

Capítulo 4

Implantação de piscicultura em viveiros escavados e tanques-rede

*Fabício Pereira Rezende
Giovani Taffarel Bergamin*

1. Introdução

As instalações para produção de peixes representam item de maior investimento em uma piscicultura, tanto para a produção em viveiros escavados quanto em tanques-rede. O custo de construção ou implantação das estruturas pode variar de acordo com as características da área (fatores climáticos, topografia, tipo de solo, cobertura vegetal e necessidade de drenagem), o desenho das estruturas, a estratégia de construção dos viveiros e demais instalações, entre outros. Para minimizar esse custo, é necessário o adequado planejamento das ações e das etapas de implantação do empreendimento.

Dentro do planejamento, o primeiro ponto a ser observado diz respeito à prospecção de canais de mercado: apuração de demanda por tipo de produto, preços e apresentação do produto final. Uma vez determinado o que será produzido, devem ser definidas as estratégias de produção e a elaboração do plano de negócio, com estudo da viabilidade econômica do projeto, planejamento da produção e necessidades de investimentos e capital de giro. O ciclo de cultivo e a escala de produção devem ser definidos nessa etapa. Após o estudo detalhado desses pontos, procede-se à busca por fontes de recursos financeiros e seleção de áreas aptas à produção. Na etapa de implantação propriamente dita, é importante observar a possibilidade de se montar uma estrutura versátil, que seja capaz de receber diferentes fases de criação, espécies e intensidades de cultivo, diminuindo riscos futuros relacionados a mudanças de mercado e técnicas de produção.

A proximidade e facilidade de acesso a vários mercados são fatores decisivos na seleção dos locais. O adequado posicionamento logístico permite reduzir o custo de transporte dos produtos e insumos, diversificar os mercados e reduzir os riscos de comercialização, melhorando a competitividade do empreendimento.

2. Requisitos para construção de viveiros

2.1. Clima

O clima é decisivo para a produtividade e redução de riscos da atividade. É desejável, na escolha do local, que o clima seja o mais compatível possível com a faixa de conforto térmico das espécies a serem produzidas e que as variações climáticas ao longo do ano sejam baixas. Muitas pisciculturas convivem com o risco de perda de peixes devido a variações de temperatura. Em tais regiões, as espécies produzidas devem ser adaptadas a essas condições. Em pisciculturas que realizam a fase de recria e terminação, o produtor deve estar ciente de que o crescimento de peixes tropicais, em períodos de inverno, será reduzido e o risco de mortalidade aumentado, especialmente quando ocorrerem frequentes oscilações diurnas bruscas na temperatura ou longos períodos com baixas temperaturas. Tal fato, também, influenciará na duração do ciclo de cultivo e deve ser considerado no planejamento da produção. A temperatura também é importante para a implantação de estações de alevinagem de espécies de clima temperado, as quais necessitam passar por um período de inverno bem definido para que atinjam condição adequada para a reprodução. Outras não dependem tanto da temperatura da água, mas do fotoperíodo e do regime de chuvas.

2.2. Restrições ambientais

Devem ser observadas as restrições quanto ao desmatamento e à preservação das áreas de proteção ambiental e das matas ciliares. Também devem ser levadas em conta as restrições no uso dos recursos hídricos, principalmente quanto ao volume de água que pode ser captado e ao lançamento da água de drenagem dos viveiros (efluente) nos corpos hídricos naturais. Assim, é fundamental conhecer as regulamentações federais, estaduais e municipais quanto ao uso dos recursos naturais e os procedimentos para a obtenção das licenças ambientais do empreendimento.

2.3. Infraestrutura básica, mão de obra, insumos e serviços

As condições das estradas, disponibilidade de energia, proximidade dos aeroportos e portos, dentre outras facilidades em infraestrutura, são fatores decisivos na seleção dos locais. Deve-se considerar, também, a facilidade de recrutamento de mão de obra temporária e permanente, de aquisição dos insumos básicos (ração, alevinos, corretivos, fertilizantes, entre outros) e de oferta de serviços de apoio, como terraplenagem, manutenção de veículos e outros equipamentos, instalação e manutenção de redes elétricas, galpões e outras estruturas, transporte de cargas, confecção de embalagens, dentre outros.

2.4. Topografia

Existem técnicas de engenharia que permitem a utilização de quase todo tipo de terreno para piscicultura, contudo, deve-se dar preferência a planos ou com declividade suave (não superior a 2 m de desnível a cada 100 m de distância, ou seja, 2%). Esse tipo de terreno permite a construção de viveiros e represas com movimentação mínima de terra, bem como o estabelecimento de uma rede de abastecimento e escoamento dos viveiros por gravidade, barateando os custos de construção e facilitando o controle de enchentes e enxurradas.

A montagem de um sistema de abastecimento por gravidade dependerá da existência de diferença de nível entre a fonte de água para abastecimento em relação ao nível dos viveiros. Em situações onde não há essa possibilidade, o abastecimento de água dos viveiros dependerá do bombeamento de água.

Altas declividades (acima de 4%) dificultam principalmente a construção de viveiros de grande porte, por exigirem maior movimentação de terra, em comparação a viveiros menores. De maneira geral, áreas com relevo declivoso podem ser utilizadas para a produção de espécies destinadas à ornamentação. Terrenos com declividades de até 40% são aceitáveis em empreendimentos de pequeno porte que produzem espécies ornamentais, uma vez que utilizam viveiros de menor tamanho e fornecem maior retorno econômico, justificando maiores custos de investimento.

2.5. Tipo de solo

Os solos são basicamente compostos por 45% de elementos minerais, 25% de ar, 25% de água e 5% de material orgânico. Sua fração sólida caracteriza-se pela composição de elementos minerais e orgânicos, como cascalho, areia, silte, argila e

partículas orgânicas da decomposição de vegetais e animais. As suas condições de fertilidade e acidez são importantes, mas não decisivas para a construção de viveiros, pelas possibilidades de recuperação ou correção do solo.

As áreas selecionadas para implantação de pisciculturas devem ser detalhadamente investigadas, abrindo-se trincheiras ou realizando-se tradagens (coleta de amostras do solo em diversas profundidades com a ajuda de um trado) ao longo de toda a área, de forma que se conheçam as características do solo para a construção dos viveiros, taludes e diques. As investigações do perfil do solo devem se estender por pelo menos 60 cm abaixo da cota prevista para o fundo dos viveiros.

As áreas mais indicadas para construção de viveiros são aquelas que apresentam solos de baixa permeabilidade, por possibilitarem a construção de taludes mais estáveis. No entanto, existem soluções que podem viabilizar tecnicamente a implantação de viveiros até mesmo em solos de alta permeabilidade, sendo a mais comum o revestimento com lonas plásticas. Contudo, a impermeabilização eleva o custo do projeto com sua implantação e manutenção, além de aumentar a demanda hídrica, pelo fato de não haver contato direto da água com o solo, o qual é essencial para ciclagem de nutrientes e manutenção da qualidade da água. Normalmente, quando se trabalha com impermeabilização do solo, a espécie de peixe utilizada deve apresentar alto valor de mercado, justificando o investimento adicional.

Solos mais argilosos e profundos apresentam melhor retenção de água, sendo os mais indicados para piscicultura. Os rochosos, por sua vez, dificultam a escavação dos viveiros, inviabilizando sua construção na maioria das vezes. Os arenosos ou com grande quantidade de cascalho geralmente apresentam infiltração, demandando maior uso de água. Estes solos, ainda, são pouco estáveis e mais suscetíveis à erosão. Já os argilosos apresentam maior plasticidade (facilidade em ser modelado) com fácil acomodação do material, resistência à erosão, menor suscetibilidade à percolação de água e menor capacidade de conduzir a água pelos seus poros (capilaridade). Além disso, contribui para custos menores com manutenção de taludes e canais de abastecimento e escoamento, em médio e longo prazo. Embora esses tipos de solo sejam os mais indicados para instalações aquícolas, solos excessivamente argilosos podem apresentar rachaduras quando expostos ao sol, causando vazamentos ou infiltrações. Com isso, procuram-se os de textura média (em torno de 30 a 40% de argila).

A modelagem em forma da letra “S” é uma prática de campo para saber se o solo é mais ou menos apropriado para abertura de viveiros escavados. O sistema considera três tipos, de acordo com sua textura: arenoso, de textura média e argiloso. Para fazer o teste, pegue um pouco de terra nas mãos, umedeça e tente formar uma letra “S” (Figura 1). Caso não seja possível lhe dar forma, é arenoso (menos de 15% de argila). Uma vez moldado em forma alongada, dobrando-se ao meio, se a forma

quebrar ou rachar, trata-se de textura média (15 a 35% de argila). Argilosos (mais de 35% de argila) permitem a formação da letra “S”. A identificação a campo, contudo, não exclui a necessidade de se fazer análise em laboratório para a sua exata identificação.

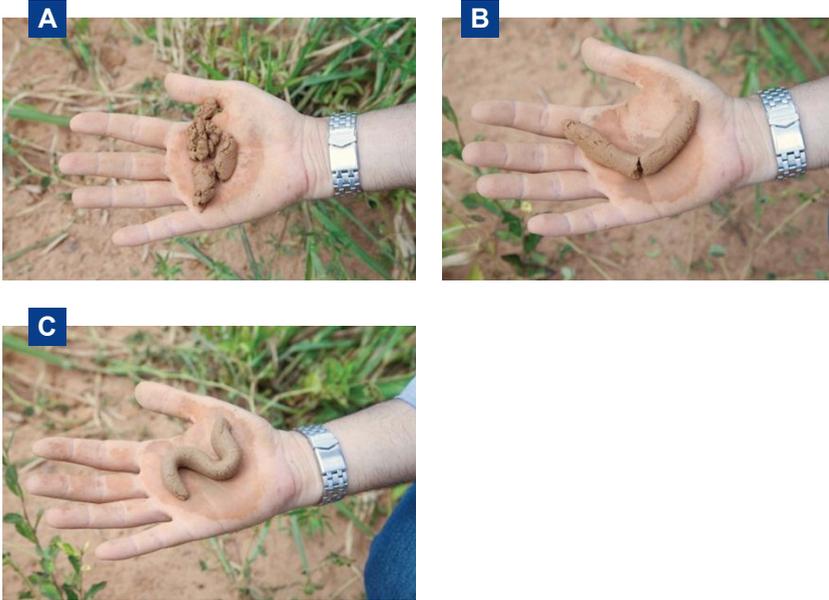


Figura 1. Teste da letra “S” para identificação da textura do solo a campo: (A) arenoso (menos de 15% de argila); (B) de textura média (15 a 35% de argila); (C) argiloso (mais de 35% de argila, permite a formação da letra “S”). Fotos: Jefferson Christofolletti.

A construção de viveiros não deve ser feita em hipótese alguma com o solo excessivamente molhado ou seco, sob o risco de vazamento no talude ou até desmoronamento. Solos excessivamente molhados dificultam a captação e distribuição de material durante a construção. Além disso, quando o solo do talude secar, haverá a formação de rachaduras ou canais por onde podem iniciar infiltrações. No caso de solos muito secos, há dificuldade na compactação, podendo também causar problemas de infiltração. É possível umedecer o solo para compactação, contudo custos com mão de obra e o tempo de serviço aumentam. Neste caso, a cada 20 cm de deposição de solo, este deve ser umedecido com o uso de mangueiras ou caminhão pipa e compactado com rolo, repetindo-se a operação em seguida.

2.6. Qualidade e disponibilidade de água

As áreas selecionadas para piscicultura devem dispor de fontes de água de boa qualidade, sem riscos de contaminação por poluentes e em quantidade mínima para abastecer a demanda da produção. A quantidade necessária irá depender da área dos viveiros, das taxas de infiltração e evaporação, da renovação exigida no manejo da produção, do número de vezes que os viveiros serão drenados por ano, do uso de estratégias de seu reaproveitamento, da precipitação anual que a incorporará aos viveiros e reservatórios de abastecimento, dentre outros fatores. A sua taxa de infiltração depende principalmente das características do solo dos viveiros e barragens, da eficiência do trabalho de compactação, do uso de estratégias para amenizar a infiltração e do tempo de uso dos viveiros (a infiltração tende a diminuir gradativamente quando o solo atinge a capacidade de campo). Já a evaporação da água dos viveiros varia de acordo com os meses do ano, sendo acentuada pelas altas temperaturas, pela baixa umidade do ar e pela ação contínua dos ventos.

Podem ser utilizadas como fonte de água para piscicultura: rios, córregos, represas, açudes, minas, poços e até mesmo a captada das chuvas, observando-se a legislação vigente. Dentre as características das fontes para piscicultura que devem ser observadas, destacam-se:

- Variações da vazão ao longo do ano, principalmente nos períodos de estiagem. Normalmente, recomendam-se vazões entre 10 e 20 litros/segundo (36 a 72 m³/h) para cada hectare (10.000 m²) de lâmina d'água. No entanto, na maioria das pisciculturas, vazões inferiores a 10 litros/s/ha são suficientes para a reposição das perdas de água por evaporação e infiltração, exceto em áreas que apresentam excessiva infiltração;
- Variações na temperatura da água ao longo do ano;
- Concentração de oxigênio dissolvido e gás carbônico da água;
- Alcalinidade, pH e dureza da água são importantes parâmetros para a sua estabilidade química, mas não são determinantes, podendo ser corrigidos ao longo do cultivo (Tabela 1). Entretanto, quando seus valores são muito distantes dos desejáveis, a correção torna-se complexa e há necessidade de utilização de espécies de peixe adaptadas a tais condições;
- Risco de contaminação da fonte de água por produtos químicos ou esgoto de origem agropecuária, urbana ou industrial. Nesse sentido, é importante prever a possibilidade de expansão urbana e industrial nas proximidades;

- Risco de contaminação da fonte por patógenos ou outros organismos indesejáveis provenientes da água de drenagem de outras pisciculturas à montante;
- Turbidez da água, principalmente durante os períodos chuvosos.

Tabela 1. Parâmetros físicos e químicos da água para o cultivo de peixes tropicais em viveiros (Adaptado de Ono e Kubitzka (2002)).

Parâmetro	Faixa ideal
Temperatura	26 a 30°C
pH*	6,5 a 8,0
Oxigênio dissolvido*	Acima de 5,0 mg/L
Gás carbônico	Abaixo de 10 mg/L
Alcalinidade total	Acima de 30 mg/L
Dureza total	Acima de 30 mg/L
Amônia tóxica	Abaixo de 0,2 mg/L
Nitrito	Abaixo de 0,3 mg/L
Salinidade	Em geral, abaixo de 12 ppm, porém, depende da espécie

* Muitas espécies de peixes amazônicos que são utilizadas na piscicultura estão adaptadas a viver em águas com pH mais ácido, além de possuírem órgãos auxiliares para a respiração em condições de baixos níveis de oxigênio na água.

Amostras da fonte de água devem ser enviadas a laboratórios especializados para análise. Entretanto, avaliações preliminares podem ser feitas diretamente no campo, com o uso de kits colorimétricos, oxímetros, peagômetros, entre outros equipamentos portáteis. Os valores recomendados para os principais parâmetros de qualidade da água para o cultivo de peixes tropicais podem ser observados na Tabela 1. Muitos desses parâmetros podem ser corrigidos ao longo do cultivo, principalmente em viveiros com baixa renovação de água. Na Tabela 2, são resumidas as principais medidas de correção da sua qualidade empregadas nesses sistemas (conforme será abordado em detalhes no capítulo sobre “Monitoramento e manejo da qualidade de água”). Por outro lado, a correção da qualidade é muitas vezes impraticável em viveiros com alta renovação de água ou em *raceways* (tanques com alto fluxo de água que operam com uma ou mais trocas totais do volume por hora), devido ao grande volume que precisa ser tratado. Assim, a água para uso em sistemas intensivos que empregam alta renovação deve ser necessariamente adequada ao cultivo das espécies desejadas.

Tabela 2. Medidas para correção da qualidade da água (Adaptado de Ono e Kubitza (2002)).

Problema detectado	Medida
Águas ácidas ou com baixa alcalinidade e dureza total	- Calagem com calcário agrícola; - Dose varia de 1 a 4 toneladas por hectare.
Peixes indesejáveis na água de abastecimento	- Instalação de filtros na rede de abastecimento e na entrada de água dos viveiros; - Controle da população de peixes no reservatório de abastecimento.
Águas turvas (turbidez argilosa)	- Adoção de práticas de controle de erosão do solo, como terraceamento, cobertura vegetal dos taludes e da área em torno dos viveiros, canais para controle de enxurradas em terrenos declivosos etc.
Águas de poços e minas, pobres em oxigênio e ricas em gás carbônico	- Aeração antes do uso da água para a incubação de ovos, depuração, estocagem de reprodutores, transporte e durante a recria e a terminação.

O uso de aeração e medidas de conservação (acúmulo da água de chuva, aproveitamento da água de drenagem para o abastecimento de outros viveiros e planejamento do cultivo) possibilitam otimizar o uso de água e minimizar o descarte de efluentes por tonelada de peixe produzida.

Recomendações Técnicas

1. Escolher espécies adaptadas ao clima do local onde se pretende instalar a piscicultura;
2. Dar preferência a terrenos com baixa declividade, para diminuir o custo com movimentação de terra;
3. Examinar cuidadosamente a estrutura do solo, utilizando preferencialmente solos de textura média;
4. Suspender a movimentação e compactação do solo quando o mesmo estiver excessivamente molhado ou seco;
5. Realizar detalhada investigação da vazão, dos parâmetros de qualidade e dos fatores de risco associados à fonte de água a ser utilizada.

3. Infraestrutura de viveiros escavados e açudes

3.1. Dimensionamento das estruturas de cultivo

Os viveiros escavados destinados à atividade de piscicultura podem ser utilizados para a produção de alevinos, recria e terminação de peixes, produção, seleção e manutenção de matrizes ou produção de peixes ornamentais. Com vistas a otimizar a produção de peixes, o empreendedor deve dimensionar a quantidade e o tamanho das estruturas de cultivo, de forma que não existam estruturas ociosas ao longo do ano, possibilitando o fluxo contínuo da produção. Um exemplo seria a utilização de viveiros menores para o período de recria e maiores para a terminação dos animais.

Para empreendimentos voltados à produção de alevinos, é necessário dimensionar a construção de galpão com incubadoras para a larvicultura e de viveiros para a manutenção de reprodutores (normalmente entre 250 e 2.000 m² de área) e alevinagem (de 200 a 1.000 m² de lâmina d'água ou mais, dependendo da escala de produção e do manejo adotado). Viveiros muito grandes não são recomendados para alevinagem por apresentarem maior risco de perda de alevinos quando houver infestação por parasitas ou doenças. Se pós-larvas e/ou alevinos estiverem distribuídos em viveiros menores, o controle sanitário será mais eficiente, e a perda de animais em caso de enfermidades será menor, podendo-se isolar o viveiro afetado. Além disso, os menores facilitam o manejo e a despesca dos animais nessa fase do cultivo.

Já em viveiros destinados à terminação de peixes, as dimensões são maiores, variando geralmente em torno de 2.000 a 10.000 m². Os com dimensões superiores a um hectare (10.000 m²) demandam maior mão de obra durante o processo de despesca, mas podem ser uma opção quando as características da propriedade só permitirem estruturas de maior volume. Nesses viveiros, pelo fato da declividade do fundo ser mais suave em comparação a viveiros menores, mesmo após a drenagem completa, é comum a formação de áreas alagadas. Tal situação dificulta o manejo de despesca e a desinfecção do viveiro, contribuindo para a permanência de predadores e agentes patogênicos que possam causar prejuízos ao próximo ciclo de produção. Assim, é de extrema importância o correto trabalho de topografia e movimentação de terra, respeitando a declividade e os níveis previstos em projeto.

Os viveiros escavados, sempre que possível, devem apresentar formato retangular, com proporção 1:4 em largura e comprimento (Figura 2). Esse formato permite melhor fluxo de água e maior facilidade nas operações de manejo e despesca. Quanto à disposição dos viveiros no terreno, a utilização das curvas de nível pode contribuir para menor movimentação de terra durante a construção das estruturas. É

importante salientar que viveiros pequenos apresentam maior custo e ocupam maior área em comparação a maiores, devido à área ocupada pelos taludes. Além disso, deve-se fazer o possível para padronizar o seu tamanho, a fim de facilitar o manejo de despesca, povoamento, adubação, calagem etc. A profundidade deve variar entre 1,0 e 1,3 m na parte mais rasa e 1,5 e 1,7 m na mais profunda, de forma que o manejo possa ser realizado mesmo que o viveiro esteja completamente cheio. Essa profundidade também contribui para a manutenção da qualidade da água, pois evita a estratificação¹ do ambiente aquático, mantendo a qualidade ao longo de toda a coluna d'água.



Figura 2. Proporção ideal entre largura e comprimento (1:4) dos viveiros (A); Máquinas trabalhando na construção de viveiros (B). Fotos: (A) Fabrício P. Rezende; (B) Giovani T. Bergamin.

As pisciculturas destinadas ao propósito de produção de peixes ornamentais apresentam alta diversidade de modelos, formatos, dimensões e tipos de materiais utilizados na construção dos tanques e estufas. Tendo em vista o menor volume relativo de produção e a grande variedade de espécies cultivadas em um único empreendimento, os tanques são construídos com dimensões de 2 a 50 m², sendo revestidos com manta plástica ou alvenaria (Figura 3).

Os empreendimentos voltados à recria e terminação de peixes em viveiros, barragens e açudes podem prever a construção de um ou mais viveiros de depuração, os quais se destinam à permanência dos peixes após o término do ciclo de cultivo, para que o animal esvazie o trato digestório e elimine substâncias que eventualmente possam conferir características indesejáveis à carne, como odor e/ou sabor de mofo ou barro (*off-flavor*)². O viveiro de depuração deve ser completamente revestido por manta plástica ou cimento e ter abastecimento de água com alta vazão para renovação constante. Em todos os tipos de empreendimentos, a construção de tanques para

¹ Mais informações sobre a estratificação da água estão no capítulo “Monitoramento e manejo da qualidade da água”.

² Mais informações sobre o que ocasiona *off-flavor* em peixes estão no capítulo “Despesca e abate de peixes”.



Figura 3. Viveiros revestidos com manta plástica e protegidos por cobertura plástica (A) e tela sombrite (B) para o cultivo de peixes ornamentais. Fotos: Fabrício P.Rezende.

quarentena³ faz-se necessária, como medida de prevenção de problemas de ordem sanitária quando são adquiridos peixes de outras pisciculturas. Cuidado especial deve ser tomado quanto à água de descarte desses tanques a fim de evitar a disseminação de doenças e agentes patogênicos aos peixes no empreendimento.

3.2. Estimativa de vazão de água para abastecimento

A vazão (Q) é o volume de água (V, litros ou metros cúbicos) que escoar por um conduto em um período de tempo (t, segundo ou hora) ($Q = V/t$). O cálculo da estimativa de vazão da água é de primordial importância para garantir o sucesso do empreendimento, haja vista que possibilita dimensionar a área de viveiros e infraestruturas anexas conforme a disponibilidade de água do local. A vazão aceita como ideal para dimensionamento de área alagada é de dez litros por segundo por hectare (10 L/s/ha), ressaltando que a estimativa de vazão deve ser realizada no período de estiagem, quando os níveis de água nos mananciais se encontram em suas cotas mínimas.

A estimativa de vazão em condutos fechados pode ser realizada com auxílio de balde (ou recipiente de volume conhecido), cronômetro (ou relógio que disponha de marcador de segundos), papel e lápis (ou qualquer outro dispositivo em que seja possível registrar as marcações de tempo). A vazão em condutos fechados (tubulação) pode ser aferida ao encher um volume conhecido e cronometrar o tempo necessário por três vezes (Figura 4). Em seguida, tira-se a média das três medidas de tempo.

³ Informações mais detalhadas sobre quarentena estão no capítulo “Princípios básicos de sanidade de peixes”.



Figura 4. Método de estimativa de vazão de água em tubulação. Foto: Fabrício P. Rezende.

Exemplo 1:

- Tempos marcados para o completo enchimento de um balde de 50 L: 3 s, 2 s e 2 s (média de tempo igual a 2,3 s);
- $Q = 50 \text{ L}/2,3 \text{ s} = 21,7 \text{ L/s}$;
- Se a vazão aceitável para 1 hectare de lâmina d'água é 10 L/s/ha, logo, é possível estimar que a vazão vertente nessa tubulação é capaz de abastecer cerca de 2 hectares de lâmina de água.

A estimativa de vazão em condutos abertos (canal, ribeirão ou riacho) pode ser realizada com auxílio de uma trena (ou fita métrica), uma haste graduada (escala métrica), um flutuador (ou garrafa de refrigerante com 3/4 do seu volume preenchido com água), cronômetro, papel e lápis. Preferencialmente, deve-se escolher um trecho do canal que seja mais uniforme para o monitoramento do deslocamento do flutuador. A velocidade de deslocamento da água é variável nos condutos devido à rugosidade do perímetro molhado, tal característica faz com que haja diferença na velocidade da água em relação à distância da parede do conduto. A velocidade média na vertical ocorre a cerca de 60% da profundidade, sendo que a velocidade média de deslocamento da água equivale a cerca de 80 a 90% da velocidade da água na superfície (Figura 5).

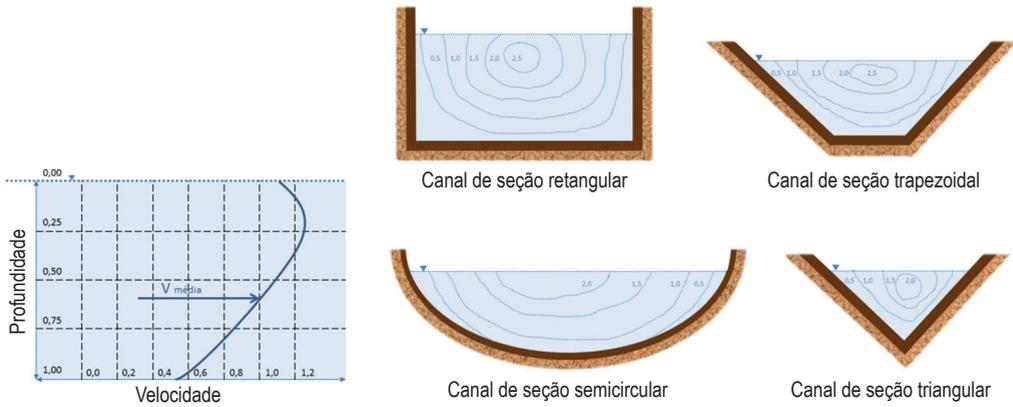


Figura 5. Distribuição de velocidades em diferentes seções transversais. Ilustração: Fabrício P. Rezende.

Deve-se medir a área de seção do conduto aberto pelo método dos trapézios (Figura 6), ou seja, calcular a área da seção em dois pontos distantes dez metros entre si. Com a média dessas áreas, calcula-se o volume de água na seção do canal de dez metros. Em seguida, coloca-se o flutuador (boia) na correnteza do canal a cerca de cinco metros antes da primeira marca para que atinja a mesma velocidade de deslocamento da água. Basta cronometrar o tempo necessário para que o flutuador percorra a distância entre as duas marcas para se obter a vazão de água no canal.

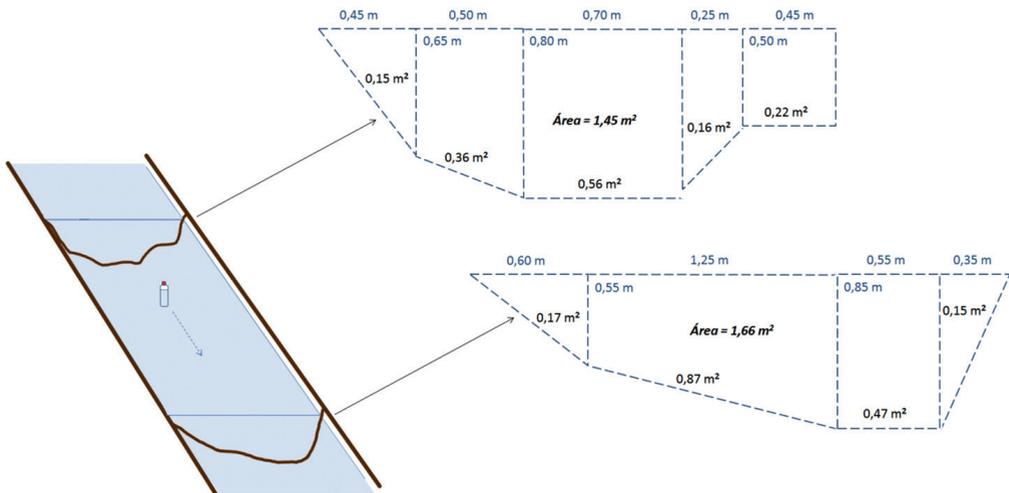


Figura 6. Esquema de método de estimativa de vazão de água em canais abertos. Ilustração: Fabrício P. Rezende.

Exemplo 2 (vide Figura 6):

- Realizar as medidas e calcular a área da seção de canal na marca inicial ($1,45 \text{ m}^2$) e na final ($1,66 \text{ m}^2$). Com a média da área da seção do canal ($1,55 \text{ m}^2$) e a distância de 10 m entre ambas as marcas, obtém-se o volume de água nesse trecho do canal ($1,55 \times 10 = 15,5 \text{ m}^3$);
- O tempo para o deslocamento do flutuador entre as duas marcas deve ser monitorado, repetidamente, por três vezes (23 s, 26 s e 28 s; média igual a 25,6 s);
- $Q = 15,5 \text{ m}^3/25,6 \text{ s} = 0,605 \text{ m}^3/\text{s} = 605 \text{ L/s}$, no entanto, deve-se multiplicar esse valor por 0,85 para desconsiderar o efeito da rugosidade do fundo do canal e estimar a vazão com maior precisão: $Q = 0,85 \times 605 \text{ L/s} = 514 \text{ L/s}$;
- Se a vazão aceitável para 1 hectare de lâmina d'água é 10 L/s, logo, é possível estimar que a vazão vertente nesse canal é capaz de abastecer cerca de 51 ha de lâmina de água.

Apesar de haver limitação na velocidade do deslocamento da água devido à rugosidade do fundo do canal, a proposta aqui se refere exclusivamente a uma estimativa de vazão, para visualizar a viabilidade técnica de área alagada na construção de viveiros. Caso a água seja drenada ou bombeada de um manancial, é importante ressaltar que, para regularização do empreendimento, o processo de outorga do uso de água deverá obedecer às normas e regras estabelecidas pela legislação junto ao órgão competente.

3.3. Construção de viveiros escavados

Após a obtenção do licenciamento ambiental, levantamento topográfico e planialtimétrico da área e estabelecimento das cotas de níveis para abastecimento e drenagem, deve-se realizar a limpeza do terreno antes de iniciar a construção do viveiro. Tal limpeza compreende a retirada de tocos, pedaços de raízes e pedras, os quais, quando em excesso, comprometerão a qualidade do viveiro e dificultarão as operações de despesca ao se entrelaçarem na rede. Em situações onde a vegetação não foi retirada, a despesca parcial fica impossibilitada e a total dificultada por uso de rede de arrasto (Figura 7). Quanto maior a vegetação presente (tamanho e densidade), maior será o custo de sua remoção. Em áreas com vegetação arbustiva ou rasteira, a retirada de uma camada de 10 até 30 cm abaixo do nível do solo é suficiente (Figura 8). Nesse processo, normalmente é utilizado trator de esteira.



Figura 7. Açude em que a vegetação não foi retirada, impossibilitando despesca parcial (A); Viveiro corretamente construído, com imagem de despesca parcial (B). Fotos: (A) Cátia A. Veiverberg; (B) Marcela Mataveli.



Figura 8. Preparo da área, com decapagem do material vegetal da camada superior do solo. Fotos: Giovani T. Bergamin.

No processo de construção, é necessário que o fundo dos viveiros apresente leve inclinação (0,5 a 3%) entre o lado onde ocorre o abastecimento e o lado onde se encontra o sistema de escoamento da água (Figura 9A), o que permitirá a drenagem e facilitará a desinfecção do viveiro. A inclinação dos taludes dependerá da estrutura e coesão do solo (Tabela 3). A largura da crista do talude (Figura 9B) deve ser construída levando-se em consideração a altura do dique (Tabela 3). Nas situações em que houver necessidade de trânsito de veículos, a crista deverá ter largura superior a 3,0 m.

O sistema de abastecimento de água da piscicultura deve estar localizado no lado oposto ao de escoamento para facilitar a renovação de água, sendo que cada viveiro deverá possuir entrada e saída de água individuais (Figura 10). O abastecimento deve ser feito preferencialmente por gravidade, evitando-se ao máximo o gasto de energia com a utilização de bombas hidráulicas. Contudo, dependendo das características do empreendimento, tal prática precisa ser aplicada, devendo ser detalhadamente estudada na etapa de planejamento.

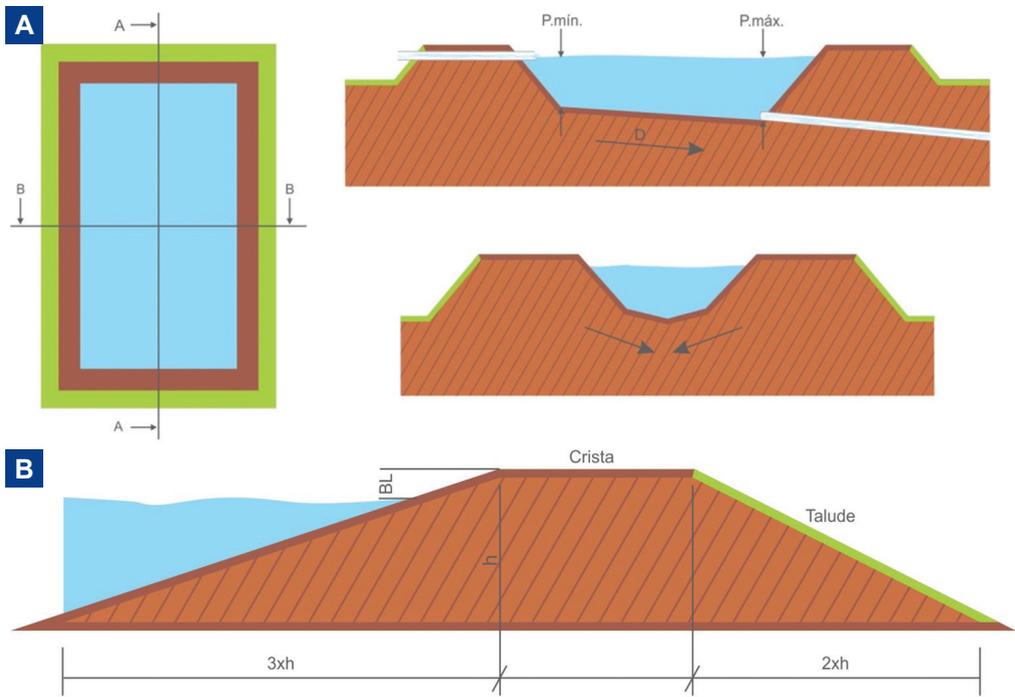


Figura 9. Inclinação do fundo do viveiro e posicionamento dos sistemas de abastecimento e drenagem em lados opostos (A); Detalhe de corte transversal de talude de viveiro (B). Ilustrações: Jefferson Christofoletti.

Tabela 3. Dimensionamento dos taludes em função da profundidade do viveiro e do tipo de solo (Adaptado de Proença e Bittencourt (1994)).

	Profundidade do viveiro (m)			
	1,0 a 1,5	1,5 a 1,7	1,7 a 2,0	2,0 a 2,5
Largura da crista (m)	1,8 a 2,0	2,0 a 2,5	2,5 a 3,0	3,0 a 5,0
Borda livre (m)	0,3 a 0,4	0,4 a 0,5	0,5 a 0,6	0,5 a 0,6
	Tipo de solo			
	Areno-argiloso	Silto-argiloso	Argiloso	
Talude interno	3:1 a 2,5:1	2,5:1 a 2:1	2:1 a 1:1	
Talude externo	2:1 a 1,5:1	1,5:1 a 1:1	1:1	

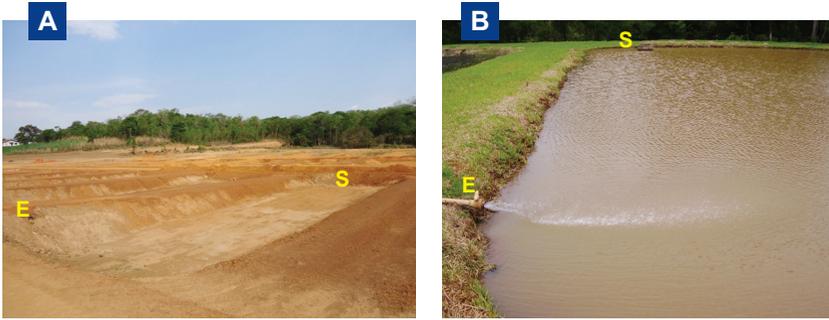


Figura 10. Vista de viveiro vazio (letra E indica a entrada e letra S indica a saída de água) (A); Vista de viveiro cheio (letra E indica a entrada e letra S indica a saída de água) (B). Fotos: (A) Fabrício P. Rezende; (B) Giovani T. Bergamin.

Custos com instalação, manutenção e consumo de energia da estação de bombeamento devem ser levantados, sob pena de inviabilizar a atividade. Esses custos variam de acordo com a distância do ponto de captação, a diferença de nível e a vazão necessária. O uso de bombas pode ser justificado, por exemplo, para casos de emergência, quando a fonte principal de água utilizada por gravidade se esgotar ou variar ao longo do ano, fazendo-se necessária a captação em outro corpo d'água. Nos casos de dependência contínua de bombeamento de água, deve ser prevista a instalação de estruturas de emergência como forma de prevenção a situações de queda de energia ou avaria mecânica.

O abastecimento da água pode ser feito por canaletas a céu aberto (Figura 11) com ou sem revestimento, que pode ser em alvenaria, lonas plásticas, cimento pré-fabricado ou por tubulação subterrânea (Figura 12A), podendo ser em polietileno rígido (PVC) ou polietileno de alta densidade (PEAD).

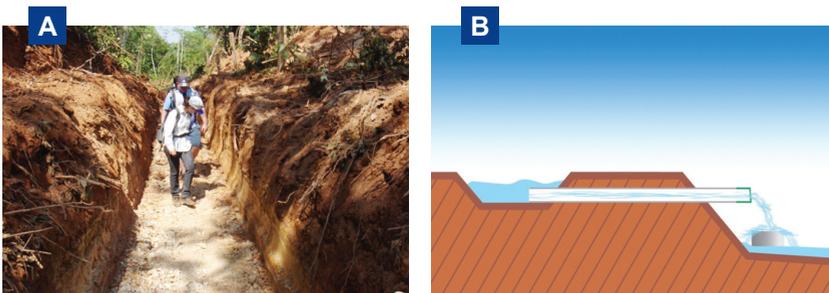


Figura 11. Sistema de abastecimento de água por canaleta a céu aberto (A); Detalhe de corte transversal da canaleta e tubo para abastecimento do viveiro (B). Foto: Fabrício P. Rezende; Ilustração: Jefferson Christofolletti.

Normalmente, recomenda-se que os canais principais sejam construídos na forma de canaletas a céu aberto e que apenas a derivação destes para os viveiros seja feita por tubulação subterrânea. O controle da passagem de água do canal principal para a tubulação individual do viveiro pode ser feito com a construção de pequenas caixas de inspeção utilizando “curva” ou “joelho” de controle de nível ou registro para controle de água, sendo essa última a solução considerada mais prática (Figura 12B).



Figura 12. Sistema de abastecimento de água por tubulação de PVC Ocre (A); Caixas de inspeção e distribuição de água (B). Fotos: (A) Giovani T. Bergamin; (B) Fabrício P. Rezende.

O acesso para manutenção, limpeza, instalação de comportas ou ampliação das estruturas é mais simples em canaletas a céu aberto, comparando-se a tubulações subterrâneas. Esse último sistema é mais recomendado para o uso em instalações onde a vazão de água é alta. Em pisciculturas onde o fluxo na rede de abastecimento é pequeno, há o risco de deposição de matéria orgânica na rede hidráulica, podendo até mesmo obstruir totalmente a tubulação, gerando altos custos de manutenção das estruturas.

Os canais de abastecimento a céu aberto podem também ser construídos sem revestimento, se a estrutura do solo for coesa. Nesse caso, embora o custo de construção seja muito menor, em geral, a manutenção dos canais deve ocorrer com maior frequência. A vazão de água ao longo do ano, o tipo de solo, a inclinação das paredes da canaleta e a cobertura vegetal têm influência direta na durabilidade desse tipo de estrutura.

A água de abastecimento deve passar por sistema de filtragem para evitar entrada de sujidades e organismos indesejáveis. Os filtros podem ser instalados no início do canal de abastecimento, na entrada de água de cada viveiro ou em ambos (ideal). Como primeira barreira de proteção, devem ser instaladas telas para evitar que material grosseiro como galhos, folhas e peixes invasores de maior porte entre na rede de abastecimento. Após essa primeira tela, pode ser construído um filtro

principal em alvenaria, contendo cascalho ou areia grossa para evitar a passagem de pequenos peixes invasores e resíduos de menor tamanho. Recomenda-se, também, a instalação de tela de malha fina do tipo “mosquiteiro” (2 mm) na extremidade do cano de abastecimento de cada viveiro, principalmente naqueles destinados às atividades de larvicultura e alevinagem.

Existem sistemas de escoamento de água com diferentes arranjos e capacidades de drenagem (Tabela 4). A escolha de um deles dependerá de diversos fatores, como tamanho do viveiro, taxa de renovação, necessidade de retirada de água do fundo ou da superfície, entre outros. A principal característica de um sistema de escoamento bem dimensionado é a possibilidade de completa retirada da água do fundo do viveiro. Para tanto, o tubo de escoamento deve ser posicionado na porção mais baixa do viveiro, coincidindo com a declividade adequada obtida durante a sua construção (Figuras 13, 14 e 15).

Tabela 4. Diâmetro de tubulação para drenagem de viveiros com diferentes áreas, com profundidade entre 1,4 m e 1,8 m, considerando três tempos para escoamento 12h, 24h e 36h (Adaptado de Ono et al. (2002)).

Área do Viveiro (m ²)	Comprimento da linha de drenagem					
	12 m			300 m		
	12 h	24 h	36 h	12 h	24 h	36 h
	Diâmetro (mm)					
40.000	600	450	400	1.200	900	750
20.000	450	300	250	900	750	600
10.000	300	250	200	750	600	450
5.000	250	200	150	600	450	300
3.000	200	150	150	450	300	250
1.000	150	100	100	250	200	150



Figura 13. Corte para instalação da tubulação de escoamento (A) e alocação do tubo na cota mais baixa do viveiro (B). Fotos: (A) Fabrício P. Rezende; (B) Giovani T. Bergamin.

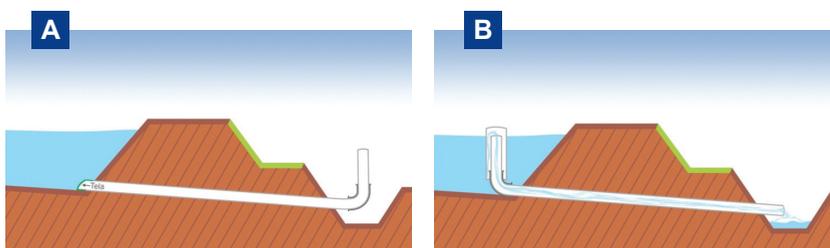


Figura 14. Corte longitudinal mostrando sistema de escoamento de água tipo cachimbo: (A) instalação na parte externa, (B) instalação na parte interna do viveiro. Ilustrações: Jefferson Christofletti.

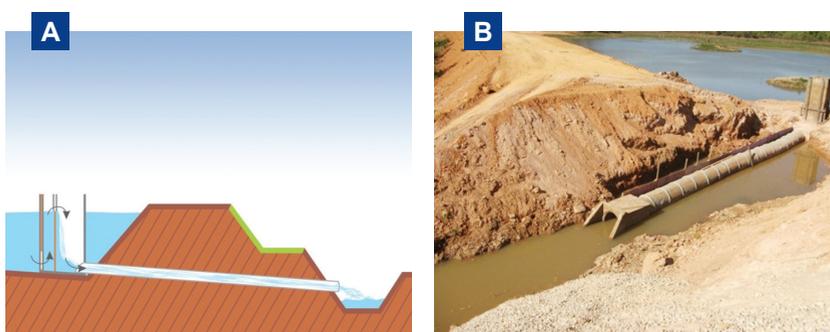


Figura 15. Corte longitudinal mostrando sistema de escoamento de água tipo monge (A); Monge em processo de construção (B). Ilustração: Jefferson Christofletti; Foto: Guilherme Yoshizawa.

Os sistemas de escoamento mais utilizados são dois: de joelho articulado, também conhecido como “cachimbo”, e sistema de “monge” em alvenaria e concreto. O de primeiro tipo utiliza tubulação em PVC ou PEAD, sendo indicado para viveiros de pequeno porte (até 2.000 m²). É o sistema com menor custo de instalação, pois utiliza apenas tubos, não necessitando de construção de estruturas. Para o controle do nível da água, basta movimentar a articulação, sendo possível retirar a água do fundo ou da superfície, dependendo da configuração dos tubos. O sistema de segundo tipo (Figura 15) é mais utilizado em viveiros ou açudes de grande porte (acima de 2.000 m²), nos quais a profundidade e o volume de água dificultariam o manejo do sistema de cachimbo, fazendo-se necessária a utilização de tubulações de maior diâmetro. Existem vários modelos de monge que possibilitam a retirada de água tanto do fundo, quanto da superfície, conforme a necessidade. Os monges são construídos em alvenaria, sobre uma base firme de concreto, apresentando maior custo de instalação em relação ao sistema de cachimbo. O monge deve ser construído com altura equivalente à crista do talude. Em viveiros ou açudes de grande porte, além do monge, deve ser prevista a construção de um vertedouro capaz de permitir o escoamento do excedente de águas das chuvas sem comprometer a estrutura do dique e sem provocar inundação ou transbordamento aos viveiros de produção (Figura 16). O monge deve ficar posicionado na porção mais profunda do viveiro e consiste basicamente em uma estrutura com três paredes de alvenaria em forma de “U” sobre uma base sólida e bem presa ao solo para suportar o empuxo da água, sendo a base da tubulação posicionada cerca de 10 cm abaixo do nível do fundo do viveiro, para assegurar a retirada completa da água (Figuras 15B e 17). Nas duas paredes paralelas do monge, devem ser construídos três pares de fissuras internas, nas quais são posicionadas placas de madeira e de tela que, dependendo do seu arranjo, possibilitam maior ou menor nível de retenção de água no viveiro (Figura 17).



Figura 16. Detalhe do vertedouro em barragem de grande porte: vista em período de estiagem (A); vista à montante no período das chuvas (B). Fotos: (A) Guilherme Yoshizawa; (B) Cátia A. Veiverberg.



Figura 17. Bateria de viveiros, mostrando sistema de escoamento total da água por monges (setas) (A); Detalhe de monge com três frisos possibilitando o controle e escoamento e renovação de água (B). Fotos: (A) Giovani T. Bergamin; (B) Fabrício P. Rezende.

No sistema de drenagem tipo monge, para escoar a água do fundo (menos oxigenada e com maior nível de resíduos orgânicos), deve-se realizar o seguinte procedimento: nos dois pares de frisos posicionados mais internamente, são colocadas placas de madeira até a altura em que se deseja manter o nível da água, sendo o espaço entre elas preenchido com barro ou serragem para reter eficientemente a água. No friso que fica na parte mais externa, colocam-se placas de tela na parte inferior (cerca de 20 a 40 cm de altura) e, após isso, são colocadas placas de madeira. Dessa forma, a água passará pela parte inferior do friso com a tela e, posteriormente, será escoada pela parte superior delimitada pelas placas nos frisos mais internos (Figura 17B). As placas de tela servem para conter a fuga de peixes durante a drenagem da água para despesca. No caso de barragens utilizadas para abastecimento dos viveiros de cultivo, a água a ser utilizada deve ser a de melhor qualidade. Dessa forma, a água a ser drenada deve ser a da superfície da barragem abastecedora.

A tubulação de escoamento deve possibilitar a completa drenagem da caixa de coleta. Nas situações em que o solo do fundo dos viveiros for muito úmido e com atoleiros, faz-se necessário o acréscimo de uma camada de 20 a 30 cm de cascalho sobre o fundo, para permitir que as atividades de manejo e despesca sejam facilitadas (Figura 18).

3.4. Proteção de taludes em viveiros escavados

Após a construção dos viveiros, é recomendado o plantio de grama, de forma a cobrir toda a crista e a borda livre dos taludes até o nível da água (Figuras 19 e 20B). A proteção dos taludes dos viveiros deverá ser realizada com o objetivo de reduzir as despesas com manutenção, uma vez que a drenagem da água das chuvas que ocorre

sobre o próprio talude em médio prazo danificará a sua estrutura (Figura 20). A erosão dos taludes provoca o assoreamento do fundo dos viveiros e, com isso, a necessidade de gastos com manutenção e reparos.



Figura 18. Viveiro com fundo lamacento (A) e viveiro com camada de cascalho compactado (B). Fotos: (A) Fabrício P. Rezende; (B) Giovani T. Bergamin.



Figura 19. Talude de viveiros protegido com grama-batatais para evitar erosão. Foto: Fabrício P. Rezende.



Figura 20. Talude de viveiros sem cobertura vegetal erodido pela chuva (A) e talude com plantio de grama-batatais em fase inicial de vegetação (B). Fotos: Fabrício P. Rezende.

A vegetação preferencial para uso nesse tipo de solo são as gramíneas (Figura 19 e 20B). Deve-se utilizar preferencialmente a grama-batatais (*Paspalum notatum*), a capim-bermuda (*Cynodon dactylon*) ou a grama-esmeralda (*Zoysia japonica*). A escolha de qualquer uma das três opções será certa e irá depender da disponibilidade de mudas na região e do quanto se está disposto a gastar, pois cada grama tem um custo diferente para formação. O ideal é não utilizar as que sejam de porte médio a grande, que vegetam muito ou que formam touceiras, uma vez que a manutenção com podas será frequente (de duas a oito vezes ao ano) o que irá onerar os custos com a manutenção.

Recomendações Técnicas

1. Viveiros para manutenção de matrizes e reprodutores podem ter área entre 250 e 2.000 m²;
2. Para larvicultura, alevinagem e recria, recomenda-se a construção de viveiros com até 1.000 m²;
3. Viveiros para recria e terminação de peixes com tamanho superior a um hectare (10.000 m²) podem dificultar a despesca e aumentar os custos com mão de obra;
4. Sempre que possível, construir viveiros em formato retangular, na proporção 1:4 em largura e comprimento;
5. A profundidade dos viveiros deve variar entre 1,0 e 1,3 m na parte mais rasa e 1,5 e 1,7 m na parte mais profunda, de forma que o manejo dos peixes possa ser realizado mesmo que o viveiro esteja completamente cheio;
6. Cada viveiro deve possuir sua entrada e saída de água, as quais devem se situar em lados opostos;
7. A construção de viveiros pequenos é mais onerosa e ocupa mais espaço em relação a grandes viveiros;
8. Cachimbo são recomendados para estruturas de até 2.000 m². Para estruturas maiores, recomendam-se monges.

4. Requisitos para instalação de tanques-rede

Assim como na construção de pisciculturas em viveiros escavados, o empreendedor que deseja produzir peixes em sistema de tanques-rede deve realizar o estudo da viabilidade técnica e econômica da atividade. Questões como tipo de produto, quantidade demandada pelo mercado, preço, capital de investimento e operacional, ciclo de cultivo, escala de produção, fonte de recursos e proximidade

do mercado consumidor necessitam ser consideradas para o planejamento de uma piscicultura em tanque-rede.

4.1. Áreas de Criação

Uma vez feito o detalhamento do plano estratégico de produção, ainda são vários os pontos a serem considerados durante a fase de escolha da área a ser utilizada. A facilidade de acesso aos tanques-rede é essencial para diminuir os custos e facilitar as atividades de manejo (arraçoamento, biometrias, despesca e acompanhamento geral da produção). Recomendam-se áreas próximas a estradas em bom estado de conservação e fácil acesso da margem à área de criação.

A criação de peixes em tanques-rede se diferencia por mantê-los confinados em alta densidade de estocagem, procurando-se, como já dito, tornar o manejo o mais simples possível, com alta produção em pequena área de cultivo. Assim, cuidado com a segurança do local de cultivo deve ser redobrado, uma vez que os animais estão facilmente sujeitos à ação de furtos. Como esse sistema geralmente é feito em corpos d'água de grande volume, atenção deve ser dada aos múltiplos usos da água, bem como à área do entorno. Devem ser evitadas áreas próximas a culturas agrícolas, cidades, indústrias ou onde ocorra navegação. A área também deve ser protegida de corredores de ventos e correntes fortes de água (a velocidade ideal da corrente de água para sistemas em tanque-rede deve estar entre 0,05 e 0,20 m/s). A incidência de ventos fortes gera dificuldade na alimentação e na despesca, muitas vezes impedindo a realização das atividades de rotina da piscicultura.

As áreas escolhidas devem preferencialmente apresentar baixa produtividade primária (planctônica) com alta transparência (acima de 2 m são consideradas ideais para produção em tanques-rede). Esse tipo de ambiente confere menores variações diárias nos parâmetros físico-químicos da água. Como os animais são confinados e não podem buscar áreas de conforto térmico no ambiente, dependendo da amplitude de variação térmica, podem ocorrer problemas de estresse, diminuição do crescimento, perda de peso e, não raro, mortalidade. Da mesma forma, deve-se evitar a instalação de tanques-rede em ambientes eutrofizados, onde as variações na qualidade de água são mais frequentes e em maior amplitude.

4.2. Instalação de tanques-rede

Quanto ao posicionamento, os tanques-rede devem ser distribuídos em linhas, perpendicularmente à corrente de água predominante, para facilitar a troca de água

do seu interior (Figura 21A). A distância entre um tanque-rede e outro deve ser de, no mínimo, a largura de um tanque-rede (Figura 21B). Evitar a instalação em locais nos quais o fundo do tanque-rede fique próximo ao fundo da barragem, onde os nutrientes produzidos são depositados e decompostos, podendo haver produção de compostos tóxicos para os peixes. A profundidade do local de sua de alocação deve ser igual ou superior ao dobro da profundidade deste, por exemplo, se o tanque-rede tiver 1,2 m de altura, a profundidade mínima no local de instalação deverá ser igual a 2,4 m. No caso de águas levemente eutrofizadas, deve-se evitar a instalação em locais onde a profundidade seja maior que 3,0 m, essa prática ameniza problemas relacionados à inversão térmica e consequente queda na qualidade da água devido ao aumento de gás carbônico e outros gases (metano e sulfídrico), amônia e nitrito e redução nos níveis de oxigênio dissolvido.

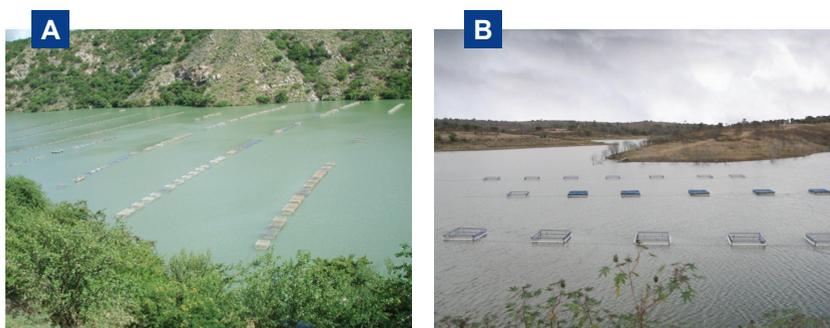


Figura 21. Posicionamento dos tanques-rede em alinhamento paralelo, fixados por sistemas de ancoragem perpendicularmente à corrente de água, o que contribui para a renovação da água no seu interior (A). Vista frontal dos alinhamentos mostrando espaçamento de, no mínimo, a largura de um tanque, entre os tanques-rede (B). Fotos: Adriana F. Lima.

Para fixação das estruturas, é feita a ancoragem, com o uso de cordas ou cabos e um peso (poita) para fixação no fundo do corpo d'água. Diversas formas de ancoragem são utilizadas, sendo possível a fixação das duas extremidades da linha no fundo, uma delas ou ambas na margem do reservatório. É de extrema importância o conhecimento da variação do nível da água do reservatório ao longo do ano. Se o comprimento do cabo for subdimensionado, os tanques-rede podem ficar submersos por dias, trazendo vários transtornos ao produtor. A incidência de ventos também deve ser conhecida, para que sejam utilizadas âncoras de dimensões adequadas a fim de evitar que a linha de tanques-rede seja “arrastada” pelo vento. Após a fixação das linhas, deve-se proceder à sinalização da área (normas da marinha) para evitar acidentes com embarcações e delimitar o espaço de produção.

5. Infraestrutura de tanques-rede

5.1. Componentes básicos

Os tanques-rede são compostos basicamente pelos seguintes componentes: estrutura de sustentação, flutuadores, tela para contenção dos peixes, tela de proteção superficial e comedouro (Figuras 22 e 23). As estruturas de sustentação devem ser resistentes à corrosão e à fadiga decorrente do esforço mecânico ocasionado pela movimentação da água e pelo manejo dos peixes. A utilização de materiais leves, como o alumínio, facilita a operacionalização do manejo, além de reduzir os custos com flutuadores e apresentar alta durabilidade no ambiente aquático; sendo o material mais utilizado e indicado para a confecção das estruturas de sustentação. A tela de contenção dos peixes deve ser feita em material leve, resistente à corrosão e ao ataque de grandes predadores, como jacarés e lontras. Deve-se evitar o uso de telas plásticas de baixa resistência mecânica e telas metálicas com farpas que possam causar injúrias aos peixes. Usar, preferencialmente, materiais que possibilitem fácil manutenção e reparos rápidos e que exerçam baixa resistência à passagem da água. As telas de arame galvanizado revestidos com PVC de alta aderência são as mais utilizadas para este fim. Os diâmetros de telas mais comumente utilizados para a produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em tanques-rede são:

- Peixes com peso médio de 1 a 5 g: 5 mm;
- Peixes com peso médio de 5 a 30 g: 10 mm;
- Peixes com peso médio de 30 a 200 g: 13 mm;
- Peixes com peso médio de 200 a 500 g: 25 mm;
- Peixes com peso médio de 500 g até a atingirem o peso de terminação: 25 a 32 mm;
- Diâmetros acima de 25 mm aumentam o risco de entrada de peixes invasores, como lambari (*Astyanax spp.*) e piranha (*Pygocentrus spp.*).

Os flutuadores devem permitir a plena sustentação da estrutura do tanque-rede, sendo posicionados de maneira que a sua borda fique acima do nível da água, especialmente se este for de pequeno volume (até 9 m³), no qual os peixes são mantidos em elevadas densidades (acima de 100 kg/m³). Os de pequeno volume necessitam ser tampados com tela para evitar a fuga dos peixes ou a entrada de predadores.

O uso de comedouros (Figura 23) é necessário para minimizar perdas de ração do interior do tanque-rede para o ambiente, devido à movimentação dos peixes no momento do arraçoamento. O diâmetro da malha do comedouro varia, dependendo do tipo de ração, em torno de 2 a 5 mm; e, por ser relativamente fina, é comum a ocorrência de colmatação, dificultando a circulação de água. Assim, a preocupação com a limpeza dos comedouros deve ser constante. Todo tanque-rede deve ser protegido na superfície por uma tela anti-pássaros (Figura 23), para evitar prejuízos pela predação dos peixes, além da possibilidade de uso de sombrite para reduzir a incidência de radiação solar nos peixes em locais onde a água tenha elevada transparência.

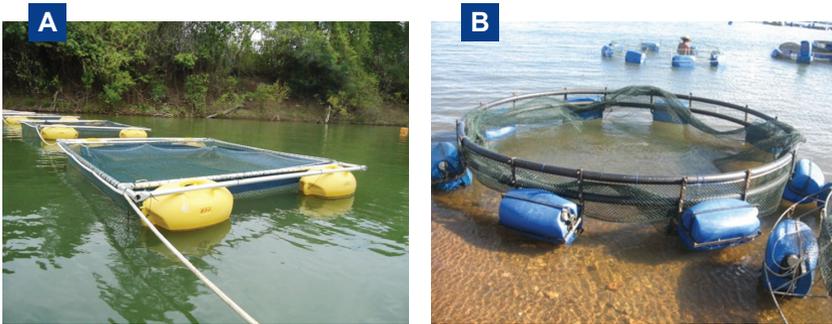


Figura 22. Detalhes da estrutura de tanques-rede (A) retangular e (B) circular: flutuadores, armação, tela de contenção. Fotos: Adriana F. Lima.



Figura 23. Detalhes da estrutura de tanques-rede circular com anel de alimentação (tela de cor verde, no interior do tanque-rede) (A) e retangular com tela de proteção (em cor azul, na superfície do tanque-rede) (B). Fotos: Adriana F. Lima.

5.2. Tamanho e formato dos tanques-rede

Os tanques-rede mais utilizados em pisciculturas de água doce no Brasil ainda são de pequeno volume, com formato quadrado (2x2 m ou 3x3 m; volume útil de 6 m³ e 18 m³, respectivamente) ou retangular (2x3 m; volume útil de 9 m³). Quanto menor o tamanho do tanque-rede, mais rapidamente ocorre a troca de água em seu interior, possibilitando a utilização de maiores densidades de estocagem em comparação aos de grande porte. Contudo, os custos com aquisição e manutenção desses tanques-rede menores são mais elevados.

Os tanques-rede de grande volume (acima de 60 m³), em geral, utilizam anéis de PEAD, que funcionam tanto como estrutura de sustentação quanto como flutuadores (Figura 24). A borda livre acima da superfície da água é maior (entre 0,6 e 1,2 m) e as densidades de estocagem raramente podem ultrapassar o valor de 35 kg/m³, uma vez que a taxa de renovação de água no interior do tanque-rede de grande volume é menos eficiente quando comparada àquela observada nos de pequeno volume. Apesar de o custo inicial por unidade ser maior e a densidade de estocagem menor, os de grande volume possibilitam maior economia com mão de obra, além de maior facilidade para as atividades de arraçoamento, manejo e despesca dos peixes, reduzindo o custo de produção por unidade de cultivo. Para reduzir perdas por predadores, todos os tipos de tanque-rede devem ter uma cobertura com tela antipássaros (rever Figura 23).

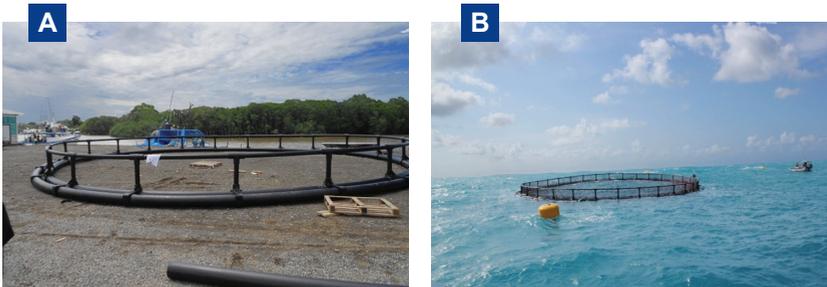


Figura 24. Tanque-rede de grande volume com flutuadores em anéis PEAD.
Fotos: Renata M. Barroso.

O manejo dos peixes em tanques-rede durante o cultivo (distribuição dos animais, repicagem ou classificação, biometrias e despesca) exige a utilização de estruturas adaptadas ao sistema. Normalmente, são utilizadas balsas com sistemas de içamento dos tanques-rede (Figura 25) para facilitar o manejo, principalmente na despesca, quando a biomassa de peixes é elevada.

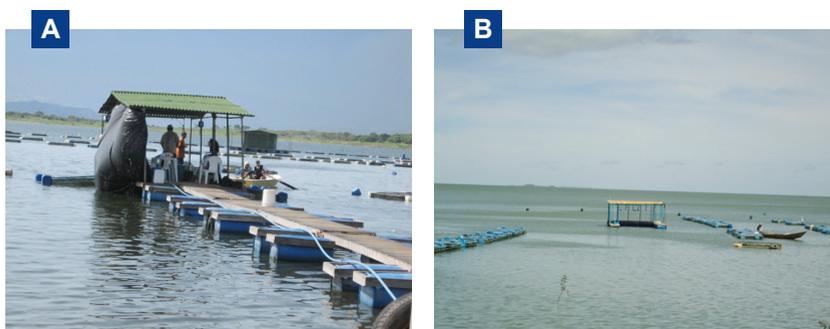


Figura 25. Sistema de acesso aos tanques-rede por passarela (A) e balsa com sistema de içamento de tanques-rede (B). Fotos: Adriana F. Lima.

Recomendações Técnicas

1. Para a implantação de tanques-rede, deve-se ter conhecimento dos usos múltiplos da água do reservatório: utilizar áreas de fácil acesso e tomar medidas de segurança contra roubos;
2. Utilizar preferencialmente áreas pouco eutrofizadas (transparência acima de 2 m);
3. Procurar adquirir tanques-rede leves e resistentes à ação do sol e da água;
4. Quanto menor o tamanho do tanque-rede, mais rapidamente ocorre a troca de água em seu interior, possibilitando a utilização de maiores densidades de estocagem em comparação a tanques-rede de grande porte. Contudo, os custos com aquisição e manutenção desses tanques-rede são mais elevados.

6. Bibliografia consultada e recomendada

GOMES, L.C.; ROUBACH, R.; LOURENÇO, J.N.P.; CHAGAS, E.C. **Critérios para seleção de local para piscicultura em tanque-rede na Amazônia.** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2002. 13p. (Embrapa Amazônia Ocidental - Documentos, n.22).

CASTAGNOLLI, N. **Criação de peixes de água doce.** Jaboticabal: FUNEP, 1992, 189p.

HUET, M. **Tratado de piscicultura.** Madrid: Mundi-Prensa, 1978, 745p.

ITAIPIU BINACIONAL. **Boas práticas de manejo em aquíicultura.** Toledo: GFM editora, 2006, 108p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resoluções do CONAMA:** resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012. Brasília: MMA, 2012, 1126p.

- NOGUEIRA, A.C.; RODRIGUES, T. **Criação de tilápias em tanque-rede**. Salvador: SEBRAE-BA, 2007, 23p.
- OLIVEIRA, M.A. **Engenharia para a aqüicultura**. Fortaleza/CE: D&F Gráfica e Editora Ltda. 2005. 240p.
- ONO, E.A.; KUBITZA, F. **Cultivo de peixes em tanques-rede**. 3. ed. Jundiaí, 2003, 126p.
- ONO, E.A.; KUBITZA, F. Construção de viveiros e de estruturas hidráulicas para o cultivo de peixes. **Panorama da Aqüicultura**, v.12, n.72, p.35-48, 2002.
- ONO, E.A.; CAMPOS, J.; KUBITZA, F. Construção de viveiros e de estruturas hidráulicas para o cultivo de peixes. **Revista Panorama da Aqüicultura**, v.12, n.74, p.15-29, 2002.
- OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. **Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo**. Guaíba: Agropecuária, 1998, 211p.
- PROENÇA, C.E.M.; BITTENCOURT, P.R.L. **Manual de piscicultura tropical**. Brasília: IBAMA, 1994, 196p.
- ROLIM, P.R. A infra-estrutura básica para criação de peixes no Amazonas. In: VAL, A.L.; HONCZARYK, A. (Eds.). **Criando peixes na Amazônia**. Manaus: INPA/MCT, 1995. v.2, p.7-16.
- SHEPHERD, J. **Aquaculture systems**. In: BROWN, L. (Ed.). **Aquaculture for veterinarians: fish husbandry and medicine**, New York: Pergamon Press, 1993. v.3, p.43-56.
- SOUSA, E.C.P.M.; TEIXEIRA-JÚNIOR, A.R. **Piscicultura fundamental**. São Paulo: Nobel, 1985, 88p.
- TOMAZELLI-JR., O.; CASACA, J.M.; SMANIOTTO, M.J. Construção de viveiros para piscicultura. In: POLI, C.R.; POLI, A.T.B.; ANDREATTA, E.R.A.; BELTRAME, E. (Org.). **Aqüicultura: experiências brasileiras**. 1 ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2005. v.1, p.199-220.
- VALENTI, W.C. **Aqüicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. Brasília: CNPQ, 2000, 399p.