

Boas Práticas de Manejo (BPMs) para a Produção de Peixes em Tanques-redes



República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva

Presidente

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Roberto Rodrigues

Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa

Conselho de Administração

José Amauri Dimárzzio

Presidente

Clayton Campanhola

Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires

Ernesto Paterniani

Hélio Tollini

Luis Fernando Rigato Vasconcellos

Membros

Diretoria-Executiva da Embrapa

Clayton Campanhola

Diretor-Presidente

Gustavo Kauark Chianca

Herbert Cavalcante de Lima

Mariza Marilena T. Luz Barbosa

Diretores-Executivos

Embrapa Pantanal

Emiko Kawakami de Resende

Chefe-Geral

José Anibal Comastri Filho

Chefe-Adjunto de Administração

Aiesca Oliveira Pellegrin

Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

José Robson Bezerra Sereno

Chefe-Adjunto de Comunicação e Negócios

Embrapa Meio Ambiente

Paulo Choji Kitamura

Chefe-Geral

Maria Cristina Martins Cruz

Chefe-Adjunto de Administração

Geraldo Stachetti Rodrigues

Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Ariovaldo Luchiarí Júnior

Chefe-Adjunto de Comunicação e Negócios



ISSN 1517-1973
Dezembro, 2003

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 47

Boas Práticas de Manejo (BPMs) para a Produção de Peixes em Tanques-redes

Marco Aurélio Rotta
Julio Ferraz de Queiroz

Corumbá, MS
2003

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Pantanal

Rua 21 de Setembro, nº1880,
Caixa Postal 109,
Corumbá, MS, CEP 79.320-900
Fone: (67) 233-2430
Fax: (67) 233-1011
Home page: www.cpap.embrapa.br
Email: sac@cpap.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade:

Presidente: *Aiesca Oliveira Pellegrin*
Secretário-Executivo: *Marco Aurélio Rotta*
Membros: *Balbina Maria Araújo Soriano*
Evaldo Luis Cardoso
José Robson Bezerra Sereno
Secretária: *Regina Célia Rachel dos Santos*
Supervisor editorial: *Marco Aurélio Rotta*
Revisora de texto: *Mirane dos Santos da Costa*
Normalização bibliográfica: *Romero de Amorim*
Tratamento de ilustrações: *Regina Célia Rachel dos Santos*
Foto(s) da capa: *Marco A. Rotta; Rudel E. Trindade Júnior; Rita C. Boeira*
Editoração eletrônica: *Regina Célia Rachel dos Santos*
Elcio Lopes Sarath

1ª edição

1ª impressão (2003): formato eletrônico

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Pantanal

Rotta, Marco Aurélio.

Boas práticas de manejo (BPMs) para a produção de peixes em tanques-redes / Marco Aurélio Rotta, Julio Ferraz de Queiroz – Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003.

27 p. (Documentos / Embrapa Pantanal ISSN 1517-1973; 47).

1. Piscicultura - Manejo - Tanque-rede. 2. Peixe - Produção – Tanque-rede. 3. Aqüicultura - Água - Qualidade. I. Queiroz, Julio Ferraz de. II. Título. III. Série.

CDD: 639.3

©Embrapa 2003

Autores

Marco Aurélio Rotta

Eng.º. Agrônomo, M.Sc. em Zootecnia,
Pesquisador em Sistemas de Produção Aqüícolas,
Embrapa Pantanal,
Rua 21 de Setembro, 1880, Caixa Postal 109
CEP 79.320-900, Corumbá, MS
(67) 233-2430
rotta@cpap.embrapa.br, marcoarotta@yahoo.com.br
www.mrotta.cjb.net

Julio Ferraz de Queiroz

Oceanólogo, Ph.D. em Ciências Agrárias,
Pesquisador em Aqüicultura/Qualidade de Água,
Embrapa Meio Ambiente,
Rodovia SP 340, km 127,5, Caixa Postal 69,
CEP 13.820-000, Jaguariúna, SP
(19) 3867-7000
jqqueiroz@cnpma.embrapa.br

Apresentação

A rápida expansão da aquicultura no Brasil nos últimos anos, a uma taxa de 15% a.a., correspondeu em 2002 a uma produção, em torno de 250 mil t/ano, equivalente a 25% da produção pesqueira total. Este significativo crescimento tem colocado para o setor algumas questões associadas à sustentabilidade e a competitividade. Em decorrência dessa expansão, a poluição das águas causada pelo acúmulo de substâncias contidas nos efluentes da aquicultura é tida como um dos principais problemas ambientais encontrados nos ecossistemas aquáticos. Como a qualidade ambiental é atualmente um dos componentes fundamentais da competitividade no mercado internacional de *commodities* aquícolas, o setor produtivo tem sido induzido a mover-se em direção à busca de sistemas de gestão ambiental. O objetivo final é estimular o setor produtivo a adotar Boas Práticas de Manejo (BPMs) com vistas a praticar uma aquicultura sustentável e competitiva que não prejudique o meio ambiente.

Diante disso, novas oportunidades poderão ser criadas para os aquicultores, não só em função do aumento da demanda global por produtos de alta qualidade e valor nutricional, mas também em função do desenvolvimento de novas tecnologias que irão possibilitar o aumento da produção da aquicultura através de inovações na fabricação e formulação de rações. Além desses fatores, o conhecimento mais amplo sobre os efeitos do estresse no desenvolvimento de doenças, com consequências diretas no tipo de tratamento dado às mesmas, ampliará a utilização de métodos profiláticos mais efetivos nos diversos sistemas de cultivo, em substituição ao uso indiscriminado de medicamentos.

Nesse sentido, os sistemas de produção normalmente utilizados pela aquicultura estruturados no uso dos recursos hídricos naturais, como, por exemplo, a produção de peixes em tanques-redes em grandes reservatórios, devem ser manejados de acordo com as tendências mundiais que visam sistemas de produção mais competitivos nas dimensões ecológica e sócio econômica. Portanto, deve-se observar que os sistemas de produção aquícolas baseados em tanques-redes são parte integral do ambiente e, conseqüentemente, deverá ser dada a devida atenção ao desenvolvimento de métodos baseados em BPMs, que tenham como objetivo reduzir o impacto ambiental desses sistemas de produção. Logo, é extremamente importante que as questões ambientais lidem com esses aspectos, pois, em muitos casos, as mudanças ecológicas se tornaram um fator de risco para a própria indústria aquícola.

Emiko Kawakami de Resende
Chefe-Geral da Embrapa Pantanal

Sumário

Boas Práticas de Manejo (BPMs) para a Produção de Peixes em Tanques-redes.....	9
Introdução	9
Aqüicultura e Meio Ambiente.....	11
Qualidade de Água e BPMs.....	13
Manejo alimentar e qualidade de água.....	14
Temperatura da água e estratificação.....	17
Oxigênio dissolvido e produtividade primária.....	17
Qualidade de água e estresse	20
BPMs nas Pisciculturas em Tanques-redes.....	21
Controle da erosão e do aporte de sedimentos nos viveiros e reservatórios	21
Justificativas.....	21
Práticas.....	21
Redução da carga orgânica	22
Justificativas.....	22
Práticas.....	22
Conservação dos recursos hídricos.....	23
Justificativas.....	23
Práticas.....	23
Considerações Finais	24
Agradecimentos	25
Referências Bibliográficas	26

Boas Práticas de Manejo (BPMs) para a Produção de Peixes em Tanques-redes

Marco Aurélio Rotta

Julio Ferraz de Queiroz

Introdução

A aqüicultura vem sendo considerada como uma das melhores alternativas para diminuir a pressão da pesca sobre os estoques pesqueiros naturais, como também para reduzir os impactos negativos que a exploração pesqueira indiscriminada pode causar nos ecossistemas aquáticos. Além disso, a aqüicultura tem contribuído significativamente para aumentar o fornecimento de pescado no mercado nacional, cuja oferta atualmente não é capaz de suprir a demanda interna, indicando uma tendência de mercado bastante promissora. Como consequência da falta de produção, o Brasil desembolsa anualmente mais de US\$ 350 milhões com a importação de pescado, vindo principalmente do Chile.

A criação de peixes em cativeiro é uma possibilidade de fonte de divisas para o país, e, ao mesmo tempo, pode auxiliar na redução da pressão sobre os estoques pesqueiros naturais. Entretanto, as diferentes características ecológicas e sócio econômicas de um país com as dimensões continentais do Brasil, impedem o desenvolvimento da piscicultura tradicional nas distintas regiões do território nacional, obrigando os aqüicultores a buscar formas alternativas de cultivo, entre elas a utilização de tanques-redes.

A piscicultura em tanques-redes é uma técnica relativamente barata e simples, se comparada à piscicultura tradicional em viveiros de terra, porque utiliza uma grande variedade de ambientes aquáticos, dispensando o alagamento de novas áreas e reduzindo os gastos com a construção de viveiros. No Brasil, a despeito do grande potencial representado pelos seis milhões de hectares de águas represadas nos açudes e grandes reservatórios, construídos principalmente com a finalidade de geração de energia hidrelétrica, a produção comercial de peixes em tanques-redes está apenas começando. Nesse sentido, logrando-se a implantação e o

desenvolvimento dessa tecnologia poderá haver um grande incremento na produção brasileira de pescado, criando condições para a implantação da fase de industrialização, o que poderá tornar o Brasil um dos maiores produtores mundiais de peixes de água doce.

Mesmo diante deste cenário promissor, os produtores têm sido obrigados a se mobilizar, ao longo dos últimos anos, para incluir a piscicultura no rol das atividades agropecuárias de importância econômica, porém, é marcante a falta de estudos econômicos para ajudar a balizar o planejamento e, conseqüentemente, o crescimento do setor aquícola. Para que esses objetivos possam ser alcançados é preciso estruturar a cadeia produtiva das espécies de maior interesse para o agronegócio nacional, além de realizar uma análise econômica e mercadológica detalhada. Outro aspecto muito importante que precisa ser levado em consideração é a sustentabilidade ambiental dos sistemas de produção, cuja característica marcante é o uso direto dos recursos hídricos, o que tem causado grandes discussões entre os representantes do governo, dos produtores e das agências ambientais, quanto às normas para a utilização e manejo dos recursos hídricos.

Portanto, para acompanhar as recentes tendências mundiais voltadas para o desenvolvimento sustentável de várias atividades agropecuárias em geral, e em particular da aquícultura, é preciso compatibilizar a produção e a conservação ambiental. Para isso, é fundamental que haja um intercâmbio maior de informações técnico-científicas entre os setores produtivos e os órgãos ambientais, para que sejam definidas regulamentações ambientais racionais que possibilitem o desenvolvimento da aquícultura em bases sustentáveis. Dessa forma, os aquícultores poderão desenvolver suas atividades de maneira ecologicamente correta, causando o menor impacto ambiental possível, além de evitar que sejam elaboradas e implantadas normas ambientais muito restritivas que venham a impossibilitar a expansão da aquícultura.

Em vista disso, está sendo validado internacionalmente o incentivo à adoção de práticas para melhorar o manejo dos sistemas de produção aquícolas, ao invés de impor limites quanto aos parâmetros físico-químicos para a qualidade de água, como, por exemplo, preestabelecer a concentração permissível em mg/L de oxigênio dissolvido, amônia, nitrato, nitrito, fósforo, sólidos em suspensão, demanda bioquímica de oxigênio, etc. Esse fato tem causado uma movimentação por parte de alguns segmentos do setor produtivo da indústria da aquícultura mundial para adquirir o "Rótulo Verde" ou ISO 14.000. A idéia dos aquícultores é conduzir suas atividades de maneira ecologicamente correta e que assegure a obtenção de um certificado de qualidade ambiental. Com a obtenção desse certificado será muito maior a aceitação dos produtos de origem aquícola nos mercados nacional e internacional.

Portanto, para que a produção de peixes em tanques-redes em grandes reservatórios no Brasil possa ser desenvolvida em bases sustentáveis, é necessário que sejam estabelecidas algumas diretrizes para conduzir essa atividade de acordo com Códigos de Conduta específicos para essa atividade, baseados nas Boas Práticas de Manejo (BPMs), à exemplo do que já vem sendo feito em outros países. Nos últimos anos têm sido propostos alguns métodos para melhorar o manejo dos sistemas de produção intensiva de peixes em viveiros, cujo objetivo é buscar o consenso entre o setor produtivo e os representantes dos órgãos ambientais. Nesse sentido, a produção de peixes em tanques-redes desenvolvida dentro dessas bases irá possibilitar a sua expansão de forma ecologicamente responsável, promovendo vários benefícios socioeconômicos e ambientais.

Em vista disso, a tendência que vem sendo observada nos últimos anos é que os próprios aqüicultores deverão se unir aos demais setores da sociedade que tradicionalmente lutam pela conservação do ambiente aquático, visto que os próprios aqüicultores são os principais interessados pela manutenção de fontes de água de boa qualidade. Assim, caberá aos aqüicultores se organizarem para impedir que fatores externos venham a prejudicar a qualidade da água das bacias hidrográficas e dos ecossistemas aquáticos onde estão sendo desenvolvidas atividades de produção de peixes em tanques-redes.

Aqüicultura e Meio Ambiente

A aqüicultura é considerada uma atividade intensiva de geração de alimentos, e, portanto, faz parte do ecossistema global onde estão envolvidas as inter-relações entre o uso dos recursos naturais renováveis e não renováveis, o próprio ecossistema, a reciclagem dos nutrientes, os ciclos bio-geo-químicos ambientais e os produtos e subprodutos gerados pela atividade. Entre esses últimos encontram-se os efluentes, cujos efeitos têm sido agravados pela tendência dos aqüicultores de procurar aumentar constantemente a produção na esperança de contabilizar maiores lucros. Entretanto, esse procedimento nem sempre é satisfatório, resultando em uma série de impactos negativos que estão comprometendo a imagem da aqüicultura, como, por exemplo:

- a) a ocorrência de eutrofização dos corpos d'água, a qual está diretamente relacionada à densidade de estocagem e ao consumo de ração;
- b) o aumento do uso de produtos químicos para o tratamento da qualidade de água, ou para controlar a produção excessiva de fitoplâncton com sulfato de cobre ou outras substâncias;
- c) a introdução e dispersão de animais alóctones, principalmente de espécies de peixes originários de outras bacias hidrográficas;
- d) a introdução de organismos patogênicos e doenças;
- e) a alteração da biodiversidade local;

- f) impacto sócio-econômico;
- g) a alteração da paisagem em geral.

Por outro lado, deve-se levar em consideração que a qualidade da água para a piscicultura em grandes reservatórios é influenciada por um conjunto de variáveis que não se relacionam diretamente ao próprio sistema de cultivo. Na maioria dos casos, as alterações dos parâmetros físicos e químicos de qualidade de água são decorrentes das atividades desenvolvidas nas áreas adjacentes aos reservatórios, como por exemplo, a existência de resíduos de agroquímicos provenientes das atividades agropecuárias e do aporte de matéria orgânica e resíduos urbanos das cidades localizadas na região. Vários estudos sobre avaliação ambiental de sistemas de produção relacionados ao cultivo de peixes em viveiros, lagos ou reservatórios indicam que as atividades desenvolvidas no entorno desses ambientes são uma das principais causas da alteração da qualidade da água e dos índices de produtividade desses sistemas de produção (Goldberg & Triplett, 1977; Csavas, 1993; Cichra et al., 1994; COMITÉ, 1996). Basta observar que as bacias hidrográficas localizadas em regiões densamente povoadas, como por exemplo, próximas à cidade de São Paulo, estão sendo impactadas por uma série de poluentes como: metais pesados, pesticidas, agrotóxicos, lodo de esgoto, etc. (SÃO PAULO, 1992; 1997).

Dessa forma, é fundamental conhecer as atividades que são realizadas ao redor desses reservatórios, como também avaliar a expectativa da comunidade quanto à sua utilização. Para isso, todas as atividades agropecuárias, industriais e urbanas praticadas em torno de grandes corpos d'água, que serão utilizados para o cultivo de peixes em tanques-redes, devem ser avaliadas, a fim de dimensionar qual será o impacto ambiental que estes locais poderão vir a sofrer no futuro. Essas ações são importantes para avaliar se esses locais estão sujeitos a alterações ambientais negativas provocadas por fatores externos que inviabilizem, ou venham a prejudicar, a aqüicultura, ou ainda que, por ventura, venham a ser erroneamente atribuídas à essa atividade.

Além disso, a adoção de algumas BPMs, como por exemplo, a redução da densidade de estocagem, a utilização de rações de melhor qualidade e o cuidado para prevenir a erosão do solo das áreas adjacentes aos sistemas de produção, podem gerar grandes vantagens para os aqüicultores, proporcionando a obtenção de lucros mais efetivos e a redução de possíveis impactos ambientais. Esses fatores podem levar os produtores a criar uma concepção de autogerência ambiental, pois todas as práticas que asseguram uma melhor qualidade ambiental, também melhoram o desempenho da sua criação, gerando mais lucros. Caso contrário, a adoção de práticas desaconselháveis poderiam resultar na perda de qualidade ambiental e, conseqüentemente, na falência dos seus empreendimentos.

Assim, adotando-se as BPMs, a produção de peixes em tanques-redes em grandes reservatórios poderá desenvolver-se de forma sustentável e gerar impactos positivos quanto aos aspectos ambiental e socioeconômico, como, por exemplo:

- a) o manejo integrado dos recursos hídricos e das atividades agropecuárias através do seu consorciamento com a piscicultura e/ou a carcinicultura;
- b) a conservação dos estoques pesqueiros nas regiões onde existe um grande esforço pesqueiro, de forma a assegurar a preservação e a conservação das espécies de peixes em extinção;
- c) utilização de áreas inadequadas às atividades agropecuárias tradicionais (alguns produtores no Nordeste aproveitam os resíduos da água que é filtrada do subsolo, para abastecer os viveiros de criação de peixes e camarões);
- d) a preservação da qualidade da água nos grandes reservatórios necessária para garantir uma produção aquícola satisfatória.

Nesse caso, os próprios aquícultores atuariam como fiscais ambientais, atuando contra o despejo de esgoto sem tratamento, proveniente das cidades ou indústrias próximas à sua propriedade, ou de produtos químicos oriundos de algum projeto relacionado à agropecuária intensiva, localizado próximo aos reservatórios onde estão sendo conduzidos os cultivos de peixes em tanques-redes.

Qualidade de Água e BPMs

Os principais fatores que influenciam diretamente a qualidade da água nos grandes reservatórios onde estão localizados os tanques-redes são (Schmittou, 1997):

- a) temperatura;
- b) oxigênio dissolvido;
- c) gás carbônico;
- d) pH;
- e) alcalinidade e dureza total;
- f) amônia;
- g) nitrito;
- h) gás sulfídrico;
- i) relação ente a quantidade de ração e a concentração de fitoplâncton;
- j) nutrição dos peixes, incluindo a relação entre proteína, aminoácidos e energia;
- k) métodos de arraçoamento;

- l) capacidade de troca d'água entre os tanques-redes e o reservatório, o que depende diretamente da malha e da forma do tanque-rede, da relação entre a área da tela em contato com a água e o volume útil, e da posição dos tanques-redes no reservatório.

Embora os fatores relacionados acima sejam importantes, a questão mais delicada e polêmica sobre a qualidade de água diz respeito aos efluentes gerados pela aquicultura. Nos grandes reservatórios onde são realizados cultivos de peixes em tanques-redes, a qualidade de água está diretamente relacionada ao consumo de ração pelos peixes cultivados, à taxa de conversão alimentar e ao tempo de retenção da água nesses ambientes. Diante disso, foram elaboradas algumas fórmulas teóricas para calcular a quantidade máxima de tanques-redes que pode ser implantada em um determinado lago ou reservatório, as quais se baseiam nas características da área do local, da espécie cultivada, do tipo de ração, da conversão alimentar e dos parâmetros de qualidade de água existentes no local. Porém, essas fórmulas devem ser adaptadas às espécies e às condições locais onde estão sendo realizados os cultivos. Nesse sentido, é indicado observar alguns princípios básicos referentes à qualidade de água, à manutenção e ao monitoramento dos sistemas de produção com relação aos seguintes fatores: manejo alimentar, temperatura da água e estratificação, oxigênio dissolvido e produtividade primária, e qualidade da água e estresse.

Manejo alimentar e qualidade de água

O manejo alimentar inadequado dos viveiros, tanques-redes ou outros sistemas de produção de peixes causa um grande acúmulo de fósforo, que se deposita no fundo e aumenta a atividade bacteriana nos sedimentos, podendo levar a uma condição anaeróbica na interface água-sedimento, resultando na produção de gás sulfídrico e gás metano, que são tóxicos para os peixes (Gross et al., 1997).

Com relação à questão nutricional é fundamental considerar que os restos da ração não consumida somada aos dejetos dos peixes cultivados causam uma série de alterações na qualidade da água e no equilíbrio ecológico dos reservatórios e também na área de influência do cultivo, como, por exemplo:

- a) o aumento da biomassa de outras espécies de peixes ao redor dos tanques-redes;
- b) o aumento de nutrientes na água;
- c) o aumento da demanda bioquímica de oxigênio;
- d) o aumento da concentração de sólidos suspensos;
- e) a redução do nível de oxigênio dissolvido;
- f) a redução do potencial de oxi-redução do sedimento do fundo em decorrência do acúmulo de ração depositada nesses ambientes;

- g) a diminuição da biodiversidade;
- h) prejuízo ao aqüicultor pelo desperdício de ração.

Uma parcela da ração que é oferecida aos peixes é consumida e transformada em proteína animal, peixe vivo, a qual é retirada dos viveiros e/ou dos tanques-redes no momento da despesca na forma de carbono, nitrogênio e fósforo, principalmente. Outra parcela da ração não é ingerida pelos peixes, e ainda uma última parcela da ração é transformada em fezes e metabólitos que vão se depositar no fundo desses ambientes, aumentando a concentração de matéria orgânica. Parte dessa matéria orgânica pode ser liberada desses ambientes na forma de dióxido de carbono, amônia e fósforo através do intercâmbio com a atmosfera na interface água e ar. Outra parcela significativa da matéria orgânica acumulada no fundo desses viveiros ou lagos é eliminada através das trocas de água. E finalmente, parte do gás carbônico, nitrogênio e amônia são adsorvidos pelo solo e pelo ar na forma de gás de nitrogênio e amônia (Boyd & Queiroz, 1997).

Em termos gerais o aumento das taxas de alimentação aumenta a produção de peixes de forma linear, enquanto a qualidade de água diminui exponencialmente. A produção de peixes ou de qualquer outro organismo aquático pode aumentar bastante através de uma oferta de ração mais elevada, entretanto, os problemas relacionados com a redução dos índices de qualidade da água poderão aumentar em uma proporção muito maior do que a produção (Boyd & Tucker, 1998). Para evitar problemas dessa natureza é fundamental determinar o ponto de equilíbrio entre o aumento da produção e a manutenção dos níveis aceitáveis de qualidade de água. As características do reservatório ou lago onde serão implantados os tanques-redes, a espécie que será cultivada e o tipo de manejo que será utilizado vão determinar qual será o ponto de equilíbrio ideal para o tipo de sistema de cultivo que se pretende implantar.

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. A quantidade de matéria orgânica existente nos viveiros ou reservatórios utilizados para a produção de peixes é proporcional ao aumento das taxas de alimentação. 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. O aumento da turbidez da água reduz a penetração da luz na coluna d'água, e limita a profundidade onde ocorre a fotossíntese. A redução da fotossíntese e o acúmulo de matéria orgânica no fundo desses ambientes aumenta a demanda bioquímica de oxigênio, causando a redução drástica e repentina na concentração de oxigênio dissolvido. Consequentemente, 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 fundo, a qual irá atuar como uma fonte potencial de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, dando origem a

eutrofização evidenciada pelo crescimento excessivo de fitoplâncton. Essa situação é bastante prejudicial porque durante o dia o fitoplâncton existente nesses ambientes produzirá uma grande quantidade de oxigênio dissolvido através do processo da fotossíntese, porém, durante a noite, esse processo se inverte, e ocorrerá um intenso consumo de oxigênio dissolvido, dando origem a uma grande produção de gás carbônico, provocando a diminuição do pH.

Por outro lado, parte da ração não consumida pelos peixes cultivados serve como fonte de alimento para outros peixes, predadores ou pássaros existentes no próprio local, podendo ocasionar desequilíbrios ambientais, além de aumentar a quantidade de nutrientes disponíveis na água e ocasionar a proliferação de microalgas. Finalmente, uma parte da ração não consumida pelos peixes permanece fixa no substrato do fundo ou no próprio tanque-rede, e pode servir como fonte de alimento para organismos que vivem no fundo desses ambientes ou na superfície da malha dos tanques-redes. Esse acúmulo de ração no fundo dos ambientes aquáticos aumenta a competição entre os organismos bentônicos, podendo alterar a composição dessas comunidades através da redução de determinadas espécies menos tolerantes a certas variações da qualidade de água, como também devido à competição alimentar.

O acúmulo de ração ou dos seus resíduos nos sedimentos do fundo dos lagos e reservatórios, oriundos da piscicultura em tanques-redes, poderá aumentar a deriva de sedimentos para outras áreas, devido às correntes de água existentes, como também causar alterações na biomassa dos organismos e peixes bentônicos, como a diminuição no número de espécies, a alteração do tamanho médio e a alteração dos índices de dominância e abundância nas áreas distantes dos cultivos.

Em um estudo citado por Schmittou (1997), foram avaliados três reservatórios para a produção de peixes, onde foram implantados vários tanques-redes de pequeno volume densamente estocados. Foram avaliados reservatórios com níveis diferentes de nutrientes na água: oligotrófico, mesotrófico e eutrófico. A transparência da água desses ambientes foi determinada com um do disco de Secchi e os valores encontrados foram respectivamente, 200 cm, 80 cm e 30 cm. A transparência da água nesse estudo estava diretamente relacionada à quantidade de nutrientes e à quantidade de microalgas existentes na água, as quais, dependiam da quantidade de ração que não estava sendo consumida pelos peixes mantidos nos tanques-redes. Esse estudo demonstrou a importância de um manejo alimentar adequado em ambientes ricos em nutrientes, eutróficos, com transparência da água entre 30 a 80 cm, onde a produtividade máxima não passou de 160 kg/peixe/m³, enquanto que no reservatório onde a transparência da água era superior a 200 cm, oligotrófico, a produtividade foi superior a 200 kg/peixe/m³.

Temperatura da água e estratificação

A temperatura da água influencia diretamente o rendimento dos sistemas de produção de organismos aquáticos, portanto, é fundamental obter informações precisas sobre o clima local e a hidrodinâmica dos reservatórios para decidir qual será o local mais indicado para a implantação dos tanques-redes. A temperatura da água nos grandes reservatórios pode sofrer variações em função da ocorrência de dias nublados, nos quais a redução da atividade fotossintética poderá diminuir a concentração de oxigênio dissolvido, e, em muitos casos, promovem a mortalidade em massa das microalgas (conhecida como *die off*). Outro fator é o resfriamento noturno, que diminui a temperatura da água superficial, ocasionando a estratificação da coluna d'água. Também influenciam a estratificação dos corpos d'água as estações do ano, os ventos, as calmarias e as chuvas.

Todos os fatores citados acima podem causar a estratificação térmica, e mantém uma relação direta com a penetração da luz solar na coluna d'água dos grandes reservatórios. A turbidez exerce uma influência direta sobre a penetração da luz solar na coluna d'água, e também sobre a estratificação, e pode estar relacionada com a quantidade de sólidos em suspensão ou com a densidade de fitoplâncton. Nos reservatórios muito profundos podem ocorrer variações constantes de temperatura causadas pela estratificação da coluna d'água, o que afeta diretamente a qualidade da água e a produção de peixes. A estratificação causa uma diferença significativa entre as densidades das camadas de água superficial, mais quente, e a de fundo, mais fria, ocasionando problemas de circulação na coluna d'água, e provocando variações bruscas nas concentrações de oxigênio dissolvido. A estabilidade da temperatura e a estratificação da coluna da água variam com a profundidade, portanto, em ambientes com profundidades menores que dois metros os problemas relacionados com a estratificação são raros, assim como, nos locais onde há ventos constantes a possibilidade de estratificação dos corpos d'água também é menor.

Oxigênio dissolvido e produtividade primária

As principais fontes de oxigênio dissolvido na água dos grandes reservatórios e lagos são: a fotossíntese, a difusão do ar através da interface ar e água, e a entrada de água nos reservatórios ou lagos. A concentração de oxigênio dissolvido nos grandes reservatórios depende diretamente dos seguintes fatores:

- a) presença de matéria orgânica e nutrientes;
- b) biomassa de macrófitas;
- c) densidade de fitoplâncton;
- d) quantidade de sólidos em suspensão;

- e) turbidez;
- f) grau de eutrofização do ambiente;
- g) taxa de renovação de água;
- h) supersaturação na camada eufótica;
- i) consumo de oxigênio durante à noite;
- j) variação na concentração de oxigênio dissolvido entre o dia e a noite.

De acordo com Boyd & Tucker (1998), a concentração de oxigênio dissolvido também varia com a altitude do local, com a temperatura e com a salinidade. No caso da água doce, se a temperatura aumentar de 15°C para 30°C em grandes altitudes (1.000 metros), a concentração de oxigênio dissolvido na água vai se reduzir de 8,6 mg/L para 6,6 mg/L. Nesses casos, a porcentagem de amônia-NH₃ aumenta com a elevação da temperatura e do pH. Isso significa que, durante à tarde, quando a temperatura da água está mais elevada e a fotossíntese mais intensa, ocorre um aumento significativo do pH, e, conseqüentemente, quase 90% do nitrogênio amoniacal será encontrado na forma ionizada NH₃, que é tóxica em concentrações na faixa de 0,6 a 2,0 ppm por curtos períodos de exposição para a maioria das espécies de peixes cultivadas.

A concentração de oxigênio dissolvido é a variável mais crítica nos sistemas de produção de peixes em tanques-redes em grandes reservatórios e está diretamente relacionada ao manejo e à alimentação. A redução brusca e repentina da concentração de oxigênio dissolvido é uma das principais causas da mortalidade de peixes em grandes reservatórios, devido não só a diminuição da sua concentração, como também em função do aumento na concentração de gás carbônico, diminuição do pH e elevação da concentração de nitritos, o que geralmente ocorre nos lagos e grandes reservatórios em dias nublados durante o verão. Nessas situações, esses fatores poderão comprometer a estabilidade ambiental e causar sérios riscos em decorrência do estresse causado nos peixes cultivados, podendo levá-los à morte.

Para manter os parâmetros físicos e químicos de qualidade de água numa faixa ideal, não se deve ultrapassar a capacidade máxima de suporte do ambiente. Devem-se também considerar os diversos aspectos fundamentais relacionados não só à qualidade da água, mas também com a nutrição, a genética, o tamanho dos tanques-redes e a localização da área de produção. Se a capacidade máxima de suporte for ultrapassada, a qualidade da água e a produtividade diminuem acentuadamente, afetando diretamente os peixes mantidos nos tanques-redes. Nesse sentido, é recomendável monitorar constantemente a qualidade da água e procurar manter os parâmetros físico-químicos dentro de alguns limites a fim de assegurar uma produção satisfatória de peixes nos tanques-redes (Tabela 1).

Tabela 1. Principais parâmetros físico-químicos de qualidade de água, suas freqüências de análise e seus limites mínimos adequados para a aqüicultura em tanque-rede (Boyd & Tucker, 1998).

<i>Parâmetro</i>	<i>Freqüência</i>	<i>Limite</i>
Temperatura	Diária	26-28 °C
OD	Diária	5-6 mg/L
DBO	Semanal	< 30 mg/L
pH	Diária	6-9
Alcalinidade Total	Semanal	> 20 mg (CaCO ₃)
Dureza Total	Semanal	> 10 mg (CaCO ₃)
Transparência	Diária	30-50 cm
Sólidos Totais Suspensos	Semanal	< 30 mg/L
Turbidez	Semanal	25-30 UNT
Condutividade	Mensal	< 1.000 µmol/cm ²
Fósforo Total	Mensal	< 0,5 mg/L
Fósforo Solúvel	Mensal	< 0,05 mg/L
Nitrogênio Total	Semanal	5-6 mg/L
Nitrogênio Amoniacal Total	Semanal	2-3 mg/L
Amônia	Semanal	< 0,5 mg/L
Nitrito	Semanal	< 0,5 mg/L

Qualidade de água e estresse

A diminuição da produtividade de peixes em tanques-redes em grandes reservatórios está diretamente relacionada a uma série de fatores físicos, químicos, biológicos e operacionais causadores de estresse, tais como (Schmittou, 1997):

- a) temperatura abaixo de 12°C e acima de 33°C;
- b) redução brusca e repentina da concentração de oxigênio dissolvido abaixo de 3,0 mg/L, ou em torno de 60% da saturação;
- c) pH abaixo de 5,5 e acima de 9,5;
- d) alcalinidade total abaixo de 20 ppm de meq de CaCO₃;
- e) dureza total abaixo de 10 ppm de meq de CaCO₃;
- f) tempo de retenção da água nos reservatórios, ou nos viveiros que interfere diretamente nas concentrações de amônia e nitrito, e que devem estar respectivamente abaixo de 0,02 ppm e 0,1 ppm;
- g) sistema de transporte de alevinos e a sanidade dos peixes;
- h) intensidade luminosa que deve ser inferior a 850 lux para embriões e pós-larvas;
- i) manejo dos tanques-redes (ruídos intensos, manuseio exagerado, utilização de produtos químicos contra parasitas, fungos e bactérias, anestésicos, etc.);
- j) densidade de estocagem (80 peixes/m³ ou biomassa máxima de 200kg/peixes/m³);
- k) localização e forma dos tanques-redes.

As causas mais comuns de estresse 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. Além disso, a utilização de densidades de peixes muito elevadas nos tanques-redes é outro fator causador de estresse e da redução da produtividade nesses sistemas de cultivo.

BPMs nas Pisciculturas em Tanques-redes

Recentemente foram desenvolvidos vários estudos por Boyd et al. (2000; 2003) nos EUA com os produtores de bagre-de-canal (*Ictalurus punctatus*) na região oeste do Estado do Alabama, com o objetivo de avaliar e recomendar uma série de BPMs. Algumas dessas BPMs podem ser aplicadas para a produção de peixes em tanques-redes, como, por exemplo:

Controle da erosão e do aporte de sedimentos nos viveiros e reservatórios

Justificativas

Apesar de não ser responsabilidade do aqüicultor se preocupar com a preservação do solo dos vales e das encostas adjacentes à sua propriedade, é fundamental que esse tipo de trabalho seja feito. A preservação do solo dessas áreas vai impedir que durante a época das chuvas ocorra um grande aporte de sedimentos nos lagos e reservatórios, afetando diretamente a qualidade da água desses ambientes.

Práticas

- Plantar grama nas áreas internas e externas dos diques dos viveiros sujeitos à erosão, como também nas encostas dos vales adjacentes aos lagos e reservatórios;
- Eliminar o fluxo excessivo de água proveniente das encostas das montanhas ou vales em direção aos lagos e reservatórios, a fim de reduzir o acúmulo de sedimentos nesses locais através da construção de terraços em curva de nível ou outro método que promova resultados similares;
- Posicionar os aeradores adequadamente para evitar erosão dos diques e do próprio fundo dos viveiros;
- Reutilizar os sedimentos do próprio viveiro, lagos ou reservatórios para reformar os diques e canais de abastecimento e drenagem;
- Construir valas e canais de drenagem com vegetação para reduzir a erosão;

Redução da carga orgânica

Justificativas

O fitoplâncton é o maior responsável pela produção de matéria orgânica nos viveiros e reservatórios onde estão instalados os tanques-redes. Portanto, a abundância de fitoplâncton pode ser utilizada como um indicador da quantidade de nitrato disponível nos ambientes aquáticos, sendo que as taxas de produtividade primária indicam a quantidade de fitoplâncton existente nesses ambientes, o que em outros termos significa uma estimativa da abundância da quantidade de matéria orgânica fixada pela fotossíntese, e geralmente são expressas em gramas de carbono fixadas por m^2/dia . As estimativas da abundância de plâncton são usadas freqüentemente para avaliar o efeito das práticas de manejo dos viveiros e dos reservatórios sobre as comunidades de fito e zooplâncton. Em geral, conforme aumenta a concentração de clorofila-a, a abundância do fitoplâncton também aumenta, sendo que os viveiros e os reservatórios onde está sendo realizada a produção intensiva de organismos aquáticos, freqüentemente possuem concentrações de 50 a 200 $\mu g/L$ (Boyd & Tucker, 1992).

Por outro lado, a diminuição do potencial de oxi-redução do sedimento do fundo dos lagos e reservatórios onde é praticado o cultivo de peixes em tanques-redes, quando mal dimensionado, é uma conseqüência direta da grande carga de matéria orgânica depositada nesses ambientes e da redução da quantidade de oxigênio dissolvido no solo. Isso ocasiona a redução do processo de mineralização da matéria orgânica, interfere na liberação de nutrientes do sedimento de fundo, induz à redução da produtividade primária, provoca a oscilação na quantidade de fitoplâncton (*die off*) e, finalmente, exerce uma influência direta sobre a alteração dos parâmetros físicos e químicos de qualidade de água desses ambientes, causando estresse nos peixes e aumento da mortalidade.

Práticas

- Trabalhar com densidades e taxas de alimentação razoáveis de acordo com a capacidade suporte dos ambientes aquáticos, ou dos sistemas de produção onde estão sendo criados os peixes em tanques-redes, e adotar um sistema de avaliação de consumo de ração efetivo, a fim de alimentar os peixes somente com o estritamente necessário;
- Respeitar a capacidade máxima de suporte de um lago ou reservatório em função das taxas de alimentação expressa em kg de ração/ha/dia. Em reservatórios onde não existe renovação de água e aeração, o consumo máximo de ração deverá ser entre 10 e 30 kg/ha/dia. Usar fertilizantes para

promover o aumento de fitoplâncton somente em viveiros, e não em grandes reservatórios onde não é possível controlar o crescimento do fitoplâncton;

Conservação dos recursos hídricos

Justificativas

Lagos ou reservatórios utilizados para a produção de peixes em tanques-redes localizados em áreas próximas à fazendas onde se utilizam sistemas de produção agropecuária intensivos devem ser evitados. Sistemas de produção agropecuária intensivos exigem a aplicação freqüente de altas doses de fertilizantes e agrotóxicos, além do uso de rações comerciais com altas concentrações de proteína e estimuladores de crescimento. Portanto, áreas onde o relevo é acidentado e onde não existe preocupação com a preservação do solo, sérios problemas podem ocorrer durante períodos de chuvas muito intensas. Essas chuvas podem transportar uma grande quantidade de matéria orgânica, agrotóxicos, sólidos em suspensão e também cobre e zinco para os lagos e reservatórios localizados nas adjacências dessas áreas, provocando grandes prejuízos para os aqüicultores.

O cobre e o zinco são freqüentemente utilizados na formulação de rações, e atuam como estimuladores do crescimento para suínos e aves, sendo que em concentrações acima de 0,05 ppm são tóxicos e grandes causadores de estresse (Wedmeyer, 1976). Para evitar prejuízos dessa natureza é preciso que haja uma preocupação maior com as atividades agropecuárias, industriais e urbanas, que estão sendo desenvolvidas próximas aos grandes reservatórios onde está sendo praticada a produção de peixes em tanques-redes. Medidas de preservação ambiental relacionadas à proteção do solo em áreas de relevo montanhoso e a ocorrência de chuvas fortes são indispensáveis para a preservação dos recursos hídricos dessas regiões.

Práticas

- Avaliar os possíveis impactos ambientais das atividades industriais, urbanas e agropecuárias desenvolvidas nas áreas adjacentes aos lagos e reservatórios onde está sendo realizada a produção de peixes em tanques-redes.
- Evitar colocar os tanques-redes em ambientes com uma densidade muito alta de fitoplâncton, e também em locais onde a turbidez é muito elevada, a fim de evitar que as concentrações de oxigênio dissolvido variem drasticamente em curtos intervalos de tempo
- Usar a água dos poços para abastecimento dos viveiros ou dos reservatórios ponderadamente;

- Evitar o uso de estruturas de drenagem para troca de água do fundo dos viveiros, de modo a impedir a eliminação dos sedimentos do fundo desses locais com uma concentração muito grande de fósforo;
- Evitar a drenagem durante o final da despesca e, se possível, reutilizar a água para abastecimento de outros viveiros e reservatórios;
- Evitar a obstrução da abertura da malha (colmatação) dos tanques-redes devido ao acúmulo de algas ou outros organismos, que prejudicam a troca de água entre o ambiente e o interior dos tanques-redes, prejudicando dessa forma o desenvolvimento dos peixes por promover uma redução na concentração de oxigênio dissolvido no seu interior e um acúmulo de metabólitos indesejáveis.

Considerações Finais

A piscicultura apresenta-se como uma importante fonte de proteína animal para atender a crescente demanda por carne de peixe, implicando no aumento da produção, o que poderá gerar uma série de impactos ambientais caso o manejo dos sistemas de produção aquícolas não for realizado de uma forma criteriosa e racional. Com o incentivo que a piscicultura em tanques-redes vem recebendo dos setores públicos e privados, em especial pelo Decreto N°4.895, sancionado pelo Presidente da República, juntamente a Instrução Normativa Interministerial N°8, entre o Ministério da Aqüicultura e Pesca e o do Meio Ambiente, que dispõe sobre a autorização do uso de água públicas para a aquíicultura e estabelece diretrizes para a implantação de parques aquícolas, respectivamente, pode-se vislumbrar o grande futuro que a aquíicultura terá em nosso País.

No Brasil, a despeito do grande potencial que representam os seus quase seis milhões de hectares de águas represadas nos açudes e grandes reservatórios, construídos principalmente com a finalidade de geração de energia hidroelétrica, a produção comercial de peixes em tanques-redes está apenas começando. Para que este desenvolvimento seja realizado de forma sustentável, faz-se necessário a utilização de Boas Práticas de Manejo (BPMs) a fim de garantir não só a credibilidade da atividade, como também o uso sustentável dos recursos hídricos pela aquíicultura. Nesse sentido, a escolha de um local adequado para a implantação dos tanques-redes está intimamente relacionada com a qualidade do ambiente. Portanto, além dos fatores técnicos relacionados com a qualidade da água na escolha e dimensionamento de um projeto ou parque aquícola, o local selecionado não deve ter suas características mais marcantes alteradas, de modo que possa ser mantida a sua compatibilidade com os processos ecológicos que ocorrem nesses locais a fim de permitir, por exemplo, a conservação das áreas

naturais de reprodução e de crescimento dos peixes nativos, de forrageamento das aves paludícolas ou da vida dos répteis e mamíferos aquáticos.

Incentivando-se a implantação e o desenvolvimento da piscicultura em tanques-redes de forma organizada e sustentável com base nas Boas Práticas de Manejo (BPMs) será possível incrementar consideravelmente a produção brasileira de pescado, criando, dessa forma, condições para a expansão e consolidação da fase de industrialização, as quais poderão posicionar o Brasil como um dos maiores produtores mundiais de peixes.

Agradecimentos

Agradecemos aos colegas Agostinho Carlos Catella, Márcia Divina de Oliveira e Débora Karla Silvestre Marques pela criteriosa correção e pelas sugestões extremamente pertinentes feitas ao texto original, que em muito contribuíram para a elaboração desse trabalho.

Referências Bibliográficas

- BOYD, C. E.; QUEIROZ, J. F. Aquaculture pond effluent management. **Aquaculture Asia**, v. 2, n. 2, p. 43-46, Apr./Jun., 1997.
- BOYD, C. E.; QUEIROZ, J. F.; LEE, J. Y.; ROWAN, M.; WHITIS, G. N.; GROSS, A. Environmental assessment of channel catfish *Ictalurus punctatus* farming in Alabama. **Journal of the World Aquaculture Society**, Auburn, v. 31, n. 4, p. 511-544, 2000.
- BOYD, C. E.; QUEIROZ, J. F.; 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**. Alabama: Alabama Catfish Producers, Mar., 2003. p. 3-38. (Special Report nº1 for Alabama Catfish Producers).
- BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. **Pond aquaculture water quality management**. Boston: Kluwer Academic, 1998. 700 p.
- BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. **Water quality and pond soil analyses for aquaculture**. Auburn: Auburn University-Alabama Agricultural Experimental Station, 1992. 183 p.
- CICHRA, C. E.; MASSER, M. P.; GILBERT, R. J. **Fee fishing - location: site development and other considerations**. Overton: Southern Regional Aquaculture Center, 1994. 6 p. (SRAC Publication, 482).
- COMITÊ das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí. **Relatório de situação dos recursos hídricos**. [S.l.]: Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí, 1996. 65 p.
- CSAVAS, I. Aquaculture development and environmental issues in developing countries of Asia. In: ILCARM CONFERENCE, 31., 1993, Manila, Philippines.

Environment and aquaculture in developing countries: Proceedings. Manila: ICLARM, 1993. p. 75-103. (Editado por R.S.V. Pullin, H. Rosenthal e J.L. Maclean).

GOLDBERG, R.; TRIPLETT, T. **Murky waters: environmental effects of aquaculture in the United States.** Washington: Environmental Defense Fund, 1977. 196 p.

GROSS, A.; BOYD, C. E.; LOVELL, R. T. Phosphorus budgets for channel catfish ponds receiving diets with different phosphorus concentrations. **Journal of the World Aquaculture Society**, Auburn, v. 29, p. 31-39, 1997.

SÃO PAULO. Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. Departamento de Águas e Energia Elétrica. Assessoria Técnica/Divisão de Planejamento e Outorga. **Plano diretor de captação de água para abastecimento público nas bacias dos rios Piracicaba e Capivari.** São Paulo: Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras, 1997. Não paginado.

SÃO PAULO. Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Consórcio Intermunicipal das Bacias dos rios Piracicaba e Capivari e Plano diretor de captação de água para abastecimento público nas bacias dos rios Piracicaba e Capivari.** São Paulo: Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras, 1992. 194 p.

SCHMITTOU, R. H. **Produção de peixes em alta densidade em tanques rede de pequeno volume.** Campinas: Mogiana Alimentos, 1997. 78 p. (Editado por S.R.C. Coelho).

WEDMEYER, G. A., MEYER, F. P.; SMITH, L. Environmental stress and fish disease. In: SNIESKO, S. F.; AXELROD, H. R. (Eds.). **Book V of disease of fishes.** Neptune City, NJ: T.F.H. Publishers, 1976. Não paginado.



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal***
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Rua 21 de setembro, 1880 - Caixa Postal 109

CEP 79320-900 - Corumbá-MS

Telefone: (67)233-2430 - Fax (67) 233-1011

<http://www.cpap.embrapa.br>

e-mail: sac@cpap.embrapa.br



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação Ambiental***

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Rod. SP 340, Campinas/Mogi Mirim, km 127,5 - Caixa Postal 69

CEP 13.820-000 Jaguariúna-SP

Telefone: (19) 3867-8700 Fax (19) 3867-8740

<http://www.cnpma.embrapa.br>

e-mail: sac@cnpma.embrapa.br

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento