



MANEJO E GESTÃO AMBIENTAL DA AQUICULTURA: BASES TECNOLÓGICAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA AQUICULTURA NO BRASIL

Resende, E. K.¹; Queiroz, J. F. de²; Frighetto, R. T. S.²; Losekann, M. E.²; Silva, da C. A.³; Pessoa, M. C. P. Y.²

¹ Embrapa Pantanal; ²Embrapa Meio Ambiente; ³ Embrapa Tabuleiros Costeiros

Instituições Participantes:

FEAGRI e FEA/UNICAMP; Instituto de Pesca de São Paulo/APTA; Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Leste Paulista–PRTDA de Monte Alegre do Sul, SP; PRDTA do Noroeste Paulista-Votuporanga; Departamento de Descentralização e Desenvolvimento (DDD)/SAA/SP; Instituto de Pesca de SP; UFSCAR; FZV/USP Pirassununga, SP; FIOCRUZ; UFRJ; ESALQ/USP; UNESP/Botucatu; IBILCE/UNESP São José do Rio Preto, SP; Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - CEPAN-UFRGS; Mogiana Alimentos Ltda. – GUABI; INPE; UFMG; EPAMIG; Auburn University, Auburn, AL, USA; USDA/ARS; WWF/USA; Pond Dynamics Aquaculture Collaborative Research Support Program - PD/A CRSP e PROCITROPICOS – Programa Cooperativo de Investigación y Transferência de Tecnologia para los Trópicos Suramericanos (totalizando mais de 61 pesquisadores envolvidos no projeto).

Problema Abordado

Um dos grandes questionamentos sobre a aquicultura é a falta de métodos eficazes para reduzir seus impactos ambientais e socioeconômicos, e também como as leis de proteção ambiental em vigor poderão contribuir de forma efetiva para o seu desenvolvimento (BOYD et al., 2003). A produção de organismos aquáticos muitas vezes é considerada como causadora de impactos ambientais negativos por consumir recursos naturais, ocasionar

poluição e interferências em níveis de biodiversidade e, ainda, por estar diretamente ligada a um recurso de múltiplos usos e essencial para a qualidade de vida: a água (TIAGO, 2007). As cadeias produtivas da tilápia, tambaqui, pintado e camarões marinhos estudadas e avaliadas pelo projeto se destacam entre as mais importantes da aquicultura brasileira, pela sua importância sócio econômica como as espécies mais cultivadas no país e, também, em decorrência dos trabalhos realizados em parceria com a Embrapa e diversas instituições de pesquisa nacionais e internacionais. Entretanto, ainda é preciso concentrar esforços para reduzir os entraves que estão prejudicando a competitividade e a sustentabilidade da cadeia produtiva da aquicultura no Brasil, tais como: baixa qualidade do material genético dos alevinos e das pós-larvas; baixa competitividade com relação a outras indústrias de carne; alto custo e qualidade das rações; duplicidade e falta de direcionamento das pesquisas; baixo desempenho sócio ambiental e econômico da cadeia produtiva da aquicultura; e entraves causados por uma legislação ambiental muito restritiva (QUEIROZ et al., 2002).

Em geral, a aquicultura não tem sido considerada no planejamento nacional relacionado à conservação do solo e da água, poluição da água, programas de quarentena de plantas e animais, e outros aspectos do manejo ambiental. O manejo inadequado de alguns sistemas de produção aquícola utilizados no Brasil vem causando uma série de impactos ambientais negativos que poderão ser significativamente evitados e minimizados por meio da adoção de um conjunto de Boas Práticas de Manejo (BPM). O objetivo principal é buscar soluções para consolidar o desenvolvimento sustentável da aquicultura com foco na otimização do manejo dos sistemas de produção. A metodologia utilizada para alcançar esse objetivo buscou a integração deste projeto com os demais Projetos Componentes (PCs) do AQUABRASIL a partir de um elemento comum que é a qualidade da água, e cujas inter-relações têm um efeito direto sobre a biossegurança e sanidade, nutrição e alimentação, melhoramento genético e aproveitamento e desempenho agroindustrial. Como ferramenta de gestão, foi consolidada uma rede de pesquisa sobre aquicultura e meio ambiente vinculada ao site do Projeto AQUABRASIL:

<http://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/aquabrazil>

Objetivo

Propor e validar estratégias com base nas Boas Práticas de Manejo (BPMs) para otimizar os índices sócio ambientais e econômicos da aquicultura englobando as cinco áreas temáticas do projeto AQUABRASIL.

Objetivos Específicos

1. Selecionar um conjunto de indicadores físicos, químicos e biológicos de qualidade da água e de sedimentos para monitorar e otimizar a gestão ambiental dos sistemas de produção aquícola a fim de reduzir os impactos ambientais, a disseminação de doenças e a contaminação por substâncias antimicrobianas, hormônios, metais pesados e pesticidas a partir do desenvolvimento de um módulo específico do Sistema APOIA para a aquicultura.
2. Selecionar um conjunto de medidas bioindicadoras baseadas na estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos para monitoramento ambiental dos sistemas de produção aquícola com vistas à preservação da biodiversidade aquática e da biossegurança.
3. Otimizar o manejo dos sistemas de produção aquícola para reduzir a carga orgânica, os sólidos em suspensão e elevar os índices zootécnicos de produção a partir do uso de canais de inundação (*wetlands*) ou bacias de sedimentação, e de rações “ambientalmente corretas”.
4. Identificar e selecionar um conjunto de categorias e variáveis que vinculem a estrutura produtiva com o seu desempenho social e econômico para avaliar e comparar o nível de eficiência e sustentabilidade entre as cadeias produtivas de diferentes espécies.
5. Desenvolver um sistema informatizado para o levantamento, organização, atualização e acesso às informações sobre os principais sistemas de produção aquícola e seus impactos ambientais, e indicar protocolos de Boas Práticas de Manejo (BPM) para a gestão ambiental da aquicultura.

Principais contribuições

A partir da execução participativa e multidisciplinar das ações de pesquisa desenvolvidas para cada um dos temas-estudos do Manejo e Gestão Ambiental da Aquicultura e, no âmbito de cada um dos Projetos Componentes (PCs) foi possível desenvolver e validar metodologias e protocolos de pesquisa para análises de água, sedimentos, substâncias antimicrobianas, hormônios, metais pesados, pesticidas e, também, para a avaliação da comunidade bentônica, bem como, métodos para a análise do desempenho sustentável de cadeias aquícolas, recomendações de BPM para assegurar a qualidade do pescado e a segurança ambiental da aquicultura e, ainda, instrumentos de gestão ambiental e ações de transferência de tecnologias como subsídios à elaboração de políticas públicas e estratégias

empresariais. Certamente, tais respostas permitiram contribuir para o aumento da sustentabilidade em todas as dimensões (sociais, econômicas, ecológicas e do conhecimento) para a aquicultura brasileira. Em resumo, os resultados alcançados resultaram nos seguintes impactos positivos para a cadeia produtiva da aquicultura: melhoria da qualidade dos efluentes dos sistemas de produção aquícola; redução dos riscos de contaminação ambiental e dos produtos aquícolas; validação de um indicador biológico de qualidade da água e integridade dos ecossistemas aquáticos; e implantação de um modelo multiplicador para aumentar a competitividade e sustentabilidade dos sistemas de produção aquícola baseado nas BPM.

Vale destacar que devido ao aporte de recursos extras ao Projeto AQUABRASIL pelo Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), foi possível adequar e ampliar a infraestrutura do Laboratório de Ecossistemas Aquáticos (LEA) da Embrapa Meio Ambiente em Jaguariúna, SP. Além disso, foi consolidado um grupo de pesquisa temático em Aquicultura e Meio Ambiente na mesma Unidade composto por pesquisadores de mais de 10 laboratórios o que permitiu, portanto, a multidisciplinaridade necessária para a realização das pesquisas relacionadas ao manejo e gestão ambiental da aquicultura. Como consequência dos resultados finalísticos alcançados, destaca-se a aprovação do projeto intitulado *“Desenvolvimento de um Sistema de Monitoramento para Gestão Ambiental da Aquicultura no Reservatório de Furnas (MG)”* subvencionado pelo MPA.

Ao final do projeto AQUABRASIL, foi possível verificar que a tilápia e o camarão melhorados geneticamente, e o tambaqui e o pintado de linhagens ainda não melhoradas, servirão de base para as etapas subsequentes, assim como, as formulações de rações desenvolvidas, de baixo impacto ambiental e de maior valor nutricional, serão capazes de promover maior resistência a doenças e estresse, resultando em um produto final (pescado) de melhor qualidade nutritiva e sanitária e, ainda, com um padrão comercial competitivo de alto valor agregado e retorno econômico. Esse desencadeamento de ações sequenciais no sistema de produção aquícola pode ser avaliado pela implantação de unidades demonstrativas, e também pela verificação da existência de sinergismo entre as ações acima, necessárias para a sustentabilidade da aquicultura.

Espera-se que as metodologias propostas e validadas subsidiem com bases científicas e tecnológicas a elaboração de políticas públicas, estratégias de gestão e ações empresariais para as cadeias produtivas das espécies estudadas e, ainda, que as Boas Práticas de Manejo (BPM) venham a fazer parte dos processos de prevenção e redução de impactos ambientais.

Impactos – Sociais, Econômicos e Ambientais

Dentre as principais contribuições científicas, tecnológicas e/ou de inovação alcançadas pelo projeto “Manejo e Gestão Ambiental da Aquicultura” destacam-se as seguintes tecnologias, produtos, metodologias, processos, inovações, e prestação de serviço/consultorias e seus respectivos impactos sociais, econômicos e ambientais:

I - Formação de uma rede de pesquisa temática sobre aquicultura e meio ambiente:

1. Formação de uma rede de P&D I e TT em aquicultura e meio ambiente envolvendo mais de 35 instituições e 55 pesquisadores;
2. Consolidação de um Núcleo de Pesquisa com enfoque sistêmico na Gestão Ambiental na Aquicultura integrando atividades de 10 laboratórios da Embrapa Meio Ambiente;
3. Implantação de 5 sistemas modulares aquáticos tipo Sistema de Recirculação Aquática (SAR) para estudos relacionados com a produção de peixes e remoção dos poluentes da água, totalizando 140 unidades experimentais (aquários, tanques e reservatórios) com um volume total aproximado de 398.000 litros;
4. Organização de reuniões técnicas, treinamentos, seminários e workshops para definição e padronização de metodologias, métodos de coleta, análise de amostras, difusão, e transferência de tecnologias envolvendo a participação de mais de 350 produtores;
5. Estabelecimento de convênios de cooperação técnica entre a Embrapa e instituições de pesquisa no Brasil, Noruega, Espanha, EUA e Tailândia.

II - Metodologias e técnicas analíticas para monitoramento e avaliação da qualidade da água e dos sedimentos, segurança e qualidade do pescado e manejo da produção:

1. Validação de métodos para monitoramento e avaliação da qualidade da água, sedimentos e manejo zootécnico da produção de peixes;
2. Desenvolvimento de metodologias para a determinação de hormônios na água e de indicadores enzimáticos de exposição aos contaminantes nos peixes;
3. Implementação de métodos de análises e determinação da concentração de substâncias antimicrobianas em peixes cultivados em sistemas integrados à piscicultura/suinocultura;

4. Desenvolvimento de metodologia multiresíduo para análise de pesticidas organoclorados em peixes e camarões denominado: “QueChers”;
5. Identificação de bactérias indicadoras de poluição e impactos ambientais da produção de camarão marinho cultivado em viveiros e no entorno das fazendas de carcinicultura no NE;
6. Desenvolvimento de filtros naturais tipo *wetlands* para tratamento de efluentes e remoção de poluentes da água utilizada em experimentos com peixes em laboratório;
7. Desenvolvimento de painéis elétricos com controles lógicos programados e resistências elétricas com termostatos eletrônicos de alta precisão para experimentos com peixes;
8. Desenvolvimento e implantação de um sistema para captação e reuso da água da chuva para experimentos com peixes;
9. Desenvolvimento e implantação de um sistema de tanques modulares de grande volume para experimentos com peixes consorciados com hidroponia.

III - Metodologias para biomonitoramento dos sistemas de produção aquícola:

1. Validação de protocolos para biomonitoramento da qualidade da água e manejo dos viveiros de piscicultura com coletores com substrato artificial e utilização da comunidade bentônica;
2. Aplicação de fungos entomopatogênicos para controle de larvas de insetos em viveiros de piscicultura;
3. Determinação da bioacumulação de pesticidas/antimicrobianos utilizados nos sistemas de produção aquícola;
4. Biomarcadores fisiológicos para monitoramento ambiental da aquicultura - determinação do hemograma de diferentes espécies de peixes e correlação com a qualidade da água.

IV – Identificação e validação de um conjunto de Boas Práticas de Manejo (BPM):

1. Proposição de um conjunto de BPM para a preparação de viveiros, controle da qualidade da água e manejo da produção;

2. Proposição de BPM para determinação do uso do melhor nível de proteína bruta nas rações de peixes, densidade de estocagem, manejo e frequência alimentar, controle da qualidade da água e dos sedimentos, biomonitoramento com organismos bentônicos, e procedimentos de biometrias para a produção de peixes em tanques rede em pequenos reservatórios rurais;
3. Validação de técnicas de manejo e BPM para prevenção/redução de doenças de peixes produzidos em tanques rede;
4. Validação de técnicas de manejo e BPM para a despesca e avaliação de métodos de abate visando à qualidade do pescado;
5. Elaboração de manuais de BPM para criação de tambaqui e tilápias em viveiros no baixo São Francisco;
6. Produção de dois vídeos sobre cultivo de tilápias e tambaquis em viveiros;
7. Uso de bacias de sedimentação para redução da carga orgânica e sólidos em suspensão na água e nos efluentes dos viveiros de produção de tambaqui e tilápia, camarões marinhos no NE e peixes consorciados a produção de suínos em SC;
8. Participação no processo de licenciamento da carcinicultura marinha praticada em áreas de preservação permanente no estado de Sergipe e diretrizes para a sustentabilidade socioambiental;
9. Uso de Sistema Alagado Construído (SAC) para o tratamento de efluentes de viveiros de piscicultura integrada com suinocultura em SC;
10. Construção e implementação de um sistema modular em escala piloto tipo “*wetlands*” para tratamento de efluentes da piscicultura;
11. Desenvolvimento e validação de um sistema de avaliação ambiental para a aquicultura denominado APOIA-Aquicultura composto de 72 indicadores direcionados a verificar o desempenho das atividades, processos e BPM, incluindo aspectos de organização espacial dos viveiros e tanques de cultivo, qualidade da água e dos sedimentos, além da nutrição e sanidade dos animais;
12. Desenvolvimento e proposição de um Índice de Desempenho Sustentável para a Cadeia de Suprimentos da Piscicultura Continental.

V - Desenvolvimento de um sistema informatizado para a gestão ambiental da aquicultura, com foco no cultivo de tilápia para apoiar às Boas Práticas de Manejo (BPM) – AQUISYS:

O desenvolvimento do AQUISYS atendeu à demanda de desenvolvimento de tecnologias inovadoras para o setor produtivo aquícola nacional com foco em tilápia, uma vez que viabiliza informação e conhecimentos até então dispersos como também proporciona diagnósticos e estimativas a partir de dados locais da propriedade, inseridos pelo próprio produtor. Assim, o sistema também orienta as ações em curso na propriedade, servindo como mais uma ferramenta que subsidie a tomada de decisão do produtor, bem como, promovendo a sua sensibilização para a necessidade de adoção de práticas ambientais sustentáveis. Tratando-se de um sistema passível de acesso pela internet via rede de alcance mundial (World Wide Web - www), sem custos de acesso ao produtor, o AQUISYS torna-se igualmente um produto a serviço da rápida transferência de tecnologias que promovam à melhoria da qualidade ambiental da aquicultura. Como tecnologia inédita, o AQUISYS atende às práticas de inovação, uma vez que promove acesso à organização de informação técnica e à execução automatizada de práticas de uma forma diferente àquela usualmente adotada pelo produtor; motivando-o, por meio da linguagem apresentada mais pertinente ao público alvo, a maior participação e acesso de vários pontos do país.

Referências

BOYD, C. E.; QUEIROZ, J. F. de; WHITIS, G. N.; HULCHER, R.; OAKES, P.; CARLISLE, J.; ODOM JUNIOR., D.; NELSON, M. M.; HEMSTREET, W. G. **Best management practices for channel catfish farming in Alabama**. Montgomery: AAES, 2003. 38 p. (Special Report nº1 for Alabama Catfish Producers).

QUEIROZ, J. F. de; LOURENÇO, J. N. P.; KITAMURA, P. C. (Ed.). **A Embrapa e a aquicultura: demandas e prioridades de pesquisa**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002, 35 p. (Texto para Discussão; 11).

TIAGO, G. G. **Aquicultura, meio ambiente e legislação**. 2. ed. atual. São Paulo, 2007. 201p.