 8(2):n/p, São Paulo, SP, Brasil. Disponível em [http://www.aptaregional.sp.gov.br/index.php/component/docman/doc\\_view/1140-producao-de-salmonideos-no-chile-o-que-podemos-aprender-e-aplicar-na-aqueicultura-brasileira?Itemid=284](http://www.aptaregional.sp.gov.br/index.php/component/docman/doc_view/1140-producao-de-salmonideos-no-chile-o-que-podemos-aprender-e-aplicar-na-aqueicultura-brasileira?Itemid=284)
- Gil, A.C. (1995) - *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 200p., Atlas S.A., São Paulo, SP, Brasil. ISBN: 978-8522451425.
- Greiner, R.; Young, M.D.; McDonald, A.D.; Brooks, M. (2000) - Incentive instruments for the sustainable use of marine resources. *Ocean & Coastal Management* 43(1):29-50. doi: 10.1016/S0964-5691(99)00067-8
- Hargrave, B.T. (2003) - Far-field environmental effects of marine finfish aquaculture. In: B. Hargrave & L-E. Burridge (eds.), *A scientific review of the potential environmental effects of aquaculture in aquatic ecosystems*, Volume 1, pp.3-11, Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences n°. 2450, Ottawa, ON, Canada, Disponível em <http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/enviro/aquaculture/sok-edc/volume1/volume1-eng.pdf>
- Hein, G.; Brianese, R.H. (2004) - *Modelo EMATER de produção de tilápia*. 27p., Toledo, PR, Brasil. Disponível em [http://www.emater.pr.gov.br/arquivos/File/Comunicacao/Premio\\_Extensao\\_Rural/1\\_Premio\\_2005/ModeloEmaterProd\\_Tilapia.pdf](http://www.emater.pr.gov.br/arquivos/File/Comunicacao/Premio_Extensao_Rural/1_Premio_2005/ModeloEmaterProd_Tilapia.pdf)
- Islam, Md. S. (2003) - Perspectives of the Coastal and Marine Fisheries of the Bay of Bengal, Bangladesh. *Ocean & Coastal Management*, 46(8):763-796. doi: 10.1016/S0964-5691(03)00064-4
- ITAIPIU BINACIONAL. (2006) - *Boas Práticas de Manejo em Aquicultura*. 107p., Instituto Água Viva, Itaipu Binacional, Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca, Foz do Iguaçu, PR, Brasil. Disponível em [http://www.itaipu.gov.br/sites/default/files/Manual\\_de\\_Boas\\_Pr%C3%A1ticas\\_em\\_Aq%C3%BCicultura.pdf](http://www.itaipu.gov.br/sites/default/files/Manual_de_Boas_Pr%C3%A1ticas_em_Aq%C3%BCicultura.pdf)
- Kubitza, F. (2005) - Antecipando-se às doenças na tilapicultura. *Panorama da Aquicultura* (ISSN: 1519-1141), 89:15-23, Laranjeiras, RJ, Brasil.
- Kubitza, F. (2010) - Para onde segue a produção de tilápias no Brasil? *Panorama da Aquicultura* (ISSN: 1519-1141), 122:19-20, Laranjeiras, RJ, Brasil.
- Lee, C.S. (2005) - Application of biosecurity in aquaculture production systems. In: Sakai, Y., McVey, J.P., Jang, D., McVey, E.; Caesar, M. (eds.), *Aquaculture and Pathobiology of Crustacean and Other Species* (Proceedings of the Thirty-Second U.S. Japan Symposium on Aquaculture), pp.66-75, United States-Japan Cooperative Program in Natural Resources Technical report no. 32, NOAA Research / Silver Spring, MD, U.S.A. Disponível em [http://www.lib.noaa.gov/retiredsites/japan/aquaculture/proceedings/report32/lee\\_corrected.pdf](http://www.lib.noaa.gov/retiredsites/japan/aquaculture/proceedings/report32/lee_corrected.pdf)
- Lee, C.-S.; O'Bryen, P.J. (2003) - *Biosecurity in aquaculture production systems: exclusion of pathogens and other undesirables*. 293 p., The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA. ISBN: 1888807121.
- Leprieur, F., Brosse, S., Garcia-Berthou, E., Oberdorff, T., Olden, J.D., Townsend, C.R., (2009) - Scientific uncertainty and the assessment of risks posed by non-native freshwater fishes. *Fish and Fisheries*, 10(1):88-97. doi: 10.1111/j.1467-2979.2008.00314.x
- Lima Junior, D.P.; Pelicice, F.M.; Vitule, J.R.S.; Agostinho, A.A. (2012) - Aquicultura, Política e Meio Ambiente no Brasil: Novas Propostas e Velhos Equívocos. *Natureza & Conservação*, 10(1):88-91. doi: 10.4322/natcon.2012.015
- Magalhães, J.L.B.; Casatti, L.; Vitule, J.R.S. (2011) - Alterações no Código Florestal Brasileiro Favorecerão Espécies Não-nativas de Peixes de Água Doce. *Natureza & Conservação* (ISSN: 2178-3675), 9(1):121-124. doi: 10.4322/natcon.2011.017
- Mamão, M.A. (2012) - *Ecologia do fitoplâncton de um rio tropical (rio São Mateus, ES)*. 117p., Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, ES, Brasil. Não publicado.
- Martínez, M.A.S. (2006) - *Manejo Del cultivo de tilapia*. 22 p., USAID, Coastal Resources Center, University of Rhode Island, University of Hawai, Hilo, CIDE, Managua, Nicaragua. Disponível em [http://csptilapianayarit.org/informacion/Generalidades\\_del\\_cultivo\\_de\\_Tilapia.pdf](http://csptilapianayarit.org/informacion/Generalidades_del_cultivo_de_Tilapia.pdf)
- Ostrensky, A., Borghetti, J.R.; Soto, D. (2007) - *Estudo setorial para consolidação de uma aqüicultura sustentável no Brasil*. 279p., Grupo Integrado de Aquicultura e estudos ambientais, Curitiba, Paraná, Brasil.. Disponível em [ftp://ftp.fao.org/fi/document/aquaculture/sect\\_study\\_brazil.pdf](ftp://ftp.fao.org/fi/document/aquaculture/sect_study_brazil.pdf)
- Ostrensky, A.; Borghetti, J.R.; Soto, D. (eds.) (2008) - *Aqüicultura no Brasil: o desafio é crescer*. 276p., Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca / Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, Brasília, DF, Brasil. ISBN: 978-8560930005
- Pereira, T.A. (2012) - *Distribuição longitudinal da comunidade perifítica no rio São Mateus (norte do Espírito Santo)*. 112 p., Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, ES, Brasil. Não publicado.
- Pillay, T.V.R.; Kutty, M.N. (2005) - *Aquaculture principles and practices*, 640p., Blackwell Publishing, London, U.K. ISBN: 1405105321.
- Rezeno, J.L. (2012) - *Impactos da piscicultura sobre a macrofauna bentônica no rio São Mateus, ES*. Monografia, Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, ES, Brasil. Não publicado.
- Rotta, M.A.; Queiroz, J.F. (2003) - *Boas práticas de manejo (BPMs) para a produção de peixes em tanques-rede*. 27p., EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Série Documentos (ISSN: 1517-1973), n°. 47, Corumbá, MS, Brasil. Disponível em <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC47.pdf>
- Sandoval Júnior, P.; Trombeta, T.D.; Mattos, B.O. (2010) - *Manual de criação de peixes em tanques-rede*. 69p., Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba - Codevasf, Ministério da Integração Nacional, Brasília, DF, Brasil. ISBN: 978-8589503082. Disponível em [http://www.codevasf.gov.br/principal/publicacoes/publicacoes-atuais/novo-manual-piscicultura\\_2011.pdf](http://www.codevasf.gov.br/principal/publicacoes/publicacoes-atuais/novo-manual-piscicultura_2011.pdf)

- Santos, M.L.; Carvalho, R.; Alencar, R.; Rocha, I.; Fonseca, C.; Peregrino, L.H.; Rodrigues, J. (2005) - *Programa de biossegurança na fazenda de camarão marinho*. 1ª Edição, 68p., ABCC - Associação Brasileira de Criadores de Camarão, Recife, PE, Brasil. Disponível em [http://www.abccam.com.br/abcc/images/stories/publicacoes/manual\\_de%20biossegurana.pdf](http://www.abccam.com.br/abcc/images/stories/publicacoes/manual_de%20biossegurana.pdf)
- SEBRAE (2008) - *Manual do piscicultor- Produção de tilápia em tanque-rede*. 39p., Agência de Apoio ao Empreendedor e Pequeno Empresário, SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, Brasília, DF, Brasil. Disponível em [http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/A89FDECF37ED7E1B832579FF0047D76D/\\$File/NT0004762A.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/A89FDECF37ED7E1B832579FF0047D76D/$File/NT0004762A.pdf)
- Sussel, F.R. (2008) - *Alimentação na criação de peixes em tanque-rede*. 14 p., Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, São Paulo, Brasil. Disponível em [ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/alimentacao\\_peixes.pdf](ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/alimentacao_peixes.pdf)
- Tachibana, L.; Leonardo, A.F.G.; Corrêa, C.F.; Saes, L.A. (2008) - Densidade de estocagem de pós-larvas de tilápiado-nilo (*Oreochromis niloticus*) durante a fase de reversão sexual. *Boletim do Instituto de Pesca* (ISSN 1678-2305), 34(4):483–488, São Paulo, SP, Brasil. Disponível em [ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/34\\_4\\_483-488.pdf](ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/34_4_483-488.pdf)
- Teixeira, P.; Valle, S. (1996) - *Biossegurança: uma abordagem multidisciplinar*. Ed. Fiocruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ISBN: 978-85-7541-202-2.
- The Scottish Executive Central Research Unit. (2002) - *Review and Synthesis of the Environmental Impacts of Aquaculture*. 71p., The Scottish Association for Marine Science and Napier University; Scottish Executive, Central Research Unit, Edinburgh, U.K. ISSN 0950 2254 ISBN 0 7559 3403 2 Disponível em: <http://www.scotland.gov.uk/Resource/Doc/46951/0030621.pdf>
- Vitule, J.R.S.; Freire, C.A.; Simberloff, D. (2009) - Introduction of non-native freshwater fish can certainly be bad. *Fish and Fisheries*, 10(1):98-108. doi: 10.1111/j.1467-2979.2008.00312.x
- Weber, M.L. (2003) – *What price farmed fish: A review of the environmental & social costs of farming carnivorous fish*. 58p., SeaWeb Aquaculture Clearinghouse, Washington, D.C., U.S.A. Disponível em [http://www.seaweb.org/resources/aquaculture/documents/WhatPriceFarmedFish\\_high.pdf](http://www.seaweb.org/resources/aquaculture/documents/WhatPriceFarmedFish_high.pdf)
- Yanong, R.P.E.; Erlacher-Reid, C. (2012) - *Biosecurity in aquaculture, part 1: an overview*. 15p., SRAC - Southern Regional Aquaculture Center, Publication No. 4707, Stoneville, MS, U.S.A. Disponível em <https://srac.tamu.edu/index.cfm/event/getFactSheet/whichfactsheet/235/>