

Bases técnico-científicas para apoiar a regulamentação ambiental da aquicultura em águas da União

Fernanda Garcia Sampaio¹, Consuelo Marques da Silva², Daercy Maria Monteiro de Rezende Ayroza³, Clóvis Ferreira do Carmo⁴, Daniela Ferraz Bacconi Campeche¹, Gilberto Caetano Manzoni¹ e Juliana Lopes da Silva¹.

¹Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; ²Consultora especialista em monitoramento ambiental; ³Instituto de Pesca, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento; ⁴Universidade do Vale do Itajaí - Escola do Mar, Ciência e Tecnologia; ⁵Coordenadora de Aquicultura em Águas da União da Secretaria Especial da Aquicultura e da Pesca da Secretaria Geral da Presidência da República.

O esforço de reunir trabalhos científicos realizados em território nacional na temática do monitoramento ambiental da aquicultura resultou em um material ímpar para subsidiar diferentes aspectos da política de ordenamento da aquicultura em águas da União. Os dados coletados também fornecem base para nortear analistas de meio ambiente nos processos de licenciamento ambiental e produtores na gestão e manejo dos seus empreendimentos. A compilação dos dados científicos é ainda instrumento orientador para embasar a continuidade das pesquisas nesta temática.

Pesquisadores de mais de 40 instituições apresentaram seus resultados compilados em 30 textos. Os dados foram obtidos em projetos já desenvolvidos ou em desenvolvimento, e que em sua maioria foram publicados no formato científico, sendo agora apresentados de forma resumida, em uma linguagem mais técnica, para tornar as informações acessíveis ao público e aplicáveis ao monitoramento ambiental da aquicultura.

Os trabalhos estão apresentados em dois capítulos: um de piscicultura em tanque-rede em reservatórios e açudes, e o outro de maricultura, com informações sobre piscicultura, mitilicultura, ostreicultura e algicultura. A maior parte dos trabalhos foram realizados em pisciculturas continentais, porém, não necessariamente refletem a distribuição das pesquisas no Brasil, pois não foram consultados todos os grupos existentes. Muitos desses trabalhos foram realizados por longos períodos, havendo pesquisas executadas há mais de 10 anos.

Os capítulos são iniciados com um resumo sobre as principais condicionantes solicitadas nas licenças ambientais de parques aquícolas. Nas tabelas apresentadas por Mignani et al. (p. 11 e 63) são compiladas as variáveis estabelecidas na Resolução CONAMA N° 357/2005, na Resolução CONAMA N° 413/2009 e alguns parâmetros específicos de Órgãos Estaduais de Meio Ambiente (OEMAs).

ESTRATÉGIAS DE MONITORAMENTO

Foram apresentadas diversas estratégias de monitoramento ambiental da aquicultura (Figura 1). A maioria dos trabalhos utilizou variáveis de qualidade da água, sendo que alguns pesquisadores aplicaram o Índice de Estado Trófico (IET), ferramenta já estabelecida para avaliação de impacto no monitoramento de corpos hídricos. Também foram relatados artigos com avaliação de impactos no sedimento, nos organismos bentônicos, na ictiofauna, na comunidade zooplactônica e com avaliação dos efeitos da sazonalidade e/ou da alteração do volume útil dos reservatórios. Outros estudos envolveram uso de sensoriamento remoto, avaliação da sustentabilidade do sistema produtivo, regularização e ocupação adequada dos empreendimentos, aspectos sociais, autodiagnóstico e influência de variáveis meteorológicas.

Piscicultura em tanque-rede em reservatórios e açudes - a maioria dos dados de monitoramento são provenientes de estudos realizados em criações de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com exceção de uma pesquisa realizada na produção de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e outra na de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Regionalmente, os trabalhos estão concentrados no Sudeste, com dados de São Paulo e Minas Gerais, e no Nordeste com resultados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte. Somente dois trabalhos foram executados no Centro Oeste, em Tocantins, e um no Sul, no Paraná.

a) Qualidade da água:

Em relação às estratégias de monitoramento, grande parte das pesquisas compara as áreas de produção de peixes com áreas sem produção (controle). O monitoramento normalmente foi realizado com base na qualidade da água, utilizando sondas multi-paramétricas, ou coleta de amostras para posterior análise da concentração de nutrientes em laboratório.

Santos et al. (p. 13) não verificaram influência da piscicultura em parâmetros como o pH, oxigênio dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio e clorofila-a no reservatório de Itaparica (PE). Campeche et al. (p. 23) não encontraram diferença em parâmetros de qualidade da água quando comparados os pontos a montante, jusante e no centro da área de produção de uma piscicultura no reservatório de Sobradinho (BA). Sampaio, E. et al. (p. 41) demonstraram que a piscicultura não alterou os parâmetros estabelecidos na Resolução CONAMA N° 413/2009, as variáveis mantiveram-se dentro dos limites definidos na Resolução CONAMA N° 357/2005 e não houve alteração do IET, quando avaliadas em áreas sob influência de Parques Aquícolas no reservatório de Três Marias (MG). O mesmo foi encontrado por Matos et al. (p. 31) no monitoramento de piscicultura no reservatório do Lajeado (TO), cujos resultados se enquadraram nas recomendações. Os autores afirmaram que pelo fato do IET se apresentar elevado tanto na área de produção como no controle "[...] é possível afirmar que a aquicultura não apresentou impactos significativos no corpo hídrico".

Ayroza et al. (p. 37), que monitoram pisciculturas no estado de São Paulo há mais de dez anos, detectaram aumento no teor de nutrientes em algumas áreas aquícolas, mas sem o aumento de eutrofização, caracterizando o "[...] baixo impacto da atividade nos moldes que é praticada atualmente".

Cunha et al. (p. 15) concluíram que a piscicultura monitorada no reservatório de Itaparica (PE) provocou perturbações de baixa intensidade na qualidade da água sem, entretanto, comprometer o ambiente aquícola. Afirmaram ainda, que "[...] a área do reservatório no qual está instalada a piscicultura foi eficiente na capacidade de assimilação das perturbações na qualidade de água provocadas pelo processo de produção atualmente empregado".

Crispim et al. (p. 17), monitorando pisciculturas no açude do Carneiro (PB), verificaram que "[...] nas proximidades dos tanques-rede havia uma maior densidade de organismos zooplactônicos e maior diversidade de rotíferos, que são um grupo de animais que desenvolvem mais em ambientes mais eutrofizados". Os autores que encontraram elevadas concentrações de fósforo nas áreas monitoradas, apontaram que os índices elevados também ocorreram nas áreas controle. De maneira que, ou os corpos hídricos já apresentavam elevados teores de fósforo, ou existiam outras fontes que elevaram os níveis de fósforo destes ambientes, além da piscicultura. Também, Benassi et al. (p. 35), no monitoramento ambiental de parques aquícolas no reservatório de Itaipu, afirmaram que em uma das áreas monitoradas os teores de fósforo já eram elevados devido às cargas de outras fontes.

Alguns autores questionaram a efetividade do monitoramento ambiental com base nos parâmetros usualmente utilizados. Melo Junior e Dias (p. 21) apontaram, de forma interessante, que a análise da água superficial não demonstra a realidade que demanda o monitoramento da atividade de piscicultura. Os autores relataram ainda que "[...] verificou-se que a concentração de OD da superfície está, em sua maioria, em conformidade com a legislação ambiental, porém o hipolimnio apresenta sinais de perturbação ou impacto ambiental". Parece, entretanto, que muitas das variáveis aplicadas para o monitoramento não vêm sendo efetivas para apoiar o diagnóstico dos possíveis impactos e desta forma indicar medidas corretivas se necessário.



Figura 1. Principais variáveis utilizadas como ferramenta no monitoramento ambiental da aquicultura no Brasil.

Sampaio, F. et al. (p. 47) questionaram a efetividade do monitoramento limnológico em baixa frequência, uma vez que amostras mensais, quando comparadas a perfis amostrais coletados em uma alta frequência, a cada 10 minutos diários, levaram a conclusão que a baixa frequência cria perfis inadequados de variáveis como pH e OD.

Torigoi et al. (p. 60), ao apresentarem reflexões sobre o monitoramento, questionaram aspectos, como a definição de áreas antes e após os empreendimentos. Os autores ressaltaram a dificuldade em se compreender e definir a origem dos impactos, questionando os modelos de monitoramento com base no estabelecido nas Resoluções CONAMA N° 413/2009 e 357/2005.

b) Sedimento:

Apesar de muitos trabalhos avaliarem aspectos limnológicos e a concentração de nutrientes na água, alguns grupos de pesquisa já vêm se dedicando a avaliarem o sedimento das áreas de produção como forma de verificar a influência da piscicultura.

Cunha et al. (p. 15) apontaram como um desafio para o monitoramento da atividade o monitoramento do sedimento para compreender o impacto da taxa de sedimentação da piscicultura. Ayroza et al. (p. 37) relataram que não foi evidente a interferência das pisciculturas no sedimento superficial, uma vez que os resultados foram mais associados as características dos compartimentos do reservatório.

Por outro lado, Cardoso et al. (p. 43) relataram que o acúmulo de dejetos no fundo, junto ao sedimento, resultou em depleção drástica da concentração de oxigênio dissolvido nas camadas mais profundas sob os tanques-rede no reservatório de Três Marias (MG). Para minimizar os impactos, os autores sugerem “[...] realocar os empreendimentos aquícolas para áreas com maiores taxas de renovação ou movimentação de água, de forma a evitar os efeitos negativos de acúmulo de dejetos no sedimento”. Nogueira da Silva et al. (p. 27) avaliaram o sedimento nas áreas de produção do reservatório de Itaparica (PE) e observaram “[...] aumento de compostos orgânicos no sedimento, principalmente sob as pisciculturas”. Nogueira da Silva et al. (p. 27) sugerem a “[...] inserção da análise do sedimento no monitoramento das pisciculturas, ao menos no centro, em termos de matéria orgânica e fósforo”.

Cunha et al. (p. 15) afirmaram haver uma relação direta entre o número de tanques-rede e a taxa de sedimentação e deposição no fundo dos reservatórios. Da Silva et al. (p. 29) apontaram que a piscicultura nos reservatórios de Santa Cruz e de Umari (RN) elevaram a sedimentação de nutrientes nos açudes.

Ressalta-se que as Resoluções COMANA N° 413/2009 e 357/2005 não incluem o monitoramento do sedimento nos parâmetros sugeridos, porém podemos encontrar no material listado por Mignani et al. (p. 11) que em alguns estados o monitoramento do sedimento já é solicitado.

c) Sazonalidade, profundidade e mudanças climáticas:

Ao deixarmos de focar somente nos aspectos relacionados à qualidade da água e sedimentos nas

áreas sob influência das pisciculturas, nos chamam a atenção os resultados relacionados aos efeitos das alterações climáticas e da sazonalidade no impacto ambiental e na gestão produtiva da atividade. Muitos trabalhos destacaram o efeito da diminuição do volume útil dos reservatórios, ou mesmo das alterações decorrentes do período de chuva ou estiagem, na alteração dos impactos da aquicultura.

Carvalho et al. (p. 39), que avaliaram aspectos limnológicos em pisciculturas no reservatório de Ilha Solteira, comprovaram aumento de pH na comparação entre período chuvoso e seco. Campeche et al. (p. 23) demonstraram haver diferença nos parâmetros de qualidade da água monitorados entre período seco e chuvoso. Sampaio, F. et al. (p. 45) destacaram haver maior influência da sazonalidade do que da própria piscicultura nas variáveis limnológicas avaliadas, dificultando o monitoramento da atividade. Nogueira da Silva et al. (p. 27) verificaram diferenças na concentração de nutrientes nas áreas de piscicultura, além de variações em função da sazonalidade, apontando ainda para a possibilidade de aporte de nutrientes oriundos das margens do reservatório. Os autores, que monitoraram pontos de piscicultura no reservatório de Itaparica (PE), afirmaram que “[...] as altas concentrações do fósforo total no período de estiagem, podem estar relacionadas à redução da vazão afluente do reservatório Itaparica”. Matos et al. (p. 31), afirmaram que as alterações na trofia observadas no reservatório do Lajeado (TO) são muito mais referentes ao período de seca e chuva, do que especificamente à influência da piscicultura.

Nogueira da Silva et al. (p. 25), utilizando modelagem hidrológica, verificaram que a redução da vazão no reservatório de Itaparica (PE) para valores abaixo da vazão mínima ecológica estabelecida no Plano da Bacia Hidrográfica do São Francisco, potencializou a concentração do fósforo no sedimento. Os autores ressaltaram a relação do impacto da piscicultura e a alteração da vazão, indicando a necessidade de “[...] rever os modelos utilizados atualmente para a emissão de outorgas de uso para a aquicultura, considerando as oscilações de vazão e cenários climáticos, principalmente nas regiões semiáridas”.

Outro ponto recorrente nos desafios apontados nos trabalhos está relacionado ao uso e ocupação dos reservatórios e açudes pela piscicultura, que parece ser de extrema relevância tanto para o ordenamento quanto para a gestão dos empreendimentos e, de certa forma, relacionado diretamente às variações climáticas. Cardoso et al. (p. 43) apontaram que os maiores impactos da piscicultura no reservatório de Furnas (MG) foram observados em áreas de produção não regularizadas, pois normalmente estes empreendimentos ocupam locais impróprios para o cultivo, como relatado para o reservatório de Três Marias (MG). Foram observadas a ocorrência de “[...] redução das concentrações de OD em camadas mais profundas da água sob os tanques-rede, em determinadas áreas de produção consideradas impróprias”, achados também apontados por Melo Junior e Dias (p. 21). Os autores ressaltam a necessidade de zoneamento dos reservatórios, com base em mapas de exclusão de áreas inaptas e definição de locais com maior favorabilidade à prática da aquicultura. Nogueira da Silva et al. (p. 27) também indicaram a necessidade de regularização das pisciculturas como fator imprescindível para diminuir o impacto ambiental.

Sampaio, F. et al. (p. 45) verificaram maior impacto da atividade em áreas rasas, demonstrando a importância de implantação de cultivos em locais que tenham profundidade e circulação adequadas.

Da Silva et al. (p. 29) sugerem levar em consideração a disponibilidade hídrica e a ocorrência de estiagem prolongada na região do semiárido para se definir a sustentabilidade da piscicultura em tanques-rede, demonstrando a importância desses fatores.

Em estudo realizado por Packer et al. (p. 55) o período de seca e a diminuição do volume útil foram apontados como fatores de maior impacto na emissão de metano (CH₄) ebulitivo no reservatório de Furnas (MG). Nesse trabalho, realizado em Chavantes (SP) e no Castanhão (CE), verificou-se que as características dos reservatórios foi o fator de maior impacto na emissão de dióxido de carbono (CO₂), quando comparado ao cultivo de peixes.

d) Novas estratégias:

Aspectos meteorológicos também têm sido utilizados como ferramenta para o monitoramento ambiental da aquicultura. Araújo et al. (p. 51) apontaram para os efeitos da frente fria na qualidade da água e na estratificação térmica e suas implicações no manejo produtivo das pisciculturas. Melo Junior et al. (p. 19) sugeriram a utilização de parâmetros meteorológicos para apoiar a tomada de decisão em processos de gestão de pisciculturas. Os autores elaboraram um protocolo de monitoramento que somado ao fornecimento de instrução limnológica, possibilitou a identificação de sinais atmosféricos e limnológicos de ocorrência de turbulência e a transferência dos tanques-redes para outras áreas, evitando mortalidade em massa de peixes. Como resultado propuseram o uso de ferramenta de dados meteorológicos em tempo real com a associação de dados ambientais para prever ou alertar a ocorrência de circulação vertical turbulenta. Da Silva et al. (p. 29) registraram a necessidade da inclusão das condições climáticas e hidrológicas no momento da avaliação da sustentabilidade da piscicultura. Melo Junior et al. (p. 19) sugeriram que seja considerado o padrão de circulação vertical e suas variações na escolha de melhores ambientes para a instalação da piscicultura em tanques-rede.

Nos textos, destacam-se também o uso das imagens de satélite, permitindo um macro monitoramento dos impactos. No trabalho de Leão et al. (p. 49) foi considerado satisfatório o uso de imagens coletadas pelo sensor OLI, como forma de monitorar os impactos da piscicultura no reservatório de Furnas (MG). A utilização desta ferramenta pode ser expandida para outros reservatórios, sendo considerada um recurso capaz de proporcionar uma visão ampla do uso dos reservatórios pela piscicultura ou por outras atividades produtivas.

Grande parte dos trabalhos foram apresentados no semiárido brasileiro e seus resultados indicaram algumas questões preocupantes para o desenvolvimento sustentável da piscicultura nesta região. Crispim et al. (p. 17) apontaram a tendência de eutrofização destes ambientes, que pode ser potencializada pela presença das pisciculturas. Os autores sugeriram o uso da biorremediação, como por exemplo, o uso de biofilme, servindo como compensação ambiental do aporte de nutrientes. Da Silva et al. (p. 29) alertaram que "[...] para a avaliação da sustentabilidade da criação de peixes em tanque-rede em reservatórios do semiárido deve levar em consideração as condições climáticas e hidrológicas a que estes ambientes aquáticos estão submetidos, visando a preservação dos escassos recursos hídricos que precisam ser usados para múltiplos usos, especialmente para o consumo humano". Melo Junior et al. (p. 19 e 21), por outro lado, propuseram estratégias de monitoramento e gestão ambiental para melhorar as condições das pisciculturas, evitando perdas e mortalidades em massa. Nos apontamentos, destaca-se a importância de novas políticas públicas para a regulamentação do ordenamento da piscicultura no semiárido, em função dos múltiplos usos e das características sazonais destes corpos hídricos.

MARICULTURA

No capítulo da aqüicultura marinha, os trabalhos estão concentrados em Santa Catarina, sendo em sua maioria, referentes a malacocultura, com apenas um trabalho de algicultura. Existem ainda trabalhos no estado de São Paulo, com ostreicultura, e, fora deste eixo, houve somente um trabalho de piscicultura marinha no Rio de Janeiro e um de algicultura no Ceará.

De maneira geral, os resultados relacionados com a malacocultura comprovaram que os cultivos, no atual estado de desenvolvimento, não estão alterando os parâmetros hidrobiológicos solicitados nas resoluções do CONAMA (357/2005 e 413/2009). Barbieri e Henriques (p. 82) concluíram que o cultivo de ostras em Cananéia (SP) não causou incremento significativo nas concentrações de amônia, nitrato e nitrito, em relação aos valores estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 357/2005 para águas salobras da Classe 1. Esses estudos enfocam o impacto da qualidade da água do cultivo na produção e na qualidade do alimento, uma vez que são atividades produtivas que não utilizam insumos como ração.

Estudo conduzido por Mignani et al. (p. 76) concluiu que os altos índices de coliformes fecais termotolerantes possivelmente estão associados ao aumento do turismo na região e às águas carregadas por lixiviação. Souza e Garbassa (p. 68) afirmaram que o parâmetro coliforme fecal não é adequado para o monitoramento do cultivo de moluscos "[...] Os resultados evidenciaram que os níveis de coliformes em fazendas marinhas servem como um bom indicador dos níveis de poluição fecal que atingem essas áreas, em SC principalmente aquela gerada pelas cidades. Porém, esse parâmetro não serve como indicador dos impactos ambientais causados pelo cultivo de moluscos. Coliformes são bactérias que indicam a presença de fezes de animais de sangue quente, que não é o caso dos bivalves".

O monitoramento de coliformes termotolerantes, em especial *E. coli*, integram os parâmetros elencados tanto na Resolução CONAMA N° 413/2009 como na Resolução CONAMA N° 357/2005 (Mignani et al. p. 64). Contudo, é importante destacar que esse parâmetro deve ser monitorado nos moluscos e nas áreas de cultivo, não para avaliação de impacto, mas para certificação dos moluscos cultivados. De acordo com a Instrução Normativa 7/2012, este parâmetro em conjunto com biotoxinas originárias de microalgas estabelecem critérios de retirada dos moluscos das áreas de cultivo para o consumo humano.

A abordagem multidisciplinar apresentada por Manzoni et al. (p. 72) possui uma série de resultados de monitoramento do cultivo de moluscos marinhos na Enseada da Armação do Itapocorói (SC). Foram considerados além dos parâmetros exigidos nas resoluções CONAMA, outros que forneceram indicações da interface sedimento-água, depósito da maior parte dos resíduos originários do cultivo de moluscos, e que segundo os autores merecem uma atenção especial.

Para o monitoramento de parâmetros físico-químicos e clorofila-a na água não foram verificados impactos comparando com áreas controle. O material particulado em suspensão, sob influência do cultivo, da sazonalidade e hidrodinâmica local, produziu um aumento na taxa de sedimentação. O compilado de estudos apresentados por Manzoni et al. (p. 72) indica que os cultivos estão de fato contribuindo com a taxa de sedimentação no ambiente, destacando que os maiores valores foram observados próximos ao fundo. Resultados demonstram que "[...] apesar das estruturas e os organismos cultivados estarem contribuindo na taxa de sedimentação isso parece não interferir na concentração dos nutrientes dissolvidos na água. Mesmo os parâmetros monitorados estando dentro dos limites estabelecidos pela Resolução 357, os

cultivos parecem contribuir na alteração da qualidade da água da Enseada, porém de maneira gradual e lenta". O grupo de pesquisadores reforça a necessidade de avaliar além dos parâmetros na coluna d'água, conforme preconiza a Resolução do CONAMA N° 357/2005, dados da interface sedimento e água nos locais com e sem cultivos de moluscos.

Landuci et al. (p. 66) apontaram para efeitos mínimos ambientais na qualidade da água na área de produção de bijupirá (*Rachycentron canadum*) no litoral Sul do Rio de Janeiro quando comparados os dados obtidos com o estabelecido na Resolução CONAMA N° 357/2005 ressaltando que os impactos foram maiores quando utilizados alimentos úmidos em comparação ao extrusado.

Outro grupo importante de resultados refere-se às pesquisas com algas. Hayashi e Santos (p. 86) sugeriram critérios para o monitoramento ambiental da espécie *Kappaphycus alvarezii*, de forma a garantir um cultivo seguro da espécie exótica na litoral brasileiro. São destaques do trabalho o diagnóstico do baixo risco de estabelecimento da espécie em Santa Catarina e a sugestão de "[...] propor um protocolo de monitoramento ambiental a ser realizado pelo produtor que desejar cultivar alga, que seja, ao mesmo tempo, factível de ser conduzido por eles e que atenda, minimamente, as exigências dos órgãos ambientais".

Além disso, Valenti et al. (p. 84) apresentaram resultados preliminares de um estudo que avaliou a taxa de sedimentação de materiais em suspensão e concentração de nutrientes em cultivo experimental da *Hypnea pseudomusciformis* na praia de Flecheira (CE). Os autores concluíram que "[...] o cultivo de macroalgas pode ser considerado uma atividade que não altera significativamente a qualidade da água nessa escala de produção". O grupo destaca ainda que a área estudada apresentou concentração de nutrientes acima do limite estabelecidos para a Classe I, porém "[...] para fins de licenciamento, é importante que haja consideração das particularidades do corpo hídrico em que o empreendimento aquícola será instalado, para que o mesmo não modifique o ambiente a ponto de afetar sua resiliência. Se for considerado o parâmetro da Resolução, não seria possível qualquer atividade aquícola marinha naquela região. Portanto, há o desafio de se adequar a regulamentação para licenciamento ambiental de atividades aquícolas marinhas no Brasil".

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Trabalhos destacam claramente a problemática da instalação da piscicultura em pequenos açudes no semiárido, da influência da diminuição do volume útil dos reservatórios no impacto da atividade e a importância na escolha do local de instalação dos empreendimentos de modo a não causar impactos substanciais.

Dentre o conjunto de desafios apontados para o monitoramento da aqüicultura está a necessidade de se avaliar o real impacto da atividade, estimulando o desenvolvimento de ferramentas específicas para esse fim, que permitam o alcance de resultados que apoiem a adoção de práticas de manejo, evitando ou mitigando os impactos gerados.

Apesar do grande esforço dos grupos de pesquisa em atuar no tema, percebe-se a necessidade de uma maior integração entre as instituições e de que os resultados sejam apresentados de forma a serem efetivamente utilizados, visando o desenvolvimento sustentável da aqüicultura.

A maioria dos trabalhos não utiliza os procedimentos do Programa de Monitoramento Ambiental que constam no Anexo VI da Resolução CONAMA N° 413/2009, porém, fazem uso desse instrumento e da Resolução CONAMA N° 357/2005, como base para análise e discussão dos dados obtidos. É interessante observar que a maior parte dos resultados mostram não haver impactos da atividade aquícola (continental e marinha), demonstrando a necessidade de uma ampla discussão quanto a efetividade do uso desses instrumentos jurídicos para o acompanhamento dos impactos da atividade. Desta forma, podemos inferir tanto que os instrumentos não têm sido efetivos para orientar modelos de monitoramento quanto podem estar gerando maior ônus para os produtores em monitorar algo não efetivo. Neste sentido Melo Júnior e Dias (p. 21) sugerem que "[...] A piscicultura em tanque-rede necessita de métodos de monitoramento limnológico que sejam simples e eficientes".

Por outro lado, nas discussões também se deve considerar que os sistemas de cultivos atualmente realizados no Brasil, não tem provocado impactos significativos, por não terem atingido a capacidade suporte dos ambientes onde estão alocados, em decorrência das espécies e biomassa cultivada, ou ainda, da hidrodinâmica que promove a dispersão dos resíduos gerados. E que considerando que todo cessionário de área aquícola, recebe uma autorização para produzir uma determinada quantidade de pescado e essa produção está de acordo com um cálculo prévio de capacidade de suporte (Torigo et al.; p. 59).

Vale a pena destacar a complexidade e os custos que envolvem a logística e análises dos parâmetros de qualidade do monitoramento preconizado nas Resoluções CONAMA N° 413/2009 e 357/2005 e a dificuldade que os aquícultores podem encontrar para realizá-la. O monitoramento ambiental deve ser uma ferramenta para assegurar que um empreendimento não esteja causando impacto, ou, caso cause, seja

possível mitigá-lo. A inclusão de variáveis pouco efetivas, pelas OEMAs, nos processos de licenciamento ambiental não contribui para a redução dos impactos e gestão da atividade. Sampaio, F. et al (p. 45) apontaram que “[...] O monitoramento preconizado nos processos de licenciamento ambiental atuais parece mais burocráticos e onerosos do que eficientes e práticos”.

A Resolução CONAMA N° 413/2009 estabelece no Programa de Monitoramento Ambiental, que o cessionário deve apresentar um plano de monitoramento da água e efluentes e um Relatório Técnico com uma análise dos parâmetros hidrobiológicos, de acordo com a frequência estabelecida pelo órgão ambiental, constando as principais alterações decorrentes do empreendimento e comparações com análises anteriores. Portanto, novamente fica evidente a importância do monitoramento de variáveis que, de fato, possam contribuir na gestão ambiental dos empreendimentos.

Os aqüicultores são os principais interessados na manutenção da qualidade da água e dos padrões ambientais do local onde estão produzindo, devido a influência desses fatores nos índices produtivos e no sucesso econômico da produção. Uma vez que os parâmetros exigidos nos mecanismos legais demonstram não serem efetivos para assegurar um desenvolvimento mais justo e a geração de informações para a mitigação de potenciais impactos, há necessidade do estabelecimento de novas ferramentas para o monitoramento. Alguns grupos de pesquisa já estão propondo novos caminhos, como o uso de variáveis meteorológicas e sua relação com a hidrodinâmica local, estratificação das camadas de OD, acúmulo e dispersão de nutrientes, regularização dos empreendimentos, escolha de áreas que sofrem menor influência das flutuações dos níveis da água e ferramentas de sensoriamento remoto. Estas estratégias são claramente ações que requerem a execução direta de órgãos de pesquisa e extensão ou de gestão de recursos hídricos.

Sampaio, F. et al (p. 45) indicam como desafios a necessidade de “[...] rever os parâmetros sugeridos na Resolução CONAMA N° 413/2009, para que esta seja mais efetiva na proposição de parâmetros para o monitoramento ambiental da aqüicultura e a possibilidade de mitigá-los quando houver. Discutir juntos aos órgãos estaduais de meio ambiente e gestores de recursos hídricos as questões relacionadas ao monitoramento ambiental da aqüicultura, e a baixa eficiência do monitoramento com base somente na qualidade de água.”

A síntese dos dados indica que o monitoramento sedimentológico tem maior representatividade para subsidiar o monitoramento da aqüicultura (Figura 2).

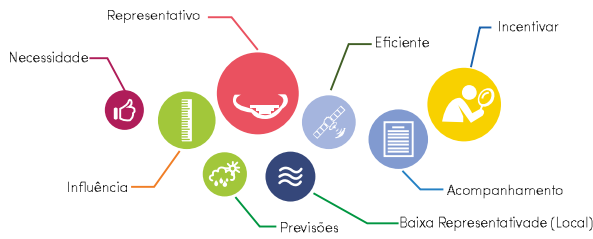


Figura 2. Principais variáveis utilizadas no monitoramento ambiental da aqüicultura nos trabalhos apresentados e sua importância para auxiliar a gestão ambiental da atividade aqüicultura no Brasil.

Ainda, grande parte dos autores apontou a necessidade de maiores discussões quanto as metodologias adotadas no monitoramento ambiental da aqüicultura, de padronização dos métodos de coleta e análises e da publicação das informações. Houve a sugestão de um trabalho em rede, envolvendo piscicultores e demais usuários do corpo hídrico, instituições do governo em seus diferentes níveis e nas diferentes bacias hidrográficas.

No II Workshop da Rede de Monitoramento, realizado em abril de 2018, foi apresentada pela EMBRAPA/SEAP uma proposta de um Plano Nacional de Monitoramento Ambiental da Aqüicultura em Águas da

União (PMA; Sampaio et al., 2019). O documento concentra os esforços de monitoramento no sedimento do local do empreendimento para o diagnóstico quanto ao nível de impacto da atividade de aqüicultura no ecossistema aquático. O compartimento ambiental tem uma elevada capacidade de incorporação de compostos orgânicos e inorgânicos e comumente apresenta baixa taxa de liberação dos mesmos, possibilitando até a identificação da fonte de despejo do poluente. A proposta pretende agregar as ações dos cessionários das áreas de produção e das instituições de pesquisa, de fiscalização e ordenamento, de outorga e operação, em um único Plano. Dessa forma, unificar as diversas ações de monitoramento ambiental já em execução, propondo ações complementares e implantando como instrumento de fiscalização o Relatório de Produção Anual (RPA), de modo auto-declaratório, em conjunto com o acompanhamento dos dados de qualidade do sedimento lacustre.

Nas orientações do PMA (Figura 3), os sistemas produtivos foram classificados em pequenos, médios e grandes, sendo que por analogia equiparam-se como Dispensado, Licenciamento Simplificado e Licenciamento Ordinário.

Ações de monitoramento a serem adotadas pelos produtores em função da classificação dos empreendimentos com base no volume de produção (t/ano).

Classificação	Nível (t/ano)	Ação	Frequência
Pequenos	até 50	Envio do Relatório de Produção Anual	Anual
Médios	> 50 até 500	Envio do Relatório de Produção Anual	Anual
		Análise de sedimento	Anual
Grandes	> 500	Envio do Relatório de Produção Anual	Anual
		Análise de sedimento	Anual
		Apresentação do acompanhamento da qualidade da água pelo empreendimento	Anual
		Plano de Monitoramento e Gestão Ambiental (PMGA) com ações de controle de migração	Anual

Figura 3. Resumo da proposta de monitoramento do Plano Nacional de Monitoramento Ambiental da Aqüicultura em Águas da União (PMA).

Como a presente publicação é parte das ações da Rede Nacional de Pesquisa e Monitoramento Ambiental da Aqüicultura em Águas da União (Rede), os encaminhamentos aqui apresentados serão a base da Rede nos próximos anos. Esta primeira etapa demonstrou o quanto avançamos nas ferramentas de monitoramento e gestão ambiental da aqüicultura. As informações técnicas apresentadas devem subsidiar as discussões das principais lacunas que temos hoje na gestão ambiental da aqüicultura, ou seja, o real impacto desta atividade no meio ambiente e o efetivo monitoramento para a gestão da atividade. Esta publicação será um valioso instrumento para subsidiar o processo de licenciamento ambiental da aqüicultura com base em dados científicos nacionais.

A consolidação do presente trabalho permitiu verificar que as ações de monitoramento ambiental da aqüicultura já são realizadas em grande parte do Brasil e que tem apoio das instituições de pesquisa. Também subsidiou a Rede em uma ampla discussão sobre questões de ordenamento sustentável da aqüicultura em águas da União. Porém, o principal propósito desta iniciativa foi trazer à tona os modelos atualmente adotados no processo de monitoramento ambiental da atividade e discutir junto aos autores da Rede qual caminho devemos seguir.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:
Sampaio, FG, Da Silva, JI, Toriçoli, RH et al (2019) Proposta de um Plano Nacional de Monitoramento Ambiental da Aqüicultura em Águas da União. In: **Monitoramento Ambiental da Aqüicultura em Águas da União - Subsídios para a Proposição de um Plano Nacional de Monitoramento Ambiental da Aqüicultura**. Sampaio, FG, Da Silva, JM, Mignoni, L, Packer, AC, Manzanho, CV (Eds.) (aprovado para publicação).