

MARIA TERESA SCHUH

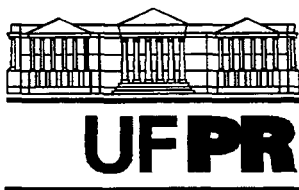
**INFLUÊNCIA DE CARACTERÍSTICAS DO SOLO NA QUALIDADE
DA ÁGUA E NO CRESCIMENTO DA TILÁPIA DO NILO
(*Oreochromis niloticus*) DURANTE A ALEVINAGEM II**

Dissertação apresentada como requisito parcial
à obtenção do grau de Mestre em Agronomia,
área de concentração: Ciência do Solo, Curso
de Pós-Graduação em Agronomia, Departamento
de Solos, Setor de Ciências Agrárias, Universi-
dade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Renato Marques

CURITIBA

2002



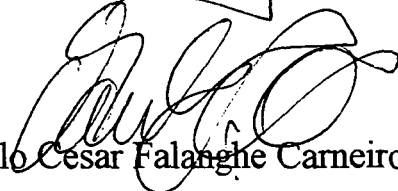
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA: CIÊNCIA DO SOLO(MESTRADO) e
MONITORAMENTO, MODELAGEM E GESTÃO AMBIENTAL(DOUTORADO)
Rua dos Funcionários, 1540-Curitiba/PR-80035-050-Fone/Fax 41-350-5648
E-mail: pgcisolo@agrarias.ufpr.br


P A R E C E R

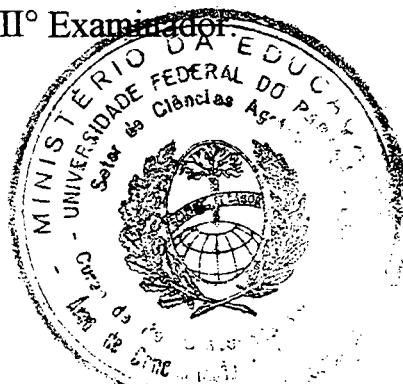
Os Membros da Comissão Examinadora, designados pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pela candidato **MARIA TERESA SCHUH**, com o título: **“Influência de características do solo na qualidade da água e no crescimento da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) durante a alevinagem II”**, para obtenção do grau de Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo" do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haver analisado o referido trabalho e arguido a candidata, são de Parecer pela **“APROVAÇÃO”** da Dissertação, com o conceito **“A”**, completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de **Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo"**.

Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", em Curitiba 05 de fevereiro de 2002.


Prof. Dr. Renato Marques, Presidente.


Prof. Dr. Paulo Cesar Falanghe Carneiro, Iº Examinador.


Prof. Dr. Eduardo Felga Gobbi, IIº Examinador.



A Ambrósio e Nelly Schuh, razão da minha existência;

A Bernardete, Lourdes, Agostinho ‘in memorian’ e demais

Irmãos, a minha gratidão pela força;

Ao Cláudio, companheiro de todas as horas.

Dedico

AGRADECIMENTOS

- Ao Dr. Renato Marques, pela amizade, compreensão, paciência e incentivo na orientação deste trabalho e pelos conhecimentos transmitidos.
- À coordenadora do curso de Agronomia Prof. Fernanda Zambon, o agradecimento e o meu reconhecimento.
- À equipe de estagiários da Escola Técnica de Dois Vizinhos – UNED, Ednéia Medeiros, Sandra, Ronaldo e Jenal, pela colaboração e dedicação no trabalho de campo.
- Ao Sr. Eloi Kuhn, proprietário da piscicultura Novo Eldorado, por ceder as estruturas para que o experimento pudesse ser realizado.
- À Piscicultura Projeto Tilápia de Toledo Paraná, que forneceu os alevinos de tilápia do Nilo, pela colaboração e atenção.
- À Elaine de Azambuja C. Swarofsky e Lucilene D. de Oliveira, pelo apoio e a amizade nas traduções e desenvolvimento na edição deste trabalho.
- À Sílvia J. Cordeiro, pela dedicação, esforço, amizade e compreensão no decorrer de todo o trabalho.
- Aos estagiários do Curso da Agronomia Cleberson Carneiro Zavaski e Serena Turbay Reis, que colaboraram nas análises químicas e na revisão bibliográfica.
- Aos funcionários dos laboratórios de análises do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR, pelo auxílio e colaboração nas análises.
- Ao Curso de Pós-graduação em Agronomia e Ciências do Solo da Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade concedida para a realização do Curso.
- Ao colega de mestrado Jocelito Buch Castro da Cruz, pela ajuda na condução na elaboração do trabalho final de computação e impressão.

UM TEMPO PARA CADA COISA

Para tudo há um tempo, para cada coisa
há um momento de baixo dos céus:

Tempo para nascer,
e tempo para morrer;
Tempo para plantar,
e tempo para arrancar
o que foi plantado;
Tempo para matar,
e tempo para sarar;
Tempo para demolir,
e tempo para construir;
Tempo para chorar,
e tempo para rir;
Tempo para gemer,
e tempo para dançar;
Tempo para atirar pedras,
e tempo para ajunta-las;
Tempo para abraçar,
e tempo para apartar-se.
Tempo para procurar,
e tempo para perder;
Tempo para guardar,
e tempo para jogar fora;
Tempo para rasgar,
e tempo para costurar;
Tempo para calar,
e tempo para falar;
Tempo para amar,
e tempo para odiar;
Tempo para a guerra,
e tempo para a paz.

Que proveito tira o trabalhador de sua obra? Eu vi o trabalho que Deus impôs aos homens: todas as coisas que Deus fez são boas, a seu tempo. Ele pôs, além disso, no seu coração a duração inteira, sem que ninguém possa compreender a obra divina de um extremo ao outro. Assim eu concluí que nada é melhor para o homem do que alegrar-se e procurar o bem-estar durante a sua vida; e que comer, beber e gozar do fruto do seu trabalho é um dom de Deus. Reconheci que tudo o que Deus fez subsistirá sempre, sem que se possa ajuntar nada, nem nada suprimir. Deus procede desta maneira para ser temido. Aquilo que é, já existia, e aquilo que há de ser, já existiu; Deus chama de novo o que passou.

Bíblia Sagrada, Eclesiastes, capítulo 3, versículo 1 – 15.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iii
SUMÁRIO	v
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	3
2.1 OBJETIVO GERAL	3
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 CARACTERÍSTICAS PEDOLÓGICAS IMPORTANTES EM AQUICULTURA	4
3.2 QUALIDADE DE ÁGUA EM PISCICULTURA	6
3.2.1 Qualidade da água e produção em piscicultura	6
3.2.1.1 Transparência	6
3.2.1.2 O ₂ Dissolvido	8
3.2.1.3 Temperatura	10
3.2.1.4 pH	11
3.2.1.5 CO ₂	14
3.2.1.6 Fósforo	14
3.2.1.7 Nitrogênio	15
3.2.2 Impacto da piscicultura na qualidade da água	17
3.3 MANEJO DE VIVEIRO EM AQUICULTURA	21
3.3.1 Calagem	21
3.3.2 Fertilização de viveiros	23
3.4 DESCARGA DE EFLUENTE NA AQUICULTURA	24
3.5 A TILÁPIA DO NILO	26
3.5.1 Índices Zootécnicos da tilápia	27
4 MATERIAL E MÉTODOS	29
4.1 ASPECTOS FÍSICO-CLIMÁTICOS DA ÁREA DE ESTUDOS	29
4.2 DISPOSITIVO EXPERIMENTAL	29
4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	31
4.4 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	31
4.4.1 Manejo das Unidades Experimentais	31
4.4.2 Cultivo dos alevinos	34
4.4.3 Amostragem de Solo	35
4.4.4 Amostragem de sedimento	35

4.4.5 Análise dos parâmetros da água	36
4.4.6 Análises Químicas de Solo e Sedimentos.....	37
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.1 O SOLO	38
5.2 PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA	46
5.3 SEDIMENTO DE FUNDO	54
5.4 ÍNDICES ZOOTÉCNICOS	56
6 CONCLUSÕES	63
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
8 BIBLIOGRAFIA	65

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – EFEITO DO PH EM VIVEIROS DE PEIXE (ADAPTADO DE SWINGLE, 1969) ...	12
FIGURA 2 – DESTINO DA MATÉRIA ORGÂNICA E NUTRIENTE, RESULTANTE DA APLICAÇÃO DE RAÇÃO EM VIVEIROS DE PISCICULTURA.....	20
FIGURA 3 – VISTA DOS DISPOSITIVOS EXPERIMENTAIS	30
FIGURA 4 – APLICAÇÃO DE CALCÁRIO NOS DISPOSITIVOS EXPERIMENTAIS	32
FIGURA 5 – FERTILIZAÇÃO LÍQUIDA DOS DISPOSITIVOS EXPERIMENTAIS.....	33
FIGURA 6 – COLETA DO SEDIMENTO DE FUNDO AO FINAL DA DESPESCA (SOLO A) ...	36
FIGURA 7 – VALORES DE PH DOS SOLOS A E B, EM FUNÇÃO DO PERÍODO DE CULTIVO E DA CAMADA AMOSTRADA NO PERFIL DO SOLO (SOLO ARGILOSO: A; SOLO ARENOSO: B).....	38
FIGURA 8 – CONCENTRAÇÃO DE AL NOS SOLOS A E B, EM FUNÇÃO DO CULTIVO E DA CAMADA AMOSTRADA NO PERFIL DO SOLO.....	39
FIGURA 9 – CONCENTRAÇÃO DE H + AL (ACIDEZ TROCÁVEL) NOS SOLOS A E B, EM FUNÇÃO DO CULTIVO E DA CAMADA AMOSTRADA NO PERFIL DO SOLO.	40
FIGURA 10 – CONCENTRAÇÃO DE CA NOS SOLOS A E B, EM FUNÇÃO DO CULTIVO E DA CAMADA AMOSTRADA NO PERFIL DO SOLO.....	41
FIGURA 11 – CONCENTRAÇÃO DO K NOS SOLOS A E B EM FUNÇÃO DO CULTIVO E DA CAMADA AMOSTRADA NO PERFIL DO SOLO.....	42
FIGURA 12 – CONCENTRAÇÃO DE P NOS SOLOS A E B, EM FUNÇÃO DO CULTIVO E DA CAMADA AMOSTRADA NO PERFIL DO SOLO.....	43
FIGURA 13 – CAPACIDADE DE TROCA DE CÁTIOS (T) NOS SOLOS A E B, EM FUNÇÃO DOS CULTIVOS E DA CAMADA AMOSTRADA NO PERFIL DO SOLO.	44
FIGURA 14 – CONCENTRAÇÃO DE C NOS SOLOS A E B, EM FUNÇÃO DOS CULTIVOS E DA CAMADA AMOSTRADA NO PERFIL DO SOLO.	44
FIGURA 15 – VALORES DE V% NOS SOLOS A E B, EM FUNÇÃO DO CULTIVO E DA CAMADA AMOSTRADA NO PERFIL DO SOLO.....	45
FIGURA 16 – TEMPERATURA MÉDIA DIÁRIA DA ÁGUA DOS TANQUES, NOS PERÍODOS DA MANHÃ E DA TARDE, NOS SOLOS A E B, DURANTE OS TRÊS CULTIVOS.	49
FIGURA 17 – CONCENTRAÇÃO MÉDIA DIÁRIA DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO NA ÁGUA DOS TANQUES, NOS PERÍODOS DA MANHÃ E DA TARDE, NOS SOLOS A E B, DURANTE OS TRÊS CULTIVOS.	50
FIGURA 18 – VALORES MÉDIOS DIÁRIOS DO PH DA ÁGUA DOS TANQUES, NOS PERÍODOS DA MANHÃ E DA TARDE, NOS SOLOS A E B, DURANTE OS TRÊS CULTIVOS.	51
FIGURA 19 – TRANSPARÊNCIA MÉDIA DIÁRIA (DISCO DE SECCHI) DA ÁGUA DOS TANQUES, NOS PERÍODOS DA MANHÃ E DA TARDE, NOS SOLOS A E B, DURANTE OS TRÊS CULTIVOS.....	53
FIGURA 20 – TEORES MÉDIOS E DESVIOS PADRÃO DO CARBONO ORGÂNICO NOS SOLOS A E B AO FINAL DOS TRÊS CULTIVOS.....	54
FIGURA 21 – CRESCIMENTO TOTAL MÉDIO E DESVIOS PADRÃO DOS ALEVINOS DURANTE OS CULTIVOS NOS SOLOS A E B.....	58
FIGURA 22 – DENSIDADE DE ESTOCAGEM FINAL MÉDIA DOS ALEVINOS E DESVIOS PADRÃO DURANTE OS CULTIVOS NOS SOLOS A E B.....	58
FIGURA 23 – GANHO DE PESO FINAL MÉDIO DOS ALEVINOS E DESVIOS PADRÃO DURANTE OS CULTIVOS NOS SOLOS A E B.....	59

FIGURA 24 – CONVERSÃO ALIMENTAR MÉDIA DOS ALEVINOS E DESVIOS PADRÃO DURANTE OS CULTIVOS NOS SOLOS A E B	60
FIGURA 25 – GANHO DE PESO DIÁRIO MÉDIO E DESVIOS PADRÃO DOS ALEVINOS DURANTE OS CULTIVOS NOS SOLOS A E B	61
FIGURA 26 – MORTALIDADE MÉDIA DE ALEVINOS E DESVIOS PADRÃO DURANTE OS CULTIVOS NOS SOLOS A E B	62

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - BALANÇO DE ENTRADA E SAÍDA DE MATÉRIA ORGÂNICA, NITROGÊNIO, E FÓSFORO, E A RETIRADA DESTAS SUBSTÂNCIAS NOS PEIXES, NO EFLUENTE, E ASSIMILAÇÃO PELO VIVEIRO DURANTE A DESPESCA DE TRÊS VIVEIROS.....	25
TABELA 2 – VALORES MÉDIOS PARA TEMPERATURA, OXIGÊNIO, PH E TRANSPARÊNCIA EM FUNÇÃO DO FATOR SOLO.....	46
TABELA 3 – VALORES MÉDIOS PARA TEMPERATURA, OXIGÊNIO, PH E TRANSPARÊNCIA EM FUNÇÃO DO FATOR CULTIVO.....	47
TABELA 4 – TEORES MÉDIOS DE C, N E P NO SEDIMENTO, EM FUNÇÃO DO FATOR SOLO.....	54
TABELA 5 – TEORES MÉDIOS DE C, N E P NO SEDIMENTO EM FUNÇÃO DO FATOR CULTIVO.....	55
TABELA 6 – RESULTADOS MÉDIOS DOS ÍNDICES ZOOTÉCNICOS AO FINAL DOS TRÊS CULTIVOS, EM FUNÇÃO DO FATOR SOLO.....	56
TABELA 7 – RESULTADOS MÉDIOS DOS ÍNDICES ZOOTÉCNICOS AO FINAL DOS TRÊS CULTIVOS, EM FUNÇÃO DO FATOR CULTIVO.....	57

RESUMO

A criação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) vem apresentando rápida expansão no Estado do Paraná. Mas os piscicultores prescindem de informações científicas sobre diferentes aspectos relacionados com a produtividade primária dos viveiros. Existem indícios de que as características dos solos dos viveiros teriam influência direta ou indireta no ecossistema aquático, afetando assim a produtividade dos viveiros de cultivo. Com o objetivo de melhorar o entendimento da influência das características do solo num ambiente aquático com cultivo de peixes, foi desenvolvido um trabalho de monitoramento de viveiros de piscicultura na Região de Tijucas do Sul-PR. Como delineamento experimental foi escolhido o modelo inteiramente casualizado, com a utilização de arranjo fatorial 3x2 para os tratamentos. Ficaram definidos como fatores de variação: 3 cultivos e 2 solos com diferentes classes texturas (franco argiloso - solo A e franco arenoso - solo B). Foram construídas 12 unidades experimentais, sendo seis no solo A e seis no solo B. Os três cultivos foram realizados de forma sucessiva por 30 dias cada, a partir de janeiro 2000. A comparação dos tratamentos foi feita pela análise de variância (Teste F) e pela comparação das médias, usando-se o teste de Fisher's ao nível de 5% de probabilidade. Os resultados demonstraram que, as características do solo não influenciaram diretamente o desempenho do alevino de tilápia do Nilo, mas contribuíram para as alterações de todos os parâmetros de qualidade de água avaliados em campo. A sucessão de cultivos proporcionou um incremento na composição do sedimento no ambiente aquático e influenciou a qualidade de água dos viveiros. A formação do sedimento sofreu ação do fator solo, apenas para o C orgânico, sendo que no solo A o acúmulo foi menor, devido provavelmente a uma melhor condição para a decomposição da matéria orgânica. As características químicas do solo, em todas as camadas, tenderam, de um modo geral, a igualar-se e equilibrar-se em função dos cultivos. O desempenho dos alevinos de tilápia do Nilo, no que se refere aos índices zootécnicos, foi influenciado pelo fator cultivo, sobretudo devido a época do ano em que foi realizado o estudo.

ABSTRACT

Fish-farming of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) is rapidly expanding in the State of Parana. Fish farmers, though, lack scientific information regarding the several aspects related to primary pond yield. There are suggestions that pond soil characteristics directly or indirectly affect the aquatic ecosystem, therefore affecting pond yield. Fish farm ponds in the Tijucas do Sul (Parana) region were monitored to seek for evidence of the influence of soil characteristics on the aquatic environment used for fish farming. The experimental design was completely randomized, with a factorial arrangement of 3x2 for the treatments with six repetitions. The treatments were 3 growth periods and 2 soils with different textures (clayey loam – soil A; and sandy loam – soil B). Twelve experimental ponds were built, six in each soil type. The three 30-day growth periods were in succession, beginning January 2000. Treatments were compared using the Fisher's test at a 5% probability level. The results demonstrate that soil characteristics did not directly influence tilapia fingerling growth, but caused alterations in all water quality parameters evaluated. The successive growth periods resulted in an alteration in sediment composition in the aquatic environment and influenced pond water quality. The soil factor affected sediments only for the organic C content, with A soil having smaller accumulation, probably because of better conditions for organic matter decomposition. Soil chemical characteristics, for all layers, tended to become more similar and in equilibrium over the successive periods. Performance indices of fingerling growth were influenced by growth period, especially in relation to time of the year.

1 INTRODUÇÃO

A criação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) vem apresentando rápida expansão no Estado do Paraná. Isto tem ocorrido pelo fato da tilápia ser uma espécie rústica, que possui excelente sabor de carne e que se adapta facilmente às condições de cativeiro, o que tem despertado o interesse dos piscicultores no sentido de transformar uma atividade de subsistência em atividade comercial. Além da rusticidade, esta espécie apresenta hábito alimentar onívoro, atuando sobre uma grande gama de alimentos, como fitoplâncton e zooplâncton, detritos orgânicos, algas filamentosas, plantas aquáticas e muitos outros, aceitando qualquer tipo de ração. Devido a essas vantagens, muitos produtores rurais paranaenses iniciaram sua criação, inicialmente nos sistemas extensivos em viveiros que recebiam dejetos orgânicos de suínos. Atualmente o uso de rações balanceadas vem sendo muito difundido entre os produtores, porém ainda é muito comum a utilização da adubação química e orgânica para reduzir o custo de produção.

Esta prática tem sido feita de forma empírica. E o uso desordenado de adubos e rações de baixa qualidade aumenta a probabilidade de ocorrência de problemas de qualidade da água do viveiro, levando à diminuição no desempenho produtivo, além de aumentar os riscos de mortalidade de peixes e causar danos ao meio ambiente.

O ambiente aquático é extremamente dinâmico. Algumas características físico-químicas e biológicas da água são fortemente influenciadas pela sua origem e pelos aspectos geológicos e climáticos da bacia hidrográfica, o que pode afetar a produtividade dos viveiros.

Como a piscicultura é considerada uma atividade relativamente nova, ainda são poucos os trabalhos que tratam da dinâmica de um viveiro de piscicultura, associando as condições pedológicas e ambientais que ocorrem em nosso país com o desempenho produtivo. A qualidade de água e suas origens têm gerado

questionamentos, mas pouco no que se refere à influência do solo como fator de interferência no ecossistema aquático.

Como a maioria das pisciculturas adota o sistema de viveiros de terra, faz-se necessária a existência de estudos que permitam estabelecer a influência das características do solo na qualidade da água e na produtividade dos peixes.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência das características do solo, do cultivo seqüencial e da qualidade da água no desempenho da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante o período de alevinagem II.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Serão avaliadas as características químicas do solo e a concentração de N, P e C orgânico nos sedimentos ao final de cada cultivo.

Como parâmetros de qualidade de água serão avaliados:

- temperatura, oxigênio dissolvido, pH, visibilidade de secchi.

Como parâmetros de desempenho serão avaliados:

- a biomassa, conversão alimentar, ganho de peso diário, a sobrevivência.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CARACTERÍSTICAS PEDOLÓGICAS IMPORTANTES EM AQUICULTURA

ASA (1997) descreve que a textura se refere à mistura de cascalho, areia, silte e argila que formam o solo, sendo que a maioria das frações reativas do solo é representada pelas partículas menores que a argila. Mas as partículas de argila oferecem uma grande superfície para adsorção e troca de íon. Um solo arenoso, por sua vez não reterá muita água e terá uma capacidade de adsorção pequena de nutrientes. Ao contrário, um solo com percentual maior de silte - argila retém firmemente a água e nutrientes nas partículas. Os solos de viveiros devem conter 20 a 30% de partículas de argila para prevenir a infiltração, mas o solo franco argiloso é geralmente melhor para produção de peixe de que solos bastante argilosos. Como uma regra geral, solos que são considerados impróprios para agricultura, ou seja, solos de várzeas, geralmente têm uma localização satisfatória para a piscicultura; e as que contenham bastante argila servem para prevenir a infiltração (BOYD 1990).

Segundo POTAFOS (1998), os colóides são os principais responsáveis pela atividade química dos solos; e podem ser argilosos ou orgânicos; e se apresentam com carga líquida negativa (-), desenvolvida durante o processo de formação; portanto isso significa que eles podem atrair e reter partículas com cargas positivas (+). Os colóides repelem outras partículas de cargas negativas, como exemplo nitrato e o sulfato (SO^{2-}). Assim sendo o nitrato não é retido pelo solo, mas permanece como um íon livre na água. O mesmo é válido por todos os ânions, inclusive H_2PO_4 . A absorção de H_2PO_4 se dá principalmente por hidróxidos de Fe e Al.

BRANCO (1977) cita que a matéria orgânica no solo apresenta-se predominantemente na forma de colóides, que funcionam como adesivos, levando as partículas minerais a formar grumos de maiores dimensões, e elevando, em consequência, a porosidade e a capacidade de adsorção do solo. ASA (1997) descreve

que, quando os viveiros são construídos, o fundo geralmente contém 0,5-5,0% de matéria orgânica nativa, mas às vezes viveiros construídos em solos orgânicos podem conter 40-50% de matéria orgânica ou mais, sendo que a matéria orgânica nativa não é altamente reativa, e raramente causa demanda excessiva de oxigênio. BOYD (1990) relata que uma quantidade pequena de matéria orgânica (C orgânica < 2%) em solos de viveiros é benéfica, pois contribui para o aumento da capacidade de troca de cátions no solo de fundo, para a quelação de metais pesados, para a disponibilização de alimento para organismos bentônicos, e para a de liberação de nutrientes inorgânicos via decomposição. Já uma quantidade superior de matéria orgânica pode levar ao desenvolvimento de condições de anaerobiose na interface solo-água, devido à decomposição microbiana. RAIJ (1991) descreve que no solo em condições anaeróbicas poderá, ocorrer reações de redução, eliminando primeiramente os íons de hidrogênio, com conseqüente elevação do pH do solo inundado. Na seqüência, tem-se a redução de nitrato a nitrogênio molecular; a seguir o manganês e o ferro são reduzidos, com a formação de formas divalentes, mais solúveis. Quando o solo já atingiu um adiantado estado de redução, ocorre a formação de gás sulfídrico e, posteriormente, a formação de gás metano, sendo fechada a seqüência, por uma pequena redução de nitrogênio à amônia e do íon hidrogênio a gás hidrogênio.

BOYD (1990) relata que um dos fatores mais importantes na aquicultura intensiva é a condição da camada de superfície do fundo do viveiro. Segundo o autor, é nesta camada que fica o suporte oxigenado para estimular a decomposição da matéria orgânica por bactérias aeróbicas, prevenindo a soltura de tóxicos metabólitos inorgânicos dentro da água do viveiro, e fornecendo um bom ambiente para organismos bentônicos. A quantidade de matéria orgânica depositada no fundo determina a quantidade de adubo ou alimento aplicado; e equivale às fezes produzidas pelos peixes, e o plâncton morto e fixado no fundo. O lodo de viveiros serve como armazém de nutrientes; nele se alojam organismos bentônicos; e ele serve de fonte de nutrientes para a água (AVAULT, 1996).

BOYD (1995), descreve que a troca de substâncias entre solo e água afeta a qualidade da água, influenciando na produtividade de peixes. As características e condição de solo de fundo são importantes no manejo dos viveiros. Embora geralmente seja reconhecido que há efeitos fortes e interações entre características de solo, qualidade de água e produção de peixe em viveiros.

3.2 QUALIDADE DE ÁGUA EM PISCICULTURA

3.2.1 Qualidade da água e produção em piscicultura

3.2.1.1 Transparência

Segundo BOYD (1990), uma das características da qualidade de água dos viveiros que influenciam a produção de tilápia é a transparência da água, pois a profundidade absoluta de penetração da luz depende da quantidade de materiais em suspensão e/ou dissolvidos na água. Isto afeta diretamente a produção de fitoplâncton, já que a fotossíntese requer um mínimo de intensidade de luz para que se realize. A ASA (1997) descreve que a quantidade de luz para a fotossíntese diminui com a profundidade, pois parte desta luz é absorvida e parte é refletida à medida que atravessa a água.

BRANCO (1977) define a turbidez da água como sendo o grau de redução que a luz sofre, ao atravessá-la, por efeito da presença da matéria em suspensão, tais como microorganismos, detritos orgânicos, sílica, silte, fibras, colóides orgânicos ou inorgânicos como ferro e manganês. Além disso, a cor da água, que é produzida principalmente por materiais corantes de origem orgânica ou mineral, que também reduz a transparência. BOYD (1995) diz que às vezes, viveiros de água doce têm turbidez devido a partículas de argila originadas de enxurradas, erosão das laterais pela ação do vento, e atividade de animais aquáticos (turbidez biológica).

BOYD (1982) afirma que, embora a turbidez causada através de partículas de solo suspensas, raramente tenham efeito imediato nos peixes, por períodos longos, esta pode danificar as populações de peixe, sendo que a turbidez por argila restringirá a penetração de luz e afetará a produtividade adversamente: algumas das partículas precipitarão e prejudicarão o desenvolvimento dos ovos de peixe e destruirão comunidades bentônicas, sendo que a preocupação principal com respeito à proteção da fauna aquática não é devida às partículas suspensas (turbidez), mas à quantidade de sólidos em suspensão que pode potencialmente precipitar (sólidos precipitados).

Outro fator que influencia na transparência da água é o hábito alimentar da espécie cultivada. Num experimento com tilápias, observou-se que as mesmas têm a capacidade para revolver o fundo do viveiro e causar a suspensão de sedimentos, aumentando a turbidez da água (TAVARES, 2000).

E a turbidez da água, por sua vez, pode afetar o desenvolvimento dos peixes. Análises histológicas realizadas, em peixes já mortos oriundos de locais com grande carga de materiais suspensos, revelaram que as células epiteliais das lâminas branquiais eram mais grossas do que às de peixes de ambiente límpido, afetando assim a eficiência respiratória das brânquias (HENNING, 1981).

Segundo ASA (1997) a turbidez e a quantidade de material particulado, pode ser avaliado na prática, pela observação da cor da água e medindo a profundidade da visibilidade, com o disco de Secchi. RIBEIRO (1997), cita que a faixa ideal para a profundidade de Secchi, em viveiros de piscicultura, está entre 25 a 70 cm. Por ser uma espécie relativamente tolerante a baixa concentração de oxigênio dissolvido, a visibilidade de Secchi mais apropriada para a tilápia é de 15 a 40 cm, (BOYD 1982).

3.2.1.2 O₂ Dissolvido

De acordo com FAST e BOYD (1992), outro parâmetro de qualidade de água de extrema importância é o oxigênio dissolvido na água. Eles comentam que os viveiros de cultivo possuem quatro fontes principais de oxigênio: fitoplâncton e plantas aquáticas (fotossíntese), oxigênio atmosférico (difusão), oxigênio da água adicionada (renovação de água), e oxigênio a partir de aeradores mecânicos. Concluem dizendo que o oxigênio pode ser consumido através da respiração biológica (seres vivos, água e lodo), da oxidação química, da difusão para a atmosfera e por meio dos efluentes.

A fonte de oxigênio mais importante para as espécies aquáticas de cultivo procede do fitoplâncton, a partir da fotossíntese (CHEN, 1992). O oxigênio é fornecido também por difusão direta com o ar, sendo a saturação média do ar em torno de 21% de oxigênio (AVAULT, 1996). As concentrações de oxigênio dissolvido são mais altas à temperatura de 0 °C e decrescem com o aumento da temperatura, sendo que a maioria dos peixes tolera concentrações de oxigênio dissolvido a baixo de 2 mg/L. Porém, as baixas concentrações de oxigênio dissolvido por longos períodos são estressantes aos peixes (BOYD, 1979). A concentração de oxigênio dissolvido deve manter-se, o mais próximo possível da saturação, ou seja, valores de 4 a 5 mg/L, durante a noite; e 12 mg/L na água de superfície durante o dia, são mais indicados (BOYD 1990).

PÁDUA (1993) descreve a importância do grau de saturação de oxigênio dissolvido nos corpos hídricos, salientando que esta é uma função inversa da temperatura e da altitude local; e direta da pressão atmosférica e salinidade. BOYD (1989) cita que o grau de saturação de oxigênio dissolvido na água é expresso em percentual de saturação. Durante o dia, o nível de oxigênio dissolvido eleva-se até alcançar um nível máximo, devido, quase que totalmente, aos processos fotossintéticos. Já durante a noite, a respiração biológica e a oxidação química do sedimento provocam uma perda substancial do oxigênio dissolvido, presente nos

viveiros, podendo alcançar concentrações críticas colocando em risco os organismos cultivados (ARANA, 1997).

CLAUSEN (1983), em experimentos de laboratório, observou que a taxa de respiração (consumo de oxigênio) do peixe variava com: espécie, tamanho, atividade, temperatura, estado nutricional e outros fatores. O estudo mostrou que o consumo de oxigênio a 17-20 °C para nove espécies de peixe de água doce, variou em estado de repouso de 65 a 210 mg/kg/h. Outro estudo mostrou que a taxa de consumo de oxigênio dissolvido da tilápia nilótica à temperatura de 25 °C, variou de 220 mg/kg/h/peixe forçado a nadar a 30 cm/s e de 458 mg/kg/h/peixe, forçado a nadar a 60 cm/s (FARMER and BEAMISH, 1969).

KUBITZA (2000), cita que as tilápias toleram baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água. Em viveiros de recria, observou que alevinos de tilápia do Nilo, entre 10 a 25 g, suportaram concentrações de oxigênio entre 0,4 a 0,7 mg/L por 3 a 5 horas, durante 2 a 4 horas da manhã, consecutivas, sem registro de mortalidade. GREEN et al. (1989) relatam que a tilápia do Nilo tolerou oxigênio zero (anoxia) por seis horas, sugerindo a possibilidade deste peixe realizar respiração anaeróbica. KUBITZA (2000) observa ainda, que apesar da grande habilidade em sobreviver algumas horas sob anoxia, tilápias do Nilo, freqüentemente expostas ao baixo oxigênio dissolvido, ficam susceptíveis às doenças e apresentam seu desempenho reduzido. LOVSHIN (1977), correlacionou episódios de mortalidade em tilápia híbrida (*O. niloticus* x *O. hornorum*) ao final do período de cerca de 10 dias após terem sido submetidas a oxigênio dissolvido abaixo de 0,8 mg/L por um período de 8 a 10 horas em cultivo. RIBEIRO (1997) descreve que, de modo geral, concentrações abaixo de 1 mg/L de oxigênio dissolvido são letais aos peixes; entre 2 e 3 mg/L, permanecem em estresse; entre 4 e 6 mg/L é a faixa ideal para a tilápia do Nilo.

KUBITZA (2000) esclarece que este parece ser um mecanismo regulador do consumo de oxigênio, compensando assim a redução do oxigênio na água. Sob concentrações de oxigênio entre 2,5 a 1 mg/L, a tilápia apresentou um comportamento

de fuga, como se tentasse deixar o local com baixo oxigênio, mostrando um aumento na atividade, escurecimento do corpo e ereção da nadadeira dorsal.

3.2.1.3 Temperatura

ALMEIDA et al (2000) enfatiza a importância da temperatura da água como sendo um fator limitante e controlador ambiental crítico nas operações aquícolas, pois influencia no tamanho das larvas, na eclosão, na eficiência da utilização do vitelo, no crescimento, nas taxas de alimentação, no tempo necessário até a metamorfose, nos aspectos de comportamento e na velocidade e natação, nas taxas de digestão, na evacuação e na demanda metabólica. De uma forma indireta, a temperatura ainda afeta os peixes por interagir com aspectos químicos, físicos e biológicos da água, como os teores de oxigênio dissolvido, na viscosidade da água e no florescimento fitoplanctônico. BOYD (1990) complementa que os fertilizantes se dissolvem mais rápido, o crescimento do fitoplâncton é acelerado e a decomposição da matéria orgânica pelos microorganismos aumenta, quando a temperatura atinge 30 °C.

Segundo ARANA (1997) viveiros em condições de alta turbidez, provocam um rápido aquecimento da camada superficial em dias ensolarados e com pouco vento, formando a estratificação térmica. A elevação de 5 °C na temperatura da água pode alterar em 50% os efeitos tóxicos de algumas substâncias e reduzir o tempo de sobrevivência dos peixes, sendo que a baixa temperatura também poderá causar mortalidade, bastando uma queda de 5 °C para que em poucos minutos os peixes comecem a sofrer retardamento em seus movimentos e, logo em seguida, o pranchamento, ou seja, a queda brusca na temperatura causa choque térmico e, por consequência, a morte. Qualquer diminuição no grau de temperatura faz com que esses organismos natantes fiquem debilitados, portanto susceptíveis aos ataques de patógenos diversos (PÁDUA, 1993).

As tilápias começam a morrer quando a temperatura da água fica muito baixa. Em estudos de laboratório, *Oreochromis mossambicus* começaram a morrer à 12 °C, *Oreochromis aurea* à 7 °C, e os híbridos, entre estas temperaturas (AVAULT, 1996).

KUBITZA (2000) relata que tilápias são peixes tropicais que apresentam conforto térmico entre 27 a 32 °C; temperaturas acima de 32 °C e abaixo de 27 °C reduzem o apetite e o crescimento, sendo que abaixo de 20 °C reduz a alimentação e aumentam os riscos de doenças; e sendo inferior a 18 °C, o sistema imunológico diminui. BOYD (1990) propõe como temperaturas ideais entre 22 e 29 °C. Em ambiente natural, a variação pode chegar entre 13,5 a 33 °C. Em laboratório é mais ampla, de 7 a 41 °C durante várias horas (BALARIN e HATTON, 1979). Temperaturas na faixa de 8 a 14 °C geralmente são letais dependendo: de espécie, linhagem e a condição dos peixes no ambiente (KUBITZA, 2000).

3.2.1.4 pH

AVAULT (1996) descreve a importância do pH na qualidade da água, o qual define como sendo o índice de atividade do íon hidrogênio, e que existe uma relação entre acidez, alcalinidade e pH. Esclarece que a água com um pH de 4,5 ou abaixo não tem nenhuma alcalinidade mensurável; e águas com um pH de 8,3 ou mais alto não têm nenhuma acidez mensurável; já para valores de pH entre 4,5 e 8,3 a água pode ter acidez e alcalinidade ao mesmo tempo. BOYD (1982) mostra que as águas naturais têm normalmente valores de pH entre 6,5 a 9,0.

BOYD (1990) cita que a melhor faixa de pH para viveiros de aquicultura está entre 7,0 a 8,5, sendo que o pH flutua consideravelmente com a hora do dia e com a profundidade da água, devido ao caráter ácido do dióxido de carbono produzido pela respiração.

Segundo SWINGLE (1961), o pH ideal para a aquicultura está entre 6,5 e 9,0, sendo que, quando os níveis de pH sobem acima de 9,5 ou decrescem abaixo de 6,0, a reprodução e o crescimento, são reduzidos; e pontos de acidez pH = 4 e alcalino pH = 11 são citados como letais para peixes.

Na FIGURA 1 é apresentado um esquema que correlaciona, em cultivo de peixe, o pH da água com o crescimento, reprodução e mortalidade.

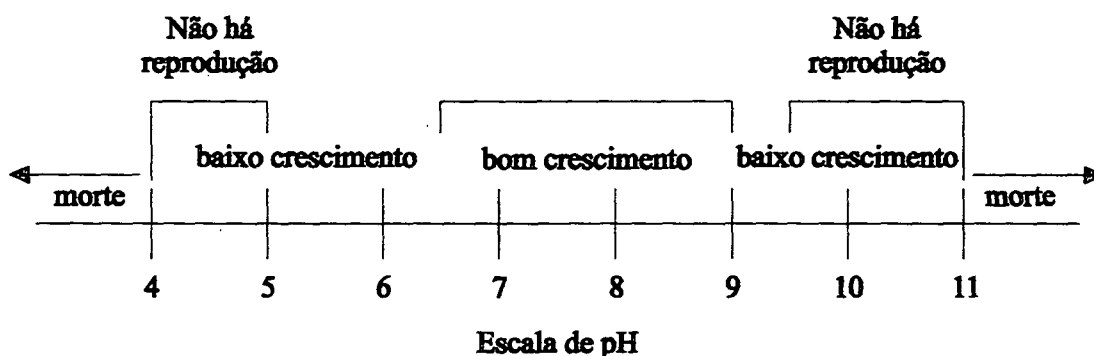


FIGURA 1 – EFEITO DO pH EM VIVEIROS DE PEIXE (ADAPTADO DE SWINGLE, 1969).

RIBEIRO (1997) complementa que os valores de pH variam de 1,0 a 14, sendo que abaixo de 5,0 é fatal à maioria dos peixes, entre 5,0 e 6,0 causa queda no desenvolvimento, entre 6,5 a 9,5 permite um desenvolvimento satisfatório, entre 7,0 a 8,5 é a faixa ideal ao desenvolvimento dos peixes e, acima de 11 é letal.

Segundo KUBITZA (2000) quando expostas ao pH baixo, as tilápias mostram sinais de asfixia, aumento da secreção mucosa, irritação e inchaço nas brânquias, e destruição do tecido branquial. O pH da água no cultivo de tilápias deve ser mantido entre 6 e 8,5.

Segundo ASA (1997), em águas com um nível de alcalinidade total e dureza total, nos valores tidos como desejados de 20 a 150 mg/L, os valores de pH, durante dias claros normalmente variam entre pH $7,0 \pm 0,5$, ao amanhecer, entre pH $9,0 \pm 0,5$, à tarde; sendo que em águas de baixa alcalinidade o pH pode variar de níveis potencialmente estressantes aos peixes, de pH $5,7 \pm 0,5$, ao amanhecer e de pH $9,7 \pm 0,5$ à tarde; e em água de baixa dureza, o pH à tarde pode atingir valor igual a 11,0, que é acima do tolerado pelos peixes.

KUBITZA (2000) observou que para valores de pH abaixo de 4,5 e acima de 10,5 a mortalidade é significativa; e que em viveiros com excesso de fitoplâncton e com baixa alcalinidade total (< 30 mg de CaCO_3/L) o pH pode alcançar valores acima de 12 ao final da tarde, e em dias muito ensolarados. ARANA (1997) cita que o pH da água exerce uma forte influência sobre a toxicidade de certos parâmetros químicos, tais

como a amônia não ionizada, que se torna mais abundante em pH alcalino, e o ácido sulfídrico, que aumenta percentualmente em pH ácido.

A Alcalinidade, que é a medida total de bases trocáveis na água, composta por carbonatos (CO_3), bicarbonatos (HCO_3), amônia, hidróxidos, fosfatos silicatos e alguns ácidos orgânicos, é um parâmetro dependente do pH da água sendo freqüentemente considerada como um indicador de carbono inorgânico presente na água. Como o valor do pH para a aqüicultura é mais freqüente entre 7 e 8, a maioria dos carbonos inorgânicos que estão presentes nos viveiros estão na forma de bicarbonatos. A presença de carbonatos inorgânicos é importante para a fotossíntese; e a alcalinidade inferior a 30 mg CaCO_3/L limita a produção primária e a boa fertilização dos viveiros. Em viveiros não fertilizados, alcalinidades inferiores 120 mg/L podem reduzir a produção primária, a faixa ideal de alcalinidade para a piscicultura é de 50 a 200 mg CaCO_3/L (BOYD, 1990). A água com alcalinidade total inferior a 20 mg CaCO_3/L , apresenta seu poder tampão reduzido e pode apresentar significativas flutuações diárias nos valores de pH, em função dos processos fotossintético e respiratório nos sistemas aquaculturais (KUBITZA et al., 1996).

Outro parâmetro correlacionado ao pH é a dureza da água, que indica o teor de íons de cálcio e magnésio que estão combinados a carbonatos ou bicarbonatos, ou mesmo sulfetos e cloretos, podendo-se, ainda, definir-se a dureza da água como sua capacidade em resistir às alterações de pH durante um ciclo diário de 24 horas (RIBEIRO, 1997). POLI (1988) descreve, como valor mínimo de dureza, 20 mg CaCO_3/L . Sendo que os valores mínimos recomendados para dureza total em água de viveiros são os mesmos seguidos para alcalinidade total (BOYD, 1990 e AVAULT, 1996). Recomenda-se que se faça calagem para águas com dureza abaixo de 30 mg CaCO_3/L (KUBITZA et al., 1996). O nível ideal de dureza total para produção na aqüicultura é de 100 mg CaCO_3/L ou acima, (AVAULT, 1996). A maioria dos peixes de água doce vive melhor em águas relativamente moles, ou seja, em torno de 50 mg CaCO_3/L (PÁDUA, 1993).

3.2.1.5 CO₂

Um cultivo de peixes reage diferentemente aos vários níveis de CO₂ livre na água, dependendo do nível de oxigênio dissolvido e da temperatura da água, pois o gás carbônico é resultado da respiração dos organismos aquáticos (fitoplâncton, bactérias, peixes e outros) e por difusão (AVAULT, 1996).

A concentração de CO₂, segundo RIBEIRO (1997), é inversamente proporcional à concentração de O₂ e pH da água. O gás carbônico (CO₂) é cerca de 35 vezes mais solúvel na água que o oxigênio (PÁDUA, 1993).

A solubilidade do dióxido de carbono (CO₂) na água é em torno de 0,5 mg/L (0,56 e 0,42 mg/L a 20 e 30 °C em água pura, respectivamente); em sistemas manejados de forma intensiva normalmente varia entre 0 e > 20 mg/L de CO₂ livre, em um ciclo de 24 horas (ASA, 1997). A maioria das espécies de aquicultura sobrevive em águas que contêm até 60 mg/L CO₂, contanto que a concentração de oxigênio dissolvido seja alta (BOYD, 1982; RIBEIRO, 1997; BOYD 1989). Com a concentração de oxigênio dissolvido no mínimo tolerável, observou-se que até 70 mg/L de CO₂ livre na água não ocasionou problemas para os peixes (AVAULT, 1996). Segundo o autor, uma concentração alta de gás carbônico na pode prejudicar os peixes, pois diminui o pH do sangue e, como consequência, diminui a capacidade de associação de hemoglobina com oxigênio no animal, aumentando a presença de CO₂ no sangue e baixando a concentração oxigênio mínima tolerável na corrente sanguínea. Em estudos citados por RIBEIRO (1997) indicam que em águas com concentrações de CO₂ superiores a 20 mg/L, tem se constatado a existência de lesões calcificadas, podendo se agravar em águas com baixas concentrações de magnésio, pois nesta condição, 30 mg/L de CO₂ na água pode levar o pH da mesma a 4,8.

3.2.1.6 Fósforo

A qualidade de água no cultivo de peixes depende diretamente da presença de nutrientes considerados essenciais e o fósforo é comumente considerado o nutriente

mais limitante em água doce. A adição de fósforo freqüentemente resulta num aumento da produção primária ou natural (RIBEIRO 1997; VALENTYNE, 1974) ou em sistemas de aquicultura (BOYD,1990; DIANA et al., 1991b).

Em vários estudos, onde se analisou, a concentração do fósforo total em águas de viveiros, os valores obtidos, raramente excederam 0,5 mg/L, sendo freqüentes valores inferiores a de 0,1 mg/L (BOYD 1990). Segundo KUBITZA (2000), os ortofosfatos são as principais formas de fósforo inorgânico assimiláveis pelo fitoplâncton, sendo que estes ortofosfatos dissolvidos são oriundos da dissociação dos polifosfatos contidos nos fertilizantes, da transformação bacteriana do fósforo orgânico dissolvido e do fósforo orgânico no lodo dos viveiros. O autor cita ainda que a concentração de ortofosfatos dissolvidos na água gira em torno de 5 a 20 µg/L e raramente passa dos 100 µg/L.

RITVO.G. (1997) relata que o fósforo é constantemente introduzido nos viveiros por alimento e fertilizantes, além de que podem ser encontrados nas sobras de alimentos, fezes, plâncton e fragmentos que podem fixar-se em certas regiões ao longo do fundo dos viveiros, e que em seu estudo, selecionou o fósforo como elemento de interesse por ser considerado um dos elementos com maior variabilidade espacial.

BOYD (1990) descreve que o fósforo se liga quimicamente ao sedimento no fundo do viveiro, e torna-se disponível na coluna d'água cada vez que este viveiro é reativado. Do fósforo aplicado em sistemas aquáticos, 70 a 90% é adsorvido nos sedimentos (lodo), e se encontra nas formas de fosfatos de alumínio, fosfatos de cálcio e fosfatos de ferro, que são compostos de baixa solubilidade (KUBITZA 2000).

Segundo RAIJ (1991), o fósforo tem sua solubilidade aumentada em solos inundados, pela liberação do elemento ligado ao ferro e pela elevação do pH.

3.2.1.7 Nitrogênio

RIBEIRO (1997) descreve que o nitrogênio origina-se em meio aquático de aportes fluviais e do lençol freático, da decomposição da matéria orgânica e da fixação

biológica. As formas de nitrogênio encontrado na água são: N_2 , nitrato, nitrito, amônio, amônia e várias formas de nitrogênio orgânico.

A presença do nitrogênio é importante para a produção primária em viveiros, porém alguns metabólitos nitrogenados podem ser tóxicos nos peixes. O nitrogênio aparece como limitante em alguns sistemas de água doce tropical (ZARET et al, 1991). O nitrogênio inorgânico nos viveiros existe na forma de nitrato, nitrito, amônia e amônio, sendo que esses produtos são convertidos ao longo do ciclo do nitrogênio e afetam o pH, a concentração de oxigênio e a quantidade de organismos que produzem ou consomem certas formas de nitrogênio (BOYD, 1990).

Os metabólitos nitrogenados, como a amônia, podem resultar numa redução na qualidade de água, sendo que a toxicidade da amônia e do nitrito tem tendência a elevar-se com o pH alto, no entanto, mesmo baixas concentrações de amônia e nitrito ionizados são tóxicas para os peixes; a amônia ionizada constitui numa fração maior da amônia total, para um pH acima de 7,0 (BOYD, 1990).

A amônia é proveniente da excreção nitrogenada dos próprios peixes e outros organismos aquáticos KUBITZA (2000). Os animais aquáticos, segundo ARANA (1997), podem eliminar a amônia metabólica por três rotas principais: difusão branquial, transporte ativo com sódio (Na^+) e mediante sua transformação para um produto menos tóxico, a uréia. A amônia surge como o principal resíduo do metabolismo protéico dos peixes, sendo tóxica aos mesmos quando em excesso no viveiro. Portanto, alimentos com excessivo teor protéico e/ou não balanceados na composição de aminoácidos aumentam a excreção de amônia pelos peixes. RIBEIRO (1997) cita que a exposição dos peixes à amônia não ionizada pode provocar-lhes a elevação do pH do sangue, afetando a permeabilidade interna de íons pela água, aumentando o consumo de O_2 , reduzindo a capacidade do sangue em transportar O_2 , aumentando a susceptibilidade à doenças e afetando os rins e baço.

3.2.2 Impacto da piscicultura na qualidade da água

Qualquer estudo voltado à criação de peixes deve ter como ponto de partida a análise dos fatores físicos e químicos existentes no ecossistema aquáticos (TAVARES, 1995). AYROZA (2000) relata que diversas estratégias têm sido desenvolvidas para evitar e/ou diminuir os impactos ambientais da atividade da aquicultura sobre a água. Entre elas estão: determinação da capacidade suporte do viveiro; simulação de sistemas e modelos em computador; estabelecimento de critérios de seleção de área; avaliação dos usos da água conflitantes com o abastecimento de água; habitação e agricultura; e a melhoria das técnicas de aquicultura, utilizando-se dietas de alta digestibilidade.

O cultivo de tilápia no sistema intensivo não só introduz em viveiros resultados de aumento na produção de peixe, mas também melhora a eficiência do uso de solo e o consumo de água. Porém, o problema mais preocupante tem sido o resultado do cultivo intensivo, que despeja quantidades elevadas de resíduo nos efluentes com alta concentração de nutrientes, matéria orgânica, e sólidos suspensos (YI, 2000).

BOYD (1992) menciona que o fornecimento de alimento é o principal fator causador da deterioração da qualidade da água dos viveiros e do acúmulo de matéria orgânica no fundo. Portanto, o alimento não consumido e as fezes dos peixes contribuem diretamente para a poluição do viveiro sob a forma de matéria orgânica. AVAULT (1997) conclui que, à medida que aumentam as densidades de estocagem (indivíduos por m² ou m³), o aporte alimentar também aumenta, podendo, então, deteriorar a qualidade de água e do solo.

Segundo KUBITZA (2000), o consumo de ração dos peixes é influenciado por muitos fatores como: temperatura da água, tamanho dos peixes, concentração de oxigênio dissolvido, gás carbônico, amônia não ionizada na água, disponibilidade de alimento natural, ocorrência de doenças e parasitoses, qualidade da ração, palatabilidade, valor nutritivo, tamanho do pelete e estabilidade deste na água.

Em estudo com enfoque no balanço de matéria seca, carbono, nitrogênio e fósforo para a produção de 1000 kg de tilápia com conversão alimentar de 2,0:1,

notou-se que apenas 14,9% de matéria seca, 14,6% de carbono, 30,9% de nitrogênio e 44,5% de fósforo, empregados na ração foram removidos com os peixes na despesca, ficando o restante da matéria seca, carbono, nitrogênio e fósforo como carga poluente no viveiro (ASA, 1997).

Parte do alimento ingerido não é digerido e/ou absorvido pelos peixes e vai ser excretado como fezes dentro do próprio ambiente de cultivo; as fezes se decompõem por ação biológica, consumindo oxigênio e liberando nutrientes na água, sendo que, quanto melhor a digestibilidade do alimento, menor será a quantidade de resíduos fecais excretada (KUBITZA, 1998b).

Como demonstra a ASA (1997), da ração fornecida nos viveiros, parte dos finos não é consumida e é convertida em dióxido de carbono, amônia, fosfatos e outras substâncias dissolvidas pela ação microbiana; as partículas maiores sedimentam no fundo, mas a maior parte da ração é consumida pelos peixes e é absorvida pelo intestino; e o restante será defecado, sendo as fezes, por sua vez, atacadas pela flora microbiana e mineralizadas em processos metabólicos; ou se tornam matéria orgânica solubilizada e sedimento. A atividade microbiana continua a mineralizar gradualmente a matéria orgânica dissolvida na água e o material orgânico particulado no sedimento. A maior parte do alimento absorvido através do intestino retorna para a água como dióxido de carbono da respiração e amônia, fosfatos e outras substâncias inorgânicas nas excreções corporais. Uma pequena parcela do alimento absorvido torna-se músculo no peixe que é removido na despesca do viveiro. Os nutrientes inorgânicos, mineralizados pelos microorganismos, estimulam o crescimento do fitoplâncton que, por sua vez, produz oxigênio na fotossíntese, mas também consome oxigênio na respiração. Quando o fitoplâncton morre, este se torna matéria orgânica morta e é decomposto pelos microorganismos.

Segundo BOYD (1990), a maioria dos problemas de qualidade de solo e água que ocorrem em viveiros de aquicultura resulta do emprego de rações que são necessárias para melhorar a produção de peixes pois, com o aumento nos níveis de arraçoamento, há uma maior adição de material orgânico e nutrientes, um aumento da

densidade de fitoplâncton, os níveis de oxigênio dissolvido à noite declinam, a concentração de amônia aumenta e a adição de matéria orgânica ao solo aumenta, resultando na diminuição da produção de peixes.

BOYD (1990) cita como um nível limitante a faixa de 60-80 kg/ha/dia em viveiros de cultivo de tilápia. KUBITZA (2000) cita que para viveiros de cultivo, com baixa renovação de água, o nível de arraçamento gira em torno de 60 a 90 kg/ha/dia, mas que depende da qualidade da ração utilizada; entretanto, em viveiros com aeração de emergência (acionamento de aeradores quando necessário), torna-se possível aumentar o arraçamento diário para 120 kg/ha/dia.

Na FIGURA 2, é apresentado um esquema demonstrando o ciclo do destino da matéria orgânica e dos nutrientes que resultam da aplicação da ração em viveiros de piscicultura.

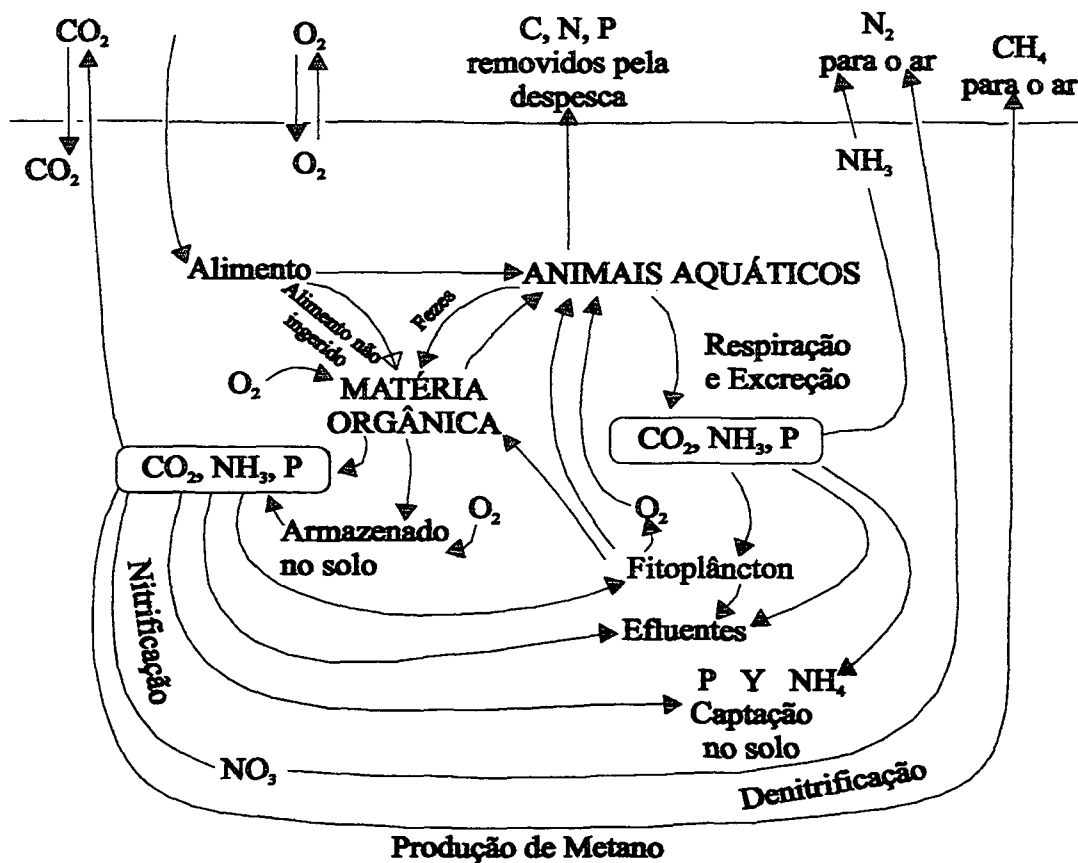


FIGURA 2 – DESTINO DA MATÉRIA ORGÂNICA E NUTRIENTE, RESULTANTE DA APLICAÇÃO DE RAÇÃO EM VIVEIROS DE PISCICULTURA.

BOYD (1995) complementa que a matéria orgânica, e nutrientes adicionados aos viveiros pelos dejetos da alimentação, entram na água e no solo do viveiro. Os nutrientes podem ser convertidos em biomassa de fitoplâncton, e a matéria orgânica é decomposta pelas bactérias, com perda de gases para a atmosfera; já os nutrientes, matéria orgânica e partículas suspensas de solo podem ser despejados nos efluentes.

A matéria orgânica entra nos viveiros via fontes externas como: esterco, ração, material dissolvido ou particulado na água de abastecimento dos viveiros; ou é produzida internamente como: fezes e restos de plantas e animais aquáticos ASA (1997).

Segundo BOYD (1992), a decomposição da matéria orgânica é regulada por temperatura, pH, oxigênio, e a natureza da matéria orgânica. O autor cita ainda que um aumento de temperatura de 10 °C dobra a taxa de decomposição. Quanto ao pH, depende da espécie de microorganismo que predomina, pois bactérias crescem em meio neutro para alcalino, enquanto que fungos desenvolvem-se em ambientes mais ácidos. Com relação ao oxigênio, pode ocorrer decomposição por microorganismos aeróbios ou anaeróbios, sendo que a taxa de degradação da matéria orgânica é mais rápida e completa em ambientes de anaerobiose. Em decomposição aeróbia, o carbono orgânico é oxidado a gás carbônico, mas em decomposição anaeróbica o carbono orgânico é oxidado só ao nível de substâncias orgânicas simples, como álcool e ácidos orgânicos. A relação C:N tem uma grande influência na taxa de decomposição de matéria orgânica e na transformação de nitrogênio orgânico à forma inorgânica; as substâncias com uma ampla relação C:N (40% e 4% respectivamente), irão se deteriorar mais rapidamente. A percentagem do carbono no substrato convertida a protoplasma bacteriano é chamada de eficiência de assimilação de carbono.

A eutrofização, segundo CURTIS (1985), é a situação que se apresenta quando se introduz um excesso de nutrientes num habitat aquícola, causando um grande crescimento de determinados tipos de algas; quando os nutrientes já foram completamente utilizados pelas algas, estas morrem e os decompositores bacterianos, que se alimentam das algas mortas, consomem o oxigênio da água, dando lugar a uma

forte demanda de oxigênio. ARANA (1997) relata que a homeostase nos ecossistemas aquáticos caracteriza-se pelo equilíbrio existente entre a produção de matéria orgânica e seu consumo e decomposição; portanto, com o rompimento do estado de equilíbrio, devido à eutrofização artificial, o ecossistema passa a produzir mais matéria orgânica do que é capaz de consumir por decomposição.

HENNING e FERRAZ (1981) já descreviam que o aumento de nutrientes, especialmente dos fosfatos, faz aumentar as populações e produtores, tanto de fitoplâncton como de vegetais com maior porte. Esses “blooms” de fitoplâncton que deixam a água com uma cor verde e faz-se com que o teor de oxigênio no fundo torne-se escasso ou até mesmo inexistente para a atividade dos microorganismos decompositores. Conseqüentemente, cessa a decomposição aeróbia e inicia a decomposição anaeróbia, com formação de ácido sulfídrico (H_2S) e metano (CH_4) que exalam odores característicos e desagradáveis, este considerado o estado final do processo de eutrofização, que gera um “lago morto”, pois apenas sobrevivem os microorganismos decompositores.

MASSER (1989) coloca que, como os peixes, os viveiros também podem ser estressados, seja pelo acúmulo de nutrientes, super estocagem e/ou pela superalimentação. Portanto, esse estresse no viveiro, é sinônimo de problemas de qualidade da água, pois poderá ocorrer desenvolvimento excessivo de plâncton, formação de espuma na superfície, odores fortes na água, crescimento excessivo de plantas daninhas aquáticas e mudança rápida da cor da água.

3.3 MANEJO DE VIVEIRO EM AQUICULTURA

3.3.1 Calagem

ARANA (1997) cita que uma das práticas mais comumente empregadas para a correção do pH em aquicultura consiste na adição de cal, tanto na água como no solo dos viveiros, sendo que este processo é conhecido como calagem, descreve ainda que

são utilizados três produtos básicos para calagem dos viveiros: calcário pulverizado, cal virgem e cal hidratada.

POLI (1988) questiona as práticas habituais de correção do pH em aquicultura, pois menciona que as técnicas de correção do pH obedecem aos procedimentos empregados na retificação do pH em solos agrícolas, ou seja, que não estão inundados. No caso de solo inundado (tal como os viveiros de aquicultura), o pH tende a se estabilizar em torno de 6,5, graças ao processo conhecido como “auto-calagem”, que consiste no aumento considerável de íons hidroxila (OH^-), a partir de uma série de reações químicas próprias da redução dos solos (ausência de oxigênio na camada inferior).

ARANA (1997) comenta que a prática da calagem da água e do fundo dos viveiros de aquicultura continua sendo um tema bastante polêmico, devido à falta de dados concretos e, possivelmente, pelo desconhecimento das propriedades químicas dos produtos de calagem e das condições reais da água e do solo (erro na medição do pH) pela não consideração da alcalinidade relativa da água (poder tampão inerente) pelo desconhecimento do nível de eutrofização do fundo dos viveiros e, sobretudo, pela falta de informações acerca do grau de susceptibilidade dos organismos cultivados, sob diferentes valores de pH, bem como, do ecossistema aquático específico.

BOYD (1990) salienta que a neutralização da acidez do solo melhora as condições para os organismos de fundo (bentos); e aumenta a disponibilidade de fósforo adsorvido ao solo; e pode auxiliar a clarear as águas com partículas de argila em suspensão. Mas, defende o autor que o excesso de calagem pode ter efeito negativo, pela elevação do pH a níveis indesejados e pela remoção do fósforo da água via precipitação como fosfato de cálcio insolúvel. Conclui dizendo que os viveiros devem receber calagem somente quando necessitam (solos ácidos ou condições de baixa alcalinidade total da água), e que cuidados devem ser tomados não se aplicar excesso de calcário. AVAULT (1996) complementa que o uso de calcário excessivo pode resultar em perda de valiosas propriedades de adsorção do lodo de viveiros, e em

redução disponibilidade de nutrientes, como também na elevação rápida do pH, o que pode ser evitado, pelo uso de formas de cal de liberação mais lenta.

3.3.2 Fertilização de viveiros

A fertilidade natural de água e viveiros depende de dois fatores: o solo da região e a fonte de água; portanto, em tanques de barragem, a fertilidade do solo da região determina se a água do viveiro será ou não fértil (AVAULT 1996). De acordo com KUBITZA (1998a), é prática comum em vários países a utilização de resíduos animais (suínos, bovinos, aves e até resíduos humanos) como alimento direto ou como fertilizante na produção de peixes. Na Universidade de Auburn, as pesquisas com fertilização se iniciaram em 1934. Segundo SMITH (1939), a produção de peixe aumentou de 100% a 400% com o uso de fertilizantes nos viveiros, demonstrando uma correlação direta entre produção de fitoplâncton e produção de peixe.

De acordo com DIANA et al. (1991), correlações entre rendimento de peixes e produção primária em viveiros fertilizados organicamente sugeriram que o rendimento dos peixes foi parcialmente relacionado à ingestão de algas, e que outra parcela do rendimento foi devida a fontes heterotróficas (detritos ou séston, que são todos os sólidos suspensos orgânicos e inorgânicos).

KUBITZA (2000) relata que as tilápias possuem numerosos rastros branquiais e secretam muco na faringe, permitindo assim uma eficiente filtragem e aglutinação das pequenas partículas do fito e do zooplâncton, sendo que as tilápias apresentam uma maior acidez no estômago (pH entre 1,25 a 1,60), quando comparados aos outros peixes; e esta habilidade favorece elevadas produções de tilápias em viveiros adubados.

Segundo AVAULT (1996), a fertilização é realizada para adicionar nutrientes no viveiro ou para liberação de nutrientes. BOYD (1982) cita que os fertilizantes utilizados em viveiros de piscicultura são classificados em fertilizantes químicos ou inorgânicos e fertilizantes orgânicos. Comenta ainda que esses fertilizantes são

similares ou idênticos aos utilizados na agricultura. ASA (1997) descreve que recentes pesquisas demonstraram que fertilizantes líquidos são mais eficazes em dosagens menores do que fertilizantes tradicionais farelados ou granulados, sendo possível misturar o fertilizante tradicional com água e espalhar a calda resultante da mistura sobre a superfície do viveiro.

KUBITZA (2000) cita ainda que a adubação dos viveiros tem outras finalidades, como a de estimular um adequado crescimento do fitoplâncton, para inibir, através do sombreamento e da competição por nutrientes, o estabelecimento de macrófitas no fundo do viveiro e também auxiliar na remoção da amônia e do excesso de gás carbônico gerado pela excreção dos peixes e pela decomposição dos resíduos orgânicos.

PÁDUA (1993) observa que se deve ter cuidado com o desperdício da aplicação de fósforo solúvel nos solos, visto que os solos podem absorver esse elemento, com exceção feita aos solos arenosos e turfosos que são pouco reagentes ao fósforo.

3.4 DESCARGA DE EFLUENTE NA AQUICULTURA

Segundo WANG (1990), os dois maiores fatores que agravam a problemática da qualidade da água de um viveiro de cultivo são a superprodução de algas e a presença de sólidos em suspensão, sendo que a alta densidade algal pode ser controlada mediante contínuas renovações da água. Porém, esta prática, muito comum por certo, origina um sério problema de descarga de efluentes. Este autor menciona que o limite máximo aceitável de sólidos em suspensão (resíduos não filtráveis) que pode ser descarregado pelos efluentes é da ordem de 20 mg/L. BOYD (1992) menciona que o fornecimento de alimento é o principal fator causador da deterioração da qualidade da água dos viveiros e do acúmulo de matéria orgânica no fundo.

De acordo com PRUDER (1992), os efluentes de descarga de um tanque estão associados à degradação do ambiente aquático que irá receber estes efluentes, já que

estas águas utilizadas como receptores, sempre servem de fonte para as fazendas de aquicultura vizinhas.

MACINTOSH e PHILLIPS (1992) citam que a intensificação da aquicultura, além de provocar um incremento de nutrientes e matéria orgânica no meio ambiente, promove o aparecimento de outros resíduos que podem chegar a afetar a qualidade da água, tais como substâncias químicas e antibióticos.

Segundo ASA (1997), a alta concentração de sólidos em suspensão, fósforo total, e nitrogênio amoniacal total, e baixa concentração de oxigênio dissolvido são provavelmente os fatores de maior preocupação em efluentes de viveiros. Cita ainda que os sólidos sedimentáveis, e a demanda bioquímica de oxigênio também podem exceder padrões de efluentes durante a fase final de drenagem e despesca dos viveiros.

Na tabela seguinte será apresentado um estudo realizado pela Universidade de Auburn, no Alabama EUA no qual foram analisados a adição de matéria orgânica, nitrogênio, e fósforo pela ração e a retirada destas substâncias nos peixes, e no efluente durante a despesca, como também, o que foi assimilado pelo viveiro.

TABELA 1 - BALANÇO DE ENTRADA E SAÍDA DE MATÉRIA ORGÂNICA, NITROGÊNIO, E FÓSFORO, E A RETIRADA DESTAS SUBSTÂNCIAS NOS PEIXES, NO EFLUENTE, E ASSIMILAÇÃO PELO VIVEIRO DURANTE A DESPESCA DE TRÊS VIVEIROS.

Variável	Adição na Ração (Kg/ha)	Retirada Peixes	(Kg/há) Efluente	% da adição		% Assimilação pelo viveiro
				Peixes	Efluente	
Mat. Org.	4897,0	830,5	154,6	17,0	3,1	79,9
Nitrogênio	280,3	78,7	81,8	29,2	28,1	42,7
Fósforo	47,1	13,7	3,2	29,1	6,8	64,1

Fonte: ASA 1997

Na TABELA 1 podemos observar que, 3,1% do material orgânico, 7,0% do fósforo e 28,1% do nitrogênio aplicado aos viveiros na ração foram perdidos no efluente. Já a diferença entre a adição destes elementos na ração e a saída nos peixes e efluentes foram consideradas como a fração assimilada pelos viveiros. A tabela mostra ainda que a assimilação pelos viveiros foi de 79,9% da matéria orgânica, 64,1% do fósforo e 42,7% do nitrogênio. Deve-se, no entanto, considerar que uma quantidade de

matéria orgânica também foi formada dentro do viveiro pela fotossíntese, sendo então que mais material orgânico tenha sido assimilado pelo viveiro que o indicado pela TABELA 1.

Uma vez descarregados em ecossistemas aquáticos naturais, a matéria orgânica, o fósforo, e o nitrogênio do efluente impõe uma carga poluente, e a capacidade de assimilação dos sistemas naturais pode ser sobrecarregada pelos efluentes de viveiros, resultando na deterioração da qualidade da água dos corpos de água que recebem os efluentes.

3.5 A TILÁPIA DO NILO

São reconhecidas mais de 70 espécies de tilápia, sendo a grande maioria originária da África. Na década de 80, as tilápias foram taxonomicamente agrupadas em três gêneros principais, de acordo com suas características reprodutivas: o gênero *Oreochromis*, o gênero *Sarotherodon*, e o gênero *Tilápia*. Na aquicultura mundial destacam-se quatro espécies apenas, todas do gênero *Oreochromis*: a tilápia do Nilo (*O. niloticus*), a tilápia de Moçambique (*O. mossambicus*), a tilápia azul ou áurea (*O. aureus*) e a tilápia de Zanzibar (*O. urolepis hornorum*). A espécie *O. niloticus* foi introduzida no Brasil em 1971, procedente da Costa do Marfim, África (CASTAGNOLLI, 1992).

A tilápia do Nilo é a espécie mais cultivada no mundo todo, devido ao crescimento mais rápido, reprodução mais tardia, alta prolificidade, e grande habilidade em filtrar as partículas do plâncton. Assim, quando cultivada em viveiros de águas verdes, geralmente supera em crescimento e conversão alimentar as demais espécies de tilápia (KUBITZA, 2000).

Dentro dos seus limites de tolerância, a tilápia é reconhecidamente a espécie de peixe que melhor se adapta a diferentes condições de qualidade de água, pois é particularmente bastante tolerante ao baixo oxigênio dissolvido, convive com uma faixa bastante ampla de acidez e alcalinidade na água, cresce e até se reproduz em

águas salobras e salgadas, e tolera altas concentrações de amônia tóxica comparada com a maioria dos peixes cultivados, sendo que estas características foram decisivas para que as tilápias dividissem com as carpas, o primeiro lugar dos peixes mais cultivados no mundo (KUBITZA, 2000).

De acordo com as estatísticas da FAO (1997), 800 mil toneladas de tilápias foram cultivadas em 1996. Esta produção equivale à captura anual de pescado em águas oceânicas e interiores, mais a soma de toda a produção da aquicultura no Brasil. Segundo KUBITZA (2000), no Brasil, a produção anual de tilápia cultivada deve estar próxima de 30 a 40 mil toneladas.

3.5.1 Índices Zootécnicos da tilápia

Independente dos sistemas de cultivo e das estratégias de produção adotadas, o conhecimento dos conceitos e a quantificação da capacidade de suporte, biomassa crítica e biomassa econômica, bem como dos índices de desempenho de tilápia em cultivo são fundamentais para um adequado planejamento e otimização da produção (KUBITZA 2000).

A conversão alimentar (CA) é a razão entre a ração utilizada, pela produção de animal aquático (ASA 1997). O índice de conversão alimentar (CA) é afetado por fatores como: qualidade do alimento, espécie de tilápia, idade ou tamanho dos peixes, sexo e reprodução, disponibilidade e capacidade de aproveitamento do alimento natural, qualidade da água, densidade de estocagem temperatura da água e nível de alimentação (KUBITZA 2000). O mesmo autor cita que este índice, na recria em viveiros com plâncton, deve ficar abaixo da unidade, com valores em torno de 0,8:1. Complementa ainda que, se esse índice não for obtido, pode estar ocorrendo problemas na qualidade da ração, na qualidade da água, no manejo alimentar, no desenvolvimento do plâncton, na qualidade do alevino, doenças, ou baixa temperatura. ASA (1997) descreve um índice de conversão alimentar para viveiros de 1,3 – 1,5:1. Já

AVAULT (1996) cita que a tilápia pode apresentar uma relação de conversão alimentar, abaixo de 1:1 em viveiros e muito acima dependendo do sistema de cultivo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ASPECTOS FÍSICO-CLIMÁTICOS DA ÁREA DE ESTUDOS

LOCALIZAÇÃO

Os trabalhos de campo foram realizados na Piscicultura Novo Eldorado, localizada geograficamente entre as coordenadas latitude Sul 49° 15", e longitude Oeste 25° 55", com altitude de 830m, localizada no município de Tijucas do Sul - PR.

O clima predominante da região é o Cfb, segundo a classificação de Köppen, caracterizado como clima Subtropical, com temperatura média do mês mais quente acima de 10 °C e do mês mais frio entre -3 e 18 °C. Constantemente úmido, com precipitação média do mês mais seco sendo inferior a 10 mm.

Na região há predominância de solos orgânicos devido à combinação de três fatores principais: clima subtropical, relevo plano e baixa permeabilidade das camadas subsuperficiais.

No local de estudos os solos foram caracterizados, conforme EMBRAPA (1999), como:

- Solo A: ORGANOSSOLO MÉSICO Hêmico;
- Solo B: NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico.

4.2 DISPOSITIVO EXPERIMENTAL

Foram construídas 12 unidades experimentais, sendo seis em solo com textura franco argilosa (solo A) e as demais em solo com textura franco arenosa (solo B). Cada uma com cerca de 6,4 m de comprimento por 2,5 m de largura, perfazendo 16 m², em média, sendo que a profundidade média foi de 0,80 m. Cada unidade experimental possuía um sistema de abastecimento com tubulação de PVC de 40 mm, registros reguladores e escoamento individual com tubulação de 100 mm e cotovelo para controlar o nível da água e a saída de fundo.

Na FIGURA 3 é mostrada uma vista do formato dos viveiros no solo A e no solo B, prontos para serem utilizados.



(solo A)



(solo B)

FIGURA 3 – VISTA DOS DISPOSITIVOS EXPERIMENTAIS

4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Para avaliação estatística foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com a utilização de arranjo fatorial 3 x 2 para os tratamentos. Ficaram definidos como fatores de variação: 3 cultivos e 2 solos com diferentes classes texturais (franco argiloso e franco arenoso). A comparação dos tratamentos foi feita pela análise de variância (Teste F) e pela comparação das médias, usando-se o teste de Fisher's ao nível de 5% de probabilidade.

4.4 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

4.4.1 Manejo das Unidades Experimentais

Nas unidades experimentais, a taxa de renovação de água foi em média 10% do volume total/dia, sendo o sistema de abastecimento e drenagem individualizados por viveiro.

A aplicação de calcário no fundo e laterais dos viveiros foi realizada segundo a recomendação de BOYD (1995). A dosagem sugerida de aplicação de calcário agrícola no fundo de viveiros vazios, para solos com pH inferior a 5,0, é de 4000 kg/ha. Portanto, numa área de 16 m² a quantia utilizada foi de 6,4 kg de calcário agrícola para cada unidade, sendo repetida a aplicação em todos os cultivos, após o manejo de despesca e antes de encher novamente os viveiros com água.

A FIGURA 4 mostra como foi feita a aplicação do calcário. O procedimento adotado foi de espalhar manualmente por toda a extensão do fundo e das laterais dos viveiros.



FIGURA 4 – APLICAÇÃO DE CALCÁRIO NOS DISPOSITIVOS EXPERIMENTAIS

Na fertilização, foi utilizada uréia (45% N) como fonte de nitrogênio e superfosfato triplo (46% P_2O_5) para fósforo. Esta foi realizada 7 dias após a calagem e posteriormente de 12 em 12 dias. As quantidades utilizadas em cada fertilização seguiram a recomendação de BOYD (1995), de 1:3, ou seja, de 2,5 kg N/ha e 7,5 kg P_2O_5 /ha, sendo que essas dosagens eram diluídas por completo em água antes da aplicação, e espalhadas em toda a extensão da lâmina d'água dos viveiros e no período da manhã.

A FIGURA 5 mostra uma vista da forma como foi realizada em “in situ” a fertilização líquida do superfosfato triplo e da uréia nos viveiros.



FIGURA 5 – FERTILIZAÇÃO LÍQUIDA DOS DISPOSITIVOS EXPERIMENTAIS.

A recomendação de alimentação ou arrazoamento foi obtida das normas da NRC (1983), para alevinos com média de 1 g, sendo de 6% do peso vivo/dia, dividido em 4 refeições. Foi adotada essa base de cálculo para a alimentação dos alevinos, pois os mesmos apresentavam peso médio de 3,62 g e comprimento médio de 5,91 cm. A ração utilizada foi adquirida na forma peletizada com teor médio de proteína bruta de 42%, estando próximo do recomendado por SIDDIQUI et al. (1988) para tilápia-do-nylo com 1 a 10 g. A exigência de proteína bruta para obter máximo crescimento seria de 40%.

4.4.2 Cultivo dos alevinos

Foram utilizados alevinos de tilápia do Nilo produzidos No Projeto Tilápia, localizado em Toledo-PR , sendo que todos eram machos e resultado de cruzamento entre tilápia do Nilo x Tilápia Tailandesa, obtidos através de coleta de nuvens quando larvas e revertidas através do método de reversão sexual, ou seja, pela adição de hormônio sintético 17 α -metil-testosterona na ração, a qual foi fornecida durante 30 dias.

Com base em levantamento de campo junto a produtores que já trabalhavam com a produção de alevino juvenil ou alevino II, ficou definida a densidade de estocagem de 40 peixes/m. Para garantir a sobrevivência final, foram acrescidos 15% a mais do total de alevinos para cada viveiro. No total foram utilizados 26496 alevinos durante todo o experimento, sendo que para cada unidade experimental utilizou-se 640 + 96 (15%) alevinos por cultivo, totalizando 8832 alevinos. Destes, foi retirada uma amostra por cultivo contendo 80 alevinos cada, coletadas aleatoriamente do lote para fazer a média de peso, comprimento e densidade final.

Os alevinos de tilápia foram distribuídos em cada dispositivo na quantidade prevista em função da dimensão dos viveiros. O peso médio de cada alevino foi de 2,48 a 4,25 g e comprimento médio de 5,88 a 6,63 cm, com aproximadamente 40 a 50 dias de vida. A diferença de média no peso, tamanho e idade variou devido ao fato de que o fornecimento de alevinos pela Estação de alevinagem ficou vinculado à época de cada cultivo, tornando praticamente impossível obter alevinos de um mesmo lote de produção.

O período de criação para cada cultivo foi de 30 dias, sendo realizada a despesca dos alevinos II e posterior coleta de amostra de alevinos para análise em laboratório. No momento da despesca foram coletados os dados referentes ao tamanho médio, ao peso e à quantidade final de alevino II, para cálculos dos índices zootécnicos dos mesmos.

4.4.3 Amostragem de Solo

As amostras de solo, para caracterização física e química, foram coletadas periodicamente no início de cada cultivo, antes da aplicação do calcário. Foram selecionadas três camadas (superior A, média B e inferior C) do perfil do solo, sendo as amostras retiradas nas paredes laterais, na mudança de cor do perfil. As coletas foram feitas individualmente em cada uma das seis unidades experimentais, sendo estas misturadas para obter uma amostra composta por camada e por classe de solo.

4.4.4 Amostragem de sedimento

O sedimento de fundo, usualmente chamado de lodo, que se forma no fundo dos tanques durante o cultivo, foi coletado individualmente em cada unidade experimental.

Após coletadas, as amostras foram mantidas em local sombreado e arejado; e as embalagens ficaram abertas para evaporação da água. No total, foram feitas três coletas por unidade experimental; sempre ao final de cada cultivo.

A FIGURA 6 mostra como eram feitas as coletas de sedimentos dos viveiros.



FIGURA 6 – COLETA DO SEDIMENTO DE FUNDO AO FINAL DA DESPESCA (SOLO A)

4.4.5 Análise dos parâmetros da água

Para avaliação da qualidade da água, as análises foram feitas diretamente em campo com equipamentos adequados. Os parâmetros analisados foram: temperatura, oxigênio, pH e transparência (visibilidade de Secchi). O monitoramento foi diário durante todo o experimento, de manhã e à tarde.

As análises da temperatura e do Oxigênio na água dos viveiros foram determinadas, por um equipamento eletrônico com sonda polarográfica (YSI). Esse equipamento faz simultaneamente a correção da leitura de oxigênio em mg/L e a saturação na água, em função da temperatura e da pressão atmosférica.

Na análise do pH da água, o equipamento utilizado é eletrônico, e possibilitava obter uma leitura rápida e já corrigida em função da temperatura da água. ASA (1997) recomenda que para avaliar adequadamente o pH dos viveiros, as medições devem ser feitas de manhã cedo e no meio da tarde, devido as oscilações que ocorrem durante o dia.

A transparência ou visibilidade de secchi, como o nome já diz foi obtida através de um equipamento manual, chamado de disco de Secchi. Esse disco é um objeto com 20cm de diâmetro de cor branca alternado com preta, o qual é imerso na água por um cordão graduado em centímetros, possibilitando a leitura da profundidade de transparência da água do viveiro.

4.4.6 Análises Químicas de Solo e Sedimentos

Para caracterização química do solo foi feita análise “de rotina para fertilidade“, sendo determinados pH CaCl₂ e pH SMP, acidez potencial (H+Al) e trocável, bases trocáveis, P solúvel e C orgânico, segundo PAVAN et al. (1992).

Para caracterização física foi feita a separação granulométrica completa, segundo metodologia da EMBRAPA (1997).

Com relação ao sedimento, devido ao alto percentual de matéria orgânica, avaliou-se o teor de C orgânico no sedimento do fundo de viveiro, através da queima na mufla a 800 °C. O P total foi determinado por colorimetria, após digestão via seca, com queima a 500 °C e solubilização em HCl 10%. O N total foi determinado pelo método Kjeldahl.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 O SOLO

As características de solo foram avaliadas em três camadas coletadas a diferentes profundidades no perfil do solo. Os resultados obtidos foram comparados entre o solo A e o solo B, sendo também levado em conta o fator cultivo.

A FIGURA 7 mostra o comportamento do pH nos dois solos, em função do cultivo e da camada amostrada.

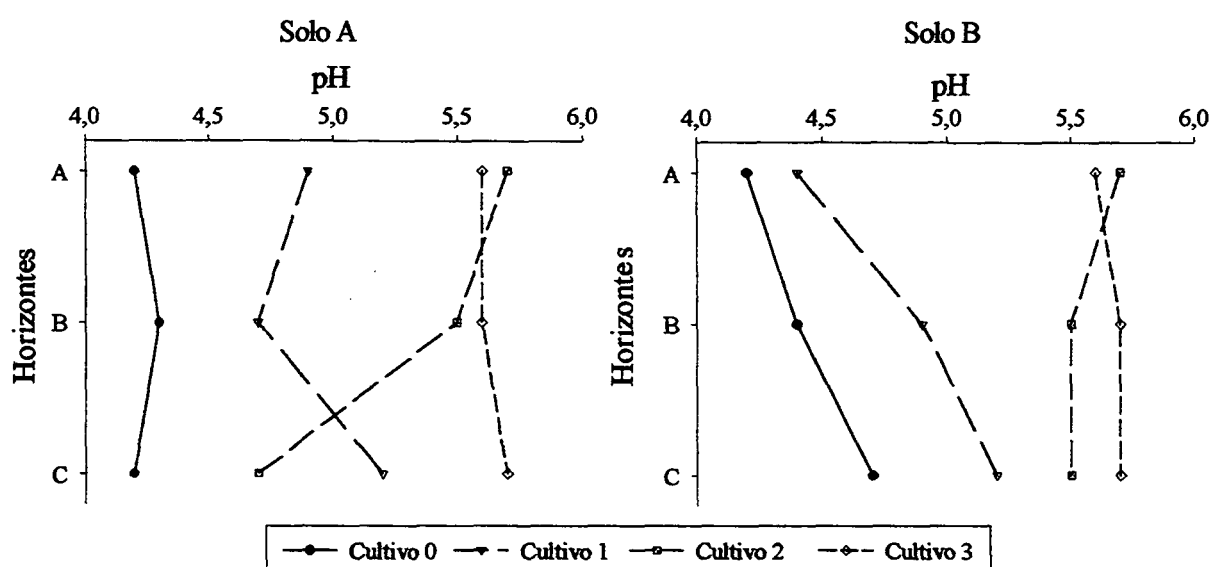


FIGURA 7 – VALORES DE pH DOS SOLOS A E B, EM FUNÇÃO DO PERÍODO DE CULTIVO E DA CAMADA AMOSTRADA NO PERFIL DO SOLO (SOLO ARGILOSO: A; SOLO ARENOSO: B).

De uma maneira geral, observam-se poucas diferenças entre o solo A e o solo B. Nota-se um aumento dos valores de pH em função do cultivo, independente da camada amostrada, exceção feita para a camada C do solo A no segundo cultivo, cujo valor de pH foi inferior mesmo ao obtido no primeiro cultivo, na mesma camada.

Antes do primeiro cultivo, os valores situaram-se em torno de 4,2 no solo A, independente da profundidade e variando de 4,2 a 4,7 no solo B, aumentando com a profundidade.

Ao final do primeiro cultivo, na camada A, o aumento de pH no solo A foi muito mais pronunciado que no solo B. Na camada B ocorreu o inverso e na camada C os valores de pH dos solos A e B ficaram bastante próximos.

Ao final do segundo e do terceiro cultivos, os valores de pH dos solos A e B ficaram bem próximos nas camadas A e B, mas na camada C o pH do solo A, ao final do segundo cultivo, sofreu diminuição pronunciada, conforme comentado anteriormente. Neste último caso, pode ter ocorrido um erro analítico. Infelizmente as amostras coletadas foram perdidas o que impossibilitou a repetição das análises das mesmas.

Na FIGURA 8 pode-se observar o comparativo dos valores de Al entre os solos e em função dos cultivos e das camadas do solo.

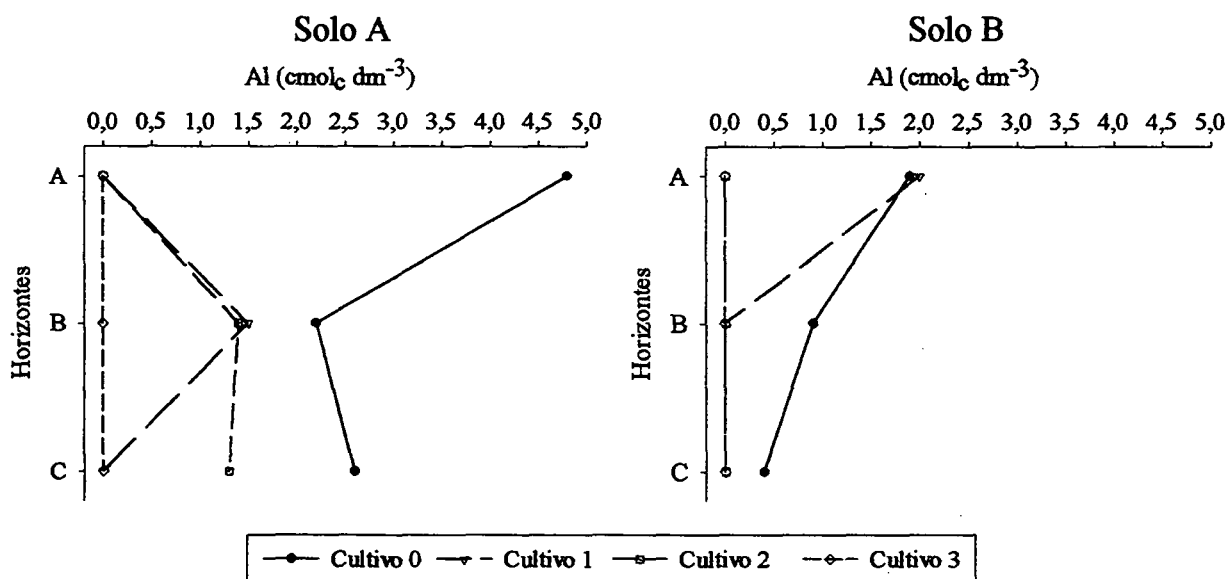


FIGURA 8 – CONCENTRAÇÃO DE Al NOS SOLOS A E B, EM FUNÇÃO DO CULTIVO E DA CAMADA AMOSTRADA NO PERFIL DO SOLO.

A concentração de Al em função do solo ficou bem caracterizada, pois o solo A, devido ao seu alto percentual de argila, apresentou valores de Al bem superiores aos do solo B. No início do experimento, no solo A, na camada A, a concentração de Al era de $4,8 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$, enquanto que no solo B, era de $2,0 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$.

Ainda nas camadas B e C, o solo A apresentou maiores valores de Al.

Com relação à influência dos cultivos, observa-se que, no solo B, a imobilização do Al pela calagem ocorreu quase que na totalidade no segundo cultivo, sendo que no solo A, esta imobilização total se deu somente no terceiro cultivo. A presença de alumínio no solo de viveiro de cultivo de peixe afeta a disponibilização de nutrientes necessários para a formação da cadeia primária, formando compostos que precipitam e ficam no fundo, na forma insolúvel.

Na seqüência, a FIGURA 9 mostra um comparativo da influência do solo nas concentrações de H + Al (acidez trocável), em função dos cultivos e das camadas amostradas.

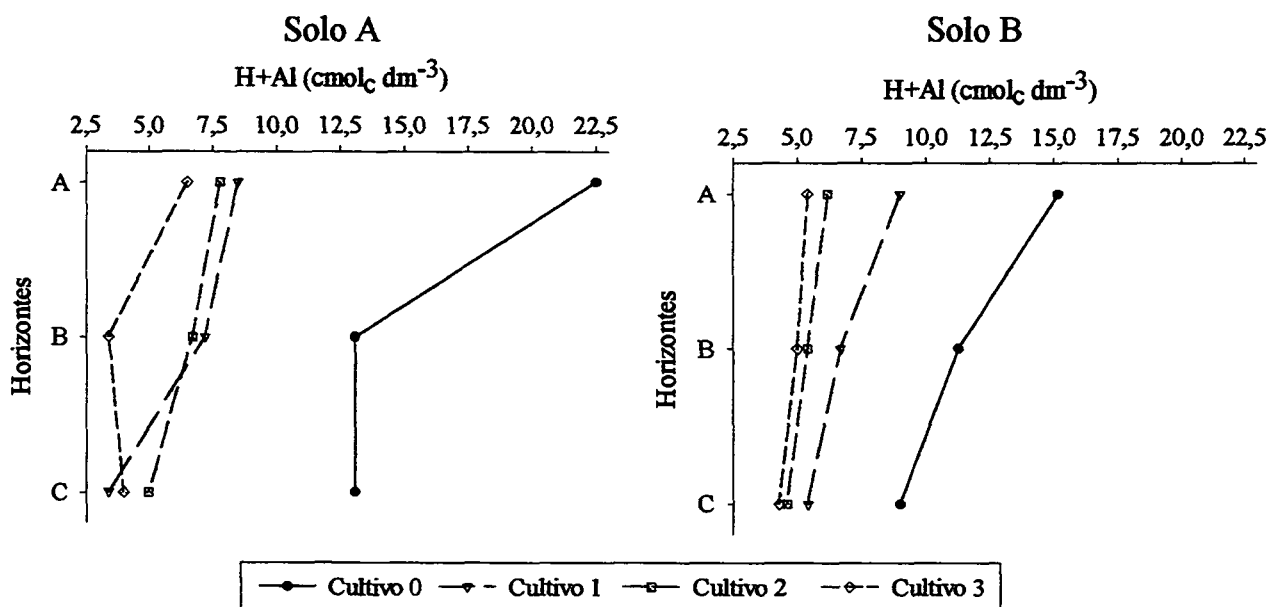


FIGURA 9 – CONCENTRAÇÃO DE H + Al (ACIDEZ TROCÁVEL) NOS SOLOS A E B, EM FUNÇÃO DO CULTIVO E DA CAMADA AMOSTRADA NO PERFIL DO SOLO.

Observa-se que não existem diferenças expressivas entre o solo A e B no que concerne os teores de H + Al. Porém nota-se concentração superior da acidez trocável na camada A do solo A, a qual chega a atingir um valor de $22,5 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$, ficando o solo B com valor igual a $15,0 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$.

A concentração de H + Al sofreu interferência dos cultivos, semelhantemente ao ocorrido para os teores de Al, mas não chegou a ser neutralizada pela ação da calagem.

Ao comparar os dados da FIGURA 8 com aqueles da FIGURA 9, observa-se que a maior parte da acidez dos solos estudados está relacionada com a presença de íons de hidrogênio, o que é bastante comum em solos com elevados teores de matéria orgânica. Isto poderia explicar os valores de pH abaixo da neutralidade (FIGURA 7), mesmo após três cultivos sucessivos com aplicação de quantidades expressivas de calcário.

Com relação à concentração de Ca, como mostra a FIGURA 10, antes dos cultivos, esta era semelhante nos solos A e B, independentemente da camada considerada. Durante os cultivos, certamente devido à calagem, os valores de Ca nos solos aumentaram, mas de forma mais pronunciada no solo A.

Este fato deve estar relacionado aos maiores teores de argila e matéria orgânica presentes neste solo, sobretudo na camada A. No solo B, a elevação dos teores de Ca com os cultivos, além de ser inferior, ocorreu de forma homogênea ao longo do perfil do solo.

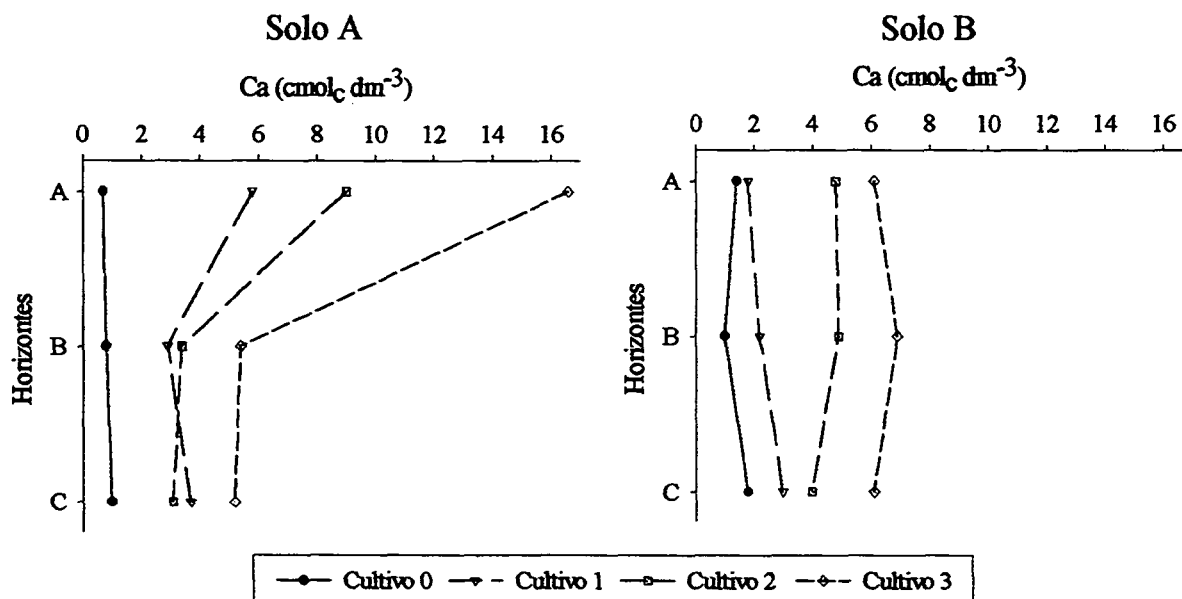


FIGURA 10 – CONCENTRAÇÃO DE Ca NOS SOLOS A E B, EM FUNÇÃO DO CULTIVO E DA CAMADA AMOSTRADA NO PERFIL DO SOLO.

Os teores de Ca+Mg, que também fazem parte da análise de rotina para fertilidade, mostraram comportamento semelhante ao observado para o Ca em separado.

Com relação à concentração de potássio, no comparativo entre os solos não foram observadas diferenças significativas (FIGURA 11). Mas no início dos cultivos o solo B apresentou uma concentração maior que o solo A.

Com a sucessão dos cultivos, os teores deste elemento ficaram bem próximos em ambos os solos, aumentando de forma quase homogênea ao longo do perfil. Somente no terceiro cultivo, na camada C, os teores de K do solo B ficaram superiores aos do solo A.

Uma vez que não foram aplicadas fontes de K na adubação, o aumento da concentração deste elemento no solo, com os cultivos, deve estar ligado ao aporte do elemento na ração utilizada para alimentar os alevinos.

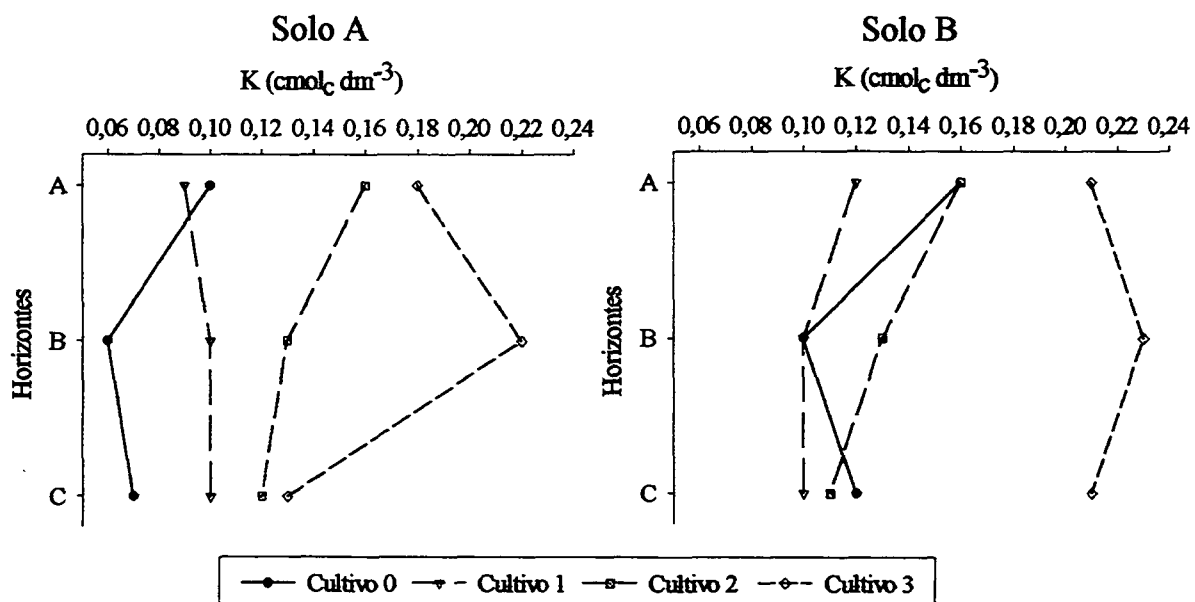


FIGURA 11 – CONCENTRAÇÃO DO K NOS SOLOS A E B EM FUNÇÃO DO CULTIVO E DA CAMADA AMOSTRADA NO PERFIL DO SOLO.

Na FIGURA 12 pode-se observar o comportamento do fósforo em ambos os solos em função dos cultivos e das camadas do solo. Antes mesmo dos cultivos, os níveis de fósforo no solo mostram-se claramente diferentes entre os solos A e B. No início dos cultivos as concentrações variaram de 0 a 3,0 mg/dm^3 e 2,3 a 13,0 mg/dm^3 , para os solos A e B respectivamente. Nas camadas B e C, os teores do elemento no solo B ficaram bem superiores aos encontrados no solo A.

Ao final dos dois primeiros cultivos, os solos A e B tiveram seus teores aumentados de forma homogênea ao longo do perfil do solo, permanecendo a diferença inicialmente observada entre os solos. Ao final do terceiro cultivo os teores de P cresceram de forma mais expressiva no solo A, sobretudo nas camadas B e C. Este fato deve estar relacionado à maior capacidade de adsorção de P neste solo e nestas camadas.

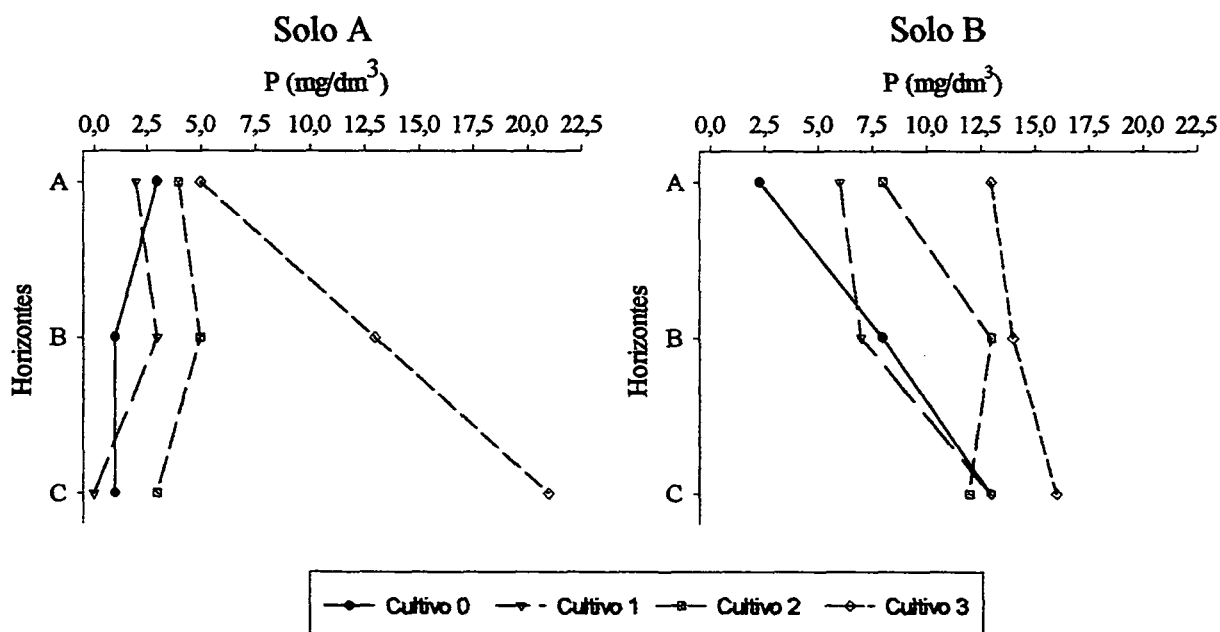


FIGURA 12 – CONCENTRAÇÃO DE P NOS SOLOS A E B, EM FUNÇÃO DO CULTIVO E DA CAMADA AMOSTRADA NO PERFIL DO SOLO.

A FIGURA 13 compara os valores de T (CTC) entre os solos A e B, em função dos cultivos e das camadas do perfil do solo.

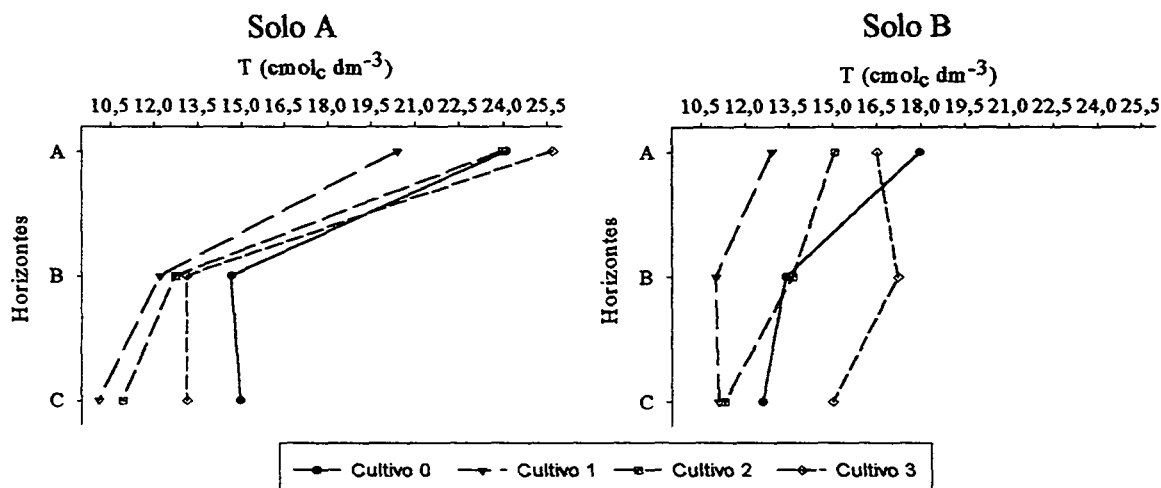


FIGURA 13 – CAPACIDADE DE TROCA DE CÁTIONS (T) NOS SOLOS A E B, EM FUNÇÃO DOS CULTIVOS E DA CAMADA AMOSTRADA NO PERFIL DO SOLO.

Os valores de T, foram no início dos cultivos, superiores no solo A, sobretudo na camada superficial. Ao longo dos cultivos variaram para cima e para baixo em função dos aumentos de Ca, Mg e K e da diminuição dos teores de Al e H. Ao final do terceiro cultivo, no solo A, a CTC foi mantida próxima daquela inicial, enquanto que no solo B, com menor capacidade tampão, a CTC tendeu a aumentar em profundidade, sobretudo pelo incremento em Ca, Mg e K no complexo de troca.

Na FIGURA 14 é mostrado um comparativo dos valores de C nos solos A e B, em função dos cultivos, e das camadas de solo amostradas.

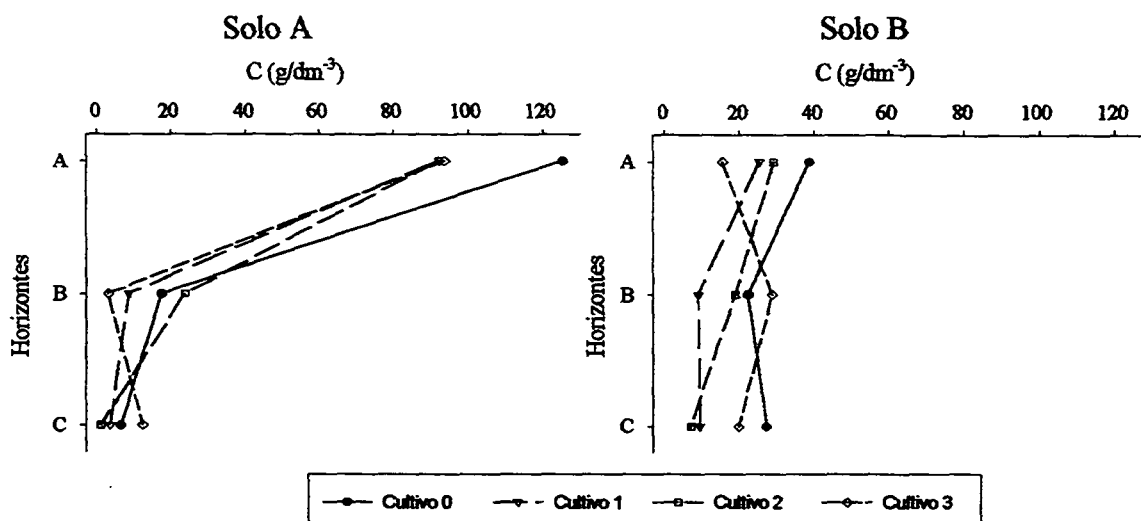


FIGURA 14 – CONCENTRAÇÃO DE C NOS SOLOS A E B, EM FUNÇÃO DOS CULTIVOS E DA CAMADA AMOSTRADA NO PERFIL DO SOLO.

No que se refere ao carbono, o solo A mostrou, na camada A, uma concentração bem superior à do solo B, atingindo o valor de $125,2 \text{ g/dm}^3$, ou seja, 3 vezes superior ao valor encontrado no solo B, que apresentou uma concentração de $38,7 \text{ g/dm}^3$. Em ambos os solos observa-se uma maior concentração do elemento na superfície, isto sendo bem mais expressivo no solo A. Os cultivos não apresentaram influência clara sobre os teores deste elemento no solo.

Os valores de V% para ambos os solos são mostrados na FIGURA 15. Pode-se observar que o solo A, no início dos cultivos, apresentou um valor inferior ao do solo B. Com os cultivos, houve um aumento brusco dos valores de V%, de forma geral, chegando a atingir a 74,65% no solo A, na camada superficial. Já o solo B mostrou um aumento mais gradativo no decorrer dos cultivos, chegando a atingir o valor máximo de 71,35%.

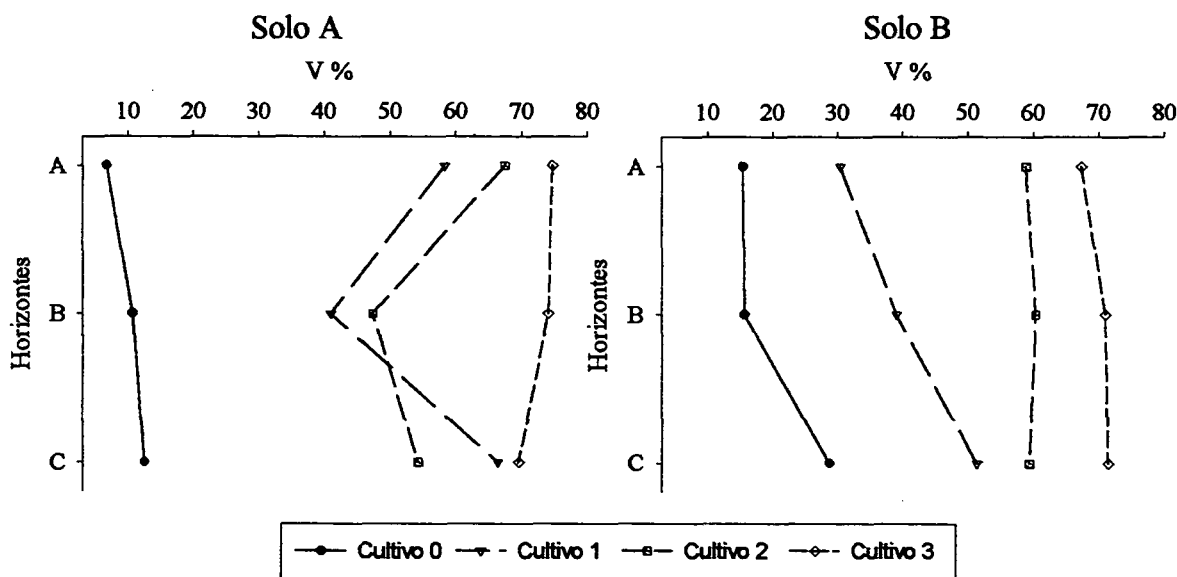


FIGURA 15 – VALORES DE V% NOS SOLOS A E B, EM FUNÇÃO DO CULTIVO E DA CAMADA AMOSTRADA NO PERFIL DO SOLO.

No comparativo dos valores de V% entre as camadas, no solo B não foram observadas diferenças significativas. No solo A, os valores de V% mostraram uma queda na camada B após o primeiro e segundo cultivos, sendo que, no início e no último cultivo, as camadas não mostraram valores diferenciados para este parâmetro.

5.2 PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA

Os parâmetros de qualidade de água, como temperatura, oxigênio, pH e transparência foram monitorados diariamente, e os resultados obtidos são apresentados a seguir.

Na TABELA 2 são apresentados os valores médios para temperatura, oxigênio, pH e transparência (visibilidade de Secchi) em função do solo. Pode-se observar que todos os parâmetros de qualidade da água sofreram influência do fator solo.

TABELA 2 – VALORES MÉDIOS PARA TEMPERATURA, OXIGÊNIO, pH E TRANSPARÊNCIA EM FUNÇÃO DO FATOR SOLO.

Solo	Temperatura (°C)	Oxigênio (mg/L)	pH	Transparência (cm)
Solo A	23,33 a*	4,17 b	6,80 b	34,49 b
Solo B	22,90 b	4,65 a	6,98 a	48,51 a

* valores seguidos pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente, segundo o Teste de Fisher ($P > 0,05$).

A água dos viveiros no solo A apresentou em média, uma temperatura levemente superior à do solo B. Este fato afetou indiretamente o crescimento dos alevinos como será mostrado mais adiante.

Os demais parâmetros: oxigênio dissolvido, pH e transparência apresentaram valores médios superiores na água do solo B.

O oxigênio, tido como um fator limitante na piscicultura, teve suas concentrações médias variando entre 4,65 mg/L no solo B e 4,17 mg/L no solo A. Demonstrando que os valores médios de concentração estão dentro da faixa citada por RIBEIRO (1997), como sendo de 4 a 6 mg/L de O_2 a faixa ideal para a tilápia do Nilo.

O pH, apesar de pouco superior na água do viveiro construído no solo B, ficou próximo, da neutralidade em ambos os casos, que seria o pH 7,0. Segundo KUBITZA (2000) o pH da água no cultivo de tilápia deve ser mantido entre 6,0 e 8,5. Sendo que,

para o cultivo da tilápia, os resultados encontrados estão dentro da faixa adequada para o cultivo.

O parâmetro transparência (visibilidade de Secchi), apesar de ter sido superior na água dos viveiros do solo B com 48,51 cm, está dentro da faixa ideal para a piscicultura, mas para a tilápia esse valor é considerado acima do ideal. RIBEIRO (1997), cita que a faixa ideal para a profundidade de Secchi, em viveiros de piscicultura, está entre 25 a 70 cm. Por ser uma espécie relativamente tolerante a baixa concentração de oxigênio dissolvido, a visibilidade de Secchi mais apropriada para a tilápia é de 15 a 40 cm, (BOYD 1982).

Na TABELA 4 são apresentados os valores médios dos parâmetros de qualidade de água em função do fator cultivo.

TABELA 3 – VALORES MÉDIOS PARA TEMPERATURA, OXIGÊNIO, pH E TRANSPARÊNCIA EM FUNÇÃO DO FATOR CULTIVO.

Cultivo	Temperatura (°C)	Oxigênio (mg/L)	pH	Transparência (cm)
1	24,35 a*	3,85 b	6,68 c	40,96 b
2	24,03 b	5,90 a	7,17 a	37,57 c
3	21,03 c	3,60 c	6,84 b	45,68 a

* valores seguidos pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente, segundo o Teste de Fischer ($P > 0,05$)

Conforme os resultados mostrados na TABELA 3, todos os parâmetros de qualidade de água foram influenciados pelo fator cultivo.

Foi no segundo cultivo, que ocorreram as melhores condições relativas aos parâmetros de qualidade de água, ou seja, situação que mais se aproximou do ideal para a piscicultura.

A temperatura média máxima, registrada durante todos os cultivos foi de 24,3 °C no primeiro cultivo, e a temperatura média mínima foi de 21,0 °C no terceiro cultivo. Segundo KUBITZA (2000), as tilápias são peixes tropicais e apresentam

conforto térmico entre 27 e 32 °C. Portanto, os resultados médios obtidos durante todos os cultivos se mantiveram abaixo do ideal.

As tilápias, como os outros peixes, são animais pecilotérmicos ou de sangue frio, ou seja, a temperatura corporal varia de acordo com as oscilações na temperatura da água, sendo que, dentro da faixa de conforto térmico para uma espécie de peixe, quanto maior a temperatura da água, maior será a atividade metabólica, o consumo de alimento e, conseqüentemente, o crescimento. Portanto, durante os meses de outono e inverno, os peixes tropicais diminuem o consumo de alimento e podem até deixar de se alimentar em dias frios, resultando em redução de crescimento (KUBITZA, 1998a).

Para o teor de oxigênio na água, o segundo cultivo é que apresentou o melhor resultado, quando comparado aos outros cultivos. RIBEIRO (1997) descreve que, de modo geral, concentrações abaixo de 1 mg/L de oxigênio dissolvido são letais aos peixes; entre 2 e 3 mg/L, permanecem em estresse; entre 4 e 6 mg/L é a faixa ideal para a tilápia do Nilo.

Entre os cultivos, a média mínima de pH na água, ocorreu no primeiro cultivo com valor igual a 6,68, e o cultivo que apresentou o melhor resultado foi o segundo com a média de 7,17, considerado dentro da faixa ideal para a piscicultura. BOYD (1995) cita que a melhor faixa de pH em viveiros de aquicultura está entre 7,0 a 8,5, sendo que o pH flutua consideravelmente com a hora do dia e com a profundidade da água, devido ao caráter ácido do dióxido de carbono produzido pela respiração.

A transparência (visibilidade de Secchi) de 37,57 cm do segundo cultivo foi a média mais indicada para o cultivo da tilápia, como já foi apresentado anteriormente.

Na FIGURA 16 é mostrado um comparativo da dinâmica da temperatura na água dos viveiros, para o período da manhã e da tarde nos solos A e B.

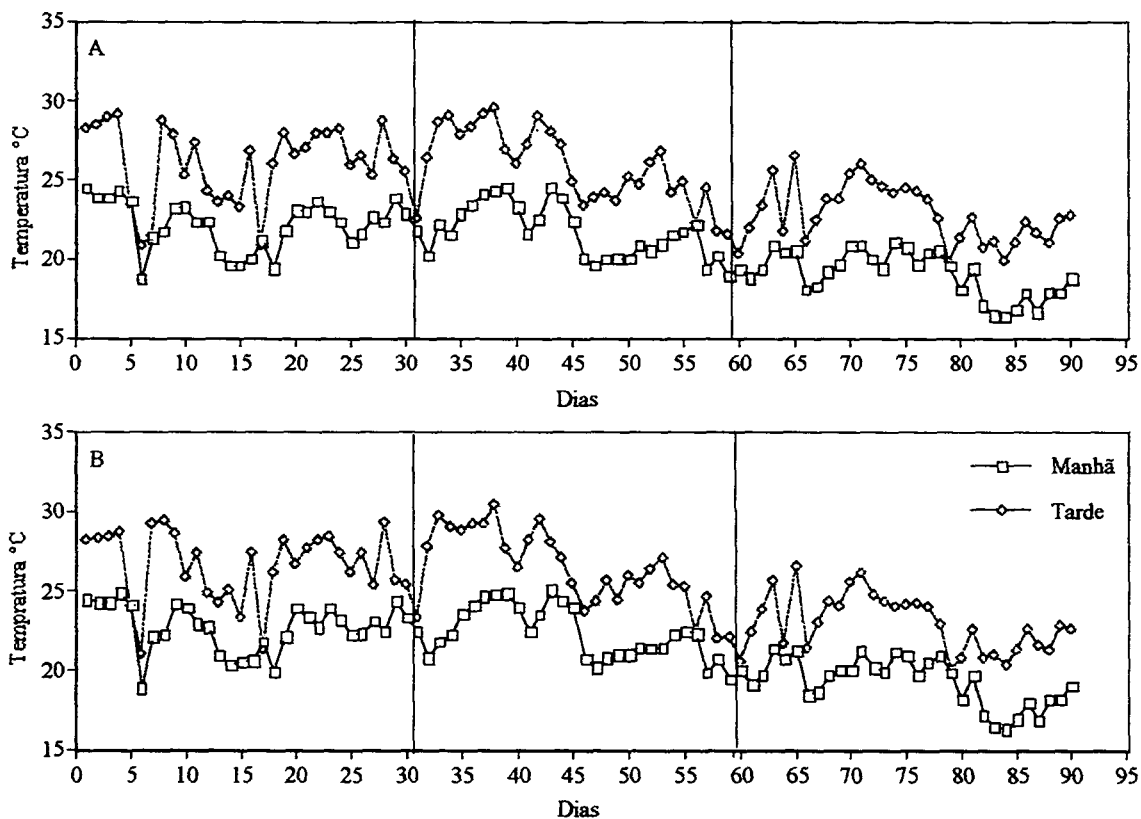


FIGURA 16 – TEMPERATURA MÉDIA DIÁRIA DA ÁGUA DOS TANQUES, NOS PERÍODOS DA MANHÃ E DA TARDE, NOS SOLOS A E B, DURANTE OS TRÊS CULTIVOS.

Como se observa na FIGURA 16, o valor médio de temperatura foi semelhante nos dois solos, mas entre os cultivos as diferenças são expressivas.

Os valores de temperatura da água durante o experimento foram determinantes, pois influenciaram o comportamento dos demais parâmetros.

Na região onde foi realizado o estudo, a amplitude térmica é grande, ou seja, queda de temperatura à noite e elevação da mesma durante o dia devido à incidência dos raios solares. A diferença da amplitude térmica mostrou uma influência um pouco maior no segundo cultivo. No entanto, no 3º cultivo, que teve início 29/03/00 e término em 29/04/00, no outono, quando o calor do sol já não era tão intenso quanto nos dois primeiros cultivos, os dois solos mostraram uma queda na média da temperatura tendendo a cair cada vez mais em função da época.

A FIGURA 17 mostra a dinâmica da concentração do oxigênio dissolvido na água dos viveiros, nos dois solos durante os três cultivos, no período da manhã e da tarde.

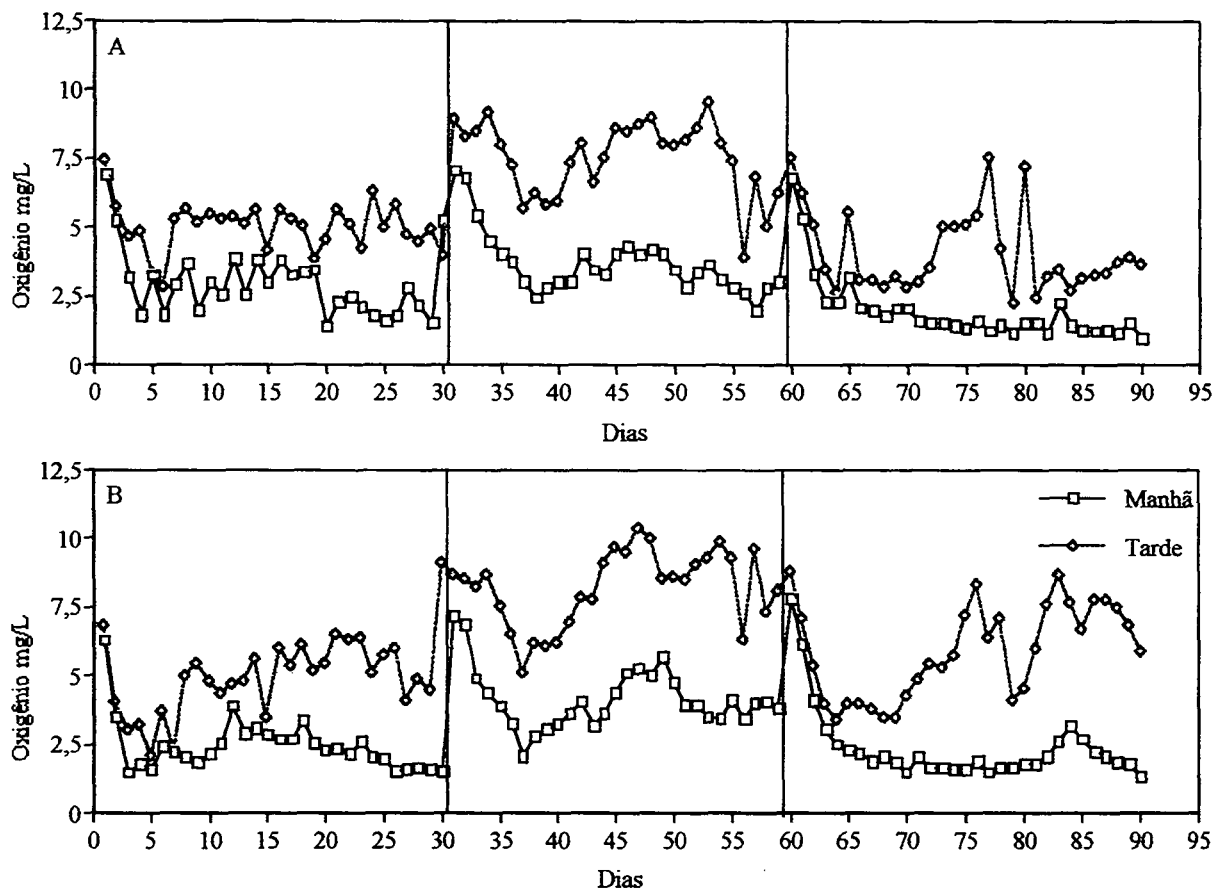


FIGURA 17 – CONCENTRAÇÃO MÉDIA DIÁRIA DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO NA ÁGUA DOS TANQUES, NOS PERÍODOS DA MANHÃ E DA TARDE, NOS SOLOS A E B, DURANTE OS TRÊS CULTIVOS.

As diferenças entre o período da manhã e o período da tarde são bem distintas, devido à atividade do fitoplâncton, que durante o dia, através da fotossíntese, libera oxigênio na água aumentando a concentração deste, mas durante a noite respira eliminando CO_2 e consumindo oxigênio. Quanto maior essa diferença, maior será a possibilidade de ocorrer problemas com os peixes, pois as baixas concentrações de oxigênio dissolvido por longos períodos são estressantes aos peixes (BOYD, 1979). A concentração de oxigênio dissolvido deve manter-se o mais próximo possível da saturação, ou seja, valores de 4 a 5 mg/L, durante a noite; e 12 mg/L na água de superfície durante o dia, são mais indicados (BOYD 1995).

O segundo cultivo é que mostrou os resultados mais próximos ao ideal entre os períodos, sendo que o primeiro e terceiro cultivo as médias ficaram bem abaixo, tanto para o período da manhã como para o período da tarde.

No último cultivo, a água no solo A mostrou um desequilíbrio na concentração de oxigênio em relação ao solo B. A água do solo B manteve uma média de concentração superior a do solo A e uma tendência mais contínua bem caracterizada. Podendo ser ainda atribuído ao incremento de nutrientes dentro do ambiente aquático proveniente da fertilização dos viveiros, restos de ração e defecação dos peixes, aliado ao fato da temperatura da água ter diminuído como mostra a FIGURA 16. Conseqüentemente houve uma redução nas reações químicas, fazendo com que ocorresse alterações na dinâmica do ambiente aquático, refletindo nas médias de concentração do oxigênio.

A FIGURA 18 mostra o comportamento do pH durante os três cultivos, nos solos A e B nos períodos da manhã e da tarde.

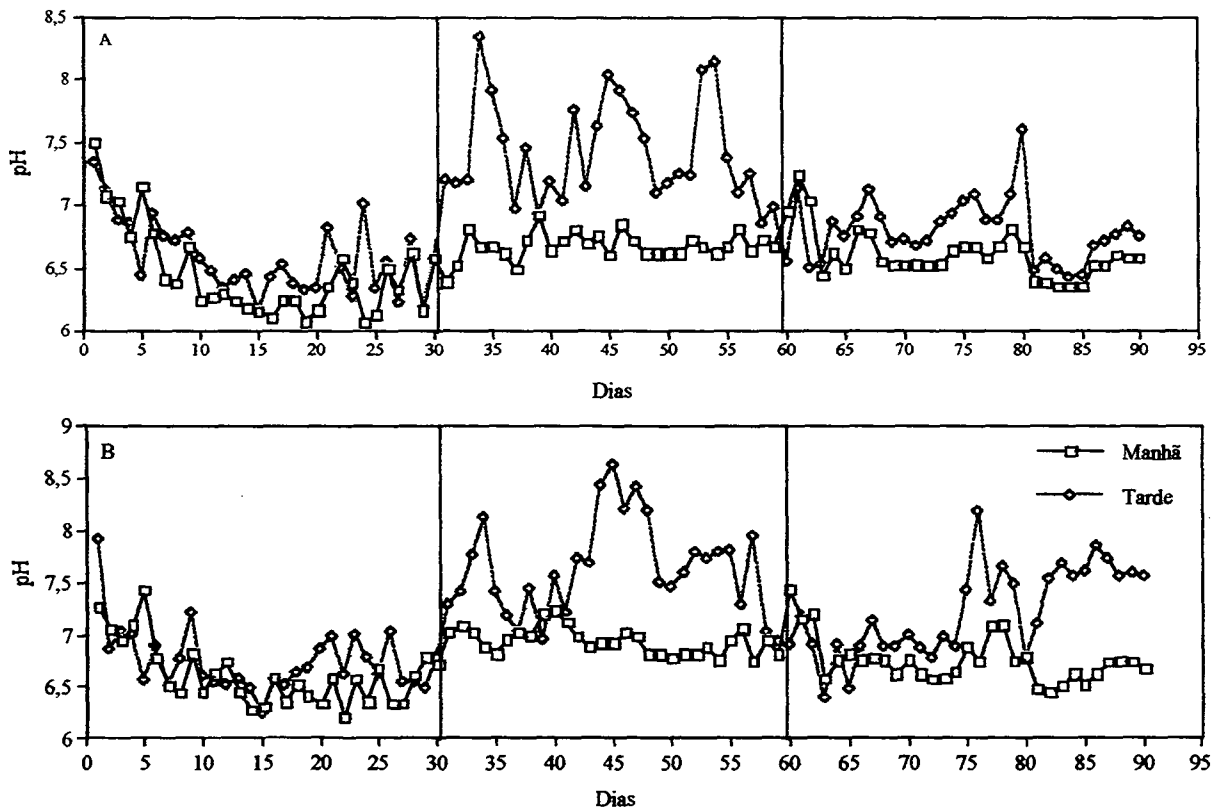


FIGURA 18 - VALORES MÉDIOS DIÁRIOS DO pH DA ÁGUA DOS TANQUES, NOS PERÍODOS DA MANHÃ E DA TARDE, NOS SOLOS A E B, DURANTE OS TRÊS CULTIVOS.

Conforme a FIGURA 18, o comportamento do pH na água dos dois solos, tanto no período da manhã como no período da tarde, no primeiro cultivo, foi semelhante. No segundo cultivo, ocorreu uma elevação da média do pH da água tendendo ao ideal para o cultivo de peixes, principalmente no solo B, no período da manhã. No entanto as oscilações mais bruscas do pH da água aconteceram nesse mesmo cultivo durante o período da tarde.

Essas alterações também foram observadas na concentração do oxigênio, conforme FIGURA 17. Já no terceiro período, essas oscilações começaram da metade do cultivo até o final, mas somente na água do solo B, e no período da tarde. Todas essas alterações de pH provavelmente ocorreram devido à presença excessiva de plâncton na água dos viveiros do solo B.

Alguns viveiros chegaram a atingir um alto grau de eutrofização da água, provocado pelo desequilíbrio causado pela queda de temperatura. Como houve um acréscimo excessivo de CO₂ na água durante à noite, a tendência da água era acidificar, no entanto, o consumo do mesmo durante o dia pelo processo da fotossíntese fazia com que ocorresse a elevação do pH na final da tarde.

Conclui-se então que o “bloom” de algas favoreceu essas oscilações, expondo os peixes ao estresse, e fazendo com que os mesmos ficassem susceptíveis à patógenos, tivessem seu ritmo alimentar alterado e ficassem sujeitos à noite, o que afetou os índices zootécnicos.

A FIGURA 19 mostra o comportamento nos solos A e B dos valores médios de transparência da água durante os três cultivos, nos períodos da manhã e da tarde.

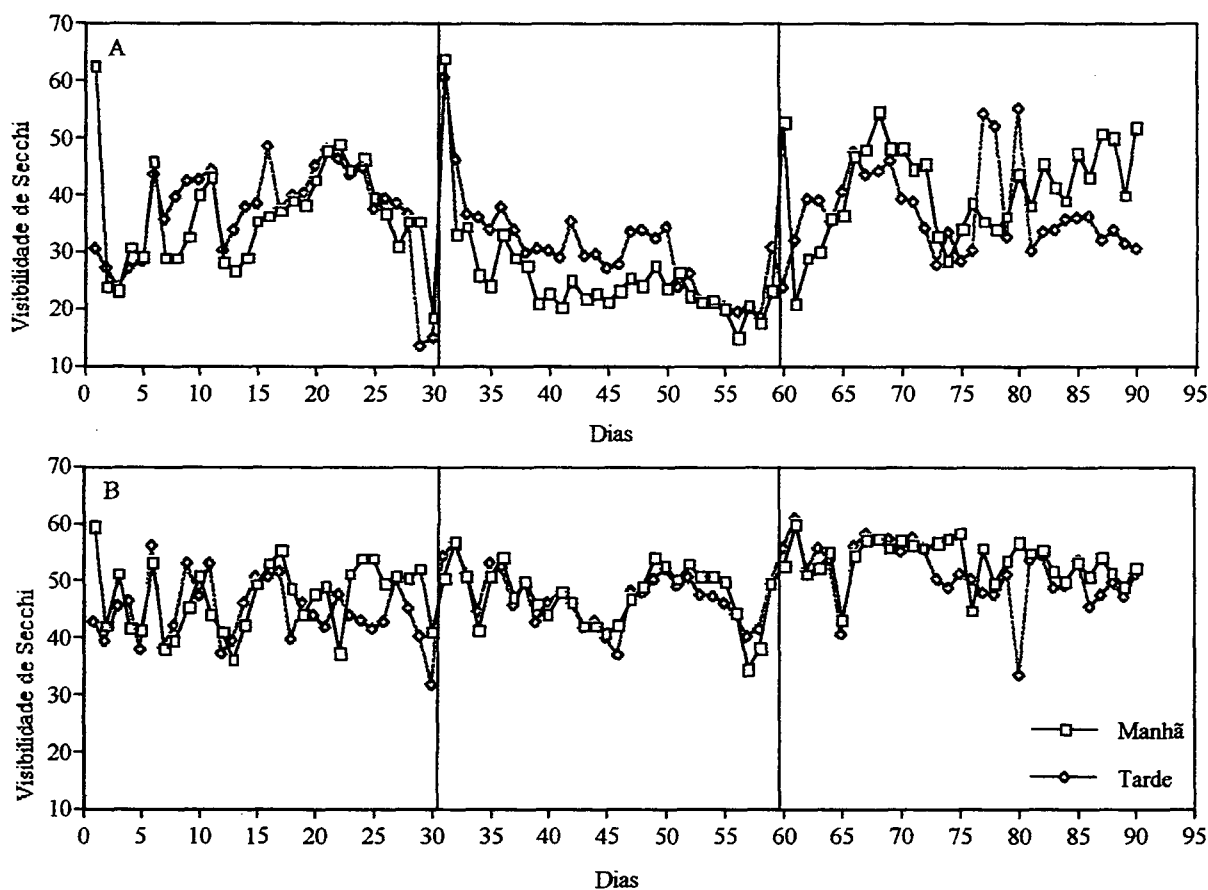


FIGURA 19 – TRANSPARÊNCIA MÉDIA DIÁRIA (DISCO DE SECCHI) DA ÁGUA DOS TANQUES, NOS PERÍODOS DA MANHÃ E DA TARDE, NOS SOLOS A E B, DURANTE OS TRÊS CULTIVOS.

Conforme a FIGURA 19, os valores de transparência (visibilidade de Secchi), do segundo cultivo, como já foi apresentado na TABELA 3, foram os que mais se aproximaram do ideal para o cultivo de tilápia.

A transparência, em todos os cultivos, não foi diferente entre os períodos da manhã e da tarde. No solo A, a transparência da água foi menor devido às partículas em suspensão, que conferiam uma cor tendendo para o marrom. Já no solo B, a coloração da água era esverdeada, bem característica da formação de algas.

A transparência (visibilidade de Secchi) da água como os demais parâmetros de qualidade de água acima relacionados, interagem entre si mantendo o equilíbrio químico no ambiente aquático. Portanto, quando ocorrem oscilações em um ou mais desses parâmetros, certamente ocorrerá uma interação entre eles, como já foi mostrado na descrição anterior.

5.3 SEDIMENTO DE FUNDO

Na TABELA 4 são mostrados os teores de C, N e P, resultado da análise do sedimento coletado no fundo dos viveiros. Estes dados correspondem à média dos valores obtidos nos três cultivos.

TABELA 4 – TEORES MÉDIOS DE C, N E P NO SEDIMENTO, EM FUNÇÃO DO FATOR SOLO.

Solo	C (g/kg)lodo	N (g/kg)lodo	P (g/kg)lodo
Solo A	834,611 b*	2,209 a	0,866 a
Solo B	882,833 a	2,238 a	0,956 a

* valores seguidos pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente, segundo o Teste de Fisher ($P > 0,05$)

O efeito do solo só foi significativo sobre os teores de C orgânico nos sedimentos, sendo que os demais parâmetros avaliados não diferiram estatisticamente.

Na FIGURA 20 pode-se observar um comparativo entre as médias dos teores de C orgânico, com respectivos desvios padrão, durante os três cultivos, em função do fator solo.

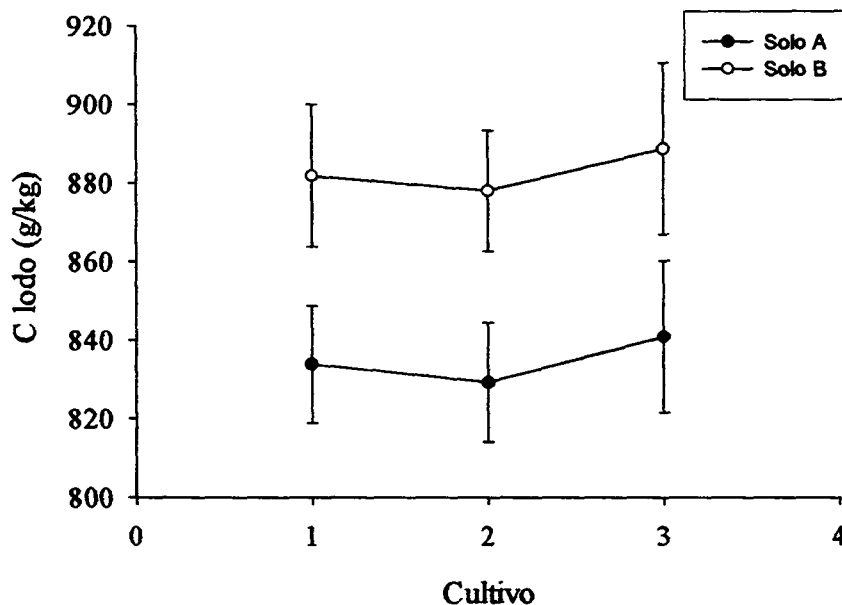


FIGURA 20 – TEORES MÉDIOS E DESVIOS PADRÃO DO CARBONO ORGÂNICO NOS SOLOS A E B AO FINAL DOS TRÊS CULTIVOS

O comportamento dos teores de C orgânico foi bastante semelhante no decorrer dos três cultivos, sendo bem visível a influência do fator solo nesses teores. O sedimento depositado no fundo do viveiro do solo B apresentou um teor mais elevado de carbono orgânico.

Essa diferença sugere que no viveiro com solo A o carbono do sedimento ficou mais sujeito à decomposição do que no viveiro com o solo B. Este último, por apresentar teores de nutrientes mais baixos que o solo A como mostra a TABELA 5, deve ter proporcionado um menor desenvolvimento de microrganismos que poderiam mineralizar o C do sedimento, reduzindo assim, a sua concentração no material orgânico.

No caso do fósforo, apesar dos valores deste elemento não diferirem estatisticamente entre os solos, os valores de P no sedimento foram mais elevados, o que sugere uma menor adsorção deste elemento ao solo, o qual possui baixos teores de argila.

Na TABELA 5 são apresentados os resultados médios dos teores de C, N e P, obtidos em função do fator cultivo.

TABELA 5 – TEORES MÉDIOS DE C, N E P NO SEDIMENTO EM FUNÇÃO DO FATOR CULTIVO.

Cultivo	C (g/kg)lodo	N (g/kg)lodo	P (g/kg)lodo
1	857,83 a	2,10 a b	0,49 b
2	853,58 a	2,03 b	0,70 b
3	864,75 a	2,53 a	1,55 a

* valores seguidos pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente, segundo o Teste de Fisher ($P > 0,05$)

Os resultados na TABELA 5 mostram que o N e o P sofreram influência do fator cultivo, não ocorrendo o mesmo para o carbono.

Os teores médios de nitrogênio variaram de um mínimo, no segundo cultivo, com o valor de 2,03 g/kg de N para o máximo de 2,53 g/kg de N, que ocorreu no terceiro cultivo. Apesar dos valores do primeiro cultivo serem estatisticamente iguais ao do terceiro cultivo, os resultados sugerem que, se outros cultivos fossem

conduzidos, os teores deste elemento no sedimento poderiam continuar aumentando. Isto ficou mais claro para o elemento fósforo.

O P demonstrou uma tendência de aumento gradativo no decorrer dos cultivos, sendo que no primeiro cultivo apresentou um teor médio de 0,49 g/kg de P e no último cultivo o teor médio foi de 1,55 g/kg de P, ou seja, de três vezes mais do que no início do experimento. Esse acréscimo pode ser explicado pelo fato de que grande parte do fósforo incorporado ao meio aquático, seja por fertilização, por resíduos de alimentação ou defecação dos peixes, fica na forma de precipitado no sedimento dos viveiros (RITVO 1997). Desta forma, o fósforo tem um potencial poluidor alto, principalmente no final do cultivo quando é feito o esvaziamento do viveiro para a retirada dos peixes. Com a movimentação do fundo, os sedimentos ficam dispersos em água e são carregados para fora do viveiro, podendo contaminar os meios receptores desse efluente.

5.4 ÍNDICES ZOOTÉCNICOS

Foram avaliados os principais parâmetros para verificar se houve influência dos fatores de variação (solos e cultivo) no desenvolvimento dos alevinos de tilápia do Nilo.

Na TABELA 6 são apresentados os resultados médios dos índices zootécnicos em função do fator solo.

TABELA 6 – RESULTADOS MÉDIOS DOS ÍNDICES ZOOTÉCNICOS AO FINAL DOS TRÊS CULTIVOS, EM FUNÇÃO DO FATOR SOLO.

Solo	Cresc. Total (cm)	D.E.F ¹	Ganho Peso ² (kg)	CA ³	G.M.D ⁴ (g/dia)	Mortalidade (%)
Solo A	2,03 a*	637,11 a	6,25 a	1,55 a	0,21 a	13,60 a
Solo B	1,81 a	644,78 a	6,43 a	2,22 a	0,22 a	12,20 a

* valores seguidos pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente, segundo o Teste de Fisher (P>0,05)

¹ D.E.F refere-se a densidade de estocagem final de peixes nos viveiros

² Ganho de Peso total em kg ou biomassa final

³ CA refere-se ao índice de conversão alimentar

⁴ G.M.D./g refere-se ao ganho médio diário de peso em gramas

Como se observa na TABELA 6 o fator solo não apresentou influência significativa para nenhum dos parâmetros zootécnicos avaliados. No entanto, de acordo com os resultados médios, o solo B mostra uma tendência melhor em relação ao desenvolvimento dos alevinos, com exceção das médias dos índices de crescimento total e CA, que foram mais eficientes para os alevinos do solo A.

A TABELA 7 apresenta os resultados obtidos para as médias dos índices zootécnicos em função do fator cultivo.

TABELA 7 – RESULTADOS MÉDIOS DOS ÍNDICES ZOOTÉCNICOS AO FINAL DOS TRÊS CULTIVOS, EM FUNÇÃO DO FATOR CULTIVO.

Cultivo	Cresc. Total (cm)	D.E.F ¹	Ganho Peso ² (kg)	CA ³	G.M.D. ⁴ (g/dia)	Mortalidade (%)
1	2,10 b*	704,33 a	8,80 c	0,99 a	0,21 b	4,69 b
2	2,03 a b	596,58 a	5,86 b	1,35 a	0,08 a	19,48 b
3	1,63 a	621,92 a	4,36 a	3,32 b	0,07 a	14,53 a

* valores seguidos pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente, segundo o Teste de Fisher (P>0,05)

¹ D.E.F refere-se a densidade de estocagem final de peixes nos viveiros

² Ganho de Peso total em kg ou biomassa final

³ CA refere-se ao índice de conversão alimentar

⁴ G.M.D/g refere-se ao ganho médio diário de peso em gramas

Todos os parâmetros zootécnicos avaliados foram influenciados pelo fator cultivo, com exceção da D.E.F. (TABELA 7).

A influência do fator cultivo foi significativa, principalmente quando comparados os valores dos índices zootécnicos do primeiro com o último cultivo. Essa influência pode ser atribuída ao período em que o experimento foi realizado. O primeiro cultivo teve início em pleno verão (15/01/00), ao passo que o último cultivo iniciou-se no final desta estação (29/03/00), quando a temperatura ambiente já era inferior àquelas dos primeiros cultivos. Os dados do experimento revelam que no momento em que começa a diminuir a temperatura o produtor poderá ter prejuízos na produção, ficando assim limitado a obter o máximo de produtividade nos meses mais quentes, sendo que, nos meses mais frios estará sujeito a perdas que muitas vezes não justificam a relação custo x benefício da atividade.

Com relação ao crescimento dos peixes, observa-se que a tendência foi de decréscimo deste, do primeiro ao terceiro cultivo (FIGURA 21), sendo esta diminuição atribuída à queda de temperatura verificada com o decorrer dos cultivos (FIGURA 16).

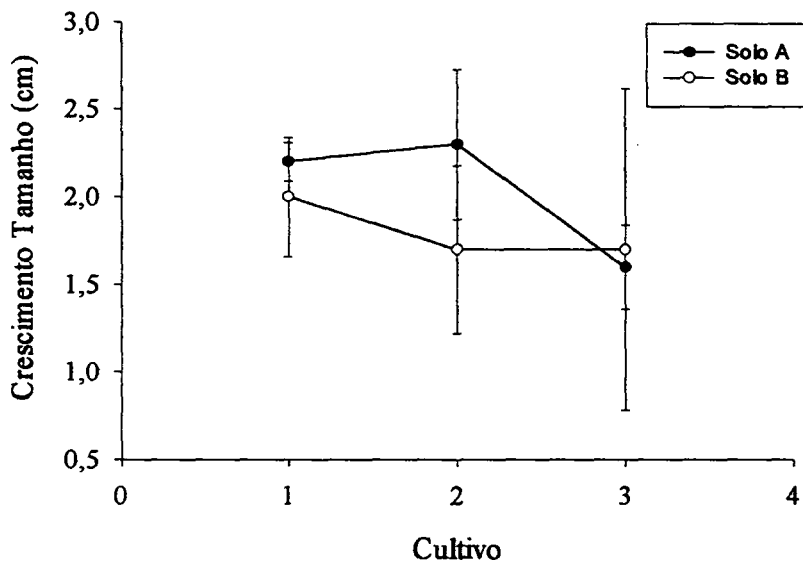


FIGURA 21 – CRESCIMENTO TOTAL MÉDIO E DESVIOS PADRÃO DOS ALEVINOS DURANTE OS CULTIVOS NOS SOLOS A E B

A FIGURA 22 mostra o comparativo da densidade total final dos alevinos em função do fator solo e do cultivo.

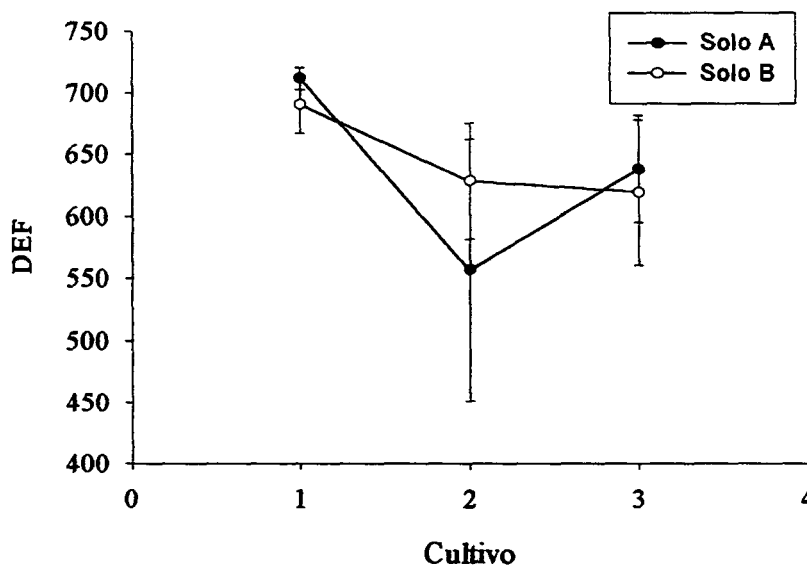


FIGURA 22 – DENSIDADE DE ESTOCAGEM FINAL MÉDIA DOS ALEVINOS E DESVIOS PADRÃO DURANTE OS CULTIVOS NOS SOLOS A E B.

A média de estocagem máxima registrada foi, no primeiro cultivo, de 703 alevinos, sendo que a menor ocorreu no segundo cultivo com 596 alevinos. Este fator pode ser atribuído aos alevinos utilizados, que passaram por estresse durante o transporte até o local do experimento. Conseqüentemente ocorreu mortalidade, não havendo tempo para que os mesmos se adaptassem ao local antes do povoamento. Mas independente deste problema de estresse, observa-se uma tendência de decréscimo na densidade de estocagem final com os cultivos, o que poderia também ter ocorrido como conseqüência da diminuição da temperatura na água dos viveiros.

Na FIGURA 23 é apresentado um comparativo do ganho de peso final dos alevinos em função dos fatores solo e cultivo.

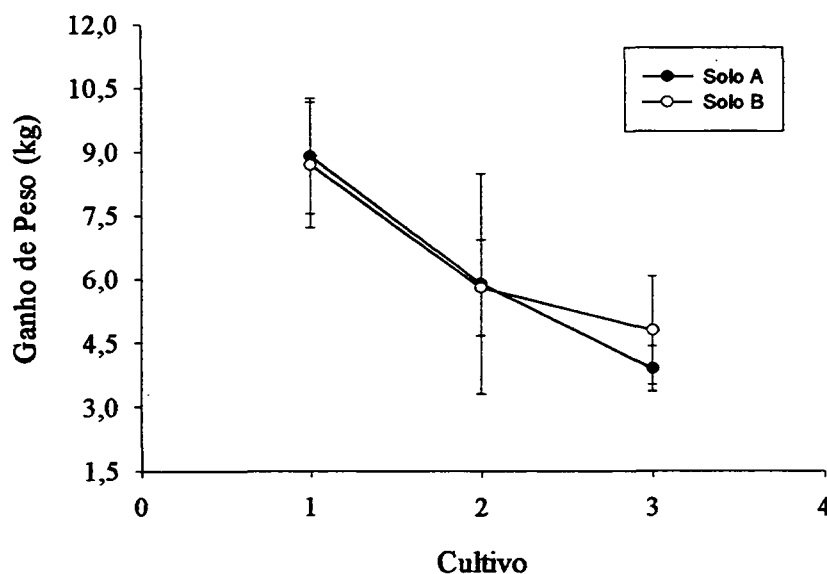


FIGURA 23 – GANHO DE PESO FINAL MÉDIO DOS ALEVINOS E DESVIOS PADRÃO DURANTE OS CULTIVOS NOS SOLOS A E B

Para este índice zootécnico, o fator cultivo também teve influência significativa, pois no primeiro cultivo, o ganho de peso ficou em 8,8 kg, enquanto que no último foi de 4,4 kg de peixe.

Como pode ser observada na FIGURA 23, a redução no ganho de peso também foi decrescente com os cultivos, sendo a temperatura considerada o principal fator de influência no desenvolvimento dos alevinos. Outro fator que pode ter

interferido nos resultados é o tamanho médio inicial do alevino, que foi menor no último cultivo. Infelizmente não foi possível obter alevinos do mesmo lote, pois o crescimento dos mesmos era rápido. Sendo assim, foram utilizados alevinos de outro lote e que eram de tamanho inferior aos usados anteriormente.

O comportamento da conversão alimentar, com os cultivos, nos solos A e B é apresentado na FIGURA 24.

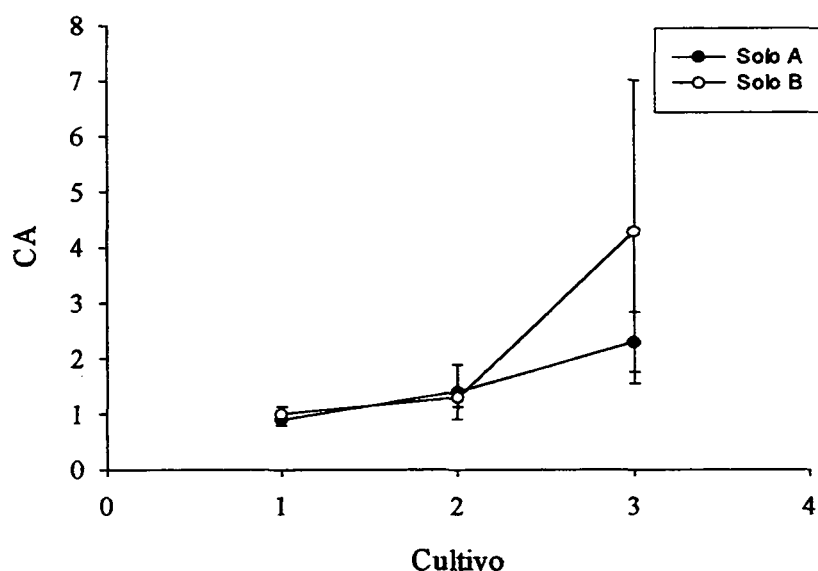


FIGURA 24 – CONVERSÃO ALIMENTAR MÉDIA DOS ALEVINOS E DESVIOS PADRÃO DURANTE OS CULTIVOS NOS SOLOS A E B

Estatisticamente, a conversão alimentar dos alevinos não sofreu influência do fator solo (TABELA 6), apesar dos valores deste parâmetro terem sido em média de 1,55:1 no solo A e 2,22:1 no solo B, ou seja, sendo mais eficiente para os alevinos nos viveiros do solo A.

Nota-se que houve diferença significativa em função do fator cultivo. Os melhores resultados ocorreram no primeiro, com a média de 0,99:1, sendo que o pior índice de conversão alimentar foi de 3,32:1 no último cultivo. Portanto, devido à queda de temperatura, ocorreu um desequilíbrio químico nas unidades de cultivo. Isto ficou mais claro em dois dos tanques do solo B, levando a formar, no último cultivo, um “bloom” de algas característico de eutrofização.

A FIGURA 25, mostra os valores médios e desvio padrão obtidos para o índice de ganho de peso diário dos alevinos, durante os cultivos, em função do fator solo.

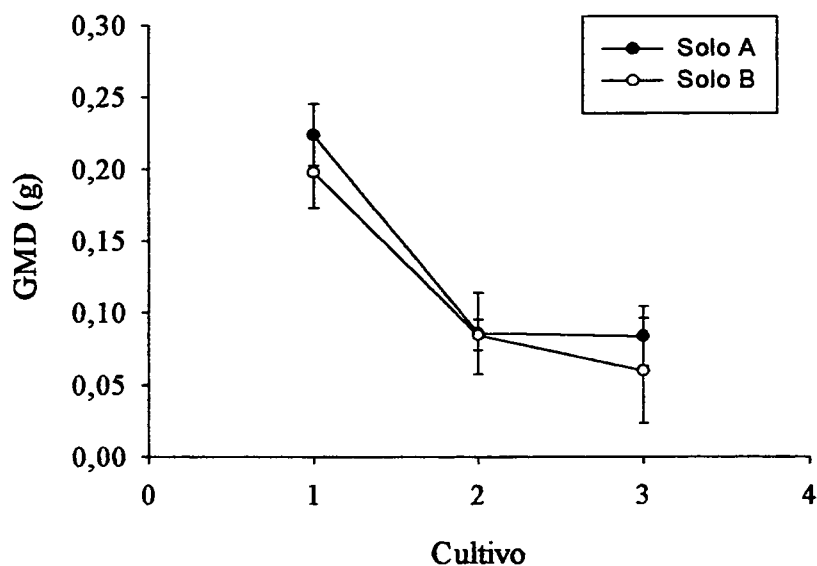


FIGURA 25 – GANHO DE PESO DIÁRIO MÉDIO E DESVIOS PADRÃO DOS ALEVINOS DURANTE OS CULTIVOS NOS SOLOS A E B

Mais uma vez nota-se a tendência decrescente para um índice zootécnico em função dos cultivos. O terceiro cultivo, conforme mostra a FIGURA 25, é que apresentou o menor índice de GMD com 0,07 g/dia. Esse resultado pode ser atribuído às relações existentes entre os índices de crescimento, ganho de peso total, conversão alimentar e mortalidade. Portanto, como todos esses índices foram afetados pela temperatura da água, o ganho de peso médio diário teve relação direta com os demais índices, pois mostra que o peixe diminuiu o consumo de alimento, de uma forma geral, ou seja, de ração como também de alimento natural.

Na FIGURA 26 é apresentado o percentual de mortalidade de alevinos durante o experimento, em função dos fatores solo e cultivo.

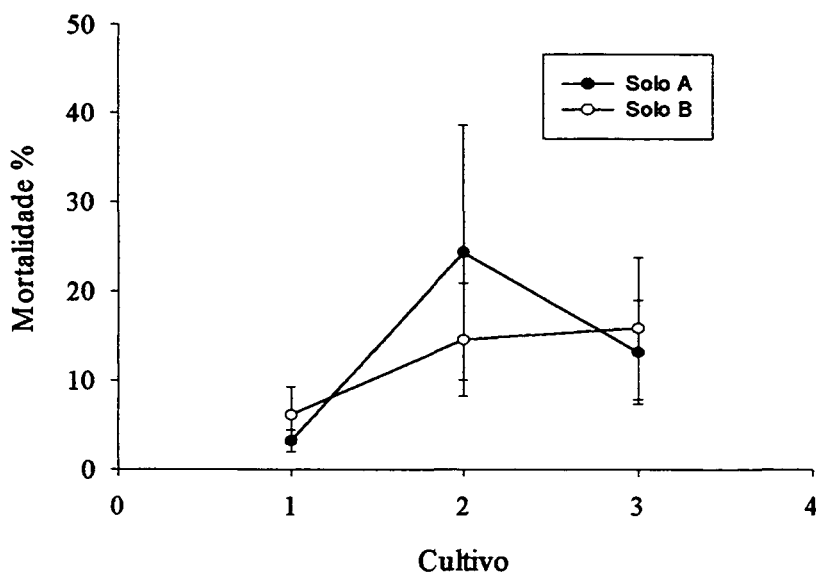


FIGURA 26 – MORTALIDADE MÉDIA DE ALEVINOS E DESVIOS PADRÃO DURANTE OS CULTIVOS NOS SOLOS A E B.

Comparativamente aos demais índices zootécnicos, a mortalidade apresentou comportamento inverso, ou seja, aumentou com os cultivos, quer dizer, com a diminuição da temperatura na água dos tanques de cultivo.

Quando comparados os índices de mortalidade para o fator cultivo, a diferença do primeiro cultivo para os demais é superior a 10%. O melhor resultado obtido foi de 4,69% de mortalidade, no primeiro cultivo, sendo que este valor superou as expectativas, já que o percentual previsto inicialmente era de 15%. Os cultivos seguintes não apresentaram os mesmos resultados. Possivelmente a ocorrência do índice de 19,48% de mortalidade dos alevinos, alcançada no segundo cultivo, deve-se ao fator estresse ao qual foram submetidos os peixes, decorrente de problemas durante o transporte até o local do experimento. No entanto, no terceiro cultivo, o índice de 14,53% de mortalidade teve relação com as condições climáticas, como já citado anteriormente.

6 CONCLUSÕES

- Nas condições do presente trabalho foi possível chegar as seguintes conclusões:
- o solo dos viveiros influencia os parâmetros de qualidade de água;
- as características do solo não influenciam o desempenho do alevino de tilápia do Nilo;
- a sucessão de cultivos parece homogeneizar diferenças químicas que possam existir entre diferentes solos;
- semelhante ao que ocorre em solos aerados, a matéria orgânica (sedimentos) nos tanques de cultivo parece decompor-se melhor em ambientes com maiores teores de argila;
- os cultivos sucessivos, associadas às mudanças climáticas, influenciaram o desempenho dos alevinos;
- as práticas de manejo dos cultivos, como calagem, fertilização, aração, contribuem diretamente para a composição química do sedimento e do ambiente aquático, alterando portanto a qualidade de água;
- as variações de temperatura da água e o incremento de nutrientes durante os cultivos foram fatores parecem ter alterado os outros parâmetros de qualidade de água.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O material de origem do solo determina a fertilidade do solo e conseqüentemente a liberação destes nutrientes para a água.

O conhecimento das características físico-químicas e a quantidade de matéria seca nos horizontes do solo do fundo de viveiros de aqüicultura permitem um melhor manejo desses viveiros, possibilitando ações que propiciem uma melhor produtividade com menor impacto ambiental, produzindo-se efluentes de melhor qualidade.

A taxa de estocagem demonstrou não ter influenciado nos resultados obtidos de acordo com os índices zootécnicos, portanto novos trabalhos poderão ser realizados com a finalidade de determinar uma taxa de estocagem ideal para otimizar o espaço.

Viveiros de aqüicultura devem ser estudados e analisados como um todo. Não é aconselhável separar-se a lâmina d'água do solo de fundo, já que esses fazem trocas constantes de elementos químicos. Da mesma forma, deve ser considerada a presença da matéria viva (organismos aquáticos vegetais e animais), que promovem alterações químicas e físicas na água e no solo, não só com a movimentação como também pelo freqüente fornecimento de metabólitos.

Em qualquer ambiente que exista a presença de água, todos os fatores físicos, químicos, climáticos e organismos relacionados devem ser considerados para que ocorra a melhor compreensão do ecossistema, o que possibilitará um maior aproveitamento dessas áreas inundadas, com menor prejuízo para o meio ambiente.

8 BIBLIOGRAFIA

ASA. Manejo do solo e da qualidade da água em viveiros para aquicultura. Campinas SP.1997, 55p

AYROSA,L. Caracterização de Alguns Parâmetros Limnológicos de Viveiros de Criação e Tilápia no Vale do Paranapanema. 5° ISTA, Rio de Janeiro, 2000, 270-278p.

ALMEIDA, P. J. e ZIMMERMANN, S. Previsão de Temperatura da Água em Viveiros de Aquicultura Através de Séries de Temperaturas do Ar. 5° ISTA, Rio de Janeiro, 2000, 263-269p.

ARANA, L. V. Princípios químicos da qualidade da água em aqüicultura. Editora da UFSC, Florianópolis SC, 1997, 166p

AVAULT, J.W. Fundamentals of Aquaculture. AVA Publishing Company Inc. Baton Rouge, Lousiana, USA. 1996.

BALARIN, J. D. et HATTON J. D. Tilapia : A guide to their biology and culture in Africa. Unit of Aquatic Pathobiology, Stirling University,1979, 174p.

BRANCO, S. M. e ROCHA, A. A. Poluição, proteção e usos múltiplos de represas. São Paulo, Edgard Blücher, CETESB, 1977.

BOYD, C. E. Water Quality in Warmwater Fish Ponds. Agricultural Experiment Station. Auburn University. Opelika, Alabama, USA. 1979. 359p.

BOYD, C. E. Water Quality management for pond fish culture. Aurburn University Agricultural Experimental Station, Alabama, USA. 1982, 318 p.

BOYD, C. E. **Water Quality management aeration and Shrimp farming.** Fisheries and Allied, Aquaculture, Auburn University Agricultural Experimental Station, Departmental Series, Alabama, USA, 1989, N° 21 – 83 p.

BOYD, C.E. **Water quality in ponds for aquaculture.** Alabama Agricultural Experimental Station, Auburn University, Alabama, USA, 1990, 482 p.

BOYD, C. E. **Shrimp pond bottom soil and sediment management.** In: J. Wyban (Ed.). Special Session on Shrimp Farming. The World Aquaculture Society, Botton Rouge, USA, 1992. p. 166-181.

BOYD, C. E. **Bottom soils, sediment, and pond aquaculture.** New York: Chapman & Hall. 1995. 348 p.

CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de água doce.** Jaboticabal: FUNEP, 1992.

CHEN, J., LIN, Ch. **Effects of ammonia on growth and moting of *Penaeus monodon* juveniles.** Comp. Biochem. Physiol. 101C(3), 1992. p. 449-452.

CHIEN, Y. **The management of sediment in prawn ponds.** In Anais do III Simpósio Brasileiro sobre Cultivo de Camarão. 1989, João Pessoa. V. 1, p. 219-243.

CLAUSEN, R. G. **Oxygen consumption in freshwater fishes.** Ecology, 1983 17 : 216-226.

CURTIS, H. **Biologia.** Cuarta Edição. Editorial Médica Panamericana S.A, México D. F. 1996. 1255 p.

DIANA, J. S., LIN, C. K., na SCHNEEBERGER, P.J. **Relationships among nutrient inputs, water nutrient concentrations, primary prouction, and yield of *Oreochromis niloticus* in ponds,** Aquaculture, 92, 323, 1991b

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. – Brasília : Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 1999.

FAGARIA, K.N. **Química de solos de Várzea**. II Simpósio Avançado de Solos e Nutrição de Plantas, 1989, pg 93-113.

FAO Inland Water Resources and Aquaculture Service, Fishery Resources Division. **Review of the state of world aquaculture**. FAO Fisheries Circular. No. 886, Rev. 1. Rome, FAO. 1997.

FARMER, G. J. and BEAMISH, F. W. H., 1969. **Oxygen consumption of *Tilapia nilotica* in relation to swimming speed and salinity**. J. Fish. Res. Bd. Canadá, 26: 2807-2821.

FAST, A., BOYD, C. E. **Water circulation, aeration and other management practices**. In: **Marine Shrimp Culture: Principles and Practices**. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 1992. p 431 – 456.

GREEN, B. W., PHELPS, R. P., and ALVARENGA, H. R., **The effect of manures and chemical fertilizers on the production of *Oreochromis niloticus* in earthen ponds**, Aquaculture, 76, 37, 1989.

HENNIG, G.J. e FERRAZ, G. C. **Biologia Geral: 2º grau 10º ed**. Mercado Aberto, Porto Alegre, 1981. 360p.

INSTITUTO DA POTASSA & FOSFATO. **Manual Internacional de Fertilidade do solo / tradução e adaptação de Alfredo Scheid Lopes**. 2 ed., ver. e ampl. Piracicaba : POTAFOS, 1998. 177 p. : il.

KINKELIN, P.: Michel, C.; Ghittino, P. **Tratado de las enfermedades de los peces**. Zaragoza: Acribia, 1991, 353p.

KUBITZA, F.; Cyrino, J. E. P.; Ono, E. **A Qualidade da água na produção de peixes**. Piracicaba: ESALQ, 1996, 42p.

KUBITZA, F. **Qualidade da Água na Produção de Peixes – Parte I. Panorama da Aquicultura Ltda.** Botafogo, RJ, v. 8, nº 45, p. 36-41, jan./fev. 1998a.

KUBITZA, F. **Qualidade da Água na Produção de Peixes – Parte II. Panorama da Aquicultura Ltda.** Botafogo, RJ, v. 8, nº 46, p. 35-41, mar./abr. 1998b.

KUBITZA, F. **Qualidade de água na produção de peixes.** Editor F. Kubitza, 1999a, 97p.

KUBITZA, F. **Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial/** Fernando Kubitza. Jundiaí : F. Kubitza, 2000. 285p.: il.

LOVSHIN, L.L. **Progress report on fishereis development in northeast Brasil. July 1, 1975 – December 31, 1976.** International Center for Aquaculture. Auburn University. Research and Development, 1977, Series Nº 14. 11p

LOVSHIN, L. L. **Worldwide tilapia culture.** In: Anais do I Workshop Internacional de Aquicultura. São Paulo, SP, Brasil. , 1997. P. 96-116.

LOVSHIN, L.L. **Tilápia farming: A Growing Worldwide Aquaculture Industry.** In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1997, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: 1997. p. 137-164.

MACINTOSH, D., PHILLIPS, M. **Enviromental issues in shrimp farming.** In: Shrimp 92, Proceedings of the 3th Global Conference on the Shrimp Industry, Hong Kong, 1992 a. p. 118-145.

MASSER, M. P. **Cage Culture: site selection and water quality.** Alabama Agricultural Experimental Station Extent. Serv. Bull. 1989.

MASUDA, K. and BOYD, C. E. **Phosphorus Fractions in Soil and Water of Aquaculture Ponds Built on Clayey Ultisols at Auburn, Alabama.** Journal of World Aquaculture Society. Vol. 25, nº. 3. 1994.

NCR (1983). **“Nutrient Requirements of Fish”**. Committee on Animal Nutrition, Board on Agric National R.C. Academy Press, Washington D.C. U.S.A 114p.

PÁDUA, H. B. **Conhecimento e utilização das variáveis físicas, químicas e biológicas na aqüicultura dulcícola Brasileira**. Anais/ Proceeding Biodiversidade na Aqüicultura, ABCC, João Pessoa Paraíba, 1993, 315-363p.

POLI, C. R. **Correção do pH dos Viveiros: Uma prática discutível**, Anais do 6º Simpósio Latinoamericano e 5º Simpósio Brasileiro de Aqüicultura, ABRAq, Florianópolis; SC, 1988, 60-67p.

PONNAMPERUMA, F.N. **The Chemistry of Submerged Soils**. Adv. Agron. 1972, 24 : 29-96

PRUDER, G. **Marine shrimp pond effluent: characterization and environmental impact**. In: J. Wyban (Ed.). Special Session on Shrimp Farming. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, USA. 1992, P. 187-190.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo; Piracicaba: Ceres, Potafos, 1991, 343p.

RIBEIRO, R.P. **Curso de Atualização em Piscicultura de Água doce – Ambiente e Água para a Piscicultura**. Maringá: UEM, 1997, 17p

RITVO, G., SHERMAN, M., LAWRENCE, A. L., SAMOCHA, T. M. **Determining the bottom soil sampling rate in shrimp ponds using variograms**; Aquacultural Engineering, Elsevier, 17 (1998) 273-282.

SÁNCHEZ, **Revista Agronômica Brasileira**. Série Agronomia 1972, p 422 a 482.

SIDDIQUI, A. Q., HOWLADER, M. S., ADAM, A. E. **Effects of dietary protein levels on growth, feed conversion and protein utilization in fry and Young Nile tilapia *Oreochromis niloticus***. Aquaculture, 1988, 70 : 63 – 73.

SMITH, E. V. and H. S. SWINGLE. 1939. The relationship between plankton production and fish production in ponds. Transactions American Fisheries Society 68:309-315.

SWINGLE, H. S. Relationship of pH of pond Water to their suitability for fish culture. Proceedings Pacific Congress 9(1957), 1961, volume 10.

TAVARES, L. H. S. Limnologia aplicada à aqüicultura. Jaboticabal: FUNEP, 1995, 72p.

VALLENTYNE, j. r., Jr., The Algal Bowl, Miscellaneous Special Publication 22, Department of the Environment, Ottawa, Canadá, 1974.

WANG, J. Managing shrimo pond water to reduce discharge problems. Aquacultural Engineering, 9, 1990. p. 61-73.

YI, Y., LIN, K. C. Analyses of Various Inputs for Pond Culture of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*): Profitability and Potential Environmental Impacts. 5° ISTA, Rio de Janeiro, 2000, 247-257p.

ZARET, T.M., DEVOL, A. H., and SANTOS, A. D., Nutrient addition experiments in Lago Jacaretinga, Central Amazon Basin, Brasil, Proceeding of the International Association of Theoretical and Applied Limnologists, 21, 721, 1981.