



Panorama da AQUICULTURA

OSTRAS

Técnica canadense
soluciona abastecimento



TILÁPIA:

Os números que atestam
viabilidade econômica

CAMARÃO:

As vantagens da engorda
intensiva de juvenis

ISSN 1519-1141



9 771519 114007 75





Construção de viveiros e de estruturas hidráulicas para o cultivo de peixes

Por: **Eduardo Akifumi Ono, M. Sc.**
onoedu@aol.com
Fernando Kubitz, Ph.D.
fernando@acquaimagem.com.br

Parte 4 – O reaproveitamento da água e o manejo do solo

O reaproveitamento da água de drenagem e a redução na emissão de efluentes

Apesar dos copiosos recursos hídricos disponíveis em nosso país, diversas regiões sofrem com as limitações que a escassez de água impõe ao desenvolvimento local. Nas proximidades dos grandes centros urbanos são freqüentes os racionamentos e as campanhas de estímulo à economia de água. Instituições municipais, estaduais e federais discutem a necessidade da cobrança pelo uso da água e do estabelecimento de restrições quanto ao volume possível de ser utilizado, quer seja para fins industriais ou agropecuários. Paralelamente, cresce a preocupação das agências de proteção ambiental e da sociedade civil com a quantidade e a qualidade dos efluentes urbanos, industriais e agrícolas.

Assim, a parte final deste artigo dedica atenção às estratégias voltadas à conservação de água e à redução na emissão e na concentração dos efluentes das pisciculturas. Também são discutidas práticas de manejo do solo do fundo que podem contribuir com uma decomposição mais eficiente dos resíduos orgânicos gerados no cultivo, e auxiliar na manutenção de condições adequadas de qualidade da água ao longo dos ciclos de produção.

Muitas pisciculturas enfrentam hoje problemas crônicos ou sazonais de abastecimento de água, oriundos da inadequada previsão da demanda hídrica do projeto; das perdas excessivas de água por infiltração; da falta de planejamento no uso da água; da intensificação do cultivo; do aumento na área de produção (expansão do empreendimento); da redução do volume de água nos mananciais; ou, mesmo, da imposição de restrições legais quanto ao volume de água que pode ser utilizado pelo empreendimento. Diante das restrições hídricas, muitos empreendimentos foram obrigados a rever suas estratégias e metas de produção e investir na adaptação da infraestrutura, visando, sobretudo, o uso mais racional da água.

Na primeira parte desta matéria (Panorama da Aqüicultura 2002, vol. 12, nº. 72) vimos que o uso de água na produção de peixes em viveiros pode variar entre 6.000 e 9.000m³ por tonelada de peixe produzida, dependendo da estratégia adotada na renovação de água dos viveiros. O uso de água é ainda maior em viveiros que apresentam elevadas taxas de infiltração. Com a reutilização da água de drenagem dos viveiros, o consumo de água pode cair para valores próximos a 3.500m³ por tonelada de peixe produzida. Assim, a adoção de estratégias de conservação e reuso da água (ver o Quadro 1) é a única alternativa para viabilizar a operação contínua nas pisciculturas que enfrentam problemas crônicos ou sazonais de oferta de água.

Quadro 1 - Estratégias para a conservação de água e redução na emissão de efluentes.

Reposição exclusiva da água perdida por evaporação e infiltração. Sob este regime de reposição de água, as taxas de alimentação não devem exceder 50 a 80kg de ração/ha/dia, sendo necessário prover aeração de emergência (aeradores de pá, entre 5 e 10 HP por hectare) para evitar eventuais exposições dos peixes a níveis baixos de oxigênio dissolvido, notadamente durante a madrugada e as primeiras horas da manhã.

Manutenção do nível de água nos viveiros a cerca de 10 a 15cm abaixo de sua cota máxima de água, o que possibilita a captação e acomodação da água da chuva que incide diretamente sobre os viveiros.

Quando possível, realizar as colheitas sem drenar os viveiros, aproveitando a água no ciclo de cultivo seguinte. É recomendável a estocagem de juvenis nestes viveiros que não foram drenados, para diminuir as chances dos peixes recém introduzidos serem predados por peixes maiores que possam ter escapado na colheita.

Evite drenar o viveiro simultaneamente a operação de colheita dos peixes. Segundo relatos do pesquisador Claude Boyd, da Universidade de Auburn, Alabama, USA, cerca de 9,4 toneladas de sólidos são eliminadas junto com a água de drenagem, para cada hectare de viveiro usado no cultivo do bagre-do-canal (catfish americano). O arrasto das redes e a movimentação dos trabalhadores dentro do viveiro aumentam demasiadamente a quantidade de sólidos em suspensão na água. Assim, caso seja necessário abaixar o nível de água para o arraste das redes, isso deve ser feito antes do viveiro ser submetido a qualquer distúrbio, de forma a evitar que a água drenada deixe o viveiro carregada de sólidos em suspensão.

Retenha no próprio viveiro os últimos 40 a 60cm de água, correspondentes à água superficial, mais rica em material orgânico particulado em suspensão devido à grande abundância de plâncton. Tal prática minimiza a emissão de matéria orgânica nos efluentes e é possível de ser aplicada no cultivo de peixes que são relativamente fáceis de serem colhidos com rede de arrasto (por exemplo, o pacu, o tambaqui e os híbridos entre essas espécies; o catfish americano; entre outros).

Investir na implantação de infra-estrutura que possibilite o reaproveitamento total ou parcial da água drenada dos viveiros (ver Figuras 1 a 3).

Se após a colheita houver a necessidade de esvaziar completamente os viveiros (por exemplo, no caso do cultivo de peixes como a tilápia ou eventualmente, após alguns ciclos de cultivo), é recomendável deixar a água em repouso no próprio viveiro por alguns dias, possibilitando a decantação de partículas minerais e orgânicas que foram suspensas na coluna d'água por ocasião da colheita. Dessa maneira, será menor o impacto dos efluentes sobre o corpo receptor da água da piscicultura.

Além de possibilitar a operação contínua de muitas pisciculturas, o reaproveitamento da água de drenagem soma diversos outros benefícios, como:

- A redução na emissão de efluentes e na descarga de sólidos;
- A economia com a redução no uso de corretivos e fertilizantes: para alguns peixes que exploram bem os alimentos naturais disponíveis nos viveiros, a presença imediata de plâncton e de diversos outros alimentos naturais favorece o desenvolvimento dos alevinos e juvenis recém estocados, reduzindo as despesas com calagem, fertilização e fornecimento de ração no início do ciclo de cultivo;
- A redução do risco de entrada de patógenos, que poderiam ter acesso à piscicultura através da água de abastecimento servida com os efluentes de outros empreendimentos aquícolas;
- A sintonia com a tendência global de atenção ao meio ambiente, facilitando a obtenção de certificações ambientais para o empreendimento e seus produtos;
- Uma maior aceitação e valorização dos produtos oriundos de cultivos aquícolas provenientes de sistemas de produção perfeitamente integrados com a conservação do ambiente.

O reaproveitamento da água, no entanto, exige investimentos adicionais na construção de viveiros ou canais para a recepção e armazenamento da água de drenagem (Foto 1a); a instalação de bombas, tubulações e filtros (Foto 1b; Foto 1c); maiores gastos com energia para o bombeamento de retorno da água de drenagem; o emprego de taxas de alimentação mais moderadas, de forma a compatibilizar os níveis de produtividade com a capacidade de sustentação do sistema, o que geralmente implica em uma redução na produtividade por área.



Foto 1a – Dreno coletor da água de drenagem dos viveiros. A comporta possibilita a opção de descartar ou não a água drenada.

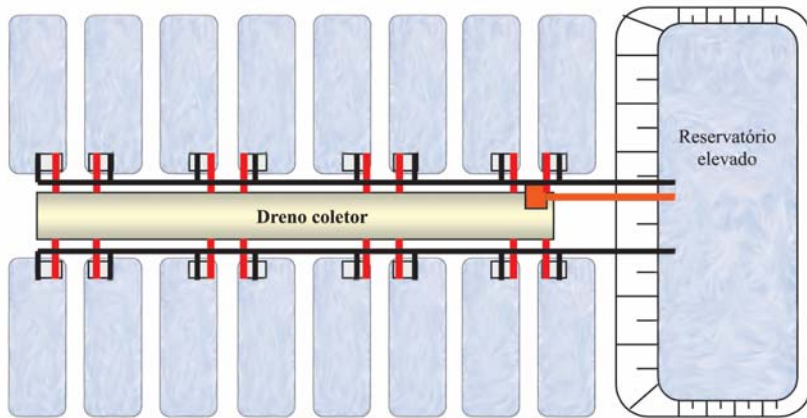


Foto 1b – Detalhe da bomba submersa que retorna a água para os viveiros. A plataforma permite o acesso à bomba e um sistema de roldanas e catraca possibilita içar a bomba para manutenção.



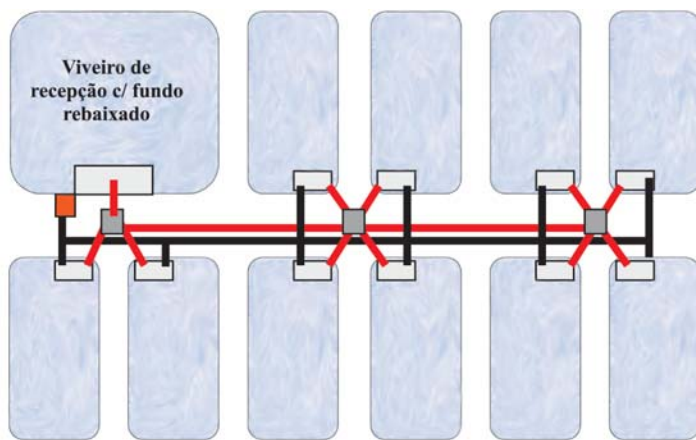
Foto 1c – Antes de retornar aos viveiros, a água bombeada passa por um filtro de telas que é autolimpante.

Existem diversas maneiras de implementar o reaproveitamento da água de drenagem em uma piscicultura. A escolha de uma delas depende das características do local e de uma minuciosa avaliação dos custos e facilidades para a implantação e operação do sistema de reaproveitamento de água. Também é imprescindível dimensionar adequadamente as estruturas hidráulicas (assunto apresentado na Parte 3 deste artigo) e minimizar as distâncias e a altura de bombeamento. Com o reuso da água de drenagem, a reciclagem da matéria orgânica e dos nutrientes ocorre dentro dos viveiros, canais e reservatórios. As **Figuras 1, 2 e 3** ilustram modelos de sistemas hidráulicos que possibilitam o reaproveitamento da água.



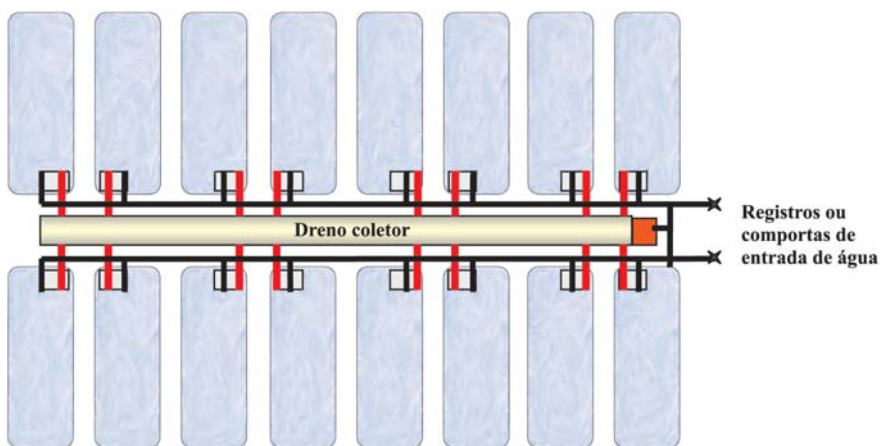
- Casa de bombas
- Caixa de coleta
- Tubo de drenagem dos viveiros e de retorno de água para o reservatório
- Rede de abastecimento dos viveiros

Figura 1. Neste sistema a água de drenagem dos viveiros é drenada por gravidade para um coletor comum (dreno coletor). No dreno está instalada uma estação de bombeamento que envia a água para um reservatório elevado de maior volume. Deste reservatório, a água pode ser direcionada por gravidade para o enchimento do viveiro que foi drenado ou para repor as perdas de água de outros viveiros.



- Casa de bombas
- Caixa de drenagem coletiva
- Caixa de coleta
- Rede de abastecimento e de retorno de água para os viveiros
- Sistema de drenagem

Figura 2. A água de drenagem dos viveiros é direcionada para um viveiro coletor, que possui a cota de fundo mais baixa do que a cota dos demais viveiros. O tamanho do viveiro coletor e o rebaixamento do seu fundo devem ser definidos em função do volume total de água que será drenado de um ou mais viveiros simultaneamente. Em geral, o viveiro coletor é dimensionado de modo a acomodar a água do maior viveiro da piscicultura, possibilitando ainda a drenagem simultânea de um segundo viveiro. A drenagem dos viveiros é feita por gravidade para o viveiro receptor. Neste existe uma estação de bombeamento que está interligada ao sistema de abastecimento de água e possibilita o retorno de água para encher novamente os viveiros drenados e para repor as perdas de água dos demais viveiros.



- Casa de bombas
- Caixa de coleta
- Tubo de drenagem dos viveiros
- Rede de abastecimento dos viveiros

Figura 3. Os viveiros possuem bordas livres maiores que o convencional, possibilitando acomodar um volume extra de água. Assim, quando um viveiro é drenado, sua água escoo por gravidade para um dreno coletor comum, de onde é simultaneamente bombeada para os viveiros que estão em uso. O volume extra de água acomodado por esses viveiros é reutilizado para o enchimento do viveiro que foi drenado. O retorno da água armazenada pode ser feito através da rede de abastecimento (devendo esta trabalhar afogada), por sifonamento, por bombeamento direto de um viveiro a outro (demandando bombas móveis), ou ainda através da descarga da água dos viveiros para o dreno coletor e bombeamento de toda a água para o viveiro que se pretende encher.

A infiltração de água nos viveiros é uma das principais vias de perdas de água em uma piscicultura. Por exemplo, a cada aumento de 0,5mm/h na velocidade básica de infiltração de água no solo, representa uma demanda hídrica adicional de 120m³/ha/dia ou 43.800m³/ha/ano. Frequentemente os piscicultores enfrentam problemas com viveiros instalados em solo de alta permeabilidade, nos quais a infiltração excessiva de água pode inviabilizar o cultivo. Diversas estratégias podem ser usadas na tentativa de reduzir a infiltração de água no fundo dos viveiros, como apresentado a seguir.

Compactação do solo do fundo e das laterais dos viveiros

Gradagem do solo a uma profundidade de 15cm para soltar a terra. Em solos muito argilosos pode haver a necessidade da mistura com solos mais arenosos para obter uma melhor distribuição de partículas, favorecendo assim o trabalho de compactação e impermeabilização do solo (consultar a Parte 1 desta matéria). Atenção especial deve ser dada ao teor de umidade no solo revolvido para se obter um adequado grau de compactação. Informações mais detalhadas sobre as propriedades dos solos e o trabalho de compactação podem ser obtidas nas partes 1 e 2 deste artigo.

Aplicação de adubos orgânicos para promover a obstrução dos poros do solo

A aplicação de elevadas doses de esterco animais (de 25 a 50 toneladas por hectare ou 2,5 a 5,0 toneladas/1.000m²) pode auxiliar na redução da infiltração de água nos viveiros. A aplicação de esterco deve ser feita com o viveiro drenado. Esterco animais em estado liquefeito (chorume) penetram nos poros do solo e favorecem o desenvolvimento de um filme orgânico (bacteriano) após o enchimento do viveiro. Esterco secos aplicados sobre o fundo e as laterais também estimulam a formação desse filme orgânico. O filme orgânico é mais eficientemente formado sob condições anaeróbicas (ausência de oxigênio). Isso é possível com aplicações de grandes quantidades de esterco nos viveiros, que consomem o oxigênio dissolvido na água e propicia a anaerobiose. O esterco aplicado sobre o fundo e as laterais do viveiro também pode ser coberto com placas de papelão, plásticos, sacos de ração, folhas de bananeira, capim ou outros materiais que sirvam a tal finalidade. O viveiro deve ser abastecido logo em seguida. O fitoplâncton formado sob o estímulo da adubação orgânica também auxilia a obstruir os pequenos poros no solo do fundo dos viveiros, reduzindo ainda mais a infiltração após algum tempo. A estocagem de peixes no viveiro só poderá ser feita após o restabelecimento de níveis adequados de oxigênio dissolvido (o que poderá levar entre 4 a 6 semanas), ou após a drenagem e novo enchimento do viveiro.

O uso de dispersantes de partículas

Dispersantes de partículas como o tripolifosfato de sódio, a soda cáustica (NaOH – hidróxido de sódio) e o sal comum (NaCl – cloreto de sódio) podem ser usados para reduzir a infiltração de água em viveiros construídos em solos argilosos bem estruturados

(agregados), como exemplo a terra roxa e os latossolos. Destes produtos, o tripolifosfato de sódio geralmente é o mais eficaz, embora a soda e o sal resultem em bons resultados quando os solos apresentam alta capacidade de troca catiônica (alta CTC). Tratamentos químicos com estes produtos não são eficazes em solos arenosos (de textura grosseira).

As doses geralmente empregadas destes produtos são:

- tripolifosfato de sódio: 0,25 a 0,5 kg/m²;
- soda cáustica: 0,6 a 1,0 kg/m²;
- sal comum de: 1,2 a 1,8 kg/m²

O material deve ser incorporado homogeneamente em uma camada entre 15 e 20cm do solo do fundo e da lateral do viveiro drenado e seco. Esse trabalho pode ser realizado com o auxílio de uma grade ou enxada rotativa, desde que as condições do fundo do viveiro possibilitem o tráfego de tratores. A umidade do solo deve ser ajustada (ver Parte 2 desta matéria) de forma a possibilitar que o solo revolvido e misturado com o dispersante possa ser eficientemente compactado.

Uso de argilas com alta capacidade de expansão e absorção de água (bentonita):

Esta alternativa é indicada para a redução na infiltração de água em viveiros construídos em solos arenosos, porém com gradiente suave de partículas. A expansão da bentonita em um solo úmido possibilita o preenchimento dos poros entre as partículas do solo, além de conferir maior coesão ao mesmo. De uma maneira geral, solos com gradiente suave (ver Parte 1 desta matéria) e que contém pelo menos 12% de finos (argila e silte) possibilitam boa compactação e impermeabilização. Assim, a dose de bentonita a ser aplicada dependerá do teor inicial de argila no solo. Quanto mais permeável o solo, maior a dose necessária de bentonita. Comumente são empregados entre 5 e 30kg de bentonita/m². Doses maiores podem ser necessárias em solos quase que totalmente desprovidos de argila e silte. A bentonita deve ser espalhada uniformemente sobre o solo, sendo este posteriormente revolvido (com grade ou enxada rotativa) para efetuar a mistura da bentonita com o solo em uma camada de 15 a 20cm. A umidade do solo deve ser ajustada de forma a permitir uma adequada compactação com pé de carneiro ou com os pneus de tratores ou caminhões.

Revestimento com filmes de polietileno ou de polivinil (PVC)

Os filmes ou mantas de polietileno de alta densidade (PEAD) e de cloreto de polivinil (PVC) podem ser utilizados no revestimento de viveiros construídos em solos de alta permeabilidade (Foto 2). No entanto, tal alternativa adiciona considerável custo ao projeto, tanto pelo elevado custo do material, como pela necessidade de contar com pessoal e equipamento especializado para a instalação e manutenção. Assim, o uso destes filmes é mais comumente observado em tanques de pequeno tamanho, destinados ao cultivo intensivo em sistemas de recirculação ou sistemas de alto fluxo, ou pequenos tanques destinados à produção de peixes de alto valor comercial, particularmente peixes ornamentais.



Foto 2 – Tanque construído em solo arenoso e revestido com filme de polietileno para eliminar as perdas de água por infiltração.

Viveiros revestidos com mantas plásticas demandam cuidados especiais na sua construção, pois não podem apresentar irregularidades no fundo nem nas laterais, bem como qualquer tipo de material que possa perfurar a manta depois do viveiro cheio (pedras, tocos de madeira, entre outros). Também são necessários cuidados em relação ao pisoteio sobre as mantas que revestem o fundo e as laterais do viveiro e ao uso de objetos pontiagudos, como os ferros usados para a sustentação de redes durante as colheitas. Periodicamente deve ser feita uma inspeção para verificar a existência de furos no revestimento. Vazamentos devem ser rapidamente detectados e reparados, pois a água drenada através de fissuras provoca uma erosão localizada sob a manta, criando um local oco e susceptível ao rompimento da manta em função da pressão da água ou do tráfego de pessoas no local afetado.

Manejo do solo do fundo

Freqüentemente os piscicultores reclamam do acúmulo excessivo de lodo no fundo dos viveiros (Foto 3) que, além de dificultar as colheitas, é apontado como a principal causa da deterioração precoce da qualidade da água e do aumento na incidência de doenças nos ciclos de cultivos seguintes.



Foto 3 – Final de colheita em um viveiro mostrando o grande acúmulo de lodo.

Este lodo é uma mistura de sedimentos minerais e orgânicos acumulados ao longo de diversos ciclos de produção. As principais fontes de resíduos orgânicos na piscicultura intensiva são as fezes e a deposição dos organismos planctônicos, notadamente o fitoplâncton. Quanto maior a taxa de alimentação e pior a qualidade do alimento, maior será o montante de fezes excretado. A decomposição das fezes pelos microorganismos (particularmente as bactérias) e a excreção nitrogenada (excreção de amônia) dos peixes disponibilizam grandes quantidades de nutrientes que podem estimular um intenso desenvolvimento do fitoplâncton. Com a senescência (envelhecimento) dos organismos do fitoplâncton durante o cultivo, uma grande parte da massa fitoplanctônica se deposita continuamente sobre os sedimentos, enriquecendo-os com material orgânico.

O material orgânico depositado no fundo dos viveiros sofre um processo contínuo de decomposição realizado pelas bactérias e outros pequenos organismos presentes na interface sedimento-água. Diversos fatores influenciam a velocidade e a eficiência de decomposição (mineralização) da matéria orgânica por estes organismos (ver Quadro 2). Um dos mais importantes é a disponibilidade de oxigênio na interface sedimento-água, para que a decomposição da matéria orgânica não gere compostos como a amônia, o nitrito, o gás sulfídrico e o gás metano, que são tóxicos aos peixes e outros organismos aquáticos.

Aeração e circulação da água dos viveiros

Apesar da degradação da matéria orgânica ser mais intensa quando os viveiros estão vazios (com os sedimentos expostos ao ar, havendo muito oxigênio para os processos de decomposição da matéria orgânica), é durante o cultivo que a maior parte da matéria

QUADRO 2 Fatores que influenciam a decomposição microbiana da matéria orgânica.

Temperatura da água ou do substrato (25 a 35°C): a velocidade da decomposição da matéria orgânica é determinada pela temperatura. A drenagem dos viveiros e a conseqüente exposição dos sedimentos ao ar e aos raios solares, proporcionam uma elevação da temperatura dos sedimentos, acelerando a decomposição da matéria orgânica.

Relação carbono/nitrogênio nos resíduos orgânicos: nos viveiros onde a ração é a principal fonte de alimento, a relação carbono/nitrogênio (C/N) no material fecal, geralmente próxima de 10:1, já é adequada para os processos microbianos de decomposição da matéria orgânica. Porém, quando a fonte de nutrientes for adubos orgânicos com alta relação C/N (acima de 20:1), como os esterco de bovinos, eqüinos, caprinos e ovinos; restos vegetais (capim e resíduos de culturas agrícolas), a aplicação de nitrogênio na forma de fertilizantes inorgânicos (uréia, nitrato de sódio, sulfato de amônio) com o intuito de aproximar a relação C/N nos sedimentos para valores próximos a 10:1 favorece os processos de decomposição da matéria orgânica;

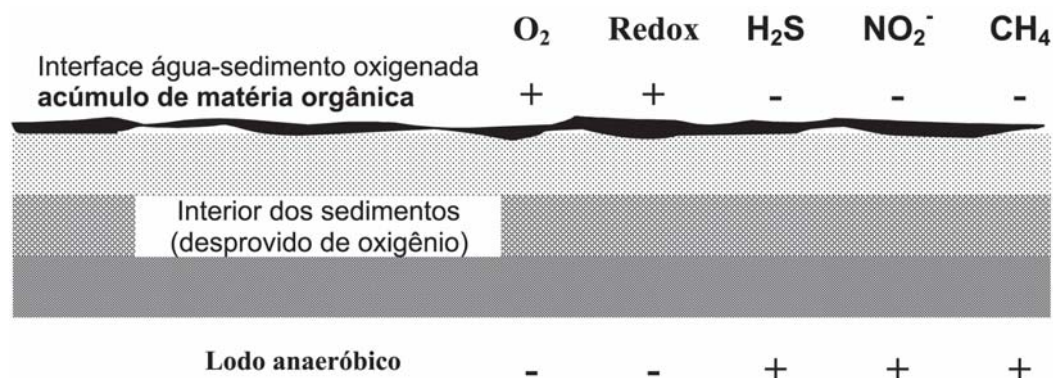
pH do substrato (7,5 a 8,5): as bactérias que decompõem a matéria orgânica geralmente atuam melhor sob condições neutras ou ligeiramente alcalinas de pH. Quando o sedimento apresentar pH ácido, a aplicação de calcário no fundo dos viveiros logo após a drenagem ou mesmo antes, quando o viveiro ainda tiver uma rasa lâmina de água, auxilia na correção da acidez e restaura níveis de pH mais favoráveis a decomposição microbiana da matéria orgânica. Em viveiros locados em solos ácidos, a decomposição da matéria orgânica é prejudicada. Daí a importância de se corrigir a acidez do solo antes de se iniciar um cultivo.

Suprimento de oxigênio: a manutenção de níveis adequados de oxigênio nos sedimentos favorece o predomínio e a ação de microorganismos aeróbicos, que são mais eficientes na decomposição da matéria orgânica.

Umidade dos sedimentos e o tempo de ação dos microorganismos: observações laboratoriais indicaram que a decomposição microbiana da matéria orgânica ocorre a uma maior velocidade quando a umidade do sedimento mesmo gira ao redor de 20%. Em sedimentos encharcados, a disponibilidade de oxigênio para os processos aeróbicos de decomposição é reduzida. Nos sedimentos secos, a baixa atividade de água livre desfavorece os processos microbiológicos de decomposição dos resíduos orgânicos.

Produtos químicos que podem matar microorganismos: produtos como a cal virgem e a cal hidratada são aplicados no fundo dos viveiros drenados com o objetivo de assepsia (redução da carga de microorganismos) ou para eliminar peixes indesejáveis que sobram ao final da colheita. Desse modo, quando houver a necessidade de uso destes produtos, a aplicação somente deve ser feita um ou dois dias antes de iniciar o enchimento do viveiro, nunca logo após a drenagem, para que não sejam mortas as bactérias e outros organismos desejáveis que auxiliarão na decomposição da matéria orgânica do lodo enquanto o viveiro estiver vazio.

Figura 3. Representação do perfil dos sedimentos no fundo dos viveiros. A interface sedimento-água pode ser oxigenada, dependendo da profundidade do viveiro e das estratégias de manejo (aeração e circulação), dentre outros fatores. Com a interface oxigenada, a decomposição da matéria orgânica ocorre por vias aeróbicas, gerando compostos oxidados pouco tóxicos, como o gás carbônico, o nitrato e outros compostos oxidados (sulfatos e fosfatos, por exemplo). Conforme se caminha da interface água/sedimento para o interior dos sedimentos, a concentração de oxigênio declina, chegando a ficar negativa. Isso faz com que os sedimentos apresentem potencial redox negativo, parâmetro que indica um acúmulo de substâncias reduzidas, em virtude da degradação anaeróbica (fermentativa) da matéria orgânica. O potencial redox indica a condição reduzida ou oxidada dos sedimentos: de uma maneira simples, redox positivo está associado com suficiente oxigênio para a decomposição da matéria orgânica por via aeróbica. Redox negativo está associado à falta de oxigênio, favorece a formação e acúmulo de compostos reduzidos altamente tóxicos aos peixes, como o gás sulfídrico (H_2S), o nitrito (NO_2^-) e o gás metano (CH_4). Estes compostos geralmente não estão presentes em grandes concentrações na coluna d'água, mas podem estar potencialmente armazenados no lodo e vir a causar problemas quando os sedimentos são revolvidos, por exemplo, com o arraste das redes.



orgânica gerada na produção é degradada. A decomposição da matéria orgânica sobre os sedimentos faz com que o oxigênio disponível na interface água/sedimento seja rapidamente consumido. Como a atividade microbiana utiliza o oxigênio mais rapidamente do que o reposto através da circulação espontânea de água próxima ao sedimento, invariavelmente os sedimentos se tornam anaeróbicos (desprovidos de oxigênio e de cor negra). Nos sedimentos anaeróbicos a decomposição da matéria orgânica ocorre através de processos fermentativos que geram diversas substâncias tóxicas aos peixes (ver detalhes na Figura 3).

A aeração mecânica dos viveiros possibilita a manutenção de concentrações mais adequadas de oxigênio ao longo de toda a coluna d'água, favorecendo o processo de decomposição da matéria orgânica, notadamente na zona de contato água/sedimento. Aeradores de pás e aeradores do tipo propulsores também são eficazes em promover a circulação da água nos viveiros, enriquecendo com oxigênio a água do fundo dos viveiros. Com o intuito de circular a água dos viveiros, é recomendável acionar os aeradores diariamente por algumas horas (2 a 3 horas) durante o horário de maior insolação. Assim, o aerador promoverá a mistura da água mais superficial (onde a produção de oxigênio é muito intensa) com a água do fundo, melhorando a disponibilidade de oxigênio para os processos de decomposição da matéria orgânica.

resíduos orgânicos. Geralmente, a taxa (velocidade) de decomposição da matéria orgânica atinge um pico ao redor de 3 a 4 dias após a drenagem dos viveiros. A partir deste ponto, a decomposição do material orgânico nos sedimentos fica mais lenta, em função da diminuição na quantidade de matéria orgânica disponível à ação dos microorganismos e do ressecamento do solo.

A taxa de decomposição da matéria orgânica é otimizada quando a umidade do solo está ao redor de 20%. Assim, uma prática eficaz para promover uma degradação ainda maior da matéria orgânica é restaurar a umidade do solo por volta do 6º ou 7º dia após a drenagem (caso não tenha ocorrido chuvas no período em que o viveiro permaneceu drenado). Isso pode ser feito através do enchimento parcial, suficiente apenas para cobrir o fundo do viveiro, que logo em seguida é novamente drenado.

Geralmente duas semanas de exposição ao ar é mais do que suficiente para que tenha ocorrido a oxidação da maior parte da matéria orgânica presente nos sedimentos, não havendo grande vantagem em manter o viveiro vazio por períodos mais prolongados. Lembre-se, como sugerido no Quadro 2, de aplicar cal virgem ou cal hidratada nas poças remanescentes no fundo dos viveiros somente um ou dois dias antes do viveiro ser novamente enchido.

Drenagem e exposição do fundo dos viveiros

A drenagem dos viveiros entre um ciclo expõe o solo do fundo ao ar, meio mais rico em oxigênio. O ar penetra nos poros do solo (espaços intersticiais) e favorece uma ação mais rápida dos microorganismos aeróbicos na decomposição da matéria orgânica. A gradagem do solo no fundo dos viveiros entre os cultivos é uma prática que pode ser usada para melhorar a entrada de oxigênio (ar) nos sedimentos, apesar de favorecer uma secagem mais rápida do solo do fundo dos viveiros.

A aplicação homogênea de calcário agrícola sobre sedimentos corrige o pH dos sedimentos e favorece a decomposição dos

Boas práticas de manejo do solo do fundo

Durante o cultivo, use aeração ou circulação de água para manter a interface água/sedimentos adequadamente oxigenada;

Deixar os viveiros vazios por uma a duas semanas entre um ciclo de cultivo e outro;

Durante o período de exposição ao ar, mantenha o solo do fundo úmido, porém não encharcado;

Se necessário corrija a acidez dos sedimentos com a aplicação de calcário agrícola;

Somente aplique produtos cáusticos como a cal virgem ou a cal hidratada no fundo dos viveiros após completado o período reservado para a decomposição da matéria orgânica dos sedimentos