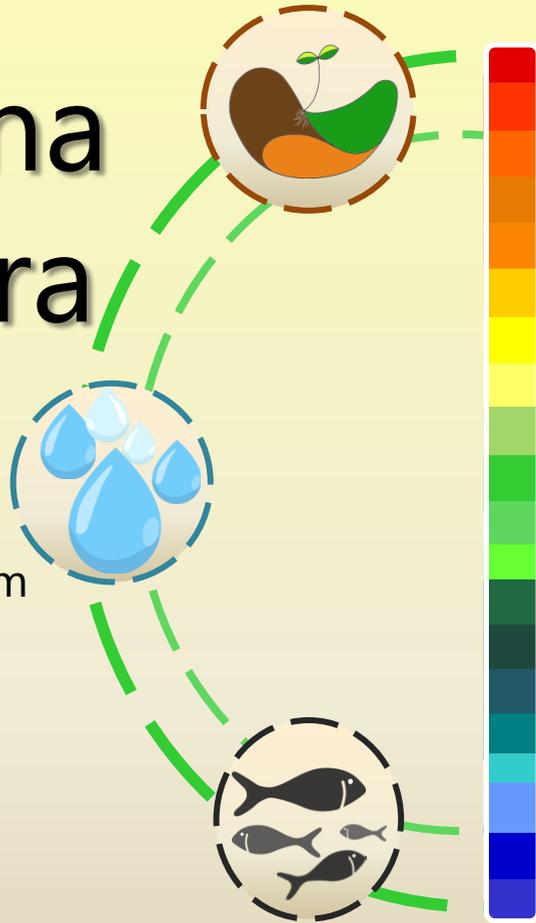


Jessica Scheleder
Keyla Skrobot

Calagem na Piscicultura

Técnica de calagem em
viveiros de água doce



CALAGEM NA PISCICULTURA
Técnica de calagem em viveiros de água doce

Jessica Scheleder
Keyla Skrobot

Capa
Jessica Scheleder

Design
Rafael Marchioro de Camargo

S322 Scheleder, Jessica

Calagem na piscicultura : técnica de calagem em viveiros de água doce./ Jessica Scheleder; Keyla Skrobot. Curitiba : Instituto GIA, 2016.

46p. il.; color.

Manual técnico.

Inclui referências.

ISBN 978-85-60930-08-1

1. Piscicultura – calagem. 2. Piscicultura – viveiros de água doce. I. Skrobot, Keyla. II. Título.

CDU 639.3.09

APRESENTAÇÃO

A calagem é uma prática extremamente importante na piscicultura. Tem como objetivo equilibrar o pH e a alcalinidade do solo e da água, precipitar partículas em suspensão ou eliminar organismos e doenças indesejáveis, proporcionando assim um ambiente adequado ao desenvolvimento das espécies cultivadas. É realizada através da aplicação de um composto rico em cálcio ou que apresenta combinação de cálcio e magnésio em sua composição, podendo ser realizada no solo ou na água. A necessidade e o objetivo desta prática são determinados com base na análise da água e do solo em diferentes etapas do cultivo.

Este manual foi elaborado para capacitar técnicos, pois muitas vezes ocorre a falta ou a incorreta informação sobre os manejos realizados nos viveiros. Repassar informações inadequadas ao produtor pode ocasionar graves consequências no cultivo. Por este motivo, o técnico precisa compreender os processos que ocorrem no sistema para instruir corretamente o produtor.

Portanto, este manual tem como finalidade detalhar a técnica de calagem e abordar os principais conceitos do solo, da água e da espécie no sistema de cultivo, que estão diretamente relacionados a esta técnica.



1. CULTIVOS DE PEIXES EM VIVEIROS	5
1.1 O viveiro	5
1.1.1 Organismos presentes	5
1.2 Processos que ocorrem no viveiro	7
1.2.1 Infiltração e evaporação de água	8
1.2.2 Fotossíntese e respiração	8
1.2.3 Adição de matéria orgânica	9
1.2.4 Decomposição da matéria orgânica	9
1.2.5 Adição de nutrientes e partículas de solo	9
1.2.5.1 Assoreamento	9
1.2.5.2 Eutrofização	9
2. SOLO	12
2.1 Importância do solo na piscicultura	12
2.2 Composição do solo	12
2.2.1 Partículas do solo	13
2.3 Aspectos do solo importantes na piscicultura	13
2.3.1 Classificação do solo	13
2.3.1.1 Análise de solo	14
2.3.2 Granulometria e Textura	14
2.3.3 pH do solo	15
2.3.4 Matéria Orgânica	16
2.3.5 Nitrogênio	16
2.4 Principais solos encontrados no estado do Paraná	17
2.4.1 Solo sulfuroso	18
3. ÁGUA	21
3.1 Importância no sistema de cultivo	21
3.2 Parâmetros de qualidade da água	21
3.2.1 Parâmetros relacionados com a prática de calagem	23
3.2.1.1 Transparência e Turbidez	23





- 3.2.1.2 pH
- 3.2.1.3 Alcalinidade
- 3.2.1.4 Dureza

4. ESPÉCIE

- 4.1 Espécies de água doce cultivadas no estado do Paraná
- 4.2 Anatomia e Fisiologia geral de peixes de água doce
 - 4.2.1 Fisiologia do sistema respiratório e circulatório
- 4.3 Efeito do pH
- 4.4 Efeito da amônia
- 4.5 Osmorregulação

5. TÉCNICA DE CALAGEM

- 5.1 A calagem em viveiros de água doce
- 5.2 Corretivos
- 5.3 Práticas de calagem
 - 5.3.1 Correção do pH
 - 5.3.2 Desinfecção
 - 5.3.3 Turbidez
 - 5.3.4 Alcalinidade e/ou Dureza
- 5.4 Como determinar a necessidade de calagem
- 5.5 Dose de corretivo
- 5.6 Métodos e Frequência de aplicação
 - 5.6.1 Preparação do viveiro
- 5.7 Gessagem X Calagem
- 5.8 Recomendações Gerais

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

24

24

25

27

27

27

27

28

29

30

32

32

32

33

34

35

35

36

36

36

38

39

41

41

43



1. CULTIVOS DE PEIXES EM VIVEIROS

1.1 O VIVEIRO

A piscicultura no estado do Paraná vem sendo realizada em praticamente todo o território, principalmente em viveiros. Grande parte da produção estadual ocorre na região Oeste com 50%, em seguida da região Norte com 15% e em menor escala na região Leste com 5%.

O viveiro é um sistema escavado que aproveita a forma, a declividade do terreno e demanda um menor custo no momento da construção. Quando é construído o ambiente é alterado, permanecendo somente aquilo que interessa e beneficia o sistema. Além de retirar árvores e vegetação próximas, diversas estratégias são adotadas para evitar que predadores afetem o cultivo, como o uso de telas na entrada da água que abastece o viveiro.

Por outro lado, pensando em maximizar a produção, após o enchimento e estocagem dos peixes no viveiro acrescentam-se outros componentes como ração, fertilizantes orgânicos ou inorgânicos (quando o objetivo é obter alimento natural), água com renovação, aeração e outras ações que ocorreriam em pequena proporção na natureza.

Em função destas intervenções o viveiro sofre constantes alterações, no qual implicam em uma série de reações que precisam ser compreendidas e manejadas corretamente, para que promovam um equilíbrio no sistema produtivo.

Sendo assim, temos três fatores que podem ser influenciados pela prática de calagem: o solo, a água e as espécies que ao interagir podem afetar a produtividade do cultivo.

1.1.1 ORGANISMOS PRESENTES

Além dos peixes o viveiro é composto naturalmente por macrorganismos (macrófitas, bentos) e microrganismos (plâncton e

bactérias) que participam da cadeia alimentar como produtores, consumidores e decompositores.

A presença destes organismos influencia diretamente a capacidade produtiva do sistema, podendo ser benéfica ao servir de alimento natural aos organismos do sistema como o plâncton, ou decompor resíduos como as bactérias ou prejudicar como no caso das macrófitas que alteram a qualidade da água.

PLÂNCTON

Fitoplâncton: microrganismos unicelulares presentes na água que realizam fotossíntese e servem de base para toda a cadeia. Transformam substâncias dissolvidas na água e na presença de luz, produzem glicose e liberam oxigênio.

Zooplâncton: organismos microscópicos de origem animal que não possuem capacidade fotossintética e se alimentam de fitoplâncton.

Bentos: são moluscos, larvas de insetos e vermes que se alimentam através da degradação de todo e qualquer resíduo que chega ao fundo (plâncton morto, sobras de ração e fertilizantes).

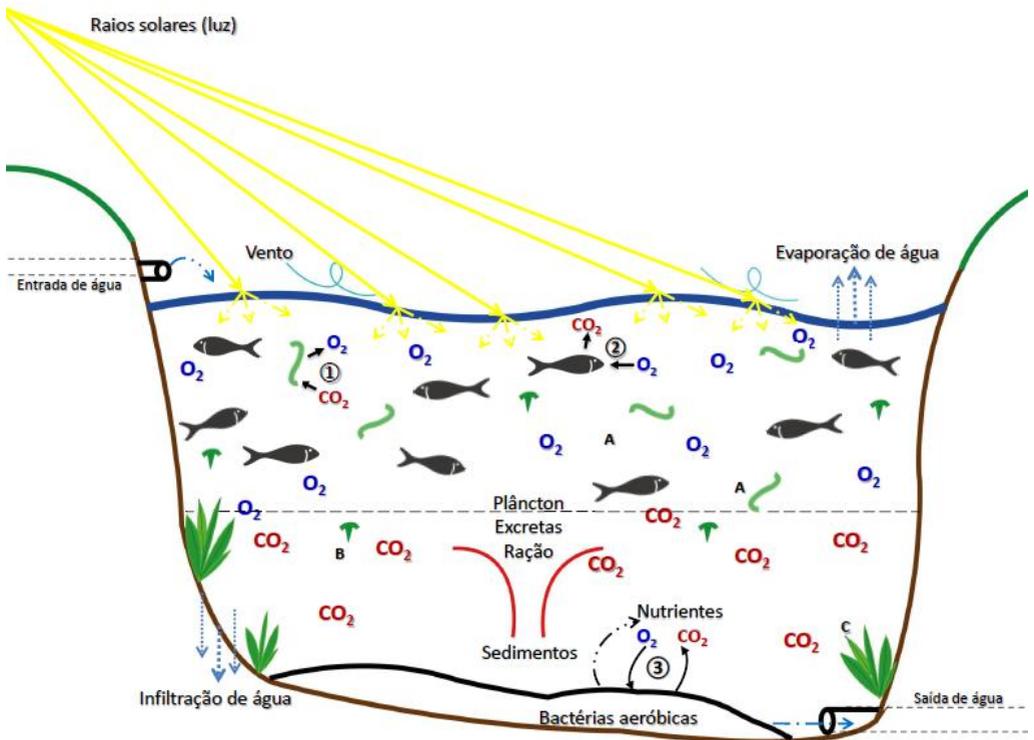
Bactérias: organismos unicelulares saprófitos, ou seja, que fazem parte do processo natural de mineralização da matéria orgânica.

Macrófitas: são plantas indesejáveis que no cultivo, pois reduzem a penetração de luz, consomem nutrientes e oxigênio, impedindo o desenvolvimento dos organismos aquáticos e do fitoplâncton. Crescem próximas ou dentro do viveiro, podendo ser emersa, submersa ou flutuante.

1.2 PROCESSOS QUE OCORREM NO VIVEIRO

Por ser um ambiente extremamente dinâmico, após o abastecimento e povoamento, diversos processos físicos, químicos e biológicos ocorrem constantemente no viveiro, como por exemplo: passagem de luz na superfície, perda de água por evaporação ou infiltração, fotossíntese, respiração, acúmulo e degradação dos sedimentos no fundo (Figura 1).

Figura 1. Processos que ocorrem no viveiro



Organismos: A- Fitoplâncton; B- Zooplâncton e C- Macrófita.

Processos: 1- Fotossíntese; 2- Respiração e 3- Mineralização da matéria orgânica.

1.2.1 INFILTRAÇÃO E EVAPORAÇÃO DE ÁGUA

A água do viveiro pode ser perdida para o ambiente de duas maneiras: **infiltrada**, ou seja, absorvida pelos poros do solo. Ou **evaporada**, variando conforme a temperatura, umidade do ar e ação dos ventos ao longo dos meses.

1.2.2 FOTOSSÍNTESE E RESPIRAÇÃO

A **fotossíntese** é sempre maior na superfície, local de maior incidência de luz. É um processo realizado principalmente pelo fitoplâncton, e ocorre na presença de gás carbônico e luz, liberando como produto o oxigênio. O processo de **respiração** realizado pelos peixes, plantas, bactérias e plâncton consome oxigênio e libera como produto o gás carbônico.

São processos biológicos diários que adicionam e removem grandes quantidades de oxigênio e gás carbônico (Tabela 1).

Tabela 1. Atividades fotossintéticas e respiratórias realizadas no viveiro ao longo do dia

	Dia	Noite
Fotossíntese	Consome CO ₂ Libera O ₂	Não ocorre
Respiração	Consome O ₂ e libera CO ₂	Consome O ₂ e libera CO ₂

Durante o dia o fitoplâncton utiliza os nutrientes do meio e realiza fotossíntese, aumentando as concentrações de oxigênio disponível para a respiração dos organismos na água. À noite, o processo se inverte, a concentração de gás carbônico é elevada devido ao consumo do oxigênio, e conseqüentemente o pH é reduzido.

1.2.3 ADIÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA

A **matéria orgânica adicionada** no viveiro é proveniente principalmente dos fertilizantes, da ração e das fezes que são adicionadas ou produzidas ao longo do cultivo.

1.2.4 DECOMPOSIÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA

A **mineralização da matéria orgânica** é o processo pelo qual a matéria orgânica acumulada no fundo (sedimentos) é decomposta por ação de bactérias aeróbicas, em materiais inorgânicos (minerais) que posteriormente podem ser utilizados pelos organismos do cultivo.

Essa mineralização consome oxigênio e libera como produtos nutrientes (principalmente fósforo - P e nitrogênio - N), gás carbônico (CO_2) e metabólitos tóxicos (amônia - NH_3 e NH_4^+ e nitrito - NO_3), provocando uma acidificação do meio.

1.2.5 ADIÇÃO DE NUTRIENTES E PARTÍCULAS DE SOLO

A **adição de partículas e nutrientes** pode ser proveniente da ração, dos fertilizantes, do carregamento de partículas do solo trazidas por ação do vento e da chuva ou que são produzidas ao longo do cultivo.

Se esta adição não for controlada e manejada adequadamente pode reduzir as concentrações de oxigênio, reduzir o espaço útil, acidificar o meio e produzir gases e substâncias tóxicas, os quais são fatores que afetam diretamente a qualidade do sistema de cultivo.

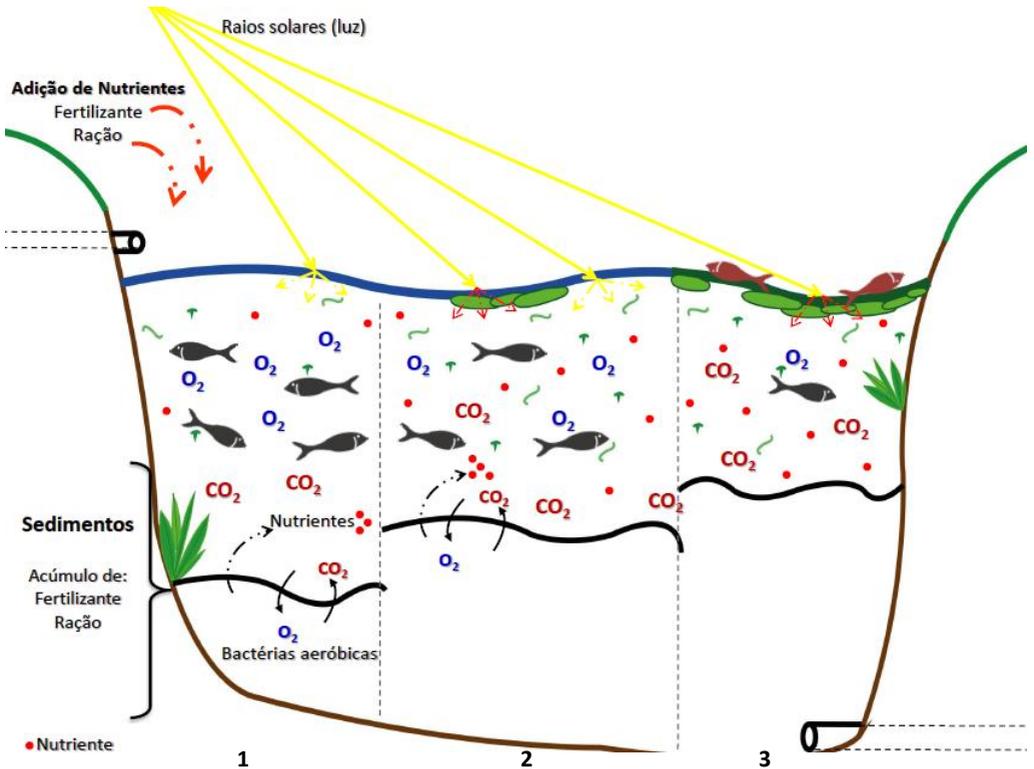
1.2.5.1 ASSOREAMENTO

Processo de erosão, através da ação intensa de chuvas e ventos, carrega partículas do solo (minerais e/ou orgânicas) para dentro do viveiro, reduzindo assim a sua profundidade, ou seja, ocasionando o **assoreamento** do viveiro.

1.2.5.2 EUTROFIZAÇÃO

Quando esses nutrientes são adicionados e liberados em excesso no viveiro, ocorre o processo chamado de **eutrofização** (Figura 2).

Figura 2. Processo de Eutrofização no viveiro



Em condições favoráveis (de luz e de temperatura) estes nutrientes em grandes quantidades são decompostos pela ação das bactérias aeróbicas, liberados e utilizados pelo fitoplâncton (Etapa 1 e 2). Provocando assim, um aumento desordenado na quantidade de fitoplâncton na superfície da água. Esse acúmulo de fitoplâncton na superfície reduz a transparência da água, afetando a penetração de luz, e conseqüentemente, reduz a quantidade de alimento natural, oxigênio disponível e o pH do cultivo. Com a redução de oxigênio os organismos aeróbicos não sobrevivem neste ambiente, prevalecendo os organismos anaeróbicos (Etapa 3).

2.SOLO

2.1 IMPORTÂNCIA DO SOLO NA PISCICULTURA

O solo é a superfície terrestre onde pisamos, contruímos e plantamos, podendo ser definido como um material de origem mineral e orgânica.

A decomposição da rocha, denominada de intemperismo, é o processo que determina a formação do solo ou perfil do solo. E esse material de origem (rocha) interfere diretamente na composição, característica e qualidade que o solo irá apresentar.

O solo é formado por um conjunto de materiais minerais, orgânicos, ar e água que sofrem constante atividade química e biológica, sendo estado grande influência em viveiros na piscicultura. Por isso, é necessário conhecer e compreender os processos que acontecem no solo, e sua interação com a água dentro de um viveiro.

2.2 COMPOSIÇÃO DO SOLO

O solo pode ser dividido em relação às suas frações: sólida, líquida e gasosa (Tabela 2).

Tabela 2. Componentes do solo

Sólida	{	Matéria mineral primária e secundária Matéria orgânica viva e morta
Líquida	→	Água e íons presentes na solução do solo
Gasosa	→	Ar e gases presentes no solo

Os minerais primários presentes na fração sólida são as partículas de areia e silte. Os minerais secundários são as partículas de argila, obtidas através da transformação dos minerais primários. A porção viva da matéria orgânica representa os microrganismos e

macrorganismos, e a morta representa a parcela que corresponde ao material que será mineralizado.

A fase líquida e a fase gasosa ocupam o espaço poroso do solo. Composto por macroporos, que são formados entre as partículas e ocupado predominantemente por ar, e os microporos, localizados dentro das partículas e ocupado pela fração líquida do solo. No viveiro o solo está constantemente alagado, portanto a água ocupa os macroporos e os microporos do solo.

2.2.1 PARTÍCULAS DO SOLO

As partículas que determinam a fração fina do solo possuem tamanhos menores que 2 milímetros (mm) e formatos variados, são classificadas quanto à granulometria de acordo com o diâmetro (Tabela 3).

Tabela 3. Tamanho de partículas do solo na escala de Atterberg

Granulometria	Diâmetro
Areia	2 a 0,02 mm
Silte	0,02 a 0,002 mm
Argila	<0,002 mm

Fonte: Adaptado de Brady e Weil (2010)

2.3 ASPECTOS DO SOLO IMPORTANTES NA PISCICULTURA

Os principais parâmetros do solo que devem ser analisados a partir de análise laboratorial em viveiros são: classificação do solo, matéria orgânica, granulometria, textura do solo, nitrogênio e pH. O pH e a textura são aspectos que também podem ser obtidos a campo.

2.3.1 CLASSIFICAÇÃO DO SOLO

O perfil do solo (Figura 3) é composto por horizontes (A, B e C) dispostos verticalmente, até o material de origem (R). O horizonte

superficial (A) é composto por altos teores de matéria orgânica. O horizonte subsuperficial (B) apresenta maiores proporções de material mineral (areia, silte e argila) e pouca proporção de matéria orgânica. E o horizonte C é formado pela mineralização da rocha (R), material de origem do solo.

E com base nos horizontes o solo é classificado de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SiBCS), em uma das 13 classes existentes.

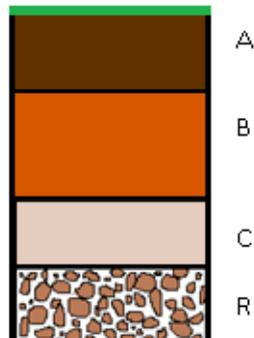


Figura 3. Representação esquemática dos horizontes de um perfil do solo

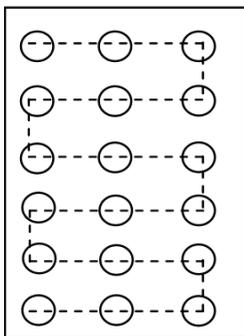


Figura 4. Método de amostragem do solo

2.3.1.1 ANÁLISE DE SOLO

Para classificação do solo é preciso retirar diversas amostras de solo da área (Figura 4), em profundidades de 60-80 cm e enviá-las para análise laboratorial. Na piscicultura a análise de solo deve ser obtida com o solo úmido, pois preserva as características presentes no sistema de cultivo, que estão em constante interação entre o solo e a água.

2.3.2 GRANULOMETRIA E TEXTURA

A granulometria é determinada pela proporção entre as partículas presentes no solo. A textura pode ser obtida a campo através de amostras ou a partir do teor de areia, silte e argila em (g/kg), determinados através da análise de solo realizada em laboratório.

Recomenda-se a instalação de viveiros em locais com solos de textura franco-arenosa a franco-argiloarenosa, ou seja, solos com menor infiltração e maior estabilidade.

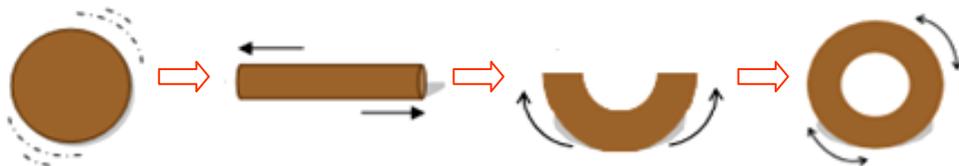
Franco-arenoso: contém 15-20% de argila

Franco-argiloarenosa: solos com até 25% de argila

Argiloso: solos com mais de 30% de argila em sua composição

Teste a campo: pegar uma quantidade de solo úmido nas mãos, formar um bola, esticá-la e tentar moldá-la formando um “O” (Figura 5). Se a amostra quebrar, apresentar rachaduras ou não permitir ser moldado, é sinal que esse solo possui pouca argila em sua composição.

Figura 5. Método de textura realizado a campo



2.3.3 pH DO SOLO

Escala logarítmica, expressa pela concentração de íons hidrogênio (H^+). Sua escala varia de zero (0), denominado ácido, à quatorze (14), denominado básico ou alcalino (Figura 6). Determina a quantidade e a reação de íons H^+ presente na solução do solo, ou seja, quanto menor o pH maior a atividade do íon H^+ e a acidez do solo.

Assim, como a escala é logarítmica, em pH 8 a concentração de íons H^+ é 10 vezes maior que no pH 7, e 100 vezes maior quando comparado ao pH 6.

Figura 6. Escala do pH



Teste a campo: retirar amostras de diversos locais do viveiro (Figura 4), com no mínimo 15 cm de profundidade. Diluir aproximadamente 20 g de solo úmido em 20 ml de água destilada. Após 30 minutos medir com pHmetro.

2.3.4 MATÉRIA ORGÂNICA

A quantidade de matéria orgânica presente no solo é determinada a partir da análise do solo, com base no valor dado de carbono (g/kg).

Obtido através da seguinte fórmula: $MO = \frac{C \times 100}{58}$

**Considera-se que, em média, a matéria orgânica possui 58% de carbono.*

2.3.5 NITROGÊNIO

A quantidade de nitrogênio é fornecida através da análise do solo e está diretamente relacionada à mineralização da matéria orgânica. Ou seja, quanto menor a relação de carbono/nitrogênio, maior será a disponibilidade de nitrogênio para decompor a matéria orgânica.

Em viveiros mais antigos a análise de enxofre e fósforo também devem ser realizada no solo, pois são elementos provenientes da ração e da fertilização, que em excesso são retidos nos sedimentos e liberados no viveiro após a decomposição.

Grande parte do fósforo e enxofre retidos no fundo do viveiro podem ser liberados com a prática de calagem, através da decomposição da matéria orgânica.

ENXOFRE: elemento que compõem a molécula de alguns aminoácidos. Pode ser encontrado na forma de íon sulfato (SO_4^{-2}) e gás sulfídrico (subproduto formado pela decomposição da matéria orgânica). O gás sulfídrico (H_2S) em condições de baixo oxigênio e pH ácido acumula-se na água, podendo ocasionar a morte dos peixes.

FÓSFORO: elemento essencial nos processos metabólicos dos seres vivos. Encontrado principalmente na forma inorgânica (ortofosfato). É um dos indicadores da quantidade de nutrientes presentes no sistema, pois em excesso é assimilado pelo fitoplâncton, ocasionando a eutrofização do viveiro.

As análises dos parâmetros do solo variam conforme a etapa do sistema de cultivo, alterando assim a importância de cada parâmetro do solo (Tabela 4).

Tabela 4. Principais parâmetros analisados do solo de acordo com a etapa do sistema de cultivo

Etapa	Parâmetros analisados
Construção:	Classificação do solo Matéria Orgânica Granulometria e Textura do Solo pH
Entre os ciclos de cultivo:	pH Nitrogênio Matéria Orgânica

2.4 PRINCIPAIS SOLOSENCONTRADOS NO ESTADO DO PARANÁ

As principais classes de solos encontradas no estado (Tabela 5), em ordem crescente, são: Latossolo, Neossolo, Argissolo, Nitossolo e Cambissolo. E em menor ocorrência, na região litorânea do estado encontra-se o Gleissolo e o Organossolo, classes que por apresentarem alto acúmulo de matéria orgânica, baixa estabilidade e resistência à erosão, não devem ser utilizados na piscicultura.

Tabela 5. Principais classes de solo encontradas no estado do Paraná

Ordem	Característica
LATOSSOLO	Solos velhos, profundos, apresentam baixa fertilidade e boa drenagem.
NEOSSOLO	Solos jovens, pouco profundos com fertilidade de baixa a alta, dependo do material de origem.

ARGISSOLO	Solos velhos, com horizonte superficial (A) com altos teores de areia e acúmulo de argila no horizonte B. Alta drenagem e susceptibilidade à erosão no horizonte A.
NITOSSOLO	Apresentam horizonte B com agregados de argila provenientes dos horizontes superficiais do solo.
CAMBISSOLO	Solos pouco profundos e que possuem horizonte B de pequena espessura, porém mais profundos quando comparados aos Neossolos.
GLEISSOLO	Solos com alto acúmulo de matéria orgânica, e em alguns solos pode ser encontrado também o acúmulo de sulfetos. São encontrados em áreas com excesso de água (manguezais e várzeas).
ORGANOSSOLO	

Adaptado de LIMA et al.,2012

2.4.1 SOLO SULFUROSO

São solos ácidos que apresentam acúmulo de matéria orgânica e sulfetos em condições de saturação de água. A campo o cheiro de “ovo podre” (gás sulfídrico) indica a presença elevada de sulfetos no solo.

As bactérias decompositoras de matéria orgânica, responsáveis por produzirem sulfetos, com o excesso de matéria orgânica e alta acidez, tornam-se abundantes acumulando este composto. Quando esta área é drenada e exposta ao sol, os sulfetos reagem com o oxigênio formando manchas avermelhadas, resultante da formação de ácido sulfúrico (H_2SO_4), em decorrência disso, reduz drasticamente o pH do solo, que antes apresentava valor próximo ao neutro.

Teste a campo: coletar uma pequena amostra de solo e pingar uma quantidade de água oxigenada. Se ocorrer a formação de bolhas na amostra este solo é classificado como sulfuroso.

Os solos mais apropriados para viveiros, no momento da construção e/ou entre os ciclos de produção são aqueles que de maneira geral possuem:

- ➔ 12 a 25% de argila em sua composição e, conseqüentemente, possuem mais microporos em sua estrutura, apresentando menor infiltração de água;
- ➔ Com menores proporções de matéria orgânica em sua composição, para uma maior estabilidade e menor risco de erosão;
- ➔ Solos ricos em calcário e fósforo, mas a deficiência destes podem ser corrigidas com a calagem ou adubação;
- ➔ Menor relação entre carbono e nitrogênio para que a decomposição da matéria orgânica seja eficiente e
- ➔ pH próximo ao neutro para que sistema de cultivo seja favorável ao desenvolvimento de todos os organismos, aspecto que também permite correção.

É preciso lembrar, que nem todas essas características estarão presentes de maneira conjunta no solo, por isso é preciso compreender e adotar estratégias que minimizem os custos e viabilizem o sistema de cultivo.

3. ÁGUA

3.1 IMPORTÂNCIA NO SISTEMA DE CULTIVO

O desenvolvimento dos peixes é diretamente dependente da qualidade e quantidade de água disponível.

A fonte que abastece o viveiro deve ser suficiente para suprir as perdas por infiltração e evaporação, ocorridas durante um ciclo de produção, e de preferência ser trazida por gravidade, para evitar despesas e manutenção com bombas. Já a renovação deve ser realizada pelo fundo e no lado oposto ao abastecimento, retirando assim a água com maior concentração de sedimentos.

Antes e durante o cultivo a água deve apresentar características químicas, físicas e biológicas específicas dentro dos limites toleráveis. É necessário monitorar constantemente diversos parâmetros da qualidade da água, tornando o ambiente adequado à sobrevivência e ao desenvolvimento dos organismos no sistema de cultivo.

3.2 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

A produtividade de um viveiro de cultivo de peixes está diretamente relacionada com a qualidade da água.

A qualidade da água, por sua vez, é determinada por fatores como: as características do solo, da região, das espécies cultivadas e as práticas adotadas, podendo então ser facilmente alterada.

Os principais parâmetros que exigem análise constante no sistema de cultivo são: temperatura, oxigênio dissolvido, pH, turbidez, transparência, alcalinidade, dureza e amônia total (Tabela 6).

Tabela 6. Parâmetros da Qualidade da água

PARÂMETROS DA QUALIDADE DA ÁGUA			
Parâmetro	Frequência de monitoramento	Período	Equipamento
Temperatura	Diariamente	Manhã e à Tarde	Termômetro
Oxigênio dissolvido	Diariamente	Manhã e à Tarde	Oxímetro
pH	Semanal	Tarde	pHmetro ou kits de análise de água
Turbidez	Diariamente	Manhã	Turbidímetro
Transparência	Diariamente	Manhã	Disco de Secchi
Alcalinidade	Mensalmente	Manhã	Kits de análise de água
Dureza	Mensalmente	Manhã	Kits de análise de água
Amônia Total	Semanal	Manhã	Kits de análise de água

É fundamental orientar que o produtor anote as concentrações destes parâmetros, pois se ocorrer algum problema no cultivo o técnico poderá analisar e identificar a possível causa do problema.

A **temperatura** do viveiro é um dos fatores que afetam o desenvolvimento, a reprodução e a defesa imunológica dos peixes.

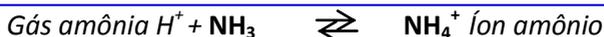
O **oxigênio dissolvido** reflete a quantidade disponível de oxigênio, fundamental ao desenvolvimento e sobrevivência dos peixes. Pode ser medida em concentração absoluta (mg/L), que reflete a quantidade de oxigênio disponível, ou em porcentagem de saturação (%).

A temperatura e o oxigênio são parâmetros que estão inversamente relacionados. A temperatura indica a capacidade de saturação de oxigênio que o sistema possui, portanto com o aumento da temperatura a capacidade de saturação do oxigênio dissolvido é reduzida.

Os produtos da degradação, excreção e acúmulo de ração e fertilizantes são as principais fontes de nitrogênio, que implicam em

uma série de reações bioquímicas e podem reduzir ou aumentar a toxidez da amônia no meio. O ciclo do nitrogênio é regulado principalmente pela atividade biológica, podendo estabelecer um equilíbrio entre a produção e a degradação da amônia.

A **amônia** é proveniente da degradação da matéria orgânica (ração, fertilizantes e excreção). Podendo ser encontrada na forma de gás (NH_3 - extremamente tóxica aos peixes) e na forma de íon (NH_4^+), os quais se encontram em equilíbrio em função da temperatura e do pH.



A amônia em meio aquoso e pH próximo ao neutro encontra-se em equilíbrio (concentração de $\text{NH}_3 = \text{NH}_4^+$). Com a redução de H^+ , o pH aumenta, deslocando então a reação e aumentando a proporção de amônia gasosa (NH_3), mas para que isso ocorra é necessário a presença do íon NH_4^+ .

3.2.1 PARÂMETROS RELACIONADOS COM A PRÁTICA DE CALAGEM

A transparência, turbidez, pH, alcalinidade e dureza são os principais parâmetros que podem ser corrigidos com a prática de calagem.

3.2.1.1 TRANSPARÊNCIA E TURBIDEZ

A transparência mede a dificuldade em atravessar a superfície da água, é medida pela profundidade em que não se consegue mais enxergar o Disco de Secchi na água.

A turbidez determina a quantidade de partículas minerais ou orgânicas que estão em suspensão na água e impedem a entrada de luz. Essa suspensão ocorre devido à chuva e vento intensos que revolvem o fundo, trazendo as partículas menos densas (argila e matéria orgânica) que estavam acumuladas no fundo à superfície.

São parâmetros inversamente complementares, ou seja, quando há alta turbidez, há baixa transparência, afetando a penetração de luz, reduzindo a quantidade de oxigênio e o pH do cultivo.

3.2.1.2 pH

Os valores de pH possuem variações ao longo do dia devido a fatores como fotossíntese e respiração. Com o aumento da respiração o pH é reduzido e com o aumento fotossíntese o pH é elevado.

Outros fatores que podem influenciar o pH são: temperatura, alcalinidade, dióxido de carbono e substâncias dissolvidas na água.

Águas com pH ácido (< 6,5) e alcalina (> 8) são prejudiciais (Figura 7), valores fora destes limites ocasionam estresse, crescimento reduzido e problemas de fertilidade. Extremos de pH danificam a superfície das brânquias dos peixes, levando-os à morte.

Figura 7. Faixa de pH tolerável



3.2.1.3 ALCALINIDADE

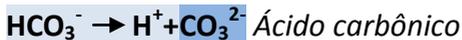
É a capacidade da água em neutralizar o pH, ou seja, seu poder de tamponamento, impedindo que ocorram grandes e rápidas variações de pH.

Tecnicamente é medida pela concentração de bases tituláveis presentes na água, como bicarbonatos (HCO_3^-) e carbonatos (CO_3^{2-}), íons mais abundantes na solução da água, é expressa em mgCaCO_3/L .

O íon bicarbonato é formado a partir da reação com o gás carbônico ou com o solo, ocorre troca de Ca^{2+} por H^+ formando o íon carbonato:



E os carbonatos são formados através da dissociação do bicarbonato:



Água com alcalinidade inferior a 30mg CaCO₃/L, apresenta baixo poder tamponante, e conseqüentemente maior alteração nos valores de pH ao longo do dia, em função dos processos fotossintéticos e respiratórios.

3.2.1.4 DUREZA

Representa a concentração de íons bivalentes (carga elétrica positiva igual a 2), principalmente cálcio e magnésio, presentes na água. É expressa pela soma destes íons e representada em mg/L de CaCO₃.

De maneira geral a água do viveiro, durante o cultivo, deve apresentar:

- ◊ Quantidades reduzidas de matéria orgânica e/ou de partículas minerais em suspensão;
- ◊ Fitoplâncton em quantidades controladas;
- ◊ Transparência entre 30-40 cm;
- ◊ pH na faixa de 6,5 a 8;
- ◊ Dureza e Alcalinidade superiores a 30 mg CaCO₃/L, evitando grandes variações do pH;
- ◊ Concentração de amônia total abaixo de 0,2 mg/L, para favorecer o desempenho dos peixes;
- ◊ Concentrações acima de 5 mg/L de oxigênio disponível na água, valores menores afetam o crescimento e podem ser letais.

Estas características garantem um bom desenvolvimento dos organismos cultivados. Mas é preciso lembrar, que nem todas estarão presentes em quantidades ideais na água do sistema de cultivo, por isso é preciso estabelecer um programa de monitoramento da qualidade de água e adotar estratégias que viabilizem a produção.

4. ESPÉCIE

4.1 ESPÉCIES DE ÁGUA DOCE CULTIVADAS NO ESTADO DO PARANÁ

O cultivo no estado do Paraná é realizado principalmente em pequenas propriedades rurais, em viveiros de até 1 ha.

As espécies mais utilizadas na produção em viveiros, em ordem crescente são: Tilápias, Carpas e Pacus. Possuem alta resistência à doenças e carne com alta comercialização e aceitabilidade no mercado.

4.2 ANATOMIA E FISIOLOGIA GERAL DE PEIXES DE ÁGUA DOCE

É preciso compreender a forma e a estrutura anatômica, pois são características que determinam a função e auxiliam na compreensão dos hábitos de cada espécie.

São peixes ósseos vertebrados, denominados osteíctes. De maneira geral, possuem corpo fusiforme (alongado) e com as extremidades mais estreitas. Na região anterior possuem um par de opérculos (estrutura óssea que protege as brânquias).

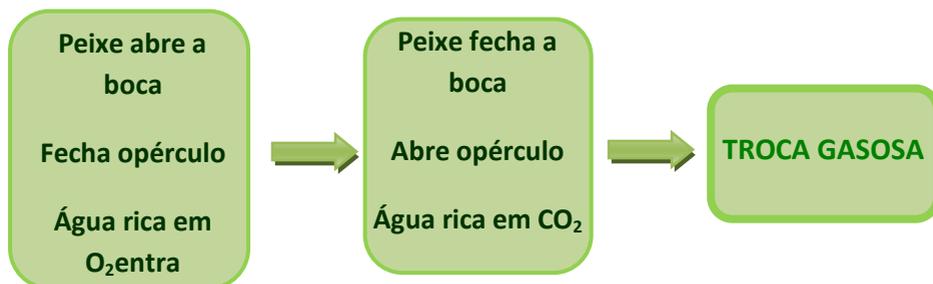
Brânquias: estrutura altamente vascularizada, responsável pela osmorregulação e troca gasosa.

4.2.1 FISIOLOGIA DO SISTEMA RESPIRATÓRIO E CIRCULATÓRIO

Em peixes a fisiologia do sistema respiratório está diretamente relacionada ao sistema circulatório. A respiração branquial ou troca gasosa (Figura 8) é um mecanismo contracorrente, ou seja, a água flui em direção oposta ao sangue.

A troca gasosa ocorre devido a diferença de concentração existente entre a água e o sangue que passa pelos capilares branquiais.

Figura 8. Mecanismos que ocorrem durante a troca gasosa



O coração bombeia sangue venoso, rico em dióxido de carbono (CO_2) até os capilares localizados nas brânquias, local onde a troca gasosa ocorre. Transforma o sangue em arterial, rico em gás carbônico (O_2), em seguida é bombeado para o corpo onde é utilizado no metabolismo celular.

4.3 EFEITO DO pH

Além da variação extrema do pH, a mortalidade dos peixes pode ocorrer devido à temperatura, quantidade de amônia e oxigênio dissolvido na água. O pH também pode regular a toxidez de metabólitos, como a amônia e o gás sulfídrico.

O pH é um parâmetro extremamente importante para o desenvolvimento e a manutenção da fisiologia dos peixes, podendo ser letal se não corresponder à faixa de variação tolerável à espécie.

De maneira geral, a **faixa de pH tolerável das espécies de água doce varia entre 6,5 a 8.**

Variações de pH podem ocasionar:

-  Desequilíbrio osmótico;
-  Aumento nos níveis de cortisol (hormônio do estresse);
-  Redução no apetite;
-  Problemas reprodutivos;
-  Redução no crescimento;
-  Imunossupressão e
-  Morte (devido às alterações enzimáticas).

4.4 EFEITO DA AMÔNIA

É preciso lembrar que com o aumento do pH a concentração de amônia tóxica para os peixes (NH_3) irá aumentar, sendo esta reação dependente da presença do íon amônio.

A amônia na forma gasosa passa pelas brânquias, e ao chegar à corrente sanguínea ocasiona diversos problemas fisiológicos que estão relacionados ao pH.

 **Sintomas:** peixes nadam sem rumo ou quando capturados tremem, mas não conseguem saltar.

Parte da amônia presente é transformada em nitrito, por ação das bactérias *Nitrosomonas*. O nitrito, por sua vez, é tóxico quando as concentrações na água são elevadas, podendo prejudicar o transporte de oxigênio até os órgãos e as células dos peixes.

 **Sintomas:** peixes nadam de lado ou ficam parados próximos a superfície, o sangue e as brânquias apresentam uma coloração vermelho escuro.

Através da ação das bactérias *Nitrobacter* o nitrito é transformado em nitrato, entretanto mesmo em altas concentrações não afeta o

sistema de cultivo. Mas é importante lembrar que estes problemas só ocorrem quando as concentrações de amônia também forem altas.

4.5 OSMORREGULAÇÃO

Estratégia que ocorre nas brânquias para regular a concentração iônica entre o meio e os níveis plasmáticos dos organismos aquáticos. Este controle é endócrino, ou seja, através de hormônios.

A absorção de minerais nas brânquias, como sódio (Na), cloro (Cl), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), são relevantes para a manutenção de processos metabólicos vitais e utilizados para manutenção do equilíbrio osmótico entre o meio e os fluídos corporais.

Peixes de água doce: o ambiente é denominado hipotônico, onde a concentração de íons na água é menor que a concentração no interior das células do animal. A absorção dos sais ocorre ativamente pelas brânquias, transportando assim os sais da água para o sangue.

Ao alterar o ambiente para hipertônico, a concentração plasmática de íons aumenta, ocasionando estresse ao animal e elevando os níveis de cortisol no sangue, fazendo com que ocorra um desequilíbrio osmorregulatório e a perda de sais para a água. A concentração desses elementos nos fluídos corporais é dependente do estado fisiológico do animal, da alimentação e da qualidade da água do viveiro.

A prática de calagem, na água ou no solo, auxilia na manutenção do pH e dos íons no sistema de cultivo, e conseqüentemente do equilíbrio osmótico dos peixes.

5. TÉCNICA DE CALAGEM

5.1 A CALAGEM EM VIVEIROS DE ÁGUA DOCE

Técnica no qual é aplicado um composto rico em cálcio, ou que apresenta combinação de cálcio e magnésio em sua composição. Estes compostos elevam a alcalinidade, a dureza e reduzem a variação do pH, proporcionando ao solo e a água uma qualidade física, biológica e química.

É a prática que está relacionada com a preparação e manutenção do viveiro, contribuindo com a manutenção da qualidade da água e a ciclagem de nutrientes. Todas as reações (químicas e biológicas) no sistema de cultivo são influenciadas pelo pH.

- Proporciona um ambiente adequado para o desenvolvimento dos peixes;
- Neutraliza o pH, reagindo com a acidez;
- Aumenta a alcalinidade e a dureza da água (maior concentração de carbonato e bicarbonato e íons hidróxido), reforçando o sistema tampão;
- Reduz a retenção de fósforo do fundo do viveiro, tornando-o disponível;
- Promove a atividade microbiana acelerando a ciclagem de nutrientes;
- Diminui a turbidez e material em suspensão.

5.2 CORRETIVOS

Os corretivos que podem ser usados na piscicultura são: calcário (obtido através da moagem da rocha calcário), cal virgem (fabricado pela queima ou calcinação da rocha calcário) e cal hidratada (processo de adição de água na cal virgem).

Compostos a base de carbonato de cálcio (calcítico) ou uma mistura de cálcio e magnésio (dolomítico).

Calcítico (CaCO_3): composto por 0- 5% de óxido de magnésio

Dolomítico ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$): composto com mais de 12% de óxido de magnésio

Calcário -- ► Tem a função de neutralizar o pH lentamente. À medida que reage com os ácidos vai sendo dissolvido. A reação é lenta e prolongada, devido a isso deve ser adicionado em maiores quantidades.

Cal virgem (CaO ou MgO) -- ► Por ser um óxido, reage com o solo ou com a água rapidamente, elevando a temperatura e o pH.

Cal hidratada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) -- ► Ao ser aplicado no solo ou na água, reage rapidamente, mas por ser um hidróxido não eleva a temperatura.

A cal virgem e a cal hidratada devem ser utilizadas em quantidades menores, quando comparado ao calcário. Não são eficientes para corrigir o pH, devido a rápida ação e ao curto efeito residual no solo, e não devem ser adicionadas na água, pois elevam o pH rapidamente, ocasionando a morte dos peixes.

5.3 PRÁTICAS DE CALAGEM

A calagem deve ser realizada nos viveiros somente quando há necessidade, e deve-se ter cuidado com aplicações em excesso.

A prática de calagem pode ser realizada quando apresentar:

- Solos, água ou fundo do viveiro com pH abaixo de 6,5;
- Alcalinidade total da água menor do que 30 mg CaCO_3 /L;
- Dureza menor que 30 mg/L CaCO_3 ;
- Excesso de partículas em suspensão (alta turbidez);
- Alta concentração de organismos patogênicos e outros vetores que podem causar problemas aos peixes cultivados.

O excesso de calagem pode ter efeito negativo devido a:

Elevação do pH a níveis indesejados caso seja utilizado a cal virgem ou cal hidratada;

Precipitação na água do fósforo com o cálcio;

Redução do carbono disponível as plantas;

Redução da eficiência do sistema de cultivo e

Pode levar os peixes a morte.

Geralmente é realizada:

- Após a construção do viveiro, antes de iniciar o primeiro cultivo para corrigir o pH do solo ou parâmetros da água.
- Durante o cultivo na água para corrigir a alcalinidade, dureza e o pH ou para sedimentar partículas que se encontram em suspensão.
- No intervalo entre os cultivos para corrigir o pH ou realizar a desinfecção do viveiro.

5.3.1 CORREÇÃO DO pH

Prática	CORREÇÃO DO pH	
Objetivo	No solo	Reduzir a acidez do solo neutralizando o pH. Acelerando a decomposição da matéria orgânica e reduzindo a retenção de fósforo do fundo, proporcionando um ambiente adequado aos organismos aquáticos.
Corretivo	Calcário, cal virgem ou cal hidratada	
Objetivo	Na água	Neutralizando o pH e podendo aumentar a dureza e a alcalinidade, reforçando o poder tampão da água. Proporcionando um ambiente adequado aos peixes.
Corretivo	Calcário	

O uso de calcário no solo é recomendado quando se deseja que o poder de atuação do corretivo seja prolongado.

Ações como: expor ao sol, revolver o fundo do viveiro ou adicionar compostos nitrogenados, também favorece a decomposição da matéria orgânica.

5.3.2 DESINFECÇÃO

Prática	DESINFECÇÃO	
Objetivo	No solo	Eliminar organismos e doenças indesejáveis no cultivo, desinfetando o fundo e evitando a propagação de doenças e a mortalidade dos peixes.
Corretivo	Cal hidratada ou cal virgem	

Nos viveiros que não esvaziam completamente e há presença de poças de água no fundo, aconselha-se o uso da cal virgem por elevar a temperatura. Em propriedades pequenas ou onde há riscos para o operador, é recomendado o uso de cal hidratada.

5.3.3 TURBIDEZ

Prática	TURBIDEZ	
Objetivo	Na água	Atua precipitando partículas que estão suspensas na água. O corretivo possui cargas positivas, que reagem com as partículas de carga negativa (argila e matéria orgânica), formando agregados que se suspendem e vão para o fundo.
Corretivo	Calcário	

Partículas em suspensão são indesejáveis, porque limitam a penetração de luz. Na água deve ser aplicado calcário, pois apesar de atuar lentamente não aumenta o pH nem a temperatura rapidamente.

5.3.4 ALCALINIDADE E/OU DUREZA

Prática	ALCALINIDADE e/ou DUREZA
Objetivo	Ao aplicar o calcário na água, ocorre à dissociação do corretivo em íons Ca^{2+} e Mg^{2+} elevando a dureza. E ao formar carbonatos e bicarbonatos, estes elevam a alcalinidade da água.
Corretivo	Calcário

A alcalinidade e a dureza podem ser elevadas ou não, pois na maioria das águas os íons Ca^{2+} e Mg^{2+} encontram-se associados aos íons bicarbonatos e carbonatos, devido a isso as concentrações da dureza total e da alcalinidade total são proporcionalmente iguais.

Mas, podemos encontrar águas de alta alcalinidade e baixa dureza, onde parte dos íons carbonatos e bicarbonatos estão associados a outros compostos (Na^+ e K^+), e em águas com dureza elevada, onde os íons Ca^{2+} e Mg^{2+} estão associados a sulfatos e nitratos, por exemplo.

5.4 COMO DETERMINAR A NECESSIDADE DE CALAGEM

A necessidade de calagem pode ser realizada a partir do(a):

- a) **Solo:** em diversos pontos através de análise laboratorial ou com pHmetros.
- b) **Água:** com kits de análise de água ou aspecto visual (turbidez).

5.5 DOSE DE CORRETIVO

A quantidade a ser aplicada no solo para corrigir o pH deve ser realizada com base no pH e na textura do solo (Tabela 7). E a

quantidade de calcário para corrigir o pH, alcalinidade e/ou dureza da água realiza-se com base no valor da alcalinidade total (Tabela 8).

Cálculo a partir do pH e da textura do solo:

Calculada com base no conhecimento da textura e pH do solo, obtidos a partir de análise laboratorial ou a campo.

Tabela 7. Quantidade de corretivo com base na textura e pH do solo

pH do fundo	QUANTIDADE DE CALCÁRIO (kg/ha)	
	Solo Argiloso	Solo Franco-Arenoso
<4	14.320	7.160
4 – 4,5	10.740	5.370
4,6 – 5	8.950	4.475
5,1 – 5,5	5.370	3.580
5,6 – 6	3.580	1.790
6,1 – 6,5	1.790	1790

Adaptado de QUEIROZ, 2006

Cálculo com base na alcalinidade da água:

A quantidade de corretivo também pode ser determinada de acordo com alcalinidade total da água.

Tabela 8. Quantidade de calcário de acordo com a alcalinidade da água

Alcalinidade Total (mg CaCO ₃ /L)	Quantidade de calcário (kg/ha)
<10	3000 – 4000
10-20	2000 – 3000
20-30	1000 – 2000

Adaptado de KUBTIZA, 2008

Para **DESINFECÇÃO** recomenda-se uma tonelada por hectare, quantidade suficiente para elevar o pH do solo e provocar morte dos organismos indesejáveis presentes no ambiente.

Para **TURBIDEZ** a dose é obtida através da tentativa e erro, adicionar inicialmente pequenas quantidades de calcário e analisar os efeitos e, se necessário, aumentar a dose gradativamente até que todas as partículas se suspendam.

É preciso lembrar: 1 ha = 10.000 m²

5.6 MÉTODOS E FREQUÊNCIA DE APLICAÇÃO

O método de aplicação é determinado com base no objetivo desejado (Tabela 9).

A frequência varia de acordo com os valores obtidos, se após o período de 1 a 2 semanas da aplicação o viveiro apresentar alcalinidade e/ou dureza inferior a 20 mg/L CaCO₃, ou pH inferior a 6, uma nova calagem deve ser realizada.



É importante que o operador use máscara, óculos, luvas, botas e roupa apropriada no momento da aplicação do corretivo.



Tabela 9. Métodos de aplicação dos corretivos de acordo com o objetivo pretendido

	OBJETIVO	MÉTODO DE APLICAÇÃO
NA ÁGUA	ALCALINIDADE DUREZA TURBIDEZ CORREÇÃO DO pH	Espalhado a lanço por todo o viveiro, para ser dissolvido o mais uniforme possível na água.

NO FUNDO	DESINFECÇÃO	Esvaziar o viveiro e aplicar o produto em todo o fundo do viveiro. Após isso, deixar exposto durante 2-3 semanas para garantir completa degradação da matéria orgânica e ação do corretivo nos organismos patógenos.
	CORREÇÃO DO pH	Esvaziar, expor o fundo ao sol, se possível arar e gradear antes de aplicar o corretivo ou incorporar o corretivo nas camadas superficiais do solo, para aumentar o potencial de ação ou espalhar a lanço, no sentido do vento, sobre todo o fundo do viveiro.

5.6.1 PREPARAÇÃO DO VIVEIRO

Quando é possível esvaziar o viveiro entre um cultivo e outro, alguns procedimentos que promovem um ambiente mais adequado ao próximo cultivo que podem ser realizados antes da calagem são:

Secar e Expor ao sol

O acúmulo de sedimentos no fundo é causado pela deposição principalmente de fezes, excesso de ração e fertilizantes durante o cultivo. Deve ser realizada entre os cultivos para acelerar a decomposição da matéria orgânica acumulada no fundo. O tempo depende da textura, umidade e espessura dos sedimentos acumulados.

Um critério que pode ser utilizado para determinar o tempo ideal de secagem do solo é quando ao caminhar no fundo do viveiro o pé não afunda.



Arar e Gradear

Revolver o fundo do viveiro proporciona a quebrados blocos e facilita a secagem, aumentando a aeração e a decomposição da matéria orgânica em diferentes profundidades do viveiro.

Uma opção é misturar o corretivo no momento em que o fundo é arado e gradeado. Em viveiros pequenos pode ser realizado o revolvimento manual e com arraste de corrente em viveiros maiores.



Remoção

O excesso dos sedimentos acumulados pode ser retirado no intervalo entre os cultivos, quando atingem uma camada muito espessa, aumentando a área aeróbica e o espaço para o cultivo dos peixes.

Quando o excesso retirado é rico em matéria orgânica, pode ser utilizado em outras áreas da propriedade como fertilizante e/ou adubo.

O manejo adequado dos sedimentos neutraliza o pH, reduz as concentrações de nutrientes, de matérias orgânicas e de sólidos em suspensão. É importante ressaltar que não há um tempo definido para realizar estes procedimentos.

Após realizar estes procedimentos, deve-se aplicar o corretivo ou aplicar no momento em que o fundo foi arado. O enchimento deve ocorrer antes da estocagem e após encher completamente o viveiro a entrada de água deve ser fechada, para que o efeito da calagem não seja perdido.

Solo sulfuroso

No momento do esvaziamento e secagem este solo apresenta manchas avermelhadas. Aconselha-se manter o solo submerso, para aumentar a eficiência do produto e então aplicar calcário no fundo do viveiro.

5.7 GESSAGEM X CALAGEM

A aplicação de gesso (sulfato de cálcio - CaSO_4) é uma prática alternativa, sendo eficiente e barata para reduzir a turbidez, elevar os valores de dureza total sem alterar muito a alcalinidade total da água, e também reduzir a concentração de fósforo solúvel na água e a abundância do fitoplâncton.

DOSE

Turbidez: de 250 a 500 g de gesso/ m^3 de volume do viveiro

Dureza total da água: 18 a 25 g de gesso/ m^3 para elevar 10 mg CaCO_3 /L.

É preciso lembrar: $1\text{m}^3 = 1000\text{ L}$

5.8 RECOMENDAÇÕES GERAIS

- ☞ Ao aplicar calcário na superfície para correção é preciso monitorar a alcalinidade, pois pode ser reduzida após alguns dias. Isto ocorre porque o pH do fundo pode estar em condições ácidas, ocorrendo a retirada dos carbonatos e bicarbonatos existentes na água;
- ☞ Cal virgem e cal hidratada não devem ser usadas diretamente na água em grandes quantidades, pois provocam elevação do pH. Em valores excessivos podem acarretar na morte dos organismos do cultivo;
- ☞ A desinfecção pode ser realizada de maneira natural, através da exposição ao sol.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BHERING, S.B.; SANTOS, H.G. Mapa de solos do Estado do Paraná – Legenda Atualizada. Embrapa – Rio de Janeiro, 2008.

BOYD, C. *Bottomsoils, sediment, and pond aquaculture*. Chapman and Hall: New York, 1995. 348p.

BOYD, C.E. *Manejo do ciclo do pH para manter a saúde animal - Traduzido por Marcelo Lima*. Revista Advocate da GAA. Ed jul/ag2013. pag 28-30.

BOYD, C. *Manejo do Solo e da Qualidade da Água em Viveiro para Aquicultura*. Tradução: Eduardo Ono. São Paulo. 1997.

BRADY, N.C.; WEIL R.R. Arquitetura e Propriedades Físicas do Solo. IN: BRADY, N.C.; WEIL R.R. *Elementos da natureza e propriedades do solo*. Porto Alegre – RS, 2013. Pag 106-144.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Pesquisa da Produção Pecuária Municipal - 2013. vol. 41. 108p. Disponível em: <http://ftp.ibge.gov.br/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2013/ppm2013.pdf>.

CARBALLO, E.; EER, A.V;SCHIE,T.V;HILBRANDS, A. *Piscicultura de água doce em pequena escala*. Agrodok 15. Wageningen, 2008.

C.E.G.R.; VIDAL-TORRADO, P. (Eds.). *Pedologia: fundamentos*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012. pag 81-145.

EMATER. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural. Disponível em: <<http://www.emater.pr.gov.br>>.

FARIA,R.H.S.; MORAIS,M.;SORANNA,M.R.G.S.;SALLUM,W.B. *Manual de criação de peixes em viveiros*. Brasília,Codevasf, 2013.

FLORES, A. Calagem de Viveiros: Porquê, quanto e quando?. *Panorama da Aquicultura*, Ed.7. set/out. 1991.

IAPAR. *Amostragem de solo para análise química: plantio direto e convencional, culturas perenes, várzeas, pastagens e capineiras*. Londrina, 1996. (IAPAR. Circular, 90).

IBGE. *Manual técnico de pedologia*. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. 323 p. (IBGE. Manuais Técnicos em Geociências, 04). Disponível em: <<http://www.ibge.com.br>>.

KUBITZA, F. Demandas para uma produção sustentável de tilápia. *Revista Panorama da Aquicultura*. Ed.138. Ano 2014. Disponível em: <<http://www.panoramadaaquicultura.com.br>>.

KUBITZA, F. Manejo na produção de peixes – Parte III. *Panorama da Aquicultura*, vol.18, n.110, p.14-21, nov/dez. 2008.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes – Parte I. *Panorama da Aquicultura*, vol.8, n.45, p.36-41, jan/fev. 1998.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes – Parte II. *Panorama da Aquicultura*, vol.8, n.46, p.35-41, mar/abr. 1998.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes – Parte III. *Panorama da Aquicultura*, vol.8, n.47, p.35-42, mai/jun. 1998.

LEPSCH, I.F. *Dezenove lições de pedologia*. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. pag 41-104.

LIMA, V.C; LIMA, M.R. MELO V.F. *Conhecendo os principais solos do Paraná – Abordagem para professores do ensino fundamental e médio*. Curitiba, 2012.

MATHIAS, M.A.C. Para os iniciantes. *Panorama da Aquicultura*. Ed 49.set/out. 1998 Disponível em: <<http://www.panoramadaaquicultura.com.br>>.

ONO, E.A. Construção de viveiros e de estruturas hidráulicas para o cultivo de peixes – Parte I. *Revista Panorama da Aquicultura*. vol. 12 n. 72 set/out 2005.pg 35-48.

OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. *Piscicultura: Fundamentos e Técnicas de manejo*. Guaíba: Ed. Agropecuária. 1998.

PALHARES, J.C.P.; COLDEBELLA, A. Monitoramento da qualidade da água no sistema integrado piscicultura-suinocultura em propriedades do Oeste Catarinense. *Revista Agropecuária Catarinense*. V 25, n.1. março, 2012. pg 58-61.

PRADO, H. do. *Manual de classificação de solos do Brasil*. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. pag 8-10.

QUEIROZ, J.F. *Avaliação de diferentes métodos de calagem para correção da acidez dos sedimentos do fundo de viveiros de aqüicultura*. Circular Técnica 15- Embrapa, São Paulo. Dezembro, 2007. Disponível em: <<http://www.cnpma.embrapa.br>>.

QUEIROZ, J.F. Boas práticas aquícolas (BPA) em viveiros garantem sucesso da produção. *Revista Visão Agrícola*, n.11. jul/dez 2012. pg36 a 39. Disponível em <http://www.alice.cnptia.embrapa.br>.

QUEIROZ, F.J; BOEIRA, C.R. *Calagem e Controle da Acidez dos Viveiros de Aquicultura*. Circular Técnica 14 – Embrapa, São Paulo. Dezembro, 2006. Disponível em: <<http://www.cnpma.embrapa.br>>.

QUEIROZ, J.F. BOEIRA, R.C. SILVEIRA, M.P. *Coleta e Preparação de amostras de sedimentos de viveiros de aquicultura*. Comunicado Técnico 17 – Embrapa, São Paulo. Agosto de 2004. Disponível em: <<http://www.cnpma.embrapa.br>>.

QUEIROZ, J.F; BOEIRA, R.C. *Determinação do percentual de troca de água em função do acúmulo de amônia (NH₃) nos viveiros na piscicultura*. Comunicado Técnico 47 – Embrapa, São Paulo. Dezembro 2008. Disponível em: <<http://www.cnpma.embrapa.br>>.

QUEIROZ, J.F.; SILVEIRA, M.P. *Recomendações práticas para melhorar a qualidade da água e dos efluentes dos viveiros de Aquicultura*. Circular Técnica 12 – Embrapa. São Paulo. 2006. Disponível em: <<http://www.cnpma.embrapa.br>>.

VINATEA, L. MALPARTIDA, J.; ANDREATTA, E.R. A calagem dos viveiros de Aquicultura. *Panorama da Aquicultura*. Disponível em: <<http://www.panoramadaaquicultura.com.br>>.

WOYNAROVICH, E. *Manual de Piscicultura*. Departamento de Produção e Desenvolvimento Rural – CODEVASF. Brasília, 1993.n

Apoio



Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-60930-08-1

