

Capítulo 12

Amostragem de sedimentos do fundo de lagos, represas e viveiros de aquicultura para análise físico químicas

*Júlio Ferraz de Queiroz, Rita Carla Boeira e
Mariana Pinheiro Silveira*

A interação entre a água e os sedimentos do fundo dos lagos, das represas e dos viveiros de aquicultura não deve ser ignorada, porque o manejo inadequado da água e dos sedimentos pode prejudicar a biodiversidade desses locais e também a sobrevivência e o crescimento dos organismos aquáticos. A amostragem correta dos sedimentos do fundo dos lagos e dos viveiros para a determinação de parâmetros físico-químicos é fundamental para assegurar uma análise adequada, cujo objetivo é avaliar, não só a qualidade dos sedimentos, como também, identificar alternativas para otimizar a preservação e o manejo dos lagos e represas e, no caso de viveiros de aquicultura, ainda permitir a elevação dos índices de produtividade e rentabilidade, além de possibilitar a indicação de procedimentos de manejo mais efetivos. Geralmente, a maioria das análises de sedimentos pode ser feita sem problemas nos laboratórios de solo, porém é preciso ter conhecimento de como coletar e preparar essas amostras, antes de enviá-las para os respectivos laboratórios. Nesse sentido, vários fatores devem ser levados em consideração para realizar uma coleta adequada permitindo a obtenção de resultados significativos que expressem a situação real das condições dos sedimentos do fundo dos lagos e dos viveiros de aquicultura (BOYD, 1995).

A coleta de amostras é uma etapa crítica do procedimento e deve ser executada adequadamente para que se possa obter uma representação confiável das condições do sedimento do fundo dos lagos e dos viveiros. Dessa forma, é preciso estabelecer métodos práticos e seguros para

o uso correto dos equipamentos para coleta e processamento das amostras. A análise correta dos sedimentos indicará quais são as influências dos fluxos das substâncias encontradas na coluna d'água sobre os sedimentos, e quais são os impactos ambientais causados pela atividade, relacionados com a erosão dos próprios lagos, represas e viveiros, e com as altas concentrações de sólidos em suspensão na coluna d'água.

A caracterização dos sedimentos também é importante para ilustrar a relação entre a espessura dos sedimentos do fundo dos lagos, de represas e dos viveiros e a reatividade da matéria orgânica. Essas informações são indispensáveis para indicar procedimentos de gestão e monitoramento dos lagos e dos reservatórios, e também fazer recomendações quanto à localização, construção e manejo dos viveiros de aquicultura. A caracterização dos sedimentos reflete exatamente as condições reais dos lagos e dos viveiros de produção de peixes e camarões com relação à composição dos efluentes e dos sedimentos, evidenciando quais são as oportunidades existentes nesses locais para a adoção de Boas Práticas de Manejo (BPM).

Além disso, a coleta adequada deve permitir a obtenção de resultados que expressem a situação real das condições dos sedimentos do fundo dos lagos, das represas e dos viveiros de aquicultura. Para isso, devem ser considerados os seguintes fatores: tipo de equipamento utilizado para coleta, local de coleta das amostras, espessura das camadas de sedimento das amostras, número de amostras por local (lago, represa ou viveiros), hora da coleta, técnica utilizada para secagem das amostras, método de trituração das amostras, e forma de acondicionamento e armazenamento das amostras.

Neste capítulo, descreve-se de uma maneira simplificada a metodologia proposta por Boyd (1995) para coleta de amostras de sedimento do fundo de lagos, represas e viveiros de aquicultura, e também da utilização do coletor simplificado, visando a sua aplicação prática nos trabalhos de pesquisa realizados no Brasil sobre qualidade da água e dos sedimentos dos lagos, das represas e dos viveiros de aquicultura.

12.1. Tipos de coletores para sedimentos

De maneira geral, a coleta de sedimentos do fundo dos corpos de água pode ser feita com dragas de várias dimensões e características, sendo que as mais comuns são a draga de Ekman e a draga de Petersen. Dentre elas, a draga de Ekman é a mais leve, alguns modelos pesam menos de 1,0 kg, e é por esse motivo que ela é mais indicada para a coleta de amostras de sedimentos de lagos, represas e viveiros, cujo fundo é menos compacto e mais macio. A draga de Ekman não foi projetada para penetrar no fundo de locais constituídos de material mais compacto, duro e com grande quantidade de argila, e além disso, essa draga não deve ser utilizada em locais onde existam muitos fragmentos de rocha, galhos e raízes de plantas, os quais impedem o seu fechamento completo. Para esse tipo de amostragem deve-se utilizar a draga de Petersen, a qual foi projetada para coletar amostras em local onde o fundo é duro e compacto. A draga de Petersen é construída em aço, e é muito pesada (alguns modelos pesam mais de 50 kg), sendo que devido ao seu peso elevado, ela penetra no solo compactado cortando a amostra desejada. Entretanto, esta draga só pode ser utilizada se estiver fixa a um barco e acoplada a um guincho; conseqüentemente, a draga de Petersen raramente é utilizada para coletar amostras de sedimento do fundo de viveiros de aquicultura (BOYD, 1995).

Embora as dragas permitam coletar amostras com um volume conhecido, o qual é pré-determinado em função do seu respectivo tamanho, elas não são muito indicadas para coletar sedimentos do fundo de lagos pequenos e dos viveiros de aquicultura, porque não permitem regular a espessura da camada da amostra que se pretende coletar. Além disso, a quantidade de sedimento coletado pelas dragas depende diretamente da compactação dos sedimentos.

Para contornar as dificuldades encontradas para obtenção de amostras de sedimentos do fundo de lagos e dos viveiros de aquicultura com o uso de dragas, foram projetados vários tipos de coletores que permitem obter amostras relativamente não perturbadas e consolidadas de sedimentos nos mais diversos locais, como por exemplo, no fundo de lagos e reservatórios, córregos, canais e viveiros de aquicultura. Em geral esse tipo de coletor,

denominado *core sampler*, é constituído de um tubo de PVC transparente com 5 cm de diâmetro e aproximadamente 1,5 m de comprimento, e fica inserido no interior de um tubo de metal de maiores dimensões, conforme descrição de Boyd (1995).

Esse equipamento possibilita coletar amostras de sedimentos de uma área conhecida, em solos compactados e duros. A amostra pode ser dividida em várias sub-amostras de camadas uniformes e de mesma espessura, de acordo com as várias profundidades. A maioria dos coletores do tipo *core sampler* é constituído dos seguintes componentes (Fig. 1A): 1) parte superior que se resume em apoio para as mãos para auxiliar o manuseio durante as coletas feitas em áreas rasas. Para as coletas feitas em áreas mais profundas, a parte superior do coletor é mais complexa, porque contém uma válvula para saída de água e um encaixe para acoplar uma extensão; 2) tubo de metal - normalmente feito de aço inox, e serve como um invólucro do tubo de PVC; e 3) tubo de PVC transparente, normalmente com 5 cm de diâmetro e 1,5 m de comprimento.

O coletor tipo *core sampler* completo, descrito acima, pode ser perfeitamente substituído pelo coletor simplificado (Fig. 1B). Para isso, basta eliminar alguns componentes do coletor completo, tais como: a) parte superior - apoio para as mãos, válvula para saída de água, e encaixe para acoplar a extensão; e b) tubo de metal - tubo de aço inox no qual é inserido o tubo de PVC. Conseqüentemente, o coletor simplificado é constituído apenas pelo tubo de PVC e por duas tampas plásticas que se adaptam perfeitamente às extremidades do tubo. A validação do uso do coletor simplificado já pôde ser comprovada em inúmeros trabalhos realizados no exterior e no Brasil (BOYD, 1995; MUNSIRI et al., 1995; BOYD & BOWMAN, 1997; BOYD & TUCKER, 1998; BOYD et al., 1998 e 1999 e THUNJAI et al., 2001).

Amostragem de sedimentos do fundo de lagos, represas e viveiros de aquicultura para análise físico químicas

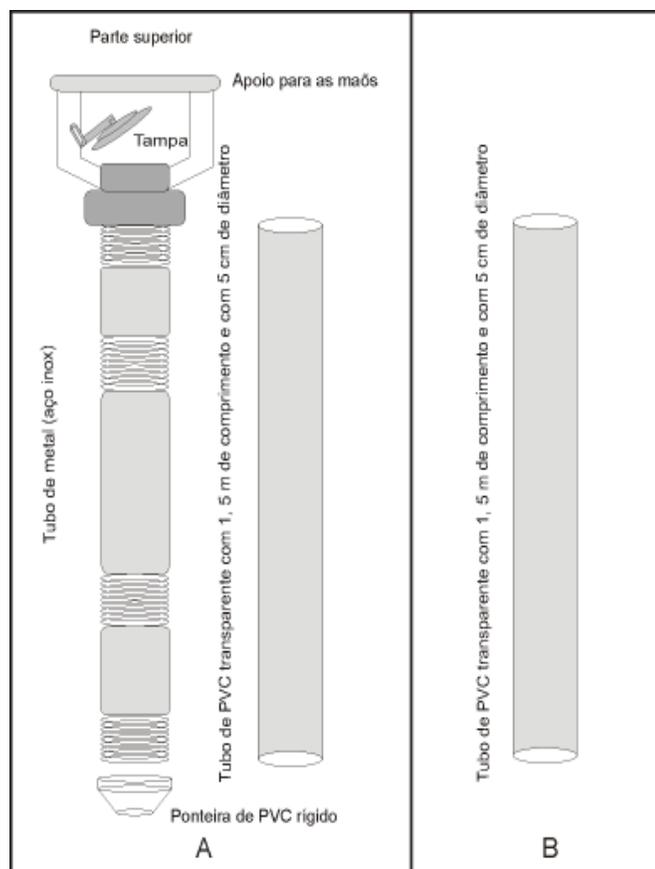


Fig. 1. Representação esquemática de: (A) coletor tipo *core sampler* de acordo com Boyd (1995) e (B) coletor simplificado.

O coletor simplificado é mais simples, mais barato e mais leve do que o coletor completo, porque dispensa a aquisição e o uso dos componentes de aço inox, que constituem a parte superior e o tubo de metal, no qual deve ser inserido o tubo de PVC. Além disso, a utilização do coletor simplificado facilita e agiliza o trabalho metodológico de amostragem de sedimentos em viveiros, geralmente pouco profundos, por meio da realização de coletas em séries sucessivas. Esta forma de amostragem é inviável com o coletor completo devido ao seu peso e à complexidade de manuseio; além disso, não seria possível dispor de vários coletores completos simultaneamente, em função do seu alto custo e da dificuldade de seu manuseio no momento da coleta.

12.2. Local de amostragem

De modo geral, o fundo dos lagos, represas e dos viveiros de aqüicultura não apresenta uniformidade na espessura da camada de sedimentos, na textura ou na composição química (Figs. 2 e 3).

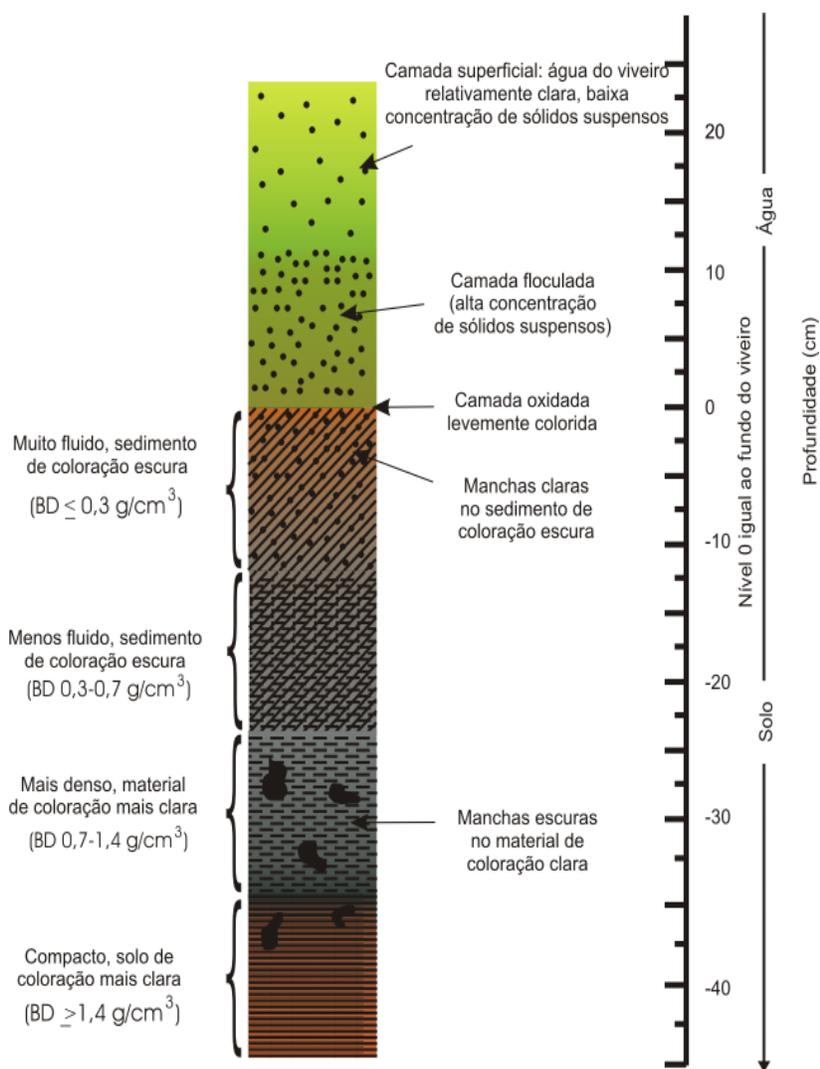
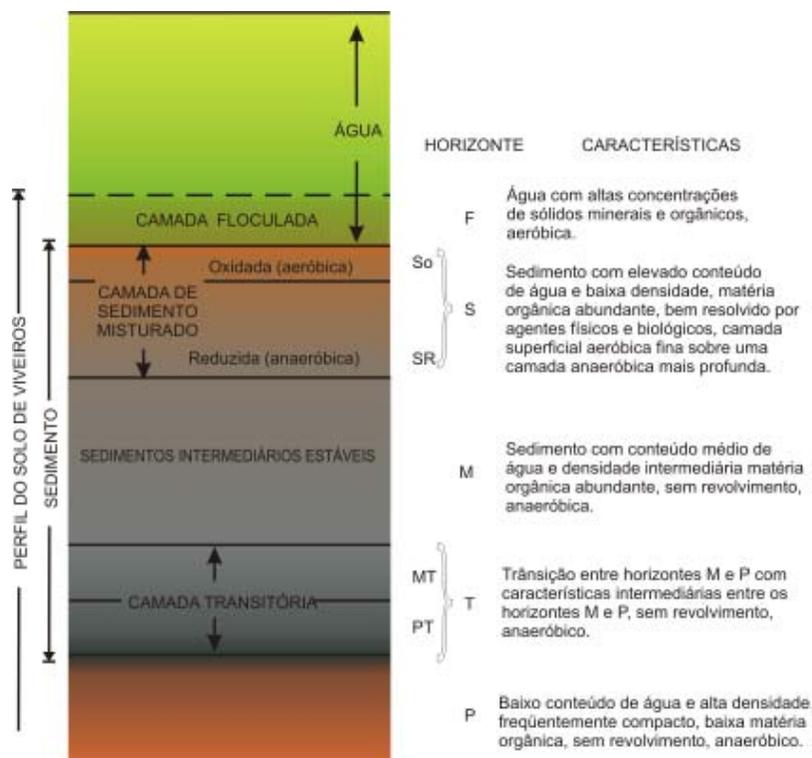


Fig. 2. Representação esquemática do perfil de uma amostra consolidada de solo de um viveiro de aquicultura (Boyd, 1995)

Amostragem de sedimentos do fundo de lagos, represas e viveiros de aquicultura para análise físico químicas



Legenda: F= floculado, S= solo / água, So= sedimento oxidado, Sr= sedimento reduzido, M= estável, T= transitório, MT= estável transitório, PT= original transitório, P= original.

Fig. 3. Sistema proposto para denominação das camadas do perfil dos sedimentos dos viveiros de aquicultura (Boyd, 1995)

Normalmente, a espessura da camada de sedimentos aumenta das áreas mais rasas para as áreas mais profundas, e a textura dos sedimentos é mais fina nas áreas mais profundas do que nas áreas mais rasas, sendo que algumas propriedades do sedimento, como por exemplo, teor de matéria orgânica, capacidade de troca de cátions e teor de nitrogênio orgânico, freqüentemente apresentam concentrações mais elevadas em direção ao centro dos lagos e dos viveiros. Além disso, mesmo ao redor de uma área com a mesma profundidade, algumas propriedades do sedimento exibem variações aleatórias entre pontos diferentes, sendo que essas propriedades também podem variar de acordo com a espessura da camada dos sedimentos coletados.

12.3. Metodologias de amostragem

O objetivo do trabalho de caracterização dos sedimentos do fundo dos lagos, represas e dos viveiros, deve ser considerado para a escolha do método adequado de coleta das amostras. Se o objetivo for determinar qual é a influência da coluna d'água sobre as propriedades do sedimento de fundo, as amostras devem ser coletadas ao longo de linhas imaginárias (transeção ou transecto) (Fig. 4). Assegura-se, assim, que as amostras sejam coletadas ao longo de toda a extensão dos lagos e dos viveiros, e em pontos nos quais a estrutura do sedimento do fundo não foi alterada anteriormente pela passagem da pessoa que está realizando a coleta.

As coletas devem ser feitas a partir das áreas mais rasas em direção às áreas mais profundas, ou seja, das bordas em direção ao centro dos corpos d'água. Portanto, em cada um dos locais selecionados as amostras devem ser coletadas em pontos distintos que podem variar em número de 5 a 10 dependendo da área do lago, da represa ou do viveiro, observando-se constantemente o mesmo espaçamento entre os distintos pontos de coleta, por exemplo, a cada 5 metros de distância entre eles.

É necessário que, em todos os pontos ao longo da transeção ou transecto, as amostras coletadas tenham a mesma espessura, eliminando-se, com este procedimento, a variabilidade devida aos diferentes perfis sedimentares.



Fig. 4. Representação esquemática dos transectos (linhas imaginárias) para coleta de sedimentos em um viveiro de aquicultura (Itupeva, SP, Foto: Julio F. Queiroz).

Amostragem de sedimentos do fundo de lagos, represas e viveiros de aquicultura para análise físico químicas

Por outro lado, se o objetivo do trabalho for somente à obtenção de uma média dos parâmetros físico-químicos do sedimento de um determinado corpo de água, várias amostras podem ser coletadas em diferentes pontos do fundo que devem ser selecionados aleatoriamente. Para isso, as amostragens freqüentemente mais recomendadas são aquelas feitas de acordo com um padrão em forma de S, sendo que os pontos de coleta ao longo desse padrão também poderão ser selecionados aleatoriamente (Fig. 5). Normalmente, um sistema com nove quadrantes é o mais utilizado para amostrar solos para estudos agrônômicos, sendo que esse sistema também é adequado para aplicação em lagos, represas e em viveiros de aquicultura. Finalmente, o ponto de coleta em cada um dos quadrantes também deverá ser selecionado aleatoriamente (Fig. 5). Como mencionado anteriormente, as amostras deverão ser coletadas com a mesma espessura (BOYD, 1995).

Um estudo realizado por Munsiri et al. (1996) sobre a variabilidade das concentrações de carbono orgânico, no sedimento de viveiros de 1.000 m², em Honduras, sugeriu que é preciso realizar uma amostragem intensiva para detectarem-se as diferenças dessa variável entre os tratamentos. A conclusão desse trabalho indicou que para detectar uma alteração de 0,2% a 0,3% na concentração de carbono no sedimento, são necessários no mínimo três viveiros por tratamento e oito amostras por viveiro.

Na prática, para efetuar um manejo adequado dos lagos, represas e dos viveiros de aquicultura, não é necessário obter estimativas da variação entre as amostras de sedimentos, entretanto, é necessário obter amostras representativas e confiáveis. Em lugar de analisar todas as amostras, para obter a média da concentração de uma determinada variável, pode-se juntar e misturar completamente volumes ou pesos iguais de cada uma das amostras, a fim de obter uma amostra composta para análise. Dessa forma, a análise da amostra composta irá fornecer uma média da concentração das variáveis físico-químicas do sedimento.

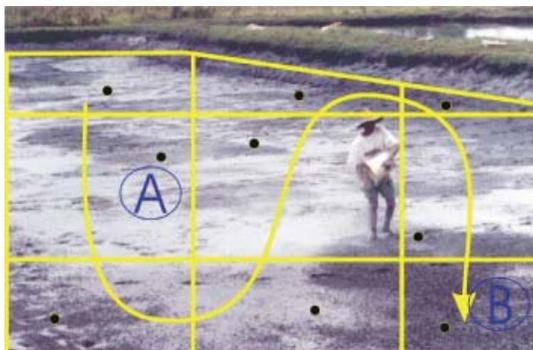


Fig. 5. Representação esquemática dos quadrantes (A) e do padrão em forma de S (B) para coleta de sedimentos em um viveiro de aquicultura. (Itupeva, SP, Foto: Julio F. Queiroz).

Devido à variação resultante encontrada em áreas com profundidades diferentes nos lagos, represas e viveiros, e também das variações que normalmente ocorrem em função da localização e da espessura da camada de sedimentos coletados, é fundamental incluir pelo menos 10 a 12 amostras, ou mais, que devem ser coletadas aleatoriamente, para compor a amostra composta. Normalmente, a espessura da camada das amostras de sedimento do fundo dos viveiros deve ter pelo menos 20 cm.

Na falta de equipamentos específicos, é possível coletar amostras de sedimento do fundo dos lagos e dos viveiros de aquicultura com qualquer lata vazia presa na ponta de um bastão de madeira. As amostras de sedimento dos locais mais rasos e mais próximos das bordas dos lagos e dos viveiros podem ser coletadas pela escavação manual da superfície com uma pá, ou então, pode-se inserir um tubo, ou outro artefato semelhante diretamente no fundo do lago ou do viveiro. Para os locais mais afastados da borda é necessário andar ou nadar até alcançar o local desejado para se efetuar a coleta.

Quando os lagos ou os viveiros estiverem vazios, entre um ciclo de cultivo e outro, é possível coletar o sedimento ainda úmido e macio com uma pá pequena de jardim, ou com tubos que podem ser pressionados diretamente sobre a superfície do sedimento. No entanto, depois que o sedimento do fundo desses locais secar e endurecer, após longos períodos de exposição ao sol, é necessário usar uma pá ou um trado para coletar as amostras. Esta forma de coleta, no entanto, não permite uma caracterização

Amostragem de sedimentos do fundo de lagos, represas e viveiros de aquicultura para análise físico químicas

apropriada da profundidade da camada amostrada, ou a obtenção de amostras relativamente não perturbadas.

Após a coleta, as amostras de sedimento devem ser segmentadas com 2,0 cm de espessura, guardadas, em latas de alumínio, ou sacos plásticos, etiquetados de acordo com a data de coleta, local de amostragem, e profundidade da amostra que foi segmentada.

12.3.1. Procedimento de coleta com o coletor simplificado

De modo geral, os lagos, no Brasil, e os viveiros de aquicultura não são profundos e o coletor simplificado constituído apenas por um tubo de PVC, pode ser utilizado sem problemas. O procedimento para a coleta é simples, e se resume nas etapas seguintes:

- inserir os tubos de PVC no sedimento do fundo dos lagos e dos viveiros até a profundidade desejada (utilizar uma pequena prancha de madeira apoiada na borda superior do tubo de PVC, e exercer uma pressão suficientemente forte com a ajuda do peso do próprio corpo, a fim de que o tubo de PVC penetre no fundo do lago ou do viveiro) (Fig. 6A);
- preencher a parte superior do tubo de PVC com água do próprio local, e tampar a sua extremidade superior (utilizar as tampas de plástico próprias para essa finalidade);
- retirar o tubo de PVC do fundo do lago ou do viveiro (fazer uma série de movimentos circulares para desprender o tubo de PVC da argila do fundo), tampar a extremidade inferior do tubo e transportar os tubos, na vertical, com as amostras de sedimento para a borda dos corpos de água (Fig. 6B);
- sifonar a água situada logo acima da camada de sedimentos contida no interior dos tubos de PVC, retirar a tampa da parte inferior do tubo, posicionar o êmbolo de metal na parte inferior do tubo e exercer uma pressão ascendente no sentido vertical para coletar os primeiros centímetros da amostra consolidada de sedimento (camada oxidada aeróbica) (Fig. 7A e 7B);

- utilizar um anel com o mesmo diâmetro do tubo de PVC (5,0 cm), e com 2,0 cm de altura para permitir a retirada da amostra de sedimento, tomando sempre o cuidado para que a amostra seja prensada para fora do interior do tubo corretamente, de modo a evitar a perda de material das primeiras camadas que serão segmentadas, em função do seu elevado conteúdo de água (Fig. 7C);

- remover totalmente a amostra de sedimento com o anel colocado sobre a extremidade superior do tubo de PVC, empurrando a amostra de sedimento para cima com o êmbolo, até que o topo da amostra fique nivelado com a borda superior do anel, de modo a permitir a segmentação da amostra de sedimento com uma espátula larga, inserida entre a borda inferior do anel e a parte superior do tubo de PVC

- em seguida essas amostras devem ser preparadas (secagem, trituração e peneiração) de acordo com os procedimentos descritos por Boyd (1995). Os sedimentos devem ser secos, logo em seguida à coleta, para interromper a atividade microbiana.

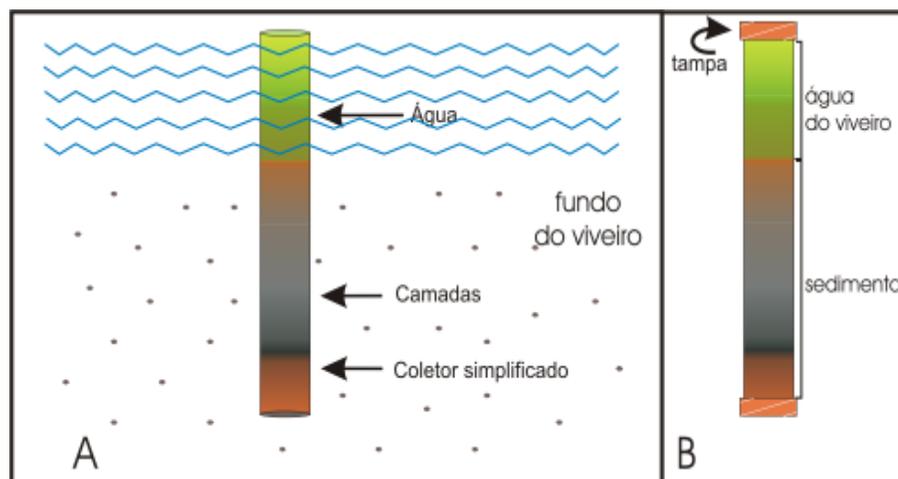


Fig. 6. Representação esquemática das etapas iniciais do procedimento de coleta com o coletor simplificado: (A) tubo de PVC inserido no fundo do viveiro; (B) tubo de PVC contendo a amostra dos sedimentos, preenchido com água do viveiro e com tampas plásticas colocadas nas duas extremidades.

Amostragem de sedimentos do fundo de lagos, represas e viveiros de aquicultura para análise físico químicas

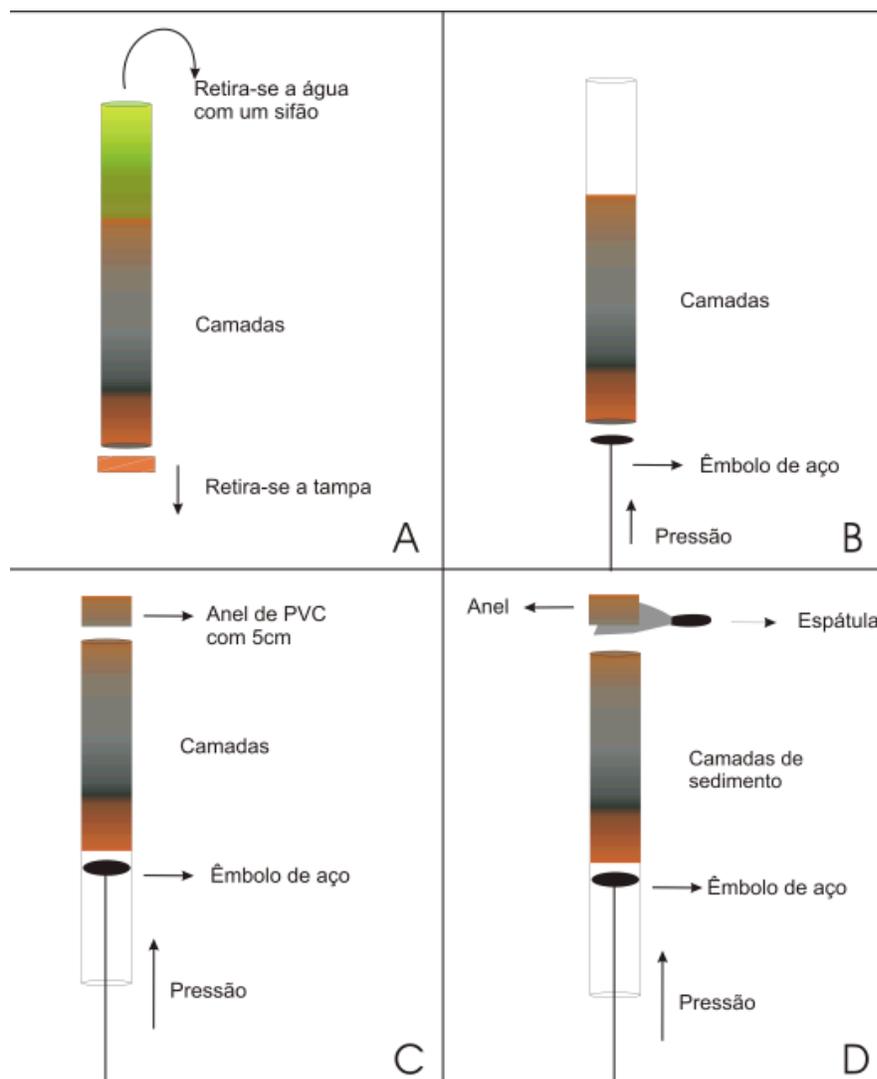


Fig. 7. Representação esquemática das etapas finais do procedimento de coleta com o coletor simplificado: (A) retirada da água do coletor e da tampa inferior; (B) utilização do êmbolo de aço para deslocar a amostra de sedimento para cima; (C) utilização do anel de PVC para segmentar a amostra de 2 em 2 cm e (D) anel de PVC contendo a amostra após a segmentação com a espátula.

12.3.1.1. Amostragem de sedimentos em séries sucessivas com a utilização do coletor simplificado

Para efetuar as coletas de sedimentos em séries sucessivas basta apenas possuir uma quantidade suficiente de tubos de PVC (no mínimo 20 unidades) e também várias tampas de plástico (pelo menos 50 unidades). Para isso, basta entrar nos lagos ou nos viveiros carregando os vários tubos de PVC, e inserir os mesmos no fundo dos lagos ou dos viveiros de acordo com os pontos de coleta pré-selecionados.

A metodologia de coleta de amostras de sedimentos do fundo dos lagos ou dos viveiros com o coletor simplificado é mais rápida, e menos cansativa, do que a coleta realizada com o coletor tipo *core sampler*, porque não é preciso manusear os pesados componentes de metal do coletor completo dentro dos lagos ou dos viveiros. Ressaltam-se, assim, as vantagens da presente metodologia de coleta em séries sucessivas, com o coletor simplificado.

Referências

- BOYD, C.E. **Bottom soils, sediment and pond aquaculture**. New York: Chapman and Hall, 1995. 347p.
- BOYD, C.E.; BOWMAN, J.R. Pond bottom soils. In: EGNA, H.S.; BOYD, C.E. (Ed.). **Dynamics of pond aquaculture**. Boca Raton: CRC Press, 1997. p. 135–162.
- BOYD, C.E.; TUCKER, C.S. **Pond aquaculture water quality management**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998. 700p.
- BOYD, C. E.; QUEIROZ, J. F.; WOOD, C. W. **Pond soil characteristics and dynamics of soil organic matter and nutrients** - Part I. Fifteenth Annual Technical Report - Pond Dynamics/Aquaculture CRSP, p.11 - 25, 1998.
- BOYD, C. E.; QUEIROZ, J. F.; WOOD, C. W. **Pond soil characteristics and dynamics of soil organic matter and nutrients** - Part II. Sixteenth Annual Technical Report - Pond Dynamics/Aquaculture CRSP, p.1 - 7, 1999.

**Amostragem de sedimentos do fundo de lagos, represas e viveiros de
aquicultura para análise físico químicas**

MUNSIRI, P.; BOYD, C.E.; HAJEK, B.J. Physical and chemical characteristics of bottom soil profiles in ponds at Auburn, Alabama, USA, and a proposed method for describing pond soil horizons. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.26, p.346–377, 1995.

MUNSIRI, P.; BOYD, C.E.; TEICHERT-CODDINGTON, D.; HAJEK, B.F. Texture and chemical composition of soils from shrimp ponds near Choluteca, Honduras. **Aquaculture International**, v.4, p.157-168, 1996.

THUNJAI, T.; BOYD, C.E.; DUBE, K. Pond soil pH measurement. **Journal of World Aquaculture Society**, v.32, p.141–152, 2001.

