



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ – UFPA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
NÚCLEO DE ESTUDOS EM CIÊNCIA ANIMAL
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA
AMAZÔNIA ORIENTAL
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

ALEX DA SILVA SOUZA

ANÁLISE DE DESENVOLVIMENTO DO TAMBAQUI, *Colossoma macropomum* (Cuvier) 1818 (PISCES, SERRASALMIDAE), UTILIZANDO A MASSA DE MANDIOCA BRANCA, *Manihot esculenta* (Crantz) COMO COMPLEMENTO ALIMENTAR EM VIVEIROS DE PISCICULTURA EM ÁREA DE VÁRZEA

BELÉM
2009



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ – UFPA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
NÚCLEO DE ESTUDOS EM CIÊNCIA ANIMAL
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA
AMAZÔNIA ORIENTAL
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

ALEX DA SILVA SOUZA

ANÁLISE DE DESENVOLVIMENTO DO TAMBAQUI, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (PISCES, SERRASALMIDAE), UTILIZANDO A MASSA DE MANDIOCA BRANCA, *Manihot esculenta* (Crantz) COMO COMPLEMENTO ALIMENTAR EM VIVEIROS DE PISCICULTURA EM ÁREA DE VÁRZEA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Pará, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental e da Universidade Federal Rural da Amazônia, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal. Área de concentração: Ecologia Aquática e Aquicultura.

Orientador: Prof. Dr. Nuno Filipe Alves Correia de Melo

Belém
2009



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ – UFPA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
NÚCLEO DE ESTUDOS EM CIÊNCIA ANIMAL
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA
AMAZÔNIA ORIENTAL
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

ALEX DA SILVA SOUZA

ANÁLISE DE DESENVOLVIMENTO DO TAMBAQUI, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (PISCES, SERRASALMIDAE), UTILIZANDO A MASSA DE MANDIOCA BRANCA, *Manihot esculenta* (Crantz) COMO COMPLEMENTO ALIMENTAR EM VIVEIROS DE PISCICULTURA EM ÁREA DE VÁRZEA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Pará, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental e da Universidade Federal Rural da Amazônia, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal. Área de concentração: Ecologia Aquática e Aquicultura.

Data: ____/____/____

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Nuno Filipe Alves Correia de Melo
Presidente

Prof. Dra. Clara Ferreira de Melo
Membro

Prof. Dr. Carlos Alberto Machado da Rocha
Membro

Belém
2009

“Aos meus pais que sempre acreditaram em mim, mesmo quando eu não acreditava”.

Alex da Silva Souza

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sua presença em minha vida, proporcionando a dádiva do conhecimento e da ciência. Aos meus eternos ícones a quem sempre me espelho, meus pais, Raimundo Aderson Lobão de Souza e Ana Regina da Silva Souza, minhas irmãs Alícia e Nayara pelo amor fraterno, a toda minha família, que se tornaram os alicerces da minha vida por revestirem minha existência de amor e carinho.

À Universidade Federal do Pará – UFPA e ao seu corpo docente, pela possibilidade de agregar importantes conhecimentos em minha vida profissional.

À coordenadora do PPGCA Professora Dra. Sheila Farhaydes Souza Domingues, a todos os professores do PPGCA pelas horas de sabedoria, meus colegas de Pós - graduação por compartilharem lutas e vitórias, os quais sempre estarão em minhas lembranças.

À Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, por ter sido minha segunda morada.

Aos amigos(a) Marcos Brabo, Cristina Pantoja, Andrey Rabelo, Felipe Paulino, Eduardo “Barbosa”, Glauber Palheta e Atila Melo pelo incentivo, compreensão e ajuda nas horas de desespero

Ao Professor Carlos Alberto Peret da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, ao pesquisador Moisés Mourão Filho da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA / Amazônia oriental pelas incansáveis horas de ajuda e sabedoria.

Em especial agradeço a meu orientador, Nuno Filipe Alves Correia de Melo, pelo incessante e incondicional apoio.

A todos aqueles que contribuíram para a realização deste sonho, mais que minha gratidão e admiração, a promessa de valer a pena essa jornada, buscar e cumprir com dignidade a minha vocação, e em especial para todos aqueles que dificultaram e sempre estiveram de prontidão para tornar essa jornada árdua, pois sem vocês essa conquista não teria o devido valor.

Obrigado.

*"...Talvez não tenhamos conseguido
fazer o melhor, mas lutamos para que
o melhor fosse feito..."*

Martin Luther King

RESUMO

O Estado possui condições favoráveis para o desenvolvimento da piscicultura, que se constituirá numa alternativa para a produção de proteínas de origem animal, capaz de auxiliar na redução dos acentuados déficits encontrados na dieta alimentar da população paraense de baixa renda, assim como, minimizar os problemas pontuais causados pela sobrepesca e poluição química. E as várzeas da Amazônia brasileira, constituem-se então, num grande potencial para o desenvolvimento da piscicultura racional, mantendo a sustentabilidade do ecossistema através de tecnologias de manejo, em substituição aos métodos extrativistas tradicionais e predatórios. Um dos principais entraves da piscicultura é o elevado custo a ração que chega a compor até 80% do custo total da atividade, visto que não existe uma dieta com produtos regionais que baixasse esse custo, O custo das rações extrusadas ofertadas na região extrapola o limite da economia, devido principalmente à agregação do frete, vista a escassez das indústrias locais, assim como os altos preços dos principais insumos, notadamente em se tratando da fração protéica que é mais onerosa da dieta. Com base nessa realidade, a região Amazônica lança mão de subprodutos da agroindústria de fácil aquisição e baixo custo, para minimizar os gastos com a piscicultura e garantir a presença do peixe na mesa da população, que é o alimento mais consumido. No experimento a espécie utilizada foi o tambaqui, *Colossoma macropomum* é uma espécie ideal para piscicultura em área de várzea em virtude da sua rusticidade. Com isso o estudo de dietas alternativas possibilita um cultivo que viabilize economicamente a prática. O experimento foi realizado na área de várzea da UFRA, onde foram submetidos a 3 tratamentos, onde: V1) foi ministrado ração extrusada 28% P.B.; V2) ração comercial extrusada 28% parcelada com massa de mandioca branca e V3) foi ministrado massa de mandioca branca. Ao final do experimento observou-se que o viveiro onde foi ministrado ração comercial apresentou melhor desempenho zootécnico, porém o viveiro 2 onde foi ministrado ração comercial extrusada 28% parcelada com massa de mandioca branca apresentou um desempenho similar ao anterior, obtendo consumo 50% menor de ração extrusada.

Palavras-chave: Piscicultura, Tambaqui, *Colossoma macropomum*, mandioca branca, alimentação complementar

ABSTRACT

The State possesses favorable conditions for the development of the fishculture, that it will be constituted in an alternative for the production of proteins of animal origin, capable to aid in the reduction of the accentuated deficits found in the alimentary diet of the population paraense of low income, as well as, to minimize the punctual problems caused by the fisheries pression and chemical pollution. It is the várzeas of Brazilian Amazonia, they are constituted then, in a great potential for the development of the rational fishculture, maintaining the sustentable of the ecosystem through handling technologies, in substitution to the methods traditional and predatory capture. One of the main problems of the fishculture is the high cost the ration that gets to compose up to 80% of the total cost of the activity, because a diet doesn't exist with regional products that lowered that cost, The cost of the rations extruded oferted in the area it extrapolates the limit of the economy, owed mainly to the aggregation of the freight, see the shortage of the local industries, as well as the high prices of the main input, notedly in if being about the fraction proteic that is more onerous of the diet. With base in that reality, the Amazon area throws hand of by-products of the agroindustry of easy acquisition and low cost, to minimize the expenses with the fishculture and to guarantee the presence of the fish in the table of the population, that is the consumed food. In the experiment the used species was the tambaqui, *Colossoma macropomum* it is an ideal species for fishculture in várzea area by virtue of its rusticity. With that the study of alternative diets facilitates a cultivation that makes possible the practice economically. The experiment was accomplished in the area of várzea of UFRA, where they were submitted to 3 treatments, where: V1) it was administrated ration extruded 28% P.B.; V2) ration commercial extruded 28% parceled out with mass of white cassava and V3) it was administrated mass of white cassava. At the end of the experiment it was observed that the nursery where was administrated commercial ration presented better acting zootecnic, even so the nursery 2 where it was administrated) ration commercial estrusada 28% parceled out with mass of white cassava presented a similar acting to the previous, obtaining smaller consumption 50% of ration extruded.

Keywords: Fishculture, Tambaqui, *Colossoma macropomum*, white cassava, complemental feeding

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. JUSTIFICATIVA	15
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1. CLASSIFICAÇÃO SISTEMÁTICA	19
4. OBJETIVOS	20
4.1. OBJETIVO GERAL	20
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
5. MATERIAL E MÉTODOS	21
5.1. RELAÇÃO PESO X COMPRIMENTO	26
5.2. FATOR DE CONDIÇÃO	27
5.3. CURVAS DE CRESCIMENTOS EM COMPRIMENTO.....	27
5.4. CURVA DE CRESCIMENTO EM PESO.....	28
5.5. TAXA DE CRESCIMENTO ESPECÍFICO (TCE)	29
5.6. EFICIÊNCIA DE CRESCIMENTO (EC)	29
5.7. EFICIÊNCIA ALIMENTAR (EA)	29
5.8. CONSUMO DIÁRIO DE RAÇÃO (CDR)	30
5.9. CONVERSÃO ALIMENTAR APARENTE (CAA)	30
5.10. QUALIDADE DA ÁGUA	30
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
6.1. QUALIDADE DE ÁGUA	32
6.1.1. pH.....	32
6.1.2. Oxigênio dissolvido (O.D.).....	34
6.1.3. Transparência	36
6.1.4. Temperatura.....	37
6.1.5. Alcalinidade	39
6.1.7. Amônia (NH ₃)	41
6.1.8. Nitrato (NO ₃ -).....	43
6.1.9. Nitrito (NO ₂ -).....	44
6.2. ANÁLISE FATORIAL	46
6.3. RELAÇÃO PESO X COMPRIMENTO	47
6.4. CURVAS DE CRESCIMENTOS EM COMPRIMENTO.....	49
6.5. CURVA DE CRESCIMENTO EM PESO.....	54
6.7. TAXAS DE CRESCIMENTO.....	58
7. CONCLUSÃO	60
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tambaqui, <i>Colossoma macropomum</i> CUVIER 1818	19
Figura 2. Vista de satélite à 374 metros da área do experimento	21
Figura 3. Viveiros onde foram efetuados os experimentos, onde foram realizados os 3 tratamentos alimentares: V1 (alimentado com ração); V2 (alimentado com mandioca parcelado com ração) e V3 (alimentado com mandioca)	22
Figura 4. Visualização dos três tratamentos utilizados durante o experimento	23
Figura 5. Massa de mandioca branca triturada e seca ao sol	25
Figura 6. Mensuração dos animais durante o período experimental	26
Figura 7. Pesagem dos animais durante a execução do experimento	26
Figura 8. Variação mensal de pluviosidade (mm) na cidade de Belém (PA) caracterizando os períodos de: SC-CH – período de transição seca-chuvas; CH – período de chuvas; CH-SC – período de transição chuvas-seca; SC – período de seca (Fonte: INMET, 2004).....	31
Figura 9. (a) Valores mensais de pH, em função dos viveiros avaliados e (b) valores médio e erro padrão da média de pH nos períodos, em função dos viveiros avaliados. Onde: SC-CH – período de transição seca-chuvas; CH – período de chuvas; CH-SC – período de transição chuvas-seca; SC – período de seca	34
Figura 10. (a) Valores mensais de oxigênio dissolvido, em função dos viveiros avaliados e (b) valores médios e erro padrão da média de Oxigênio dissolvido	36
Figura 11. (a) Valores mensais de transparência da água, em função dos viveiros avaliados e (b) valores médio e erro padrão da média de transparência da água nos períodos, em função dos viveiros avaliados. Onde: SC-CH – período de transição seca-chuvas; CH – período de chuvas; CH-SC – período de transição chuvas-seca; SC – período de seca	37
Figura 12. Variação mensal da temperatura da água dos 3 viveiros durante o período de cultivo	39
Figura 13. (a) Valores mensais de Alcalinidade, em função dos viveiros avaliados e (b) valores médio e erro padrão da média de Alcalinidade	40
Figura 14. Observação dos 3 tratamentos utilizados, diferença de cor entre o viveiro 2 e os demais.	40
Figura 15. Detalhe da diferença de coloração entre o viveiro 2 e o viveiro 3, indicando melhor fertilização no viveiro2	41
Figura 16. (a) Valores mensais de NH ₃ , em função dos viveiros avaliados e (b) valores médio e erro padrão da média de NH ₃	43
Figura 17. (a) Valores mensais de NO ₃ , em função dos viveiros avaliados e (b) valores médio e erro padrão da média de NO ₃	44
Figura 18. (a) Valores mensais de NO ₂ , em função dos viveiros avaliados e (b) valores médio e erro padrão da média de NO ₂ nos períodos, em função dos viveiros avaliados. Onde: SC-CH – período de transição seca-chuvas; CH –	

período de chuvas; CH-SC – período de transição chuvas-seca; SC – período de seca	45
Figura 19. Auto-vetores e escores dos parâmetros	47
Figura 20. Relação peso/comprimento mensais nos viveiros (a) V1, (b) V2 e (c) V3 e (d) ajuste do modelo potencial a relação peso/comprimento nos viveiros	49
Figura 21. Transformação Ford-Walford aplica aos viveiros (a) V1, (b) V2 e (c) V3.....	52
Figura 22. Valores médios de crescimento em comprimento total nos viveiros (a) V1, (b) V2 e (c) V3, ajustado segundo o modelo potencial.....	53
Figura 23. (a) Sobreposição das Curvas de Crescimento em comprimento em relação ao tempo de cultivo dos indivíduos para os viveiros; (b) Curvas de crescimento em comprimento linearizadas pelas relações entre os incrementos em comprimentos e os comprimentos médios	54
Figura 24. Ajuste do modelo de crescimento mensal em peso nos viveiros (a) V1, (b) V2 e (c) V3 e (d) sobreposição entre todas as curvas.....	57
Figura 25. Curvas de biomassa nos viveiros (a) V1, (b) V2 e (c) V3 e (d) Índice de Biomassa no instante da despesca nos 3 viveiros	58

1. INTRODUÇÃO

A aquicultura vem crescendo no decorrer dos anos com sua participação na oferta global de pescados, onde no período de 1985 a 2005 obteve um crescimento de 94% (FAO, 2007). Sua contribuição com a oferta de pescados saltou de cerca de 8% em 1975 para 40% em 2005 (48,5% se considerarmos apenas o pescado para o consumo humano). A expectativa é de que em 2020 a aquicultura seja responsável por 70% da oferta de pescado para o consumo humano, ou seja ultrapasse 100 milhões de toneladas (FAO, 2007).

Os peixes formam o maior grupo dentre os animais cultivados no mundo. Em 2005, a produção correspondeu a 30,3 milhões de toneladas ou 48,1% do total da produção em peso, e no ambiente de água doce 27,7 milhões de toneladas foram produzidas ou 44,1 %, onde a China lidera com 43,27 milhões de toneladas o equivalente a 68,7% (FAO, 2007)

O Brasil é o país que apresenta o maior potencial para a produção de pescado através da piscicultura, tendo em vista suas dimensões territoriais, com mais de dois terços ocupando a região tropical, possuindo ricas bacias hidrográficas, destacando a bacia amazônica, responsável por 20% da água doce do mundo, sobressaindo ainda os milhões de hectares de águas represadas em açúdes e reservatórios e ainda, a imensidão de seus mais de oito mil quilômetros de costa que possibilita uma enorme e variada atividade de cultivo de espécies marinhas (MENCIA-MORALES, 1976).

A Amazônia que por sua vez apresenta uma imensa riqueza de recursos distribuídos em sua extensão territorial em um vasto potencial aquícola, (LIMA, 1956; CHAVES & VIEIRA, 1990; MASCARENHAS, 1987; LIMA & TOURINHO, 1994) em função da fertilidade de nutrientes inorgânicos, (JUNK, 1983; TEIXEIRA & CARDOSO, 1991), que são carregados pelas águas barrentas, e que apresentam características típicas para cada região, possibilitando que o manejo seja diferenciado (CHAVES & VIEIRA, 1990), além de dispor de água em abundância e com espécies endêmicas de alto valor comercial sendo susceptíveis de serem criadas em cativeiro, tais características apresentam condições para o desenvolvimento de um amplo programa de criação de organismos aquáticos. O

peixe na Amazônia representa símbolo de segurança alimentar, emprego, geração de renda e divisas para o estado.

O Estado do Pará ocupa 25,2% da região amazônica (MENCIA-MORALES, 1976), com uma área de 20.512 km² de águas interiores, o equivalente a 37% do país, além de possuir 562 Km de litoral marinho e 7% da costa do Brasil. Possui clima quente e úmido, e uniformidade de temperatura, onde a média anual está entre 24°C e 26°C (NIMER, 1977), Salati & Marques (1984) afirmam que o clima atual da região Amazônica é uma combinação de vários fatores, sendo que o mais importante é a disponibilidade de energia solar, através do balanço de energia. A Amazônia, situada na região entre 5 N e 10 S recebe no topo da atmosfera um valor máximo de 36,7 MJ.m-2.dia-1 em Dezembro/Janeiro e um valor mínimo de 30,7 MJ.m-2.dia-1 em Junho/Julho. Estes valores são reduzidos pela transmissão atmosférica, mas são, em média, da ordem de 15 MJ.m-2.dia-1. Medidas realizadas na Amazônia Central indicam que os maiores totais de radiação que chegam na superfície ocorrem nos meses de Setembro/Outubro, sendo que os mínimos são nos meses de Dezembro à Fevereiro. Esta distribuição é controlada pela nebulosidade advinda da migração SE/NW da convecção amazônica (Horel et al., 1989).

Devido aos altos valores de energia que incide na superfície, o comportamento da temperatura do ar mostra uma pequena variação ao longo do ano, onde a amplitude térmica sazonal é da ordem de 1-2°C, sendo que os valores médios situam-se entre 24° e 26°C. Especificamente, Belém (PA) apresenta a temperatura média mensal máxima de 26,5°C em Novembro e a mínima temperatura de 25,4°C em Março, tais informações foram obtidas por meio de 48 estações meteorológicas espalhadas pela Amazônia (Salati & Marques, 1984). De tal forma é possível realizar o cultivo de espécies piscícolas durante o ano todo, além de estar sendo muito bem servido pelas bacias, Amazônica e Araguaia - Tocantins, cujas águas desenvolvem-se a pesca industrial e artesanal, o que permite alternativas de exploração lacustre, fluvial, estuarina, costeira e de alto mar (CEPA - PARÁ, 1979). A aquicultura no Estado está em expansão, porém com sérios problemas em diversas modalidades aquícolas como: pesquisa insipiente, falta de tecnologia adaptada e falta de políticas públicas para o setor.

Tentando minimizar os problemas de falta de proteína animal de qualidade e baixo custo para as comunidades ribeirinhas que dependem dos recursos hídricos

para sobrevivência e que sofrem com a falta de pescado nos rios ocasionado pela sobrepesca e poluição aquática foi implantada a atividade em áreas de várzea. Para muitas comunidades ribeirinhas a piscicultura é a principal alternativa de ocupação e renda, fazendo também com que fixe o morador na sua própria região evitando assim o êxodo rural. Tal condição faz da piscicultura muito mais que uma atividade produtora, mas também uma atividade de resgate dos valores tradicionais das comunidades que sempre tiveram no peixe, sua principal fonte de alimentação e renda.

2. JUSTIFICATIVA

O Estado do Pará possui condições favoráveis para o desenvolvimento da piscicultura, que se constituirá numa alternativa para a produção de proteínas de origem animal, capaz de auxiliar na redução dos acentuados déficits encontrados na dieta alimentar da população de baixa renda, assim como, minimizar os problemas pontuais causados pela sobrepesca e poluição química. E as várzeas da Amazônia brasileira, constituem-se então, num grande potencial para o desenvolvimento da piscicultura racional, mantendo a sustentabilidade do ecossistema através de tecnologias de manejo, em substituição aos métodos extrativistas tradicionais e predatórios.

O tambaqui, *Colossoma macropomum* é uma espécie ideal para piscicultura por comunidades ribeirinhas em áreas de várzeas devido à sua rusticidade no cultivo. Um dos entraves da piscicultura é o elevado custo da ração que chega a compor até 80% do custo total da atividade (GUIMARÃES, 1991), visto que não existe uma dieta com produtos regionais que baixasse esse custo. Com isso o estudo de dietas alternativas possibilita um cultivo que viabilize economicamente a prática. O custo das rações extrusadas ofertadas na região extrapola o limite da economia, devido principalmente à agregação do frete, por não haver indústrias locais, assim como os altos preços dos principais insumos, notadamente em se tratando da fração protéica que é a mais onerosa da dieta. Com base nessa realidade, a região Amazônica lança mão de subprodutos da agroindústria de fácil aquisição e baixo custo, para minimizar os gastos com a piscicultura e garantir a presença do peixe na mesa da população, que é o alimento mais consumido.

Vários são os resíduos da agroindústria regional que já são utilizados na alimentação de peixes cultivados, onde se destacam o milho em substituição ao milho (SILVA et al, 1997), resíduos de cervejaria (CRUZ et al, 1997) e resíduos de fabricação de farinha (JORGE et al, 2002). Zeoula et al (1999) relataram que os teores de amido na matéria seca da raiz da mandioca variam de 76,20 a 91,39%. Outro resíduo da mandioca que merece destaque é o chamado bagaço da mandioca que é um subproduto da fabricação do polvilho, podendo conter até 60% de amido, sendo assim, uma fonte de carboidratos de rápida fermentação (BUTRIAGO, 1990).

Diversos tipos de dietas foram formuladas, substituindo componentes da ração, como farelo de milho, quirela de arroz, tentando obter uma ração que apresentasse um bom desempenho e baixo custo (SALDAÑA & LOPEZ, 1988). A mandioca e seus resíduos (casca de mandioca, farinha de varredura fécula) são ricos em energia e podem ser utilizados na alimentação animal (MARTINS, 2000), mostrando o alto potencial nutritivo dessa raiz. Durante o processamento da mandioca pelas indústrias farinheiras, grande parte do farelo produzido se perde ao cair no chão da fábrica, tornando-se impróprio para o consumo humano e apresentando um baixo custo e boa disponibilidade. Outro fator interessante do farelo de mandioca é o efeito aglutinante que ele apresenta, sendo uma característica favorável às rações aquícolas, reduzindo a dissolução da ração na água e conseqüente redução da perda de nutrientes, propiciando melhor aproveitamento da ração pelo animal (SEIXAS *et al.*, 1997).

Se faz necessário estudar as alternativas alimentares com garantia de rentabilidade econômica para assegurar ao pequeno e médio piscicultor a confiança na criação de peixes, como forma de produção de alimentos com otimização do espaço, fixação no campo e geração de renda familiar além de garantir um aumento da qualidade de vida desses produtores que utilizam a piscicultura familiar e comunitária como principal atividade econômica.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier) 1818 é nativo do rio Amazonas, Orinoco e seus afluentes, e conhecido por diversos nomes populares tais como: bocó ou ruelo (quando na fase juvenil), gamitama, cachama e cachama negra (SOUZA & IMBIRIBA, 1978). Sua distribuição geográfica está presente entre as bacias do Orinoco-Venezuela e Amazônia (RINGUELET, *et al.*, 1967; MAGOLECCIA, 1970). É um peixe de grande porte, rústico e de crescimento rápido, alcançando até 90 cm de comprimento padrão e 30 kg de peso (BARBOSA, 1986). Atinge a maturidade gonadal aos 60-69 cm, reproduzindo-se no período de setembro a dezembro (VILLACORTA CORREA & SAINT-PAUL, 1999)

Segundo Britski (1991), existem controvérsias na classificação sistemática do tambaqui, entre os diferentes pesquisadores como Géry (1977), Machado-Alisson

(1982), além de Ferreira *et al* (1998). No presente estudo foi seguida a classificação de Géry (1977) e Ferreira *et al* (1998), que identifica a espécie pertencente à ordem Characiformes e família Serrasalminidae, onde não apresenta dentes no maxilar, possuindo entre 84 a 107 rastros no primeiro arco branquial, 78 a 84 escamas na linha lateral, 23 a 27 séries de escamas acima da linha lateral e 20 a 22 séries abaixo dela. Possui escamas por todo o corpo que é alto e comprimido lateralmente com opérculo longo e a nadadeira adiposa é composta de raios e considera *Colossoma oculum* (Cope), 1972 e *Colossoma nigripinis* (Cope), 1978 como sinônimos, já que ambas denominações foram baseadas em descrições de indivíduos de diferentes faixas etárias que se modificam de acordo com seu desenvolvimento (BRITSKI, 1977).

Segundo Honda (1974) e Goulding & Carvalho (1982) possui hábito alimentar onívoro uma vez que variam de acordo com a faixa etária assim como, a enchente e vazante. Na fase larvar com menos de 10 cm de comprimento padrão, parece que as algas são importantes na dieta. Enquanto nos jovens, a sua alimentação consiste de frutos, sementes e zooplâncton. Já nos adultos a dieta consiste inteiramente de frutos e sementes, em termos de volume dando preferência para o fruto das seringueiras, *Hevea* spp. (Euphorbiaceae).

O tambaqui é considerado uma espécie de grande importância comercial para a região, e de grande potencial para o cultivo (HONDA, 1974; SILVA *et al*, 1975; SOUZA & IMBIRIBA, 1978 e SAINT-PAUL, 1986). A captura comercial do tambaqui na bacia amazônica teve início por volta do fim do século 19 (GOULDING & CARVALHO, 1982), mas a pesca intensiva dirigida a esta espécie parece ter sido iniciada no fim da década de sessenta do século passado, com o rápido crescimento das populações urbanas e o avanço das tecnologias dos aparelhos de pesca (GOULDING & CARVALHO, 1982)

Por ser uma espécie resistente a baixos teores de oxigênio (SAINT-PAUL, 1989) e possuir atributos potenciais para a piscicultura como: fácil manejo, largo espectro alimentar, rusticidade, crescimento rápido, carne saborosa e de boa qualidade, potencial para policultivo e duas desovas induzidas por ano (HONDA, 1974; SILVA *et al*, 1975; SAINT-PAUL, 1986; WOYNAROVICH & HORVATH, 1983; CASTAGNOLI & CYRINO, 1986; PINHEIRO & SILVA, 1988; GRAEF, in: VAL & HONCZARYK, 1995), obtendo um rendimento de carne de 61% (PERALTA, 1987 in:

MALCA, 1989). O seu cultivo já vem sendo testado há algum tempo por Silva et al (1975, 1980, 1984); Bello et al. (1989); Silva & Gurgel (1989); Heredia & González (1990); Souza (1999). Villacorta Correa & Saint-Paul (1999) também constatou que o tambaqui é uma espécie que se adapta muito bem a ração e em ecossistema de várzea, encontrou maiores reservas de gordura cavitária nos peixes superiores a 55 cm de comprimento padrão.

Moura et al, (1998) estudando aspectos da alimentação e nutrição do tambaqui em tanques-rede, observou que os indivíduos apresentaram maior desenvolvimento quando alimentados com rações de fontes protéicas de origem animal. Já Bock et al (1998) pesquisando o uso do farelo de soja e da farinha de peixe, como principal fonte protéica em dietas para alevinos de tambaqui, obteve ótimos resultados de desempenho utilizando o farelo de soja suplementado com metionina.

Dentre as comunidades ribeirinhas um dos sub-produtos comumente descartados é a mandioca (*Manihot esculenta*), planta nativa do Brasil, cultivada em praticamente todo seu território (GOMES & PEÑA, 1997).

Moraes-Dallaqua & Coral (2002) classificam a mandioca como uma planta pertencente à família Euphorbiaceae, com raiz adventícia com padrão anatômico normal de desenvolvimento até o início do processo de tuberização, estabelecendo-se uma diferenciação maior de células parênquimáticas do xilema para o acúmulo de grãos de amido.

Um dos subprodutos agroindustriais de grande oferta e freqüência é o resíduo de fabricação de farinha, composto de féculas, raspas, pontas e a massa da mandioca. De acordo com Jorge *et al.* (2002) a mandioca e seus subprodutos têm potencial e disponibilidade para serem utilizados na alimentação animal. Enquanto Cavalcanti (2002) afirma que as raízes da mandioca possuem valor energético semelhante ao milho. Por outro lado Marques *et al.* (2000) vê a mandioca e seus resíduos como fontes alternativas de energia, uma vez que os grãos produzidos são largamente utilizados na alimentação humana e de animais monogástricos, tornando-se assim mais concorridos e, conseqüentemente, com custo mais elevado.

Todavia, os dados referentes à utilização da mandioca e seus resíduos, em substituição parcial ou total aos alimentos tradicionalmente utilizados na alimentação de animais confinados são escassos e pouco conclusivos. De acordo com Jorge *et*

al. (2002) a mandioca é uma das plantas fotossintetizadoras mais eficientes que se conhece, sendo que, suas raízes apresentam teores que variam entre 20 e 45% de amido e 5% de açucares redutores.

3.1. CLASSIFICAÇÃO SISTEMÁTICA

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Subfilo: Vertebrata

Superclasse: Pisces

Classe: Actinopterygii

Ordem: Characiformes

Família: Serrasalminidae

Gênero: *Colossoma*

Espécie: *Colossoma macropomum*, CUVIER 1818 (Figura 1)



(Fonte: Souza. 2005)

Figura 1. Tambaqui, *Colossoma macropomum* CUVIER 1818

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GERAL

- Avaliar o desempenho do tambaqui *Colossoma macropomum*. utilizando massa da mandioca como complemento da ração comercial

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conhecer as taxas de crescimento do tambaqui sob os tratamentos utilizando massa da mandioca como complemento da ração comercial na alimentação
- Avaliar a viabilidade econômica deste sistema de manejo
- Caracterizar a qualidade de água nos sistemas de cultivo testados

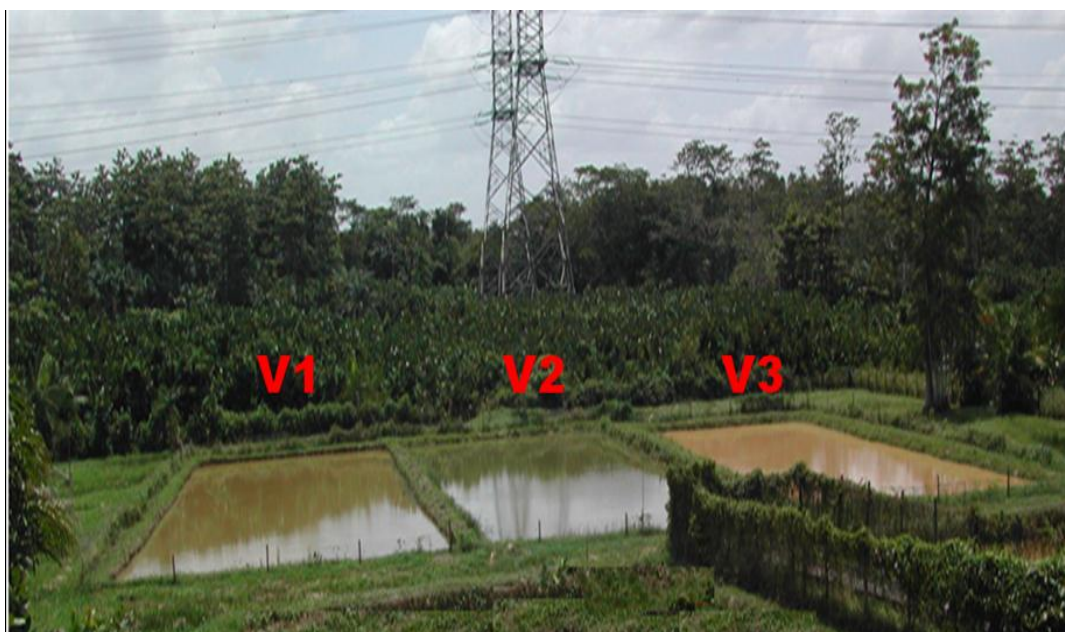
5. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no período de janeiro a dezembro de 2005, na Unidade Experimental de Várzea da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), em viveiros escavados em solo gley pouco húmico, com pH variando de 5,2 a 5,8 (Figura 2 e 3). Localizado na cidade de Belém, Estado do Pará, situada no paralelo 01°27'20" S, e no meridiano 48° 30' 15" W Gr, cuja caracterização climática é do tipo Afi, segundo Köppen, típico por apresentar chuvas durante o ano inteiro, sendo o período mais chuvoso que compreende de dezembro a maio, e outro menos chuvoso, que vai de junho a novembro. A temperatura média anual é de 25,9°C, precipitação pluviométrica de 2.761 mm/ano, umidade relativa do ar de 86% e insolação de 2.389 horas/ano (BASTOS, 1972; SALATI & MARQUES, 1984).

Foram utilizados três viveiros com área de 600 m², e altura de lâmina da água de 1,0m a 1,20m, abastecidos individualmente através de um canal com água oriunda do Rio Guamá durante o período de maré cheia e suplementados com água bombeada de poço artesiano.



Figura 2. Vista de satélite à 374 metros da área do experimento



Fonte: (Alex Souza, 2005)

Figura 3. Viveiros onde foram efetuados os experimentos, onde foram realizados os 3 tratamentos alimentares: V1 (alimentado com ração); V2 (alimentado com mandioca parcelado com ração) e V3 (alimentado com mandioca)

Nos viveiros foi mantida uma vazão de 0,020 l/s e receberam calagem com cal hidratada [CA(OH)_2] na proporção de 1000 kg/ha, segundo as recomendações de Osório et al. (1979), totalizando 60 kg para cada viveiro, medida essa utilizada para correção do pH e profilaxia, também foi realizada fertilizações químicas (Superfosfato triplo) e orgânicas (esterco de frango curtido), totalizando 2,7kg de fertilizante químico para cada viveiro e 30 kg de esterco de frango curtido para cada viveiro.

A estocagem foi realizada com alevinos de mesma classe etária com peso médio aproximado de 1g e comprimento médio aproximado de 4cm, todos provenientes de desova induzida com tempo estimado de vida de 20 dias, onde foram estocados em densidades de 1 peixe/m², ou seja 600 peixes com um excedente de 30% para suprir as perdas, totalizando 780 indivíduos. A espécie cultivada foi o *Colossoma macropomum* (tambaqui), que possui carne saborosa e em cativeiro pode alcançar até 1,4 kg de peso em um ano e 3 kg em dois anos de cultivo. Por ser peixe de piracema, não desova naturalmente em cativeiro, necessitando de desova induzida por técnicas específicas (hipofisção). Sua

alimentação em vida livre constitui-se principalmente em frutas, sementes e organismos aquáticos de pequeno porte.

Em cativeiro aceita outros tipos de alimentos como grãos, tubérculos e rações. Em cativeiro, consome em média 2 kg de ração para um 1 kg de peixe no primeiro ano de vida (GRAEF, 1995). No decorrer do experimento, os peixes foram alimentados em quantidade relacionada à biomassa que variou de 5% a 2% dependendo do tratamento (Figura 3) e do período de cultivo. Foram utilizados 3 tratamentos (Figura 4), onde:

V₁) ração industrial extrusada com 28% PB conforme composição no Quadro 1, que foi ministrada em todo o período de cultivo (100%);

V₂) ração industrial extrusada com 28% (50%), complementada (50%) com massa de mandioca branca (*Manihot esculenta*) umedecida (50%) após trituração e homogeneização

V₃) neste tratamento só foi ministrada massa mandioca branca (100%), previamente seca ao sol (Figura 4), conforme composição no Quadro 2.



Fonte: (Alex Souza, 2005)

Figura 4. Visualização dos três tratamentos utilizados durante o experimento

Quadro 1. Composição centesimal da ração extrusada utilizada no experimento

COMPONENTES	QUANTIDADES
Ácido fólico	0,60 mg
Ácido pantotênico	11 mg
Antioxidante	125 mg
Cálcio (máx.)	1,6 %
Cobalto	0,10 mg
Cobre	8 mg
Colina	350 mg
Extrato etéreo (min)	3%
Ferro	30 mg
Fibra (máx.)	9%
Fósforo (min)	0,6 %
Iodo	1mg
Manganês	70 mg
Proteína bruta (min.)	28%
Selênio	0,20 mg
Umidade (máx.)	13%
Vitamina A	12.000 U.I.
Vitamina B1	1,50 mg
Vitamina B12	20 mcg
Vitamina B2	6 mg
Vitamina B6	2,50 mg
Vitamina C	125 mg
Vitamina D3	2.000 U.I.
Vitamina E	15 U.I.
Vitamina H	10 mg
Vitamina K3	K3 2 mg
Vitamina PP	35 mg
Zinco	60 mg
Matéria mineral (máx.)	10%
Energia Bruta	2500Kcal/Kg

Quadro 2. Composição bromatológica da mandioca branca (*Manihot esculenta*) utilizada no experimento

COMPONENTES	QUANTIDADES
Matéria Seca (MS%)	84,83
Proteína Bruta(PB%)	1,11
Lipídios (Gordura) (EE%)	0,29
Umidade (%)	15,17
Fibra Bruta (FB%)	8,00
Energia Bruta (EB%)	4,58
Cinza (MM%)	3,56
Extratos Não Nitrogenados* (ENN%)	66,53

* Quantidade de Carboidratos presentes no alimento



Fonte: Alvarado, 2004

Figura 5. Massa de mandioca branca triturada e seca ao sol

As amostragens foram efetuadas mensalmente ao acaso com um número correspondendo a 10 % dos indivíduos estocados (60 indivíduos) em cada viveiro segundo as recomendações de Bernardino & Melo (1989), e registrados o comprimento total (em centímetros) e o peso total (em gramas). As medidas associadas à proporção corporal foram obtidas com auxílio de um paquímetro e os pesos individuais para os alevinos, obtidos por meio de uma balança eletrônica semi-analítica com capacidade máxima de 160g, e mínima de 0,5g e uma precisão

de 0,1g. Para os peixes adultos, foi utilizado um ictiômetro e uma balança com capacidade máxima para 2000g e intervalos de 10g (Figuras 5 e 6).



Fonte: (Alex Souza, 2005)

Figura 6. Mensuração dos animais durante o período experimental



Fonte: (Alex Souza, 2005)

Figura 7. Pesagem dos animais durante a execução do experimento

Para a avaliação do desenvolvimento do *Colossoma macropomum*, foram estimados mensalmente os seguintes parâmetros:

5.1. RELAÇÃO PESO X COMPRIMENTO

Os valores de peso total (W_T) e comprimento total (L_T) dos indivíduos amostrados são observados a partir de um gráfico de dispersão onde os dados

foram lançados. Sendo o comprimento total a variável independente (X) e o peso como a variável dependente (Y). De acordo com Santos (1978), será empregado o método indutivo, com o ajustamento das curvas através dos mínimos quadrados [Eq. 1]

$$W_T = \emptyset L_T^\theta \quad [\text{Eq. 1}]$$

Onde: W_T - peso total do peixe no tempo de cultivo; \emptyset - fator de condição; L_T - comprimento total médio do peixe no tempo de cultivo; θ - constante relacionada com a forma de crescimento do peixe, isométrico ou alométrico

A transformação logarítmica dos dados empíricos provou a linearidade visto que [Eq. 2]:

$$\log_e W_T = \log_e \emptyset + \theta \log_e L_T \quad [\text{Eq. 2}]$$

5.2. FATOR DE CONDIÇÃO

Para calcular o fator de condição médio mensal foi utilizada a expressão [Eq. 3]:

$$\emptyset^* = \frac{W_T}{L_T^\theta} \quad [\text{Eq. 3}]$$

Onde: W_T - Peso Total; L_T - Comprimento Total; θ - Constante da relação peso / comprimento estimada com dados dos exemplares amostrados dos viveiros

Os valores de \emptyset^* , de cada viveiro sob as distintas dietas alimentares, foram lançados em gráficos em função do tempo de cultivo.

5.3. CURVAS DE CRESCIMENTOS EM COMPRIMENTO

Aos dados de comprimento total médio (L_T) de cada viveiro, foi aplicada a expressão de Von Bertalanffy (1938), e modificada para cultivo por Santos (1978) [Eq. 4]:

$$L_T = L_\infty \left[1 - e^{-K(T - T_e)} \right] \quad [\text{Eq. 4}]$$

Onde: L_T - comprimento total médio dos indivíduos no tempo (T) de cultivo; L_∞ - comprimento total máximo que, em média os indivíduos poderão atingir nas condições de cultivo; K - coeficiente de crescimento; T - tempo de cultivo; T_e - fator de correção do tempo de cultivo (T).

A validade de curva de Von Bertalanffy aos dados levantados, foi fornecida pela transformação Ford-Walford (Walford, 1946), que relaciona o comprimento dos indivíduos no instante T (L_T) ao comprimento em um instante T + ΔT [$C_{T+\Delta T}$], através da expressão de uma reta, ajustado através dos mínimos quadrados. O valor do comprimento assíncrono (L^∞) foi determinado pela fórmula [Eq. 5]:

$$L^\infty = \frac{A}{1 - B} \quad [\text{Eq. 5}]$$

O valor do fator de correção do tempo de cultivo (T_e) baseou-se na metodologia de estimativa do fator de correção da idade dos indivíduos (T_1) descrita por Santos (1978), Peret (1980), Verani (1980) e Pereira (1986), em que o tempo relativo de cultivo (T^*) está relacionado com o comprimento relativo correspondente a esse tempo (L_T^*), segundo a equação [Eq. 6]:

$$\log \frac{(L_T - L^\infty)}{L^\infty} = -K T \quad [\text{Eq. 6}]$$

Ajustada a reta e estimados os coeficientes A e B pelo método dos mínimos quadrados, foi possível calcular os valores de K e T_e através das fórmulas [Eq. 7 e 8]:

$$K = -B \quad [\text{Eq. 7}]$$

$$T^e = A / B \quad [\text{Eq. 8}]$$

Com a estimativa dos valores de L^∞ , K e T^e , foi obtida para cada expressão matemática da curva teórica de crescimento em comprimento

5.4. CURVA DE CRESCIMENTO EM PESO

A Curva de crescimento em peso adaptada ao cultivo intensivo, relaciona o peso total médio (W_T) com o tempo de cultivo (T). Através do método dedutivo descrito por Santos (1978), o modelo matemático desta curva é derivado de duas observações biológicas, tanto para relação peso/comprimento [Eq. 9], quanto para curva de crescimento em comprimento [Eq. 10]

$$W_T = \emptyset L_T^\theta \quad [\text{Eq. 9}]$$

$$G = B \left[\frac{K T_e}{L^\infty} \right]^\theta \quad [\text{Eq. 10}]$$

Destas duas curvas, foi obtida a expressão matemática da curva de crescimento em peso [Eq. 11]

$$W = W_\infty \left[\frac{K T_e}{L^\infty} \right]^\theta \quad [\text{Eq. 11}]$$

Onde o valor de W_∞ foi estimado pela expressão [Eq. 12]:

$$W_\infty = \emptyset B \quad [\text{Eq. 12}]$$

Onde W_∞ - peso total máximo que, em média, os indivíduos atingem; \emptyset - constante estimada com o total dos valores empíricos de W_T e L_T , pelo método dos mínimos quadrados; \emptyset^* - fator de condição "corrigido", correspondendo à média dos valores de \emptyset individuais em cada viveiro; L^∞ - comprimento total máximo que, em média, os indivíduos podem atingir (assíntota da curva de crescimento em comprimento)

Após a estimativa dos parâmetros W_∞ , K , T_e e Θ , foi obtida, para cada viveiro, a expressão matemática da curva teórica de crescimento em peso, assim como a Biomassa total para cada viveiro

5.5. TAXA DE CRESCIMENTO ESPECÍFICO (TCE)

Segundo Weatherley & Gill (1987) [Eq. 13]:

$$TCE = (\ln P_F - \ln P_I) \times 100 / \Delta t \quad [\text{Eq. 13}]$$

Onde: Ln: logaritmo neperiano; P_F : Peso médio final (g); P_I : Peso médio inicial (g); Δt : Intervalo de tempo (dias) entre as pesagens;

5.6. EFICIÊNCIA DE CRESCIMENTO (EC)

Segundo, Hayward *et al.* (2000) [Eq. 14]:

$$EC = (B_F - B_I) / Q_r \quad [\text{Eq. 14}]$$

Onde: B_F - Biomassa final (kg); B_I - Biomassa Inicial (kg); Q_r - Quantidade de ração fornecida (kg)

5.7. EFICIÊNCIA ALIMENTAR (EA)

$$EA = 100 \times [\text{ganho de massa (g)} / \text{quantidade de ração ingerida (g)}]$$

5.8. CONSUMO DIÁRIO DE RAÇÃO (CDR)

$$\text{CDR} = 100 \times [(\text{quantidade de ração (g)} / \text{biomassa de peixe (g)}) / \text{dias}]$$

5.9. CONVERSÃO ALIMENTAR APARENTE (CAA)

Segundo Bernardino & Ferrari (1989) [Eq. 15]

$$\text{CAA} = \text{Qr} / (\text{B}_F - \text{B}_I) \quad [\text{Eq. 15}]$$

Onde: Qr - Quantidade de ração fornecida (kg); B_F - Biomassa final (kg); B_I - Biomassa Inicial (kg)

5.10. QUALIDADE DA ÁGUA

Parâmetros físico-químicos indicadores de qualidade de água são importantes em um sistema de piscicultura, pois a qualidade da água não só influencia no crescimento dos peixes, como também é através dela que se determina a sobrevivência dos mesmos. Os peixes influenciam na qualidade da água por meio de processos como eliminação de dejetos e respiração. A quantidade de ração fornecida também influencia diretamente na qualidade da água. Os fatores da qualidade de água se interrelacionam. Para o monitoramento da qualidade da água foram aferidos os seguintes parâmetros:

- **Temperatura da água** (° C) - medida no campo, no momento das coletas, utilizando-se sensor acoplado à sonda de um oxímetro YSI modelo 57;
- **Potencial hidrogeniônico** (pH)- através de potenciômetro com medidor digital de modelo CORNING 3 SENSOR;
- **Oxigênio dissolvido** (ppm) – medido em campo e no momento das coletas, com oxigenômetro YSI modelo 57,
- **Transparência** (cm) – através do disco de Secchi com 30 cm de diâmetro;
- **Alcalinidade Total** (mg/l) - em laboratório através de titulometria usando HCl N/50 como titulante;
- **Amônia** (NH₃⁺ - mg/l) - através do fotocolorímetro modelo LM200;
- **Nitrito** (NO₂⁻ - mg/l) - através do fotocolorímetro modelo LM200;
- **Nitrato** (NO₃⁻ - mg/l) - através do fotocolorímetro modelo LM200;

Os resultados mensais foram classificados em 4 períodos distintos, de acordo com a média pluviométrica mensal (Tabela 1 e Figura 2), onde é possível verificar as variações mensais de pluviosidade

Tabela 01 – Precipitação Pluviométrica (mm) média mensal em Belém – Pa.

Janeiro (CH)	359.1	Julho (SC)	150.2
Fevereiro (CH)	367.8	Agosto (SC)	124.0
Março (CH)	451.0	Setembro (SC)	118.0
Abril (CH-SC)	444.2	Outubro (SC-CH)	125.6
Mai (CH-SC)	300.0	Novembro (SC-CH)	156.5
Junho (CH-SC)	183.0	Dezembro (SC-CH)	289.2

Fonte: INMET (2004) modificado por Souza, 2009

Onde: SC-CH – período de transição seca-chuvas; CH – período de chuvas; CH-SC – período de transição chuvas-seca; SC – período de seca

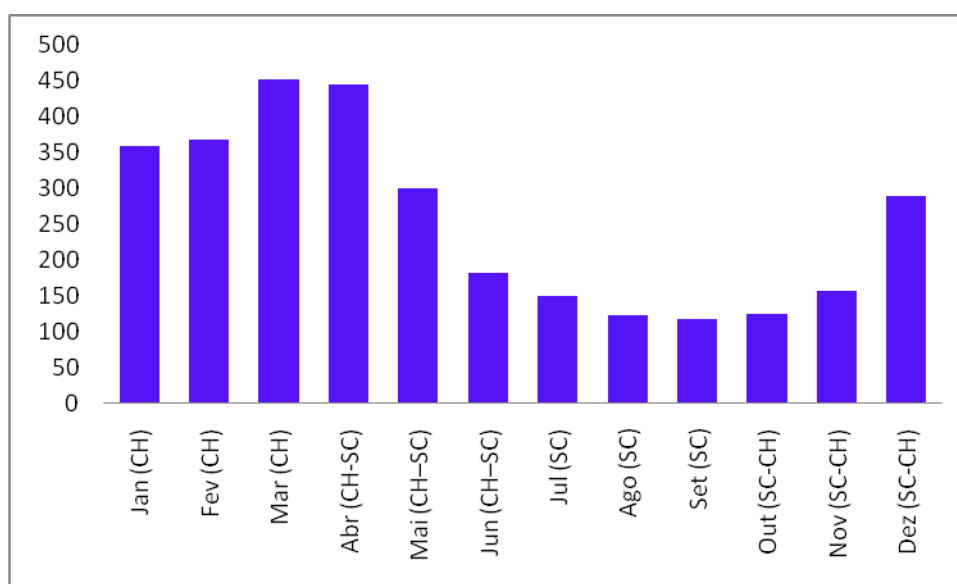


Figura 8. Variação mensal de pluviosidade (mm) na cidade de Belém (PA) caracterizando os períodos de: SC-CH – período de transição seca-chuvas; CH – período de chuvas; CH-SC – período de transição chuvas-seca; SC – período de seca (Fonte: INMET, 2004)

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. QUALIDADE DE ÁGUA

A qualidade de água é de grande importância em um sistema de piscicultura, pois ela terá influência no crescimento dos peixes, como também é através dela que se determina a sobrevivência dos mesmos. Os peixes influenciam na qualidade da água por meio de processos como eliminação de dejetos e respiração. A quantidade de ração fornecida também influencia diretamente na qualidade da água. Tais fatores são diretamente relacionados com o desenvolvimento dos peixes. Os fatores da qualidade de água interagem uns com os outros. Essa interação pode ser complexa; o que pode ser tóxico e causar mortalidades.

Os 3 viveiros apresentaram padrões distintos de qualidade de água, o que pode ser justificado pelos tratamentos neles utilizados. Nas análises a seguir foi possível verificar que há uma discriminação importante e significativa entre os tratamentos.

O viveiro 3 teve o pior desempenho comparado aos outros viveiros. A qualidade da água não é boa. Há variáveis que comprometem a piscicultura como NO_2 (nitrito) e NH_3 (Amônia), este dois que em altas concentrações são letais aos peixes, tal presença é influenciada pelo pH no ciclo do Nitrogênio, onde estar havendo uma demanda de O_2 muito alta para processos oxidativos, já os viveiros 1 e 2 apesar de apresentarem crescimento similar, de acordo com a análise de crescimento, apresentaram diferenças relacionadas á qualidade da água, onde isso pode ser justificado pelo tratamento utilizado

6.1.1. pH

A concentração de íons de hidrogênio na água indicará se a mesma é básica ou ácida. Na piscicultura os peixes sobrevivem e crescem melhor em água com pH variando entre 6 – 9 (SIPAÚBA, 1994). Se o pH sair dessa faixa, seu crescimento será afetado; A respiração, fotossíntese, adubação, calagem e poluição são os cinco fatores que causam a mudança de pH na água. Alterações no pH da água podem provocar dificuldade em estabelecer o equilíbrio osmótico ao nível das brânquias, o que determina grandes dificuldades respiratórias (SWINGLE, 1961; MOUNT, 1973).

O pH sofre oscilações diárias, de acordo com os diversos fatores que estejam envolvidos, o nível de dióxido de carbono está alto e o pH do viveiro é baixo, e isso é resultado da respiração que ocorreu durante a noite (dióxido de carbono forma um ácido fraco quando dissolve na água). Como o dióxido de carbono é removido da água, o pH aumenta. O baixo pH do dia é tipicamente associado ao baixo nível de CO₂. Já o alto pH do dia está associado com o alto nível de CO₂ (BOYD, 1990).

Nos viveiros 1 e 2 pode-se observar um comportamento similar nas médias mensais (Figura 9), onde durante o período de cheia é observado um pH mais ácido, que pode ser explicado pelo próprio período de intercessão de chuvas, adicionado ao tratamento utilizado (massa de mandioca branca), já que essas características só foram atribuídos a viveiros onde foi utilizada a massa de mandioca branca, também foi observado que a média de pH permanece próximo a neutralidade o que pode ser indicado pela presença da massa de mandioca branca. Já no viveiro 3 observou-se um pH ácido durante todo o ano.

Dentre os 3 viveiros estudados, apenas os viveiros 1 (100% ração) e 2 (ração extrusada 50% + massa de mandioca branca 50%) apresentaram durante o período de estudo valores de pH entre os níveis ideais para piscicultura, que variam entre 6 e 8 (SOUZA, 2004).

O logaritmo negativo da concentração molar de íons hidrogênio (pH), é considerado uma variável de difícil interpretação, devido ao grande número de fatores que podem influenciá-lo (ESTEVES, 1988). Swingle (1961); Mount (1973) apud Sipaúba (1994), reporta que peixes em cativeiro por longos períodos em águas com pH inferiores a 6,5 e superiores a 9,5 diminuirá a reprodução e o crescimento. Já Proença & Bittencourt(1994) relata que bruscas mudanças de pH são prejudiciais aos peixes, causando transtornos nas guelras e na epiderme, segundo Howells (1983), em águas ácidas pode ocorrer uma disfunção na osmorregulação e funcionamento das brânquias dos peixes, comprometendo a capacidade respiratória e perda de energia, reduzindo assim o crescimento. Izel (1995), trabalhando com peixes em cativeiro relata que viveiros com pH inferior a 5 podem afetar o desenvolvimento zootécnico dos peixes.

Um dos efeitos fisiológicos mais comuns de peixes submetidos a baixos teores de pH, é a redução do crescimento em função da absorção e transporte do

oxigênio, regulação iônica e equilíbrio ácido-base (LENHART & STEINBERG, 1984; In: ESTEVES, 1988).

Chervinski (1982), cita que o elevado pH e ocasionalmente baixos teores de oxigênio dissolvido pela manhã não chegam a causar problemas para *Oreochromis niloticus*, assim como para outros peixes.

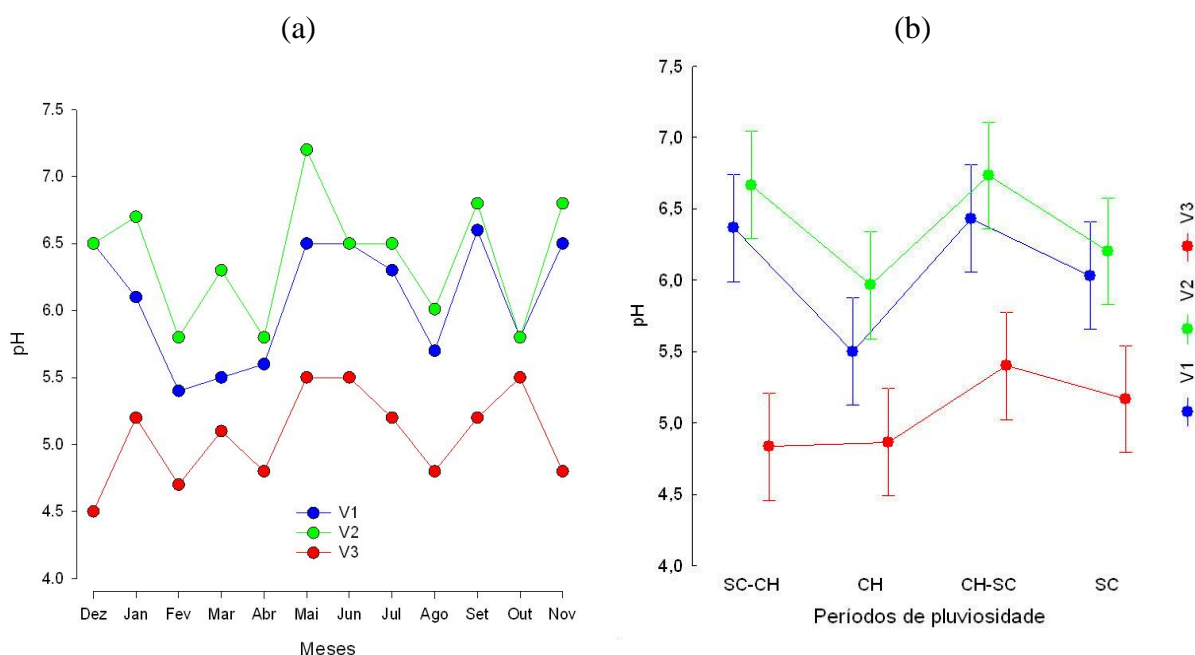


Figura 9. (a) Valores mensais de pH, em função dos viveiros avaliados e (b) valores médio e erro padrão da média de pH nos períodos, em função dos viveiros avaliados. Onde: SC-CH – período de transição seca-chuvas; CH – período de chuvas; CH-SC – período de transição chuvas-seca; SC – período de seca

6.1.2. Oxigênio dissolvido (O.D.)

O oxigênio dissolvido é a variável físico-química mais importante da piscicultura, por ser um fator limitante para a sobrevivência dos peixes. É vital em ecossistemas aquáticos, ressaltando que os peixes com raras exceções não sobrevivem sem oxigênio dissolvido na água. Este gás atua como fator limitante sobre o crescimento, sendo muitas vezes mais importante que o próprio alimento (KRAMER, 1987).

A concentração do oxigênio na água varia com a sua temperatura (relação concentração/temperatura está intimamente ligada), bem como a solubilidade desse gás depende ainda da pressão atmosférica e da salinidade da água. A solubilidade do oxigênio na água diminui à medida que a temperatura aumenta, em temperatura

alta, os peixes logo utilizam o oxigênio dissolvido da água, podendo ocorrer mortalidade por asfixia. Já a solubilidade de oxigênio dissolvido diminui com a redução da pressão atmosférica (BOYD, 1990). A liberação de oxigênio na água mediante processo fotossintético pelo fitoplâncton é a principal fonte de obtenção do oxigênio dissolvido em um sistema de cultivo de peixes. A concentração de oxigênio dissolvido na água varia continuamente durante o dia, em consequência de processos físicos, químicos e biológicos.

O oxigênio é produzido pela difusão direta água-ar e por fotossíntese através do processo em que as algas transformam o gás carbônico e a água em oxigênio e carboidratos na presença da luz. Durante a noite ocorre o processo inverso, o oxigênio produzido durante o dia é consumido pela respiração, processo em que a alga produz gás carbônico através do carboidrato e consumo do oxigênio produzido durante o dia, mas a produção de oxigênio pela fotossíntese é maior que a de gás carbônico (SIPAÚBA, 1994).

Em dias claros, a taxa fotossintética aumenta rapidamente, podendo permanecer alta até o pôr-do-sol, embora à tarde possa diminuir. O céu nublado causa um decréscimo na taxa de fotossíntese. Os processos oxidativos, como a respiração, ocasionam fortes diminuições na taxa de oxigênio na água. A respiração leva também ao aumento da concentração de gás carbônico. Existem também outros gases que, se desprenderem do fundo do viveiro sob forma de bolhas, como o gás sulfídrico que pode provocar o aumento das reações de decomposição, devido ao excesso de matéria orgânica que ocorre no fundo do viveiro (BOYD, 1990).

Nos 3 tratamentos utilizados, as concentrações de oxigênio dissolvido permaneceram entre os padrões aceitáveis de piscicultura em área de várzea durante todo o período de experimento, apenas o viveiro 3 apresentou um pico de queda de oxigênio dissolvido durante o mês de abril (Figura 10), o que pode ser explicado por ser um mês chuvoso de muita nebulosidade, diminuindo assim a taxa de produção de oxigênio por fotossíntese.

Weitkamp & Katz (1980), menciona que a supersaturação do oxigênio dissolvido pode provocar efeitos sub-letais através da “enfermidade das bolhas” incidindo diretamente sobre o crescimento dos animais; assim como baixos níveis de oxigênio dissolvido, afetam o desenvolvimento dos organismos (BOYD, 1989)

Almeida-Val & Val apud Val & Honczaryk (1995), relatam que o crescimento dos peixes principalmente do gênero *Colossoma*, é prejudicado em ambiente anóxico, visto que a energia é direcionada para a sobrevivência dos indivíduos na formação do lábio protátil para captar o oxigênio aéreo. Saint-Paul (1989), relata que o tambaqui, *Colossoma macropomum* sobrevive em concentrações de oxigênio dissolvido abaixo de 0,5 mg/l

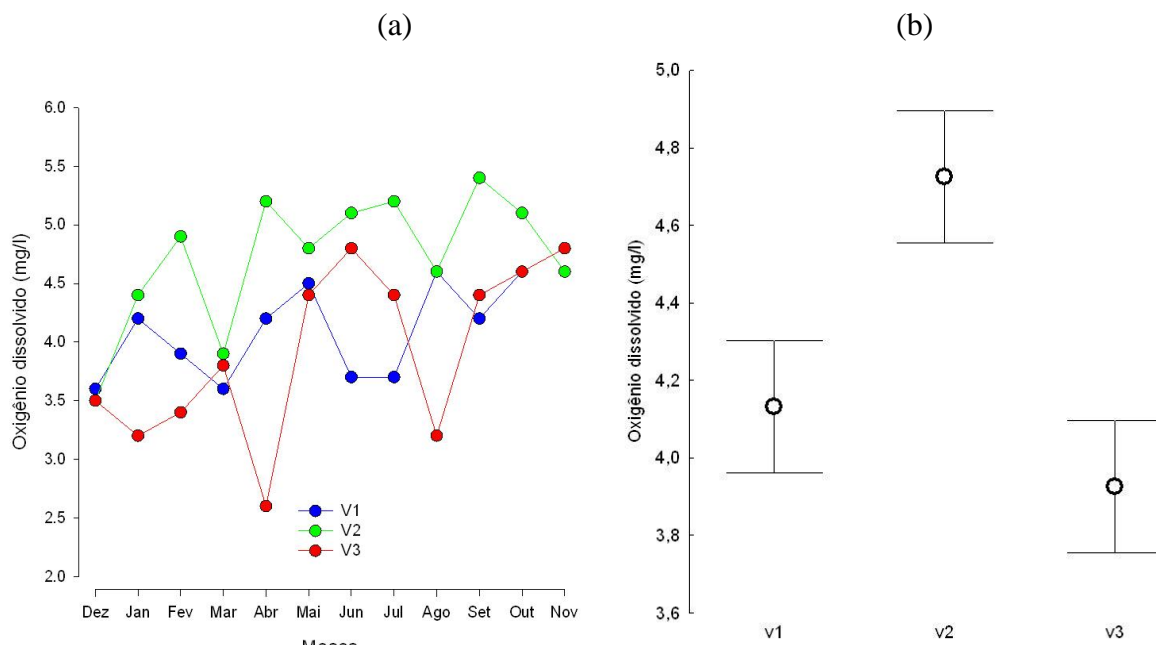


Figura 10. (a) Valores mensais de oxigênio dissolvido, em função dos viveiros avaliados e (b) valores médios e erro padrão da média de Oxigênio dissolvido

6.1.3. Transparência

A transparência é uma medida diretamente relacionada com a produção primária, assim como a turbidez e a concentração de sólidos totais dissolvidos (STD). A transparência ou turvação da água dos viveiros impede a penetração dos raios solares na coluna de água. A luz solar é fonte de energia essencial para os vegetais clorofilados (algas), que produzem substâncias orgânicas, através da fotossíntese. Parte do corpo d'água que recebe a luz pode variar em profundidade, de alguns centímetros e até alguns metros, dependendo do grau de turbidez, que pode ser influenciado tanto por fatores abióticos (partículas sólidas em suspensão) quanto por bióticos (algas e microrganismos).

A capacidade da água deixar-se atravessar pela luz, pode ser alterada pela turbidez e pelas partículas em suspensão que com a aderência de argila nas guelras prejudica a respiração dos peixes, causando o estresse e perda de energia dos

peixes devido aos constantes deslocamentos à superfície da água, onde está saturada de oxigênio e dificuldade respiratória, causando perda de peso (GALLI & TORLONI, 1985; IZEL, 1995)

Os valores aceitáveis de transparência para a piscicultura variam de 0,2 a 0,5m onde os 3 viveiros estiveram nesse intervalo por todo período de cultivo (Figura 11) (SOUZA, 2004)

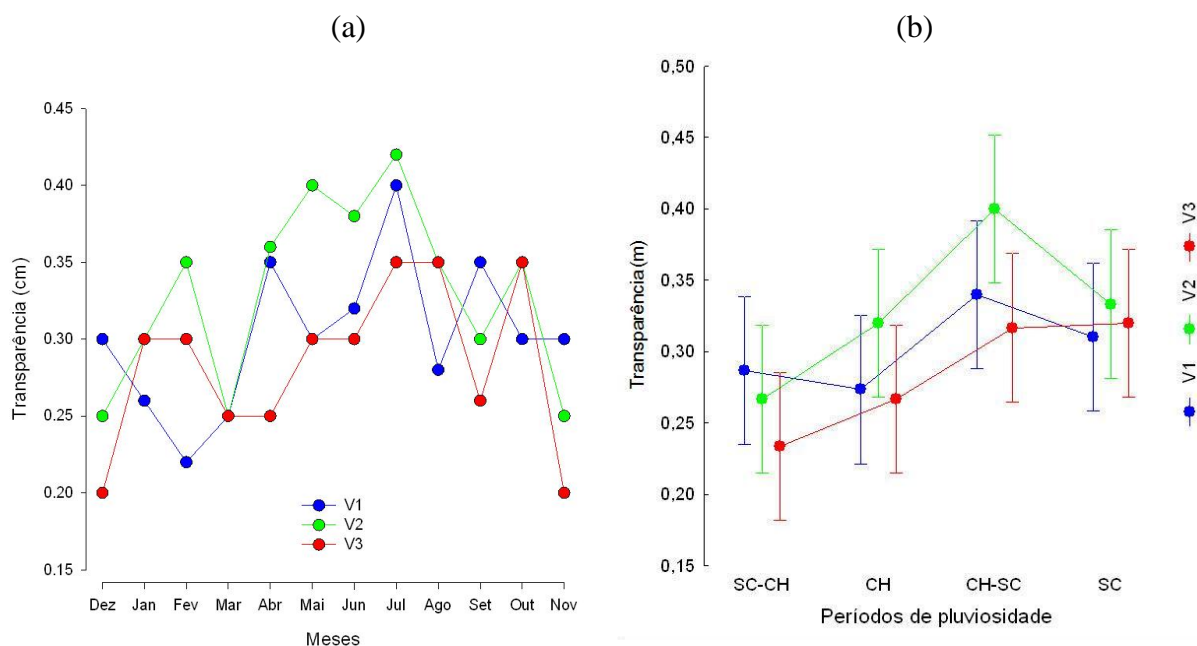


Figura 11. (a) Valores mensais de transparência da água, em função dos viveiros avaliados e (b) valores médio e erro padrão da média de transparência da água nos períodos, em função dos viveiros avaliados. Onde: SC-CH – período de transição seca-chuvas; CH – período de chuvas; CH-SC – período de transição chuvas-seca; SC – período de seca

6.1.4. Temperatura

A temperatura da água é um dos fenômenos químicos e biológicos importantes existentes em um viveiro. Todas as atividades fisiológicas dos peixes (respiração, digestão, reprodução, alimentação, etc.) estão intimamente ligadas à temperatura da água. Os peixes ajustam sua temperatura corporal de acordo com a temperatura da água. Cada espécie tem uma temperatura na qual melhor se adapta e se desenvolve, o tambaqui, por ser uma espécie rústica pode ser cultivado em temperaturas que variam de 22 a 30° C, sendo de 26 a 28° C a temperatura ótima (BOYD, 1989; SIPAÚBA-SIPAÚBA, 1994). Já Izel (1995) relata que os peixes nativos da região amazônica necessitam de temperaturas entre 25 a 30 °C para realizar as suas funções vitais. E essas mudanças bruscas podem ocorrer estresse e

predisponência à doenças, ficando evidente que a temperatura afeta diretamente desenvolvimento dos peixes.

Wooton (1995) diz que a temperatura age como reguladora da taxa de consumo alimentar, tendo grande influência no crescimento e metabolismo geral. As temperaturas acima ou abaixo do ótimo influenciam de forma a reduzir seu crescimento. Em caso de temperaturas extremas, podem acontecer mortalidades. A temperatura tem um efeito pronunciado nos processos químicos. De uma maneira geral, a velocidade das reações químicas dobram ou triplicam para cada 10°C de aumento na temperatura. Assim, os tratamentos químicos e os fertilizantes (adubos) dissolvem-se mais rapidamente (decomposição de matéria orgânica), colaborando para o aumento do consumo de oxigênio. Os peixes apresentam uma baixa tolerância às variações bruscas de temperatura (choque térmico), podendo haver problemas com variações bruscas de mais ou menos 5°C.

A região amazônica como um todo apesar de possuir peculiaridades climáticas, não apresenta grande variação de temperatura ao longo do ano (Figura 12) o que pode ser comprovado pela uniformidade da temperatura que durante todo o período de cultivo sempre permaneceu entre 28 e 30° C nos 3 viveiros. A temperatura tem sido demonstrada por vários autores (BRETT, 1970; BERNARDINO & FERRARI, 1986; FERRAZ DE LIMA et al, 1988; CARNEIRO, 1990), que existe um limite máximo tolerável pela espécie. Sendo o *Colossoma macropomum* uma espécie que requer elevadas temperatura para o seu bom desempenho. Saint-Paul (1985) coloca as temperaturas ótimas para o *Colossoma macropomum* entre 27 °C e 31 °C.

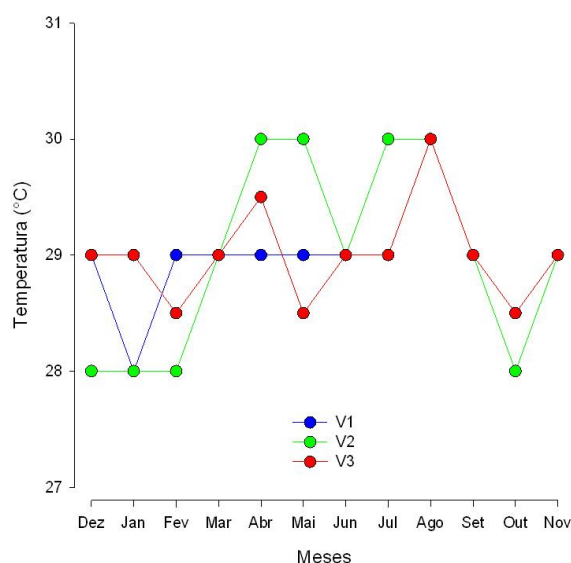


Figura 12. Variação mensal da temperatura da água dos 3 viveiros durante o período de cultivo

6.1.5. Alcalinidade

Este parâmetro se refere à concentração total de bases tituláveis da água. Embora a amônia, os fosfatos, os silicatos e a hidroxila (OH-) se comportem como bases contribuindo para a alcalinidade total, os íons bicarbonatos e carbonatos são os mais abundantes e responsáveis por praticamente toda a alcalinidade nas águas dos sistemas aquaculturais. (PROENÇA & BITTENCOURT, 1994).

Gurgel & Vinatea apud FAO (1988), relata que é possível que os peixes que resistem a uma grande variação de pH, possam se utilizar de suas reservas alcalinas para ajusta-las às necessidades de seus organismos. Além disso as águas alcalinas apresentam maior produtividade biológica, quando dentro de determinados limites, e conseqüentemente oferecendo melhores condições de desenvolvimento aos organismos aquáticos, principalmente na criação de peixes. A alcalinidade total é expressa em equivalentes de CaCO_3 (mg de $\text{CaCO}_3/1$). O ácido carbônico (H_2CO_3) é um produto da reação ácida do CO_2 na água. A ionização do ácido carbônico é o processo desencadeador da formação do íon bicarbonato, de tal forma à capacidade do meio em resistir às mudanças de pH para valores mais ácidos. Na maioria das águas, os carbonatos e os bicarbonatos são as bases predominantes (OSTRENSKY & BOERGER, 1998). A alcalinidade tem importante papel na produtividade global dos ecossistemas aquáticos, por fazer parte de importantes processos químicos e

fisiológicos (ROJAS et al, 2004). Em ambos os viveiros a concentração de alcalinidade se apresentou baixa, onde a faixa ideal para o cultivo de peixes é de 40 a 200, evidenciando a necessidade de fertilizações em ambos os viveiros (Figura 13), porém no viveiro 2 foi observado um índice melhor o que pode ser explicado que a massa de mandioca serviu também como fertilizante orgânico, através da sua própria decomposição liberando nitrogênio (Figura 14)

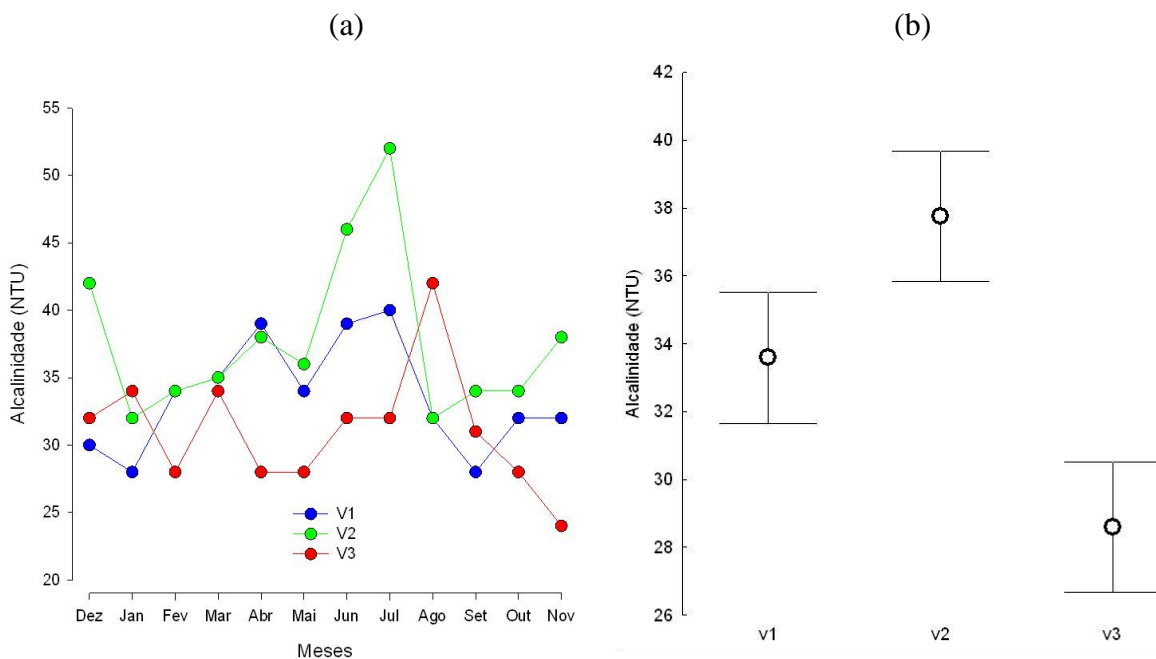


Figura 13. (a) Valores mensais de Alcalinidade, em função dos viveiros avaliados e (b) valores médio e erro padrão da média de Alcalinidade

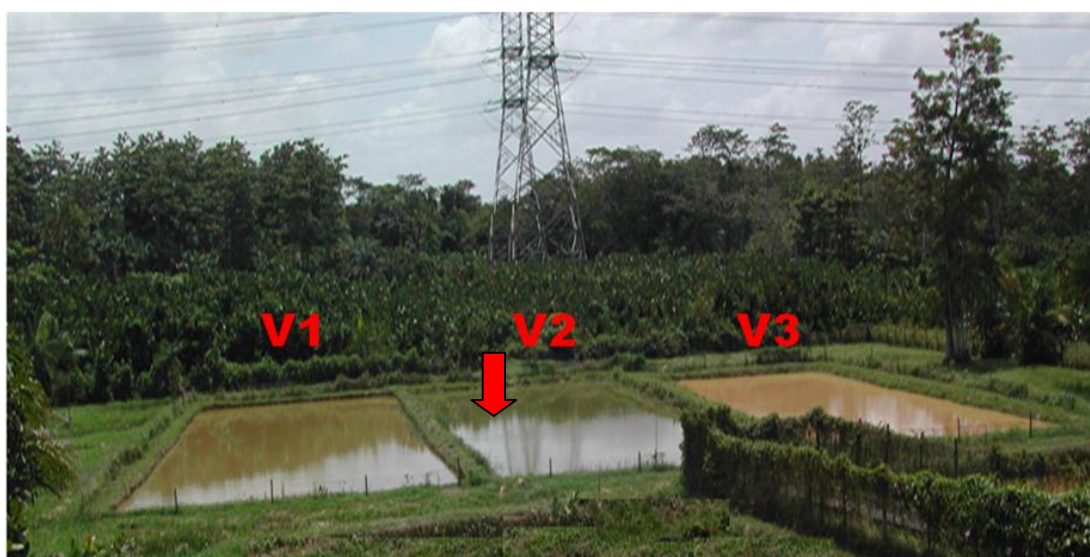


Figura 14. Observação dos 3 tratamentos utilizados, diferença de cor entre o viveiro 2 e os demais.



Figura 15. Detalhe da diferença de coloração entre o viveiro 2 e o viveiro 3, indicando melhor fertilização no viveiro2

6.1.7. Amônia (NH₃)

O nitrogênio é considerado um dos elementos mais importantes no metabolismo de ecossistemas aquáticos, em razão de sua participação na formação de proteínas, podendo atuar como fator limitante da produção primária desses ecossistemas e, em determinadas condições, tornar-se tóxico para os organismos aquáticos. Dentre os compostos nitrogenados dissolvidos na água, encontra-se uma forma ionizada, NH₄⁺, denominada íon amônio, ou simplesmente amônio, e outra não ionizada, NH₃, amplamente conhecida como amônia. As duas formas juntas constituem a amônia total, ou nitrogênio amoniacal total. Quanto mais elevado for o pH, maior será a porcentagem da amônia total presente na forma NH₃, não ionizada (forma tóxica). Os compostos nitrogenados incorporados à água, na piscicultura intensiva, provêm, principalmente, da alimentação. A amônia é um composto resultante do catabolismo de proteínas, sendo encontrada em baixos níveis no início das criações, quando a biomassa é ainda pequena. Com o aumento da biomassa, o nível de amônia aumenta proporcionalmente ao aumento da quantidade de alimento fornecido.

O controle da quantidade e da qualidade do alimento, bem como o controle adequado do fluxo da água, são de fundamental importância para a manutenção da qualidade da água de um sistema artificial de criação. A amônia é o principal produto

de excreção dos organismos aquáticos. Estando composta de amônia ionizada (NH_4) e não-ionizada (NH_3), sendo esta a forma mais tóxica aos peixes. E o aumento do pH e da temperatura da água é diretamente proporcional a toxidez da amônia não-ionizada. A amônia na água pode ter sua origem na decomposição da matéria orgânica, poluição, excrementos de organismos aquáticos, processos de denitrificação e morte de “blooms” de algas. Elevadas concentrações de oxigênio dissolvido diminuem a toxidez da amônia, (PROENÇA & BITTENCOURT, 1994).

Sipaúba (1994) reporta que os principais efeitos da amônia sobre os peixes nos viveiros de cultivo são: elevação do pH do sangue, afeta permeabilidade do peixe, e reduz a concentração interna de íons, aumenta o consumo de oxigênio nos tecidos, prejudica as brânquias, e reduz a habilidade do sangue em transportar oxigênio, mudanças histológicas principalmente no rins e baço, aumenta a suscetibilidade dos peixes a doenças. Os 3 viveiros apresentaram comportamentos semelhantes à concentração de amônia, permanecendo dentro da faixa ideal pra cultivo (Figura 16), sendo que o viveiro 3 se apresentou com maiores concentrações, o que pode ser explicado pelo excesso mandioca que em processo de decomposição (nitrificação) ocasionou um maior índice dde NH_3 , porém não houve comprometimento do crescimento, já nos viveiros 1 e 2, apresentaram concentrações mais baixas o que pode ser explicado pela presença de massa de mandioca branca em concentrações menores (viveiro2), este comportamento se evidenciará em todos os compostos nitrogenados.

E que faixa ideal para os peixes está entre 0,6 mg/l a 2,0 mg/l. Já Souza (2004) relata que os níveis aceitáveis de amônia são de até 1,0 mg/l. Russo & Thurston apud Vinatea, (2004) cita que a amônia ao nível celular, pode bloquear o processo de fosforilação oxidativa e, conseqüentemente, diminuir o crescimento dos animais, visto que estes ficam impossibilitados de converter a energia alimentar em ATP. Já Colt & Tchobanoglous (1976), determinaram para o *Ictalurus punctatus* o LC50 (96 h) é de 3,8 mg/l de NH_3 .

Shilo & Rimon (1982) sugerem que o aparecimento dos metabólitos nitrogenados, amônia e nitritos são responsáveis pelo retardamento no crescimento de peixes. Golterman et al. (1978), considera que o aumento da disponibilidade de amônia pode ser causado pela queda na taxa de oxidação em baixas temperaturas e presença de compostos orgânicos.

Concentrações subletais de amônia no ambiente aquático tem sido associadas a danos no aparelho branquial e redução no crescimento de peixes (MEADE, 1985). De acordo com Ismiño-Orbe (1997), valores de até 0,46 mg/L de NH_3 não causam diminuição do crescimento do tambaqui, sendo esta uma espécie extremamente resistente à toxidez de amônia.

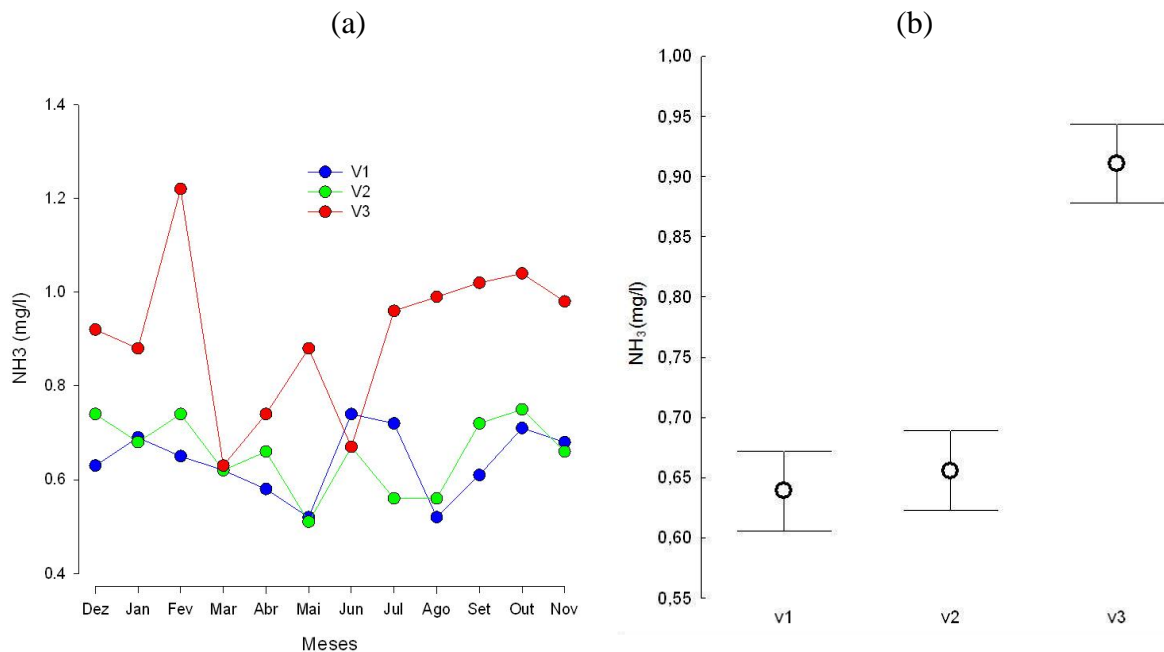


Figura 16. (a) Valores mensais de NH_3 , em função dos viveiros avaliados e (b) valores médio e erro padrão da média de NH_3

6.1.8. Nitrato (NO_3^-)

É o produto final da amônia do nitrito a nitrato do processo aeróbico de nitrificação através do Nitrobacter. Vinatea Arana (1997) relata que a toxidez desse composto parece não ser séria, mas pode se tornar tóxico em sistemas fechado com efeito sobre a osmorregulação e possivelmente sobre o transporte de oxigênio, o que pode comprometer o desenvolvimento dos peixes.

No viveiro 3 se apresentou com maiores concentrações de nitrato, o que pode ser mais uma vez comprovado pelo excesso da massa de mandioca, podendo também ter afetado no comprometimento do crescimento, já nos viveiros 1 e 2, apresentaram concentrações mais baixas o que pode ser explicado pelo tratamento utilizado na alimentação dos indivíduos (Figura 17).

Nuñer & Verani (1998), observou que a taxa de crescimento específico aumentava na medida em que se elevava a concentração de nitrato. Sipaúba (1994) relata que os valores aceitáveis sem comprometer o crescimento dos peixes é de até 5,0 mg/l.

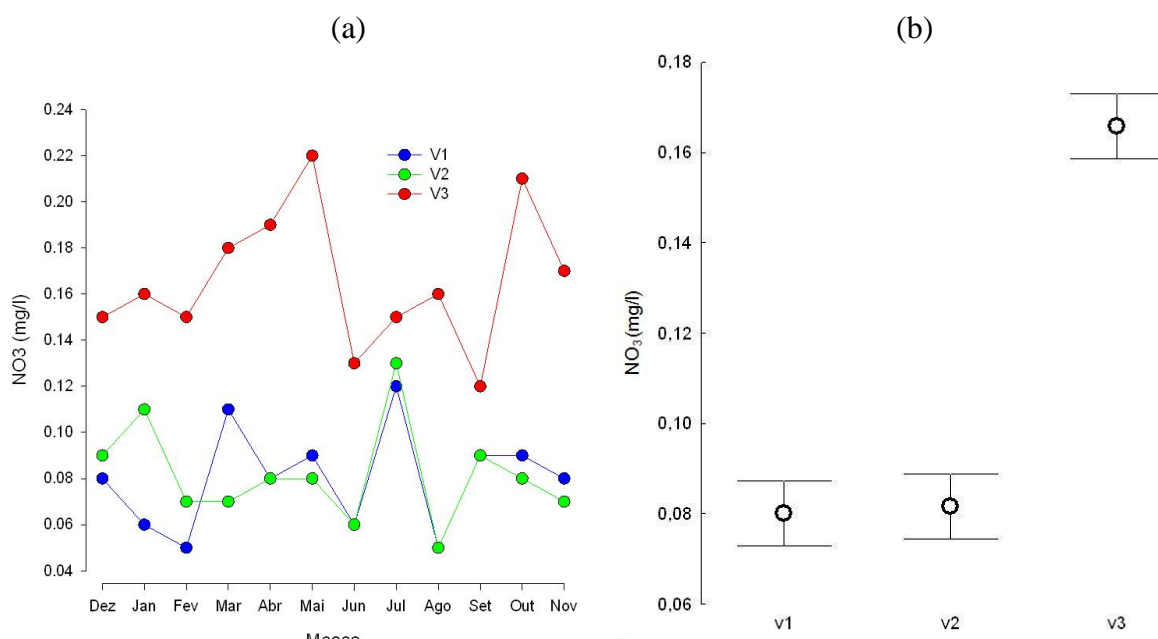


Figura 17. (a) Valores mensais de NO₃, em função dos viveiros avaliados e (b) valores médio e erro padrão da média de NO₃

6.1.9. Nitrito (NO₂⁻)

O nitrito é o produto intermediário na oxidação biológica da amônia a nitrato (nitrificação) através das bactérias Nitrosomonas. A principal toxidez do nitrito refere-se à capacidade que este composto tem para oxidar a hemoglobina do sangue, transformando em metahemoglobina (molécula incapaz de transportar oxigênio) provocando assim a morte dos peixes por asfixia, mesmo havendo oxigênio dissolvido em abundância na água (SPOTTE, 1979; URRUTIA & TOMASSO, 1987)

O viveiro 3 se apresentou com maiores concentrações de nitrito, o que pode ser explicado pelo excesso da massa de mandioca branca, já nos viveiros 1 e 2, apresentaram concentrações mais baixas (Figura 18) o que pode ser explicado pela

aceitabilidade dos tratamentos alimentares. Souza (2004) relata que as recomendações são realizadas para concentrações até 0,5 mg/l, apesar desse valor variar de acordo com a espécie, idade e pH da água

Smith & Williams (1974), observaram que indivíduos de *Salmo gairdneri* e *Oncorhynchus tshawytscha* expostos a uma concentração de 0,15 mg/l apresentaram sintomas de estresse, hemorragia, cor marrom do sangue e necrose do timo, mas não morreram. A diferença de toxicidade do nitrito entre diferentes espécies de peixes deve estar baseada na capacidade que cada espécie possui de acumular esta Substância (TOMASSO, 1994).

Colt et al (1981), encontrou redução no crescimento de juvenis de *Ictalurus punctatus* em concentrações 1,6 mg/l de nitrito, e acima destes valores ocasionou a morte dos peixes.

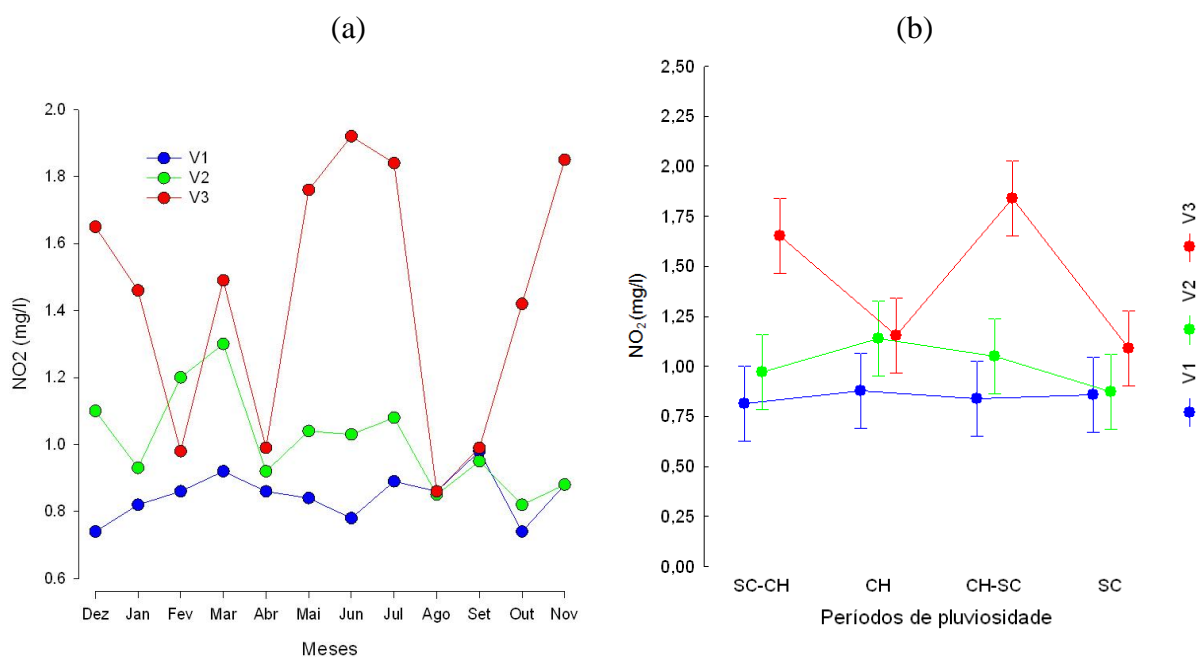


Figura 18. (a) Valores mensais de NO₂, em função dos viveiros avaliados e (b) valores médio e erro padrão da média de NO₂ nos períodos, em função dos viveiros avaliados. Onde: SC-CH – período de transição seca-chuvas; CH – período de chuvas; CH-SC – período de transição chuvas-seca; SC – período de seca

6.2. ANÁLISE FATORIAL

A aplicação de uma análise fatorial (*factor analysis*), com extração via componentes principais, estabeleceu quatro componentes principais, os quais representaram cerca de 75% da variação total dos dados (**Tabela 2**).

O PCA I, apresentou com orientação negativa de auto-vetores as variáveis físico químicas: NH₃, NO₂ e turbidez e com orientação positiva: pH, transparência, oxigênio dissolvido e alcalinidade (**Tabela 2** e Figura 19).

Tabela 2. Autovalores, autovetores extraídos na análise fatorial e variação global dos dados explicada pelos componentes principais a partir das variáveis de qualidade da água

	PCA I	PCA II	PCA III	PCA IV
Ph	0,476	-0,007	0,315	0,011
Oxigênio dissolvido	0,270	0,271	0,471	0,387
Transparência	0,287	0,589	0,072	-0,087
Temperatura	0,152	0,351	-0,605	0,254
Alcalinidade	0,261	0,322	-0,067	-0,632
Turbidez	-0,385	0,490	0,026	0,013
NH ₃	-0,435	0,173	0,030	-0,378
NO ₃	-0,189	0,000	0,523	-0,244
NO ₂	-0,392	0,286	0,168	0,419
Auto-valores	3,056	1,424	1,273	1,017
Variação (%)	33,95	15,82	14,15	11,30
Variação Cum. (%)	33,95	49,77	63,92	75,21

Onde: Valores em negrito – autovetores com $|\lambda| \geq 0,20$

Já no PCA II, foram assinalados auto-vetores significativos, somente com orientação positiva, a saber: transparência, turbidez, temperatura, alcalinidade, NO₂ e oxigênio dissolvido (**Tabela 2** e Figura 19).

O PCA III, apresentou como auto-valores significativos, com orientação positiva: NO₃, oxigênio dissolvido e pH. Enquanto que somente temperatura apresentou-se como auto-vetor significativo, com orientação negativa (**Tabela 2** e Figura 19).

Para o PCA IV, as variáveis NO₂, oxigênio dissolvido e temperatura apresentaram auto-vetores com orientação positiva, enquanto que as variáveis NO₃, NH₃ e alcalinidade apresentaram orientação negativa (**Tabela 2** e Figura 19).

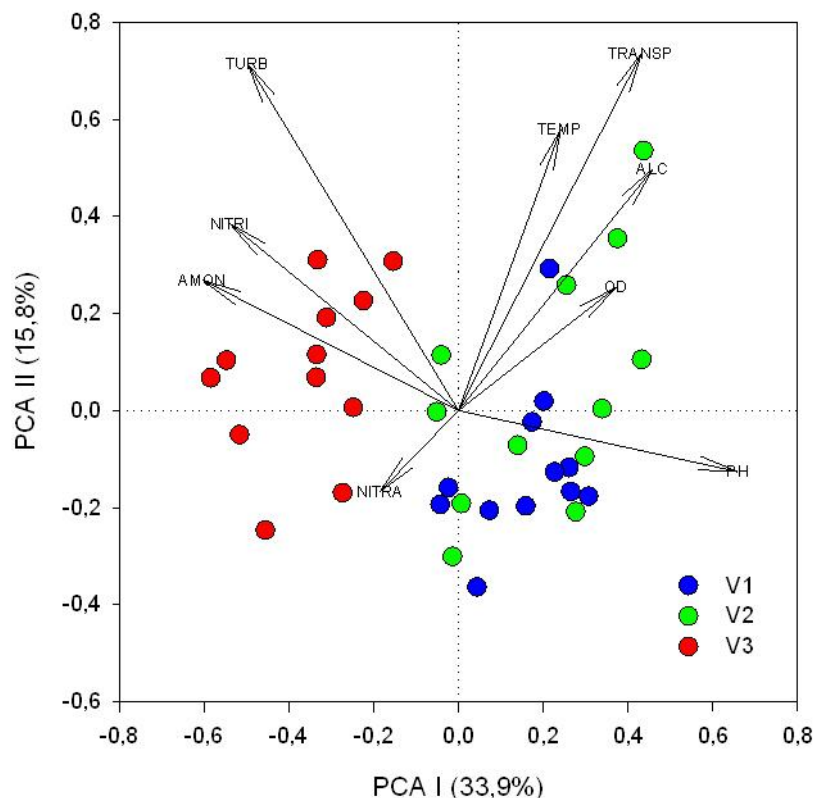


Figura 19. Auto-vetores e escores dos parâmetros

6.3. RELAÇÃO PESO X COMPRIMENTO

A relação peso/comprimento é uma importante ferramenta na biologia e ecologia de peixes, pois permite: a determinação indireta do peso através do comprimento, e vice-versa; a análise do ritmo de crescimento, através do coeficiente alométrico; e a indicação do estado fisiológico do peixe, em relação ao armazenamento de gordura ou desenvolvimento gonadal, através do fator de condição (k) (ROSSI-WONGTSCHOWSK, 1977; BRAGA, 1993; AGOSTINHO & GOMES, 1997). Esta relação pode ser usada inclusive como parâmetro para identificação de subespécies, populações ou raças, época de reprodução (VAZZOLER, 1971; WEATHERLEY, 1972; PEREIRA, 1986; GURGEL et al, 1991)

A expressão $W_t = aL_t^b$ tem sido utilizada para a maioria dos peixes, onde W é o peso total, L é o comprimento, a ($=\emptyset$) fator de condição da relação b ($=\emptyset$) um expoente relacionado ao tipo de crescimento dos indivíduos, que varia de 2,0 a 4,0 (BAGENAL & TECH, 1978).

No presente estudo os valores do coeficiente angular (Θ) da relação peso x comprimento para o tambaqui nos 3 tratamentos foram: 3,0108 (viveiro1); 2,9849 (viveiro 2) e 3,0107 (viveiro 3) (Figura 20) indicando um crescimento isométrico (VERANI, 1980). Souza (2000) estudando crescimento do tambaqui sob diferentes níveis de eutrofização obteve os seguintes resultados de coeficientes angulares: 3,0029 (calagem + fertilização orgânica) ; 3,0407 (calagem + fertilização orgânica + fertilização química) e 3,0722 (calagem) indicando também um crescimento isométrico. Já Santos (1976) estudando seu congênere *Piaractus brachypomus* obteve o valor de Θ igual 3,15, enquanto que Silva et al (1984), cultivando tambaqui em viveiros escavados em terra firme encontrou o valor do coeficiente angular de 3,2. Ainda trabalhando em viveiros de terra firme, Bernardino & Ferrari (1987) estudando o Pacu, *Piaractus mesopotamicus*, encontrou o valor estimado para o coeficiente angular de 2,938.

Melo & Pereira (1994), em experimentos com o híbrido tambacu (fêmea de *Colossoma macropomum* x macho de *Piaractus mesopotamicus*) com alimentação *ad libitum* obteve um valor médio de Θ igual a 3,1667. Já Souza et al (1999), em um estudo comparativo de crescimento de tambaqui, *Colossoma macropomum* cultivado em terra firme e em área de várzea verificou um crescimento isométrico (3,021) e alométrico negativo (2,813) nos diferentes ambientes respectivamente.

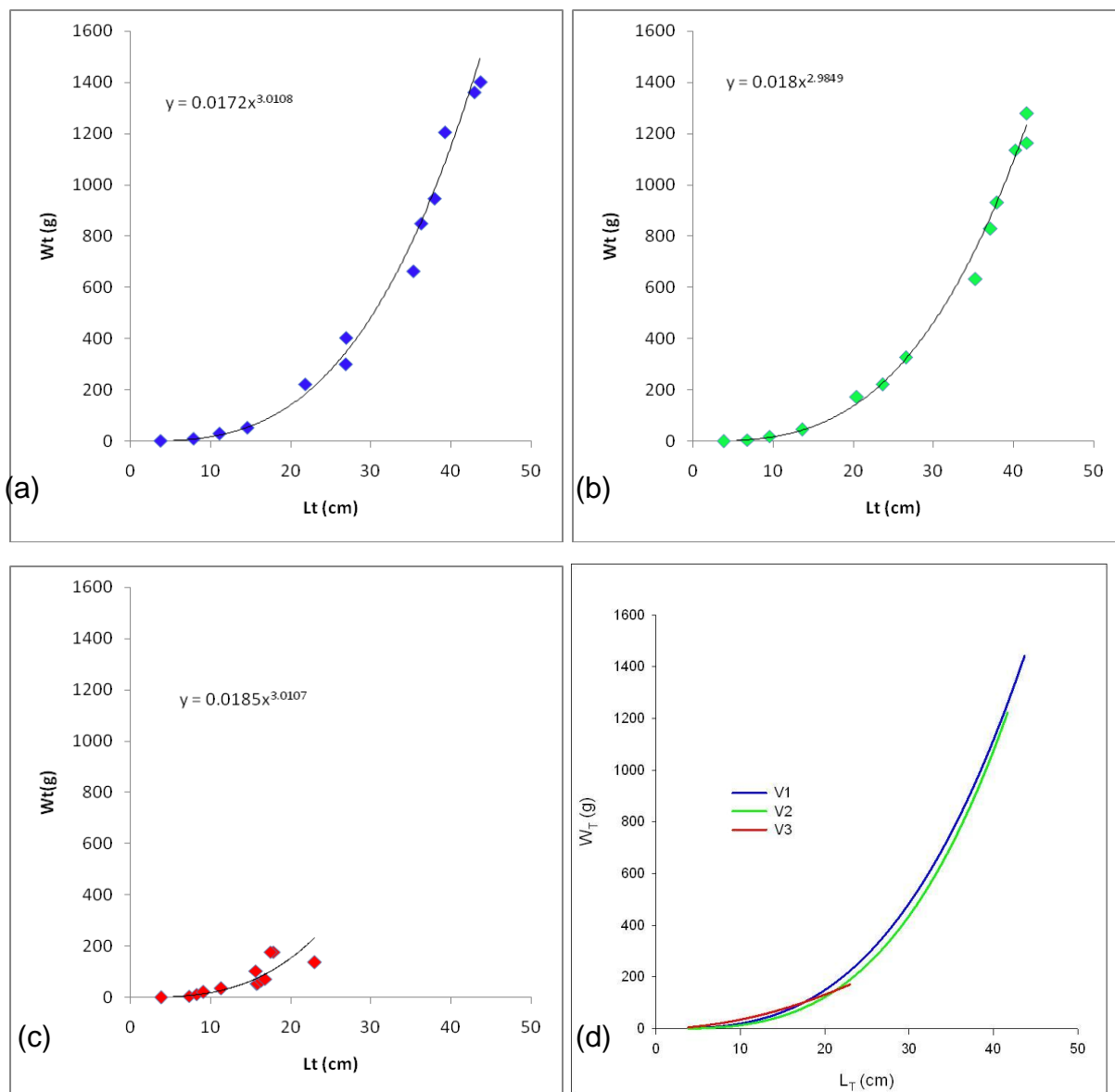


Figura 20. Relação peso/comprimento mensais nos viveiros (a) V1, (b) V2 e (c) V3 e (d) ajuste do modelo potencial a relação peso/comprimento nos viveiros

6.4. CURVAS DE CRESCIMENTOS EM COMPRIMENTO

A curva típica de crescimento, durante a vida, apresenta forma sigmóide, ou seja, o crescimento durante a primeira etapa da vida é lento, seguido de um período de auto-aceleração, até atingir o ponto máximo da taxa de crescimento, por volta da

puberdade, quando ocorre uma fase de auto-desaceleração (BERG & UTTERFIELD, 1976).

O crescimento dos peixes tem como resultado, ao longo de sua vida, um comprimento final característico para cada espécie, denominado de comprimento assintótico, que varia de acordo com o ambiente (AGOSTINHO, 1985) apresentando também sazonalidade (RICKER, 1979). Royce (1972) afirma que um dos fatores que podem afetar o crescimento dos animais durante o seu desenvolvimento é o ambiente.

Segundo Brandão et al (2004) na avaliação de 60 dias, o crescimento em comprimento e peso na densidade de 500 peixes/m³ foi significativamente mais baixo que na densidade de 200 peixes/m³; as demais densidades não diferiram entre si. Com exceção da densidade mais alta, todas as demais atingiram o tamanho médio final desejado para a fase de recria, ou seja, >10 cm. O comprimento final de juvenis de tambaqui, após a recria em viveiros (Melo et al, 2001) e tanques (Souza et al, 1998), com duração de 50–60 dias é semelhante ao trabalho de Brandão et al (2004), evidenciando que o sistema de criação em tanque-rede é eficiente para a fase de recria.

De acordo com Ricker (1958), em um sistema de produção de peixes, é mais importante avaliar o aumento de peso do que o crescimento em comprimento. Porém, deve-se observar que esta consideração se aplica à fase de engorda. Na fase de recria direcionada para a engorda em tanque-rede, o crescimento em comprimento é mais importante do que o aumento de peso, pois são necessários peixes do tamanho adequado, que não passem pela malha do tanque de engorda.

Para a determinação da Curva de crescimento em comprimento foi realizado a Transformação Ford – Walford (Figura 21) para os 3 viveiros, onde com a estimativa dos valores de L_{∞} , K e T_e foi obtida a curva teórica de crescimento em comprimento (Figura 22) para os 3 viveiros. A Transformação Ford – Walford descreve um método de estudo de crescimento baseado no princípio de que o tamanho do indivíduo num determinado tempo depende do tamanho que ele tinha no tempo imediatamente anterior. Desta forma a relação gráfica se dá entre um comprimento num determinado tempo no eixo das abscissas e o imediatamente seguinte no eixo das ordenadas. Quando o crescimento tende a zero, a relação coincide com a bissetriz do gráfico. Desta forma o encontro gráfico da reta orientada

pelos tamanhos dos organismos com a bissetriz, projetada em quaisquer dos eixos informa o valor assintótico do crescimento (Figura 22).

Na análise de crescimento de populações o modelo mais utilizado é a expressão de Von Bertalanffy, por se ajustar adequadamente à maioria dos dados observados e poder ser incorporada facilmente aos modelos de avaliação e estoques (GULLAND, 1969)

A maioria das estimativas de crescimento de peixes é descrita pela expressão matemática de Von Bertalanffy (1938), que possui os parâmetros L^∞ (relacionado com o anabolismo) que corresponde ao comprimento assintótico, ou seja o comprimento máximo que em média a espécie pode atingir, e que parece ser influenciado pelos fatores ambientais; e K (relacionado com o catabolismo) parâmetro relacionado com a taxa de crescimento e influenciado por L^∞ (WEATHERLEY, 1972)

Os 3 viveiros apresentaram os seguintes valores para k, sendo: -0,08938 (viveiro 1); -0,0835 (viveiro 2) e -0,3581 (viveiro 3) e para os valores de L^∞ : 64,29 cm (viveiro 1); 64,10 cm (viveiro2) e 17,20 cm (viveiro 3) verificando proporcionalidade inversa entre o K e o L^∞ , o que corrobora com as afirmativas de Peret (1980); Verani (1980); Gurgel & Barbieri (1991), onde afirmam que quanto mais elevado for a estimativa do L^∞ mais lenta será sua velocidade de crescimento. Na figura 23 isso pode ser evidenciado pela sobreposição das curvas de crescimento e pelas retas de incremento

Santos et al (1976), estudando pirapitinga, (*Piaractus brachipomus*) em viveiros escavados de terra firme encontrou o L^∞ 45,6 cm em 12 meses de cultivo intensivo, enquanto Silva et al (1984) estudando cultivo de tambaqui, (*Colossoma macropomum*) durante 16 meses em Fortaleza (Ce), também em viveiros escavados obteve L^∞ 63 cm. Bernadino e Ferrari (1987) estudando o *Piaractus mesopotamicus* durante sete meses em um cultivo intensivo em viveiros escavados encontrou valores de K e L^∞ , sendo 0,0614 e 48,19 cm respectivamente.

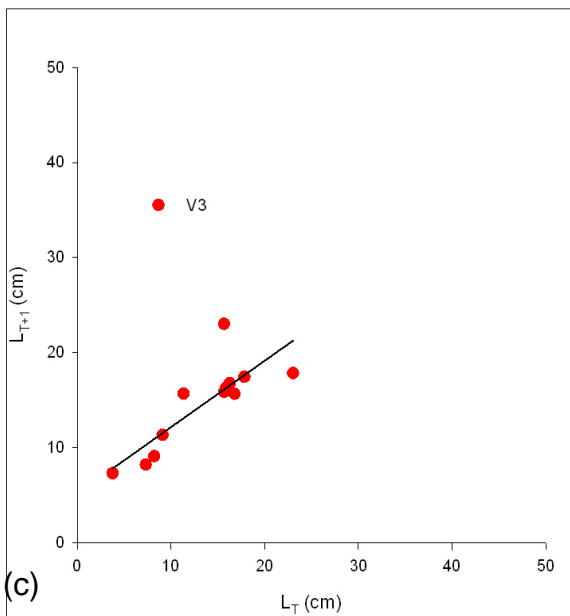
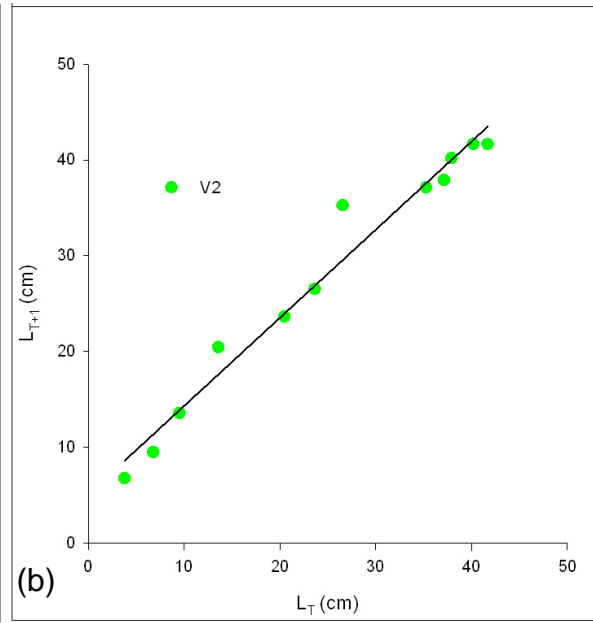
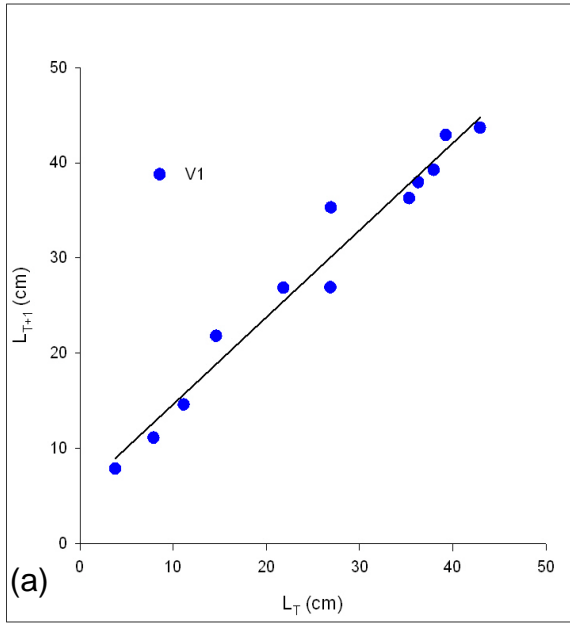


Figura 21. Transformação Ford-Walford aplica aos viveiros (a) V1, (b) V2 e (c) V3

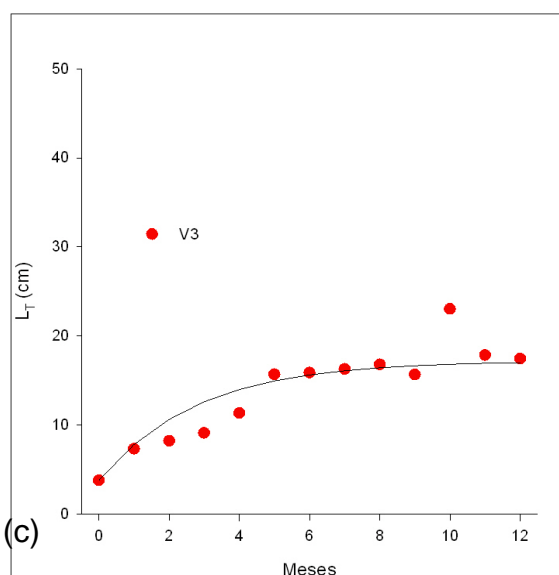
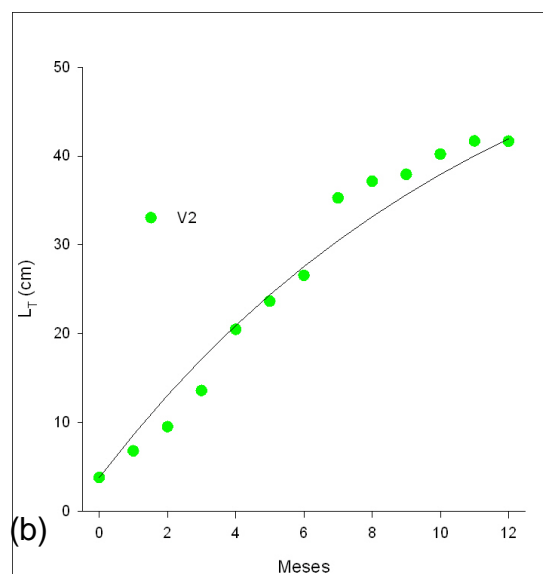
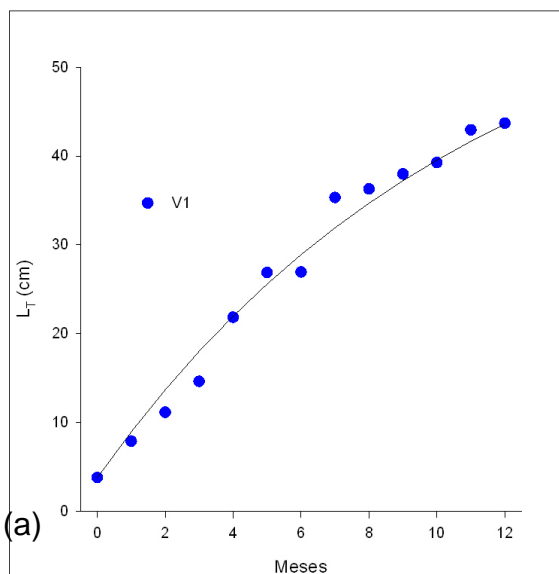


Figura 22. Valores médios de crescimento em comprimento total nos viveiros (a) V1, (b) V2 e (c) V3, ajustado segundo o modelo potencial

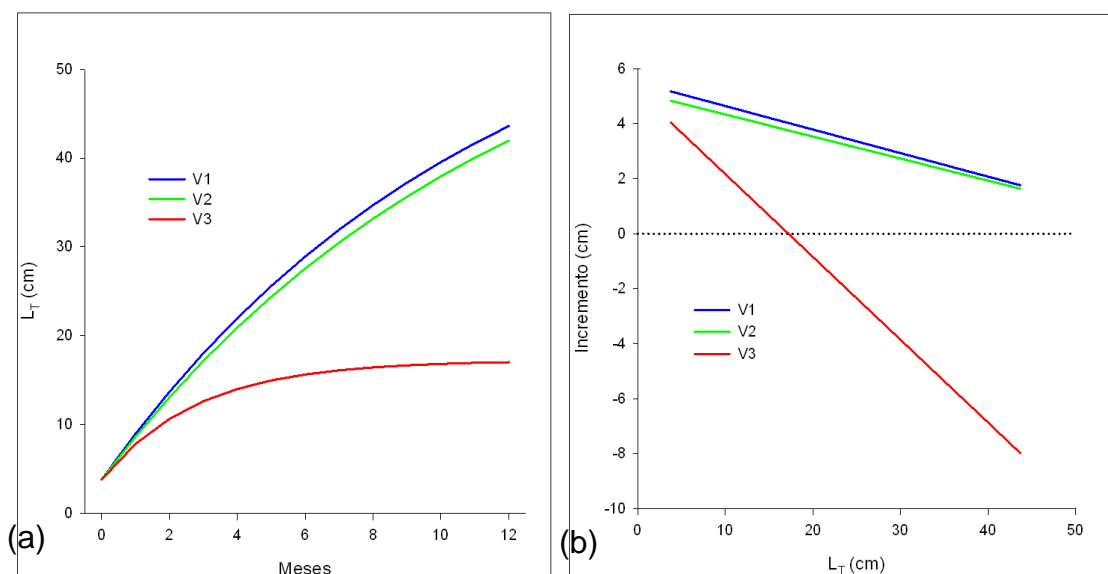


Figura 23. (a) Sobreposição das Curvas de Crescimento em comprimento em relação ao tempo de cultivo dos indivíduos para os viveiros; (b) Curvas de crescimento em comprimento linearizadas pelas relações entre os incrementos em comprimentos e os comprimentos médios

6.5. CURVA DE CRESCIMENTO EM PESO

A determinação da curva de crescimento em peso é importante pois através dela é fornecido o peso médio teórico (W^t) dos peixes estudados e participa da obtenção da curva de biomassa (PEREIRA, 1986), Duran & Loubens (1969) por Welcome (1979), afirmam que o crescimento em peso mostra alterações originadas por acréscimo de tecidos, entre eles o tecido adiposo, que sofre constantes mudanças principalmente por variações das condições ambientais Souza (2000) estudando efeitos de diferentes níveis de eutrofização obteve maior peso assintótico quando realizados calagem e fertilização orgânica. Já Bernadino & Ferrari (1987) estudando o cultivo intensivo de *Piaractus mesopotamicus* em viveiros escavados em área de terra firme encontrou W^∞ de 2589 gramas, enquanto que Santos et al (1976) em análise quantitativa de cultivo intensivo de *Piaractus brachipomus* em terra firme obteve W^∞ igual 1876 gramas previsto para 18 meses de cultivo. Já Silva et al (1984) trabalhando em cultivo intensivo de tambaqui no nordeste obteve W^∞ 5529 gramas em 24 meses de cultivo.

No presente experimento foi observado que a curva de crescimento em peso para *Colossoma macropomum* no viveiro 1 (100% ração extrusada), obteve um peso superior aos dos outros viveiros, porém a curva de crescimento em peso do viveiro 2

(50% ração extrusada + 50% massa de mandioca branca) apresentou um peso surpreendente, se aproximando do peso do viveiro1 (Figura 24) o que poderá ser mais evidenciado pela verificação da biomassa (Figura 25).

Souza et al (2003) avaliando o crescimento e o custo da Alimentação do Pacu, *Piaractus mesopotamicus* submetido a ciclos alternados de restrição alimentar e realimentação constatou o tratamento A (alimentado *ad libitum*) apresentou menor biomassa e maior consumo de ração, quando comparado aos tratamentos B (restrição alimentar de 4 semanas, realimentado por 9 semanas) e C (6 semanas de restrição alimentar, realimentado por 7 semanas).

No presente experimento foi constatado que em nenhum dos viveiros estudados, sob diferentes tratamentos atingiu o peso assintótico (W^∞), o que leva a se considerar que a duração do experimento deva ser maior. Matheus & Barbieri (1991) estudando o crescimento de *Sarotherodon niloticus* em duas lagoas de estabilização, observou como principais causas do peso assintótico (W^∞) não ter sido atingido pela população foi o tempo de experimento e nem sempre a variante condição ambiental.

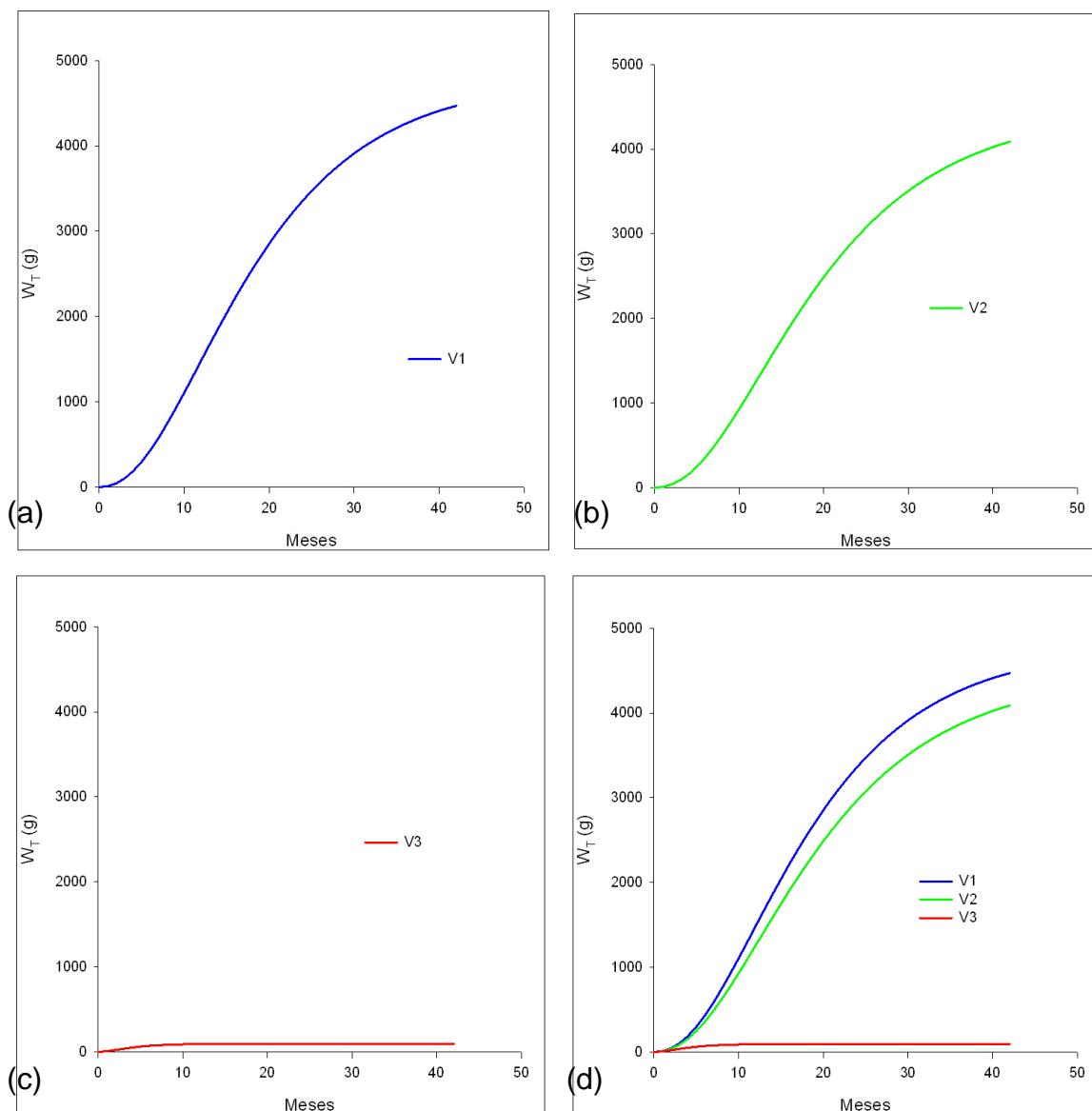


Figura 24. Ajuste do modelo de crescimento mensal em peso nos viveiros (a) V1, (b) V2 e (c) V3 e (d) sobreposição entre todas as curvas

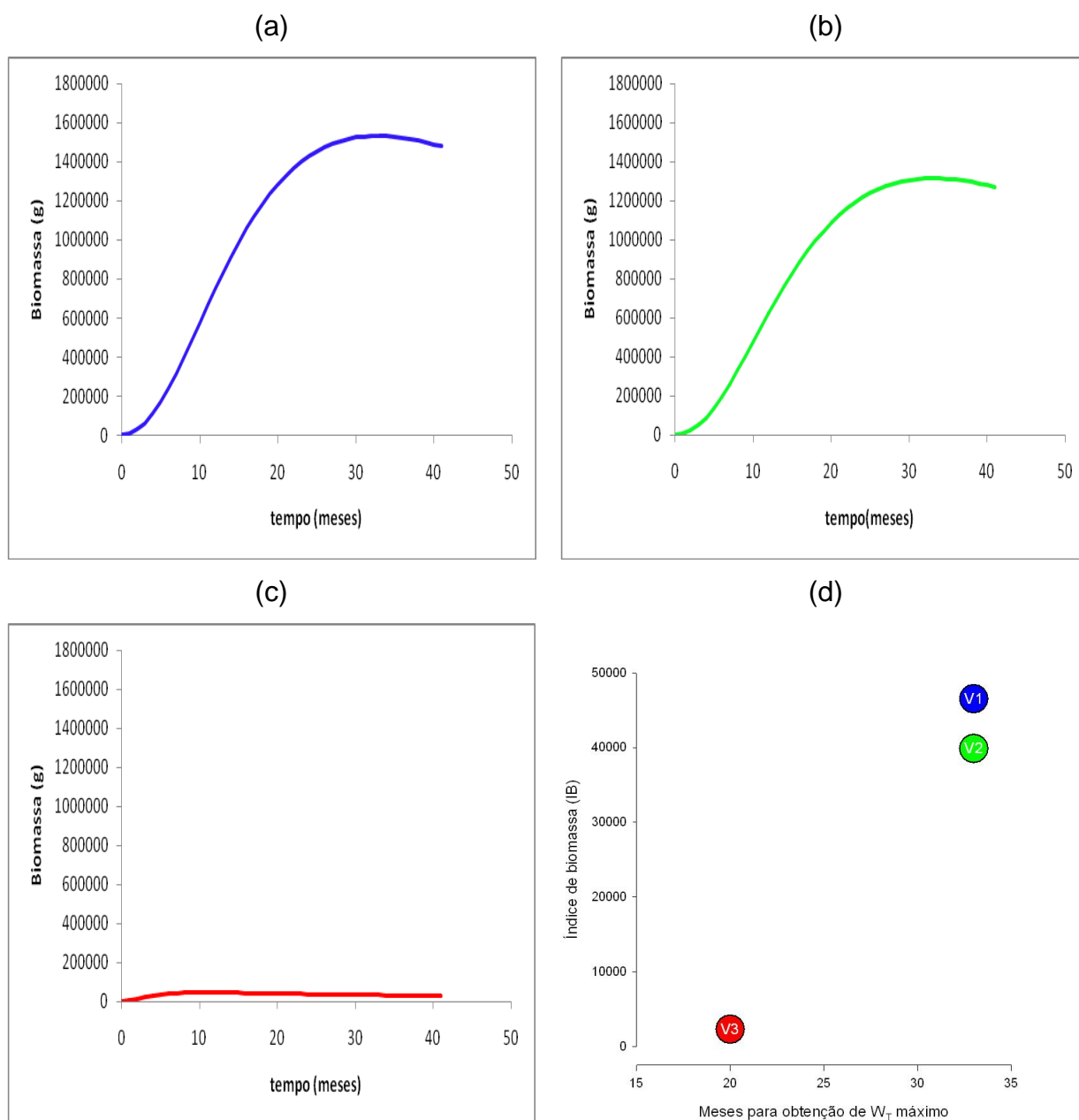


Figura 25. Curvas de biomassa nos viveiros (a) V1, (b) V2 e (c) V3 e (d) Índice de Biomassa no instante da despesca nos 3 viveiros

6.7. TAXAS DE CRESCIMENTO

Ao contrário de outros integrantes do *Chordata*, os peixes só param de crescer no momento de sua morte. É evidente a existência de um certo limite genético ao crescimento das diferentes espécies, o qual está diretamente ligado a velocidade em que aumentam de tamanho e expectativa de [vida](#). Em cativeiro existem diversas formas de se avaliar o crescimento dos peixes. Na tabela 3 é

possível observar as taxas de crescimento mais utilizadas em cultivo, que foram aplicadas nos 3 viveiros.

Durante o experimento, o viveiro 1 foi o que apresentou melhores índices de crescimento (tabela 3) em relação aos outros viveiros, porém o viveiro 2 apresentou resultados similares e sem diferenças significativas como comprovado na tabela 3.

Tabela 3. Taxas de crescimento utilizadas nos 3 viveiros

	TCE (%/dia)	CAA (Kg)	EA (%)	EC (g/dia)
VIVEIRO1	1,91	2,11	27,88	0,28
VIVEIRO2	1,89	2,21	28,56	0,29
VIVEIRO3	1,38	24,82	26,97	0,27

Onde: TCE (%) - Taxa de Crescimento específico; CAA - Conversão Alimentar Aparente; EA - Eficiência Alimentar; EC – Eficiência de Crescimento

Souza et al (1999), analisando o Crescimento e o Custo da Alimentação do Pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) Submetido a Ciclos Alternados de Restrição Alimentar e Realimentação obteve uma eficiência de crescimento média de 0,5 g/dia, já Chagas et al (2005) estudando o Desempenho de tambaqui cultivado em tanques-rede, em lago de várzea, sob diferentes taxas de alimentação obteve valores médios de conversão alimentar aparente de 2,9:1. Enquanto que Ituassú et al (2004) realizando estudos com Desenvolvimento do tambaqui submetido a períodos de privação alimentar obteve valores de Taxa de crescimento específico (TCE) e Eficiência Alimentar (EA) de 0,9 e 63,69 respectivamente

7. CONCLUSÃO

No presente estudo, após diversas análises de crescimento chegou-se as seguintes conclusões:

- As variáveis que mais influenciaram de maneira positiva sobre as variações nas taxas de crescimento foram: transparência, turbidez, temperatura, NO₂ e oxigênio dissolvido, pH
- As variáveis que contribuíram de forma negativa para o desenvolvimento das taxas de crescimento foram: NO₃, NH₃ e alcalinidade
- No viveiro 2 constatou-se pela análise das variáveis físico-químicas apresentou melhores resultados do que os demais viveiros
- Os melhores indicadores de crescimento e fator de condição do *Colossoma macropomum* foram observados no viveiro 1, porém o viveiro 2 não apresentou diferença significativa levando em conta o tratamento utilizado.
- A criação do *Colossoma macropomum* em ecossistemas de várzea utilizando-se a massa de mandioca branca como complemento alimentar é uma alternativa para o pequeno e médio produtor, pois apresentou crescimento satisfatório levando em consideração o tratamento utilizado
- Os indivíduos alimentados somente com massa de mandioca branca não apresentaram bom desempenho zootécnico, não sendo portanto indicada a sua utilização como alimento principal
- No viveiro 2 (massa de mandioca branca + ração extrusada) foi observado que em concentrações certas a massa de mandioca branca também pode servir como fertilizante orgânico.

- No final do experimento o viveiro 1 apresentou biomassa superior, porém o viveiro 2 apresentou um índice de biomassa sem diferenças significativas, observando que no tratamento do viveiro 2 utilizou somente 50% de ração

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, A. A. **Estrutura da população, idade, crescimento e reprodução de *Rhinelepis aspera* (Agassiz, 1829) (Osteichthyes, Loricariidae) do rio Paranapanema, PR.** São Carlos (SP): UFSCar, 1985. 229p. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade Federal de São Carlos, 1985.

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.,. **Reservatório de Segredo – bases ecológicas para o manejo.** Maringá: EDUEM. 387p. 1997.

ALMEIDA-VAL, V.M. F. A adaptação de peixes aos ambientes de criação. In : VAL, A. L. & HONCZARYK, A. Criando peixes na Amazônia. Manaus . INPA, 1995. 165p.

BAGENAL, T.B. & TESCH, F.W. Age and growth. In **Methods for assessment of Fish Production in Fresh Waters**, T. Bagenal Ed. 3ª ed. Blackell, Oxford, 1978. 365p.

BARBOSA, J.M. **Espécies do gênero Colossoma (Pisces, Characidae) importantes para a piscicultura em regiões tropicais.** Síntese dos trabalhos realizados com espécies do gênero Colossoma. CEPTA. Março/82 a Abril/86. 1986, 36 p.

BASTOS, T.X. **O estado atual dos conhecimentos, das condições climáticas da Amazônia brasileira.** Instituto de Pesquisa Agropecuária da Amazônia brasileira. Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte - IPEAN, Belém. Boletim Técnico, 54. 1972, p.68-112

BELLO, R.; GONZÁLEZ, L.; GRAVE, Y.; PÉREZ, L.; PRADA, N. SALAYA, J.J.; SANTACANA, J. **Monografia sobre o cultivo do *Colossoma macropomum* em Venezuela** In: Hernández R. A. (ed) Cultivo de *Colossoma*. Bogotá: Editora Guadalupe, 1989. 145-167

BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **New concepts of cattle growth**. Sydney: Sydney University, 1976. 240 p.

BERNARDINO, G. & MELO, J.S.C. Estimativa do tamanho mínimo da amostra do pacu *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887, em monocultura em viveiros experimentais. **B.Téc.CEPTA**, Pirassununga, v.2, n. único, 1989, p.75-89.

BERNARDINO, G. , FERRARI, V. A. Análise quantitativa do pacu, *Colossoma mitrei* em cultivo no CEPTA. In: **Síntese dos trabalhos realizados com espécies do gênero Colossoma**. Pirassununga, CEPTA, 1987.n.2.24, p.20

BERNARDINO, G, FERRARI, V.A. Efeitos da fertilização na produção de pacu, *Colossoma mitrei*, alimentados com ração. In: síntese dos trabalhos realizados com espécies do gênero colossoma. Pirassununga, **CEPTA**, 1986. p. 18

BERTALANFFY, L. von. A quantitative theory of organic growth. **Hum. Biol.** 1938. 10 (2): 181-213

BOCK, C. L.; MOKI, D. A.; CANTELMO, O. A. Uso do farelo de soja e da farinha de peixe, como principal fonte protéica em dietas para alevinos de “tambaqui” (*Colossoma macropomum*), criados em viveiros. *Aquicultura Brasil*, **Resumos**, Recife – Pe, 1998, 23p.

BOYD, C.E. 1989 Water Quality Management and Aeration in Shrimp Farming. **Fisheries and Allied Aquaculture Department: Series No 2. Alabama Agricultural Experiment Station**, Alabama, 482.

BOYD, C. 1990 **Water Quality in Ponds Aquaculture**. Alabama: Alabama Agricultural Experimental Station, Auburn University. 482p.

BORGES, J. Situação da criação do Colossoma e Piaractus no estado de Goiás. **II Reunião do grupo de trabalho do Colossoma e Piaractus**. Pirassununga – SP.1991, 149-157p.

BRAGA, F.M. de S., **Análise do fator de condição do *Paralanchurus brasiliensis* (Perciformes, Sciaenidae)**. Ver. UNIMAR, Maringá, v. 2, n. 15, p. 99-115, 1993.

BRANDÃO, F.R.; GOMES, L.C.; CHAGAS, E.C.; ARAÚJO, L.D., Densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede. **Pesquisa agropecuaria brasileira.**, Brasília, v.39, n.4, p.357-362, abr. 2004

BRETT, J.R. Thermal requirements of fish-three decades of study, 1940-1970. In: **Biological problems in Water pollution Nashville**, Tennessee., tanderbilt University, 1970. p.249.

BRITSKI, H.A. Sobre o gênero Colossoma (Pisces, Characidae). **Ciência e Cultura**, v. 9 (Supl.), 1977, 810p.

BRITSKI, H.A. Taxonomia dos gêneros Colossoma e Piaractus. *In*: Criação de Colossoma e Piaractus no Brasil. **II Reunião do grupo de trabalho do Colossoma e Piaractus**. Pirasununga –SP.1991, 35-49p.

BUTRIAGO, J.A.A. Layuca en la alimentacion animal. Cali:Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1990. 446p.

CARNEIRO, D.J. Efeito da temperatura na exigência de proteína e energia em dietas para alevinos de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (HOLMBERG, 1887). 1990. **Tese** (Doutorado em Ecologia)-Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1990.

CASTAGNOLLI, N.; CYRINO, J. E. P. **Piscicultura nos Trópicos**. São Paulo. Manole, 1986. 152 p.

CAVALCANTI, J. Perspectivas da mandioca na região semi-árida do Nordeste. EMBRAPA: Rumos e Debates. 2002, 2p.

CEPA-PARÁ, **Plano Estadual de Desenvolvimento da Pesca-Pará**. Min. Agr./SUDAM/ Gov. Est. Pará/EMATER-Pará. 1979, 203p.

CHAGAS, E. C.; GOMES, L. C.; JUNIOR, H. M.; ROUBACH, R.; LOURENÇO, J. N. P. Desempenho de tambaqui cultivado em tanques-rede, em lago de várzea, sob diferentes taxas de alimentação. Pesquisa agropecuária. **Nota Científica**. bras., Brasília, v.40, n.8, p.833-835, ago. 2005

CHAVES, R.S.; VIEIRA, L.S. **Potencial das várzeas da Amazônia: uso e manejo**. Belém, FCAP. Informe Didático, 9. 1990, 25 p.

COLT, J., TCHOBANOGLOUS, G. **Evaluation of the short-term toxicity of nitrogenous compounds to channel catfish, *Ictalurus punctatus***. Aquaculture, 8, 1981. p. 209-224

CHERVINSKI, J. 1982 Environmental physiology of tilapias. p. 119-128. In R.S.V. Pullin and R.H. Lowe-McConnell (eds.) **The biology and culture of tilapias**. ICLARM Conf. Proc. 7, 360 p.

CRUZ, W. D.; MIGUEL, C. B.; BONIFÁCIO, A. D.; REIS, F. A.; FIALHO, A. P. resíduo de Cervejaria na alimentação do tambaqui (*Colossoma macropomum*) (CUVIER, 1818). **Boletim do Instituto de Pesca**. São Paulo – SP v.24 (especial), 1997, p.133-138

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 1988. 574p.

EVANS, D. H. **Physiology of fishes**. CRC Press. London. 1995. 404p.

FAO Fisheries Department, Fishery Information Data and Statistics Unit. Fishstat plus: universal software for fishery statistical time series. *Aquaculture production: quantities 1950-2005, Aquaculture production: values 1984-2005; Capture production: 1950-2005*. Version 2.30. Rome: FAO, 2007. Disponível em <http://www.fao.org>. Acesso em 8 de agosto de 2009.

FERRAZ DE LIMA, J. A.; FERRARI, V. A.; COLARES DE MELO, J. S.; GASPAR, L. A.; CHABALIM, E.; SANTOS, E. P. Comportamento do Pacu *Colossoma mitrei*, em um cultivo experimental, no Centro-Oeste do Brasil. **Boletim Técnico CEPTA**, Pirassununga, v.1, n.1, p.15-28. 1988.

FERREIRA, E. J. G.; ZUANON, J. A. S. & SANTOS, G. M.; **Peixes comerciais do Médio Amazonas – região de Santarém**. Brasília, ed. IBAMA. 1998. p.211;

FRY, F. The effect of environmental factors on the physiology of fish. In : Fish physiology. W. e D. Randall eds. Academic Press, New York, v. 6, 1971

GALLI, L., TORLONI, C. E. Criação de Peixes. 2a. ed. Ver. São Paulo. Nobel, 1985 119p.

GÈRY, J. **Characoids of the world**. T.F.H. Publications Inc. Ltd. Neptune City Sask. 1977, p. 672.

GOLTERMAN, H.L. CLYMO, R.S. & OHNSTAD, M.A.M. **Methods for physical and chemical analysis of freshwater**. Oxford: Blackwell Scientific Publications. 1978, 213p.

GOMES, S.Z.; PEÑA, M.C.G. Digestibilidade aparente da mandioca (*Manihot esculenta*) e do camarão de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 5, 1997, p. 858-862.

GOMES, S.Z.; PEÑA, M.C.G. Digestibilidade aparente da mandioca (*Manioc esculenta*) pelo camarão de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.5, p.858-862, 1997

GOMIERO, L. M.; BRAGA, F.M.S. Relação peso-comprimento e fator de condição para *Cichla cf. ocellaris* e *Cichla monoculus* (Perciformes, Cichlidae) no reservatório de volta Grande, Rio Grande – MG/SP. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, Maringá, v.30, n.3, p.303-307, 2008

GOULDING, M. & CARVALHO, M.L. Life history and management of the tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characidae): an important Amazonian food fish. **Rev. Bras. Zool.**, v.1, n.2, 1982, p.107-133.

GRAEF, E.W. As espécies de peixes com potencial para criação no Amazonas *In*: VAL, A. L. & HONCZARYK, **A Criando peixes na Amazônia. Manaus.** INPA, 1995. 160 p.

GUIMARÃES, S.F. Alguns aspectos da aquicultura interior na região Norte do Brasil com ênfase na criação de Tambaqui, *Colossoma macropomum* e pirapitinga, *Piractus brachypomus*. Situação atual e perspectivas. **Criação de Colossoma e Piractus no Brasil**, Pirassununga – SP. **Anais...**ed. IBAMA. 1991, p. 63 – 80.

GULLAND, J. A. **Manual of methods for fishes stock assessment. Part 1. Fish population analysis.** Fao. Man. Fish. Sci. 1969. 4. 154p.

GURGEL, H.C.B.; BARBIERI, G. PEREIRA, J.A.; VERANI, J.R. Estrutura da população e Variação do Fator de Condição do bagre amarelo, *Arius luniscutis* Cuvier & Valenciennes, 1840 (SILURIFORMES, ARIIDAE) do Estuário do Rio Potengi (Natal-RN). **Anais do Seminário Regional de Ecologia.** VI:237-252,1991. S. Carlos, SP

GURGEL, J. J. S.; VINATEA, J. E. **Métodos de aumento da produtividade aquática natural.** Programa Cooperativo Governamental - FAO (Itália). Disponível em: www.fao.org/docrep/field/003/ab486p/ab486p02.htm. Acesso em: 25 de outubro de 2009.

HAYWARD, R.S.; WANG, N.; NOLTIE, D.B. Group holding impedes compensatory growth of hybrid sunfish. **Aquaculture**, v.183, p.299-305, 2000.

HEREDIA, B., GONZÁLEZ, J. Ganancia compensatoria en *Colossoma macropomum*, (Cuvier, 1818). **Red Acuic. Bol.**, v.4, n.3, p.5-7, 1990

HICKLING, C.F. **Fish Culture**. Faber & Faber. London. 1971. 312 p.

HONDA, E.M.S. Contribuição ao conhecimento da biologia de peixes do Amazonas.II. Alimentação do Tambaqui, *Colossoma bidens* (SPIX). **Acta Amazônica**, Manaus, v.4, n.2, p. 47-53. 1974.

HOREL, J.D.; HAHMANN, A.N.; GEISLER, J.E. An investigation of the annual cycle of convective activity over the tropical Americas. **Journal of Climate**, 2(11), 1388 - 1403, 1989

HOWELLS, G. Acid waters- The effect of low pH and acid associated factors on fisheries. *Appl. Biol.* 1983, 9,143-255

ISMIÑO-ORBE, R.A. **Excreção e efeito da amônia sobre o crescimento do tambaqui (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818)**. 1997. 29p. Dissertação (Mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

ITUASSÚ, D. R.; SANTOS, G. R. S; ROUBACH, R.; PEREIRA-FILHO, M. Desenvolvimento de tambaqui submetido a períodos de privação alimentar. *Pesquisa agropecuária. Nota Científica. bras.*, Brasília, v.39, n.12, p.1199-1203, dez.2004

IZEL, A.C.U. A qualidade do solo e da água. In: VAL, A.L.; HONCZARYK, A. (Ed.). **Criando peixes na Amazônia**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1995. p.17-28

JORGE, J.R.V., ZEOULA, L.M., PRADO, I.N. Substituição do milho pela farinha de varredura (*Manihot esculenta*, Crantz) na ração de bezerros holandeses. 2. Digestibilidade e valor energético. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2002. v.31, n.1, p. 205-212.

JUNK, W. **As águas da região Amazônica**. In: SALAT, E.; JUNK, W.J.; SCHUBART, H. O. & OLIVEIRA, A. E. **Amazônia: Desenvolvimento, Integração e Ecologia**. São Paulo: Brasiliense / CNPQ. 1983. 327 p.

KRAMER, D.L. Dissolved oxygen and fish behaviour. *Env. Biol. Fish.* 1987. 18, 81-92

KUBITZA, F.; LOVSHIN, L. L.; ONO, E. A.; SAMPAIO, A. V. **Planejamento da produção de peixes**. 3. ed. rev. ampliada. Jundiaí: F. Kubitza, 1999. 77 p.

LE CREN, E. D. The length-Weight relationship and seasonal cycle in gonadal weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v.20, p.201-219, 1951

LENHART, B.. STEINBERG. Ch., HAMM, A., Schon, R. (1984). Zusammenfassende Bewertung und Empfehlungen. In: ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 1988. 574p.

LIMA, R. R. A agricultura nas várzeas do estuário do Amazonas. **Boletim Técnico do Instituto Agrônômico do Norte**, Belém (33), 1956, p. 1-164.

LIMA, R. R, TOURINHO, M. M. Várzea da Amazônia Brasileira: principais características e possibilidades agropecuárias. Belém: FCAP. 1994, 20p.

MACHADO-ALLISON, A. Estúdios sobre la subfamília Serrasalminidae (Teleostei, Characidae). Parte1. Estudio comparado de los juveniles de las "cachamas" de Venezuela (gêneros *Colossoma* y *Piaractus*). **Acta Biol. Venezuela**, v. 11, n. 3, 1982, p.1101.

MAGOLECCIA, F. **Lista de los peces de Venezuela incluyendo un estudio preliminar sobre la ictiofauna del país**. Ministerio de Agricultura. Caracas. 1970.

MALCA, R.P. **Situación del cultivo de Colossoma en Panamá** In: Hernández R. A. (ed) Cultivo de *Colossoma*. Bogotá: Editora Guadalupe, 1989. 169-190

MARQUES, J.A., PRADO, I.N., ZEOULA, L.M. Avaliação da mandioca e seus resíduos industriais em substituição ao milho no desempenho de novilhas confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.29 n.5, 2000, p.1528-1536.

MARTINS, A.S. Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte protéica em novilhas. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 29, n. 1, 2000, p. 269-277.

MASCARENHAS, R.E.B. Manejo de Água em arroz (*oryza sativa L.*) irrigado em várzea do Rio Guamá, estuário Amazônico, Belém-Pa. Piracicaba, ESALQ, 1987. 73 p. (Tese de Mestrado)

MATHEUS, C. E.; BARBIERI, G. Crescimento de *Oreochromis niloticus* em ambientes altamente eutrofizados: Lagoas de estabilização facultativas e Lagoas de Maturação. **An .Sem. Ecol**, VI: 271-292,1991. S. Carlos,SP

MENCIA-MORALES, F. Avaliação das indústrias pesqueiras do Amazonas, Pará e Maranhão: Capacidade, Produção e Mercado. Brasília. PDP/PNUD/FAO - Ministério da Agricultura - SUDEPE, **Documentos Opcionais**. 20. 1976. 68p.

MELO, J.S.C.; PEREIRA, J. A. Crescimento do híbrido tambacu (fêmea de *Colossoma macropomum* X macho de *Piaractus mesopotamicus*) em criação intensiva. **Boletim Técnico CEPTA**, Pirassununga, v. 7p. 59-75,1994

MELO, L.A.S.; IZEL, A.C.U.; RODRIGUES, F.M. **Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/ barragens no Estado do Amazonas**. Manaus: Embrapa-CPAA, 2001. 30p.

MORAES-DALLAQUA, M.A. de.; CORAL, D.J. Morfo-Anatomia. In: CEREDA, M. P. **Agricultura: tuberosas amiláceas latino-americanas**. São Paulo: Fundação Gargill, 2002. 540 p.

MOURA, A. C. C.; VIEIRA, V. L. A.; REHN, K. G. Determinação dos aspectos da alimentação e nutrição do “Tambaqui” (*Colossoma macropomum*), CUVIER, 1818, cultivados em viveiros-rede. *Aquicultura Brasil*, **Resumos**, Recife – Pe, 1998, 21p.

NIMER, E. Clima. *in: Geografia do Brasil*. Região Norte V. 1. IBGE. Rio de Janeiro. 1977. 466p.

NUÑER, A. P. O.; VERANI J. R. **Limnological studies in fish ponds: a multivariate approach**. *Verh. Internat. Verein Limnol.*, 1998. 26:1562–1567.

ONO, E. A. **Cultivo de peixes em tanques-rede**. Campo Grande: E. A. Ono, 1998. 41 p.

OSÓRIO, F.M.F.; MELO, J.S.C.; KULIKOSKY, R. **Manual Programado de Piscicultura** (Generalidades). SUDEPE. Brasília. Vol. 1, 1979, 522p.

OSTRENSKY, A.; BOEGER, W.. **Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo**. Guaíba: Agropecuária, 1998. 211 p.

PEREIRA, J.A. **Cultivo Monossexo de Machos de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus,1757) e de Machos Híbridos de *O. hornorum* (Trewavas,1966) (Machos) x *O. niloticus* (Fêmeas),em Sistema Intensivo. Aspectos Quantitativos (Pisces, Osteichthyes, Cichlidae)**. Tese de Doutorado. Departamento de Ciências Biológicas da UFSCar-Sp. 1986. 99p.

PERET, A. C. **Aspectos da influência da densidade populacional em cultivo intensivo com curimatã-comum, *Prochilodus cearensis* Steindachner (Prochilodontidae - Prochilodontinae)**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Ciências Biológicas da UFSCar, 1980. 87p.

PINHEIRO, J. L. P.; SILVA, M. C. N. **Alevinos e larvas: transporte**. Brasília. CODEVASF. 1988.

PROENÇA, C. E. M.; BITTENCOURT, P. R. L. **Manual de piscicultura tropical**. Brasília: Ibama, 1994. 196 p.

RICKER, W. E.; Hoar, W. S.; Randall, D. J.; Brett, J.R.. Growth rates and models. **In: Physiology Fish**. ed. v. VIII. 1979. p.786

RICKER, W.E. **Handbook of computations for biological statistics of fishes populations**. Ottawa: Fisheries Research Board of Canada, 1958. 300p.

RINGUELET, R. A.; ARAMBURU, R. H.; ARAMBURU, A. **Los peces argentinos de agua doce**. Comisión de Investigación Científica. Buenos Aires. 1967.

ROJAS, N. E. et al. 2004. **Larviculture of *Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758 (Perciformes, Cichilidae) in ponds with different levels of water alkalinity**. Bol. Inst. Pesca, São Paulo, V.30, n.2, p.99-108.

ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B. Estudos das variações da relação peso total/comprimento total do ciclo reprodutivo e comportamento de sardinella brasiliensis (Steindachner,1879) da costa do Brasil entre 23° S e 28° S. **Bol. Inst. Oceangr.** , São Paulo, 1977. 26:131-180

ROYCE, W. F. **Introduction to the fishery sciences**. Academic Press New York. 1972p.255-276

SAINT-PAUL, U. Potencial for aquaculture of South American Freshwater fishes: a review. **Aquaculture**. v. 54, 1986, p. 205-240.

SAINT-PAUL, U. Hipoxia tolerance of neotropical fish culture candidates. In: De PAUW, Net Al (eds) Aquaculture: a biotechnology in progress. Bredene: **European Aquaculture Society**, 1989. P. 907-912

SALDAÑA, A. L & LOPEZ, M. E. M. Formulación y evaluación de dietas para *Colossoma macropomum* em Mexico. VI Simpósio Latinoamericano e V Simpósio Brasileiro de Aquicultura. **Anais**. Santa Catarina – SC, 1988, p. 323-336.

SALATI, E. E MARQUES, J. Climatology of the Amazon region. In **The Amazon - Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. Sioli, H. (ed.). Dr. W. Junk Publishers, 763 p. 1984

SANTOS, E.P. **Dinâmica de populações aplicada a pesca e piscicultura**. HUCITEC, Ed. Univ. de São Paulo. 1978. 129p.

SANTOS, E. P. ;SILVA, A.B.; LOVSHIN, L. L Análise quantitativa em um ensaio de piscicultura intensiva com pirapitinga, *Colossoma bidens* Agassiz. **Bol. Tec. DNOCS**, Fortaleza, 1976. 34 (2) jul./dez.

SEIXAS, J.T.E. Avaliação do desempenho de pós-larvas de camarão de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*) alimentados com dietas balanceadas contendo diferentes aglutinantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 26, n. 4, 1997, p. 638-644.

SCHMIDT-NIELSEN, K. Fisiologia animal: Adaptación y medio ambiente. Barcelona. Ediciones Omega. 1976. 499p.

SHILO, M. e RIMON, A. 1982 Factors which effect the intensification of fish breeding in Israel. 2. Ammonia transformation in intensive fish ponds. **Bamidgeh**, 34(3): 101-114.

SMITH, C., WILLIAMS, W. Experimental nitrite toxicity in rainbow trout and Chinook salmon. Transactions of The American Fisheries Society. 103, 1974. p. 389-390

SILVA, A. B.; SANTOS, E.P.; MELLO,J.T.C.; SOBRINHO, A.C. MELLO,F.R. Análise quantitativa de um ensaio em piscicultura intensiva de tambaqui, *Colossoma macropomum*. **Ciência e Cultura**, 36(1), Janeiro de 1984

SILVA, A.B.; FERNANDES, J.A.; CARNEIRO-SOBRINHO, A. Testes preliminares em viveiros com tambaqui, *Colossoma bidens*. **Sér. Est. Pesca SUDENE**, n.3, 1975.

SILVA, A.B.; CARNEIRO-SOBRINHO, A.; MELO, F.R. Mono y policultivo intensivo del tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 y la pirapitinga, *Colossoma bidens* Spix, 1829, com el híbrido macho de las tilápias, *Sarotherodon niloticus* Linnaeus (hembra) y *Sarotherodon hornorum*, Trewavas (macho). In: **Simpósio de la Asociacion Latino Americana de Acuicultura**,2., 1978, Mexico. **Memórias...** México: Departamento de Pesca, 1980. p.2261-2282

SILVA, A.B.; GURGEL, J.J. S. **Situação do cultivo do Colossoma no âmbito do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS)**. In: Hernández, R. A. (ed) Cultivo de *Colossoma*. Bogotá: Editora Guadalupe, 1989. p.229-258

SILVA, A.B.; CARNEIRO-SOBRINHO, A.; MELO, F.R. Contribuição ao estudo do cultivo do Tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, alimentado com torta de babaçu, *Urbignya martiana* In : **Simpósio Brasileiro de Acuicultura**, 3., 1983, São Carlos/SP. Anais... São Paulo: UFSCar, 1984a. p.147-155

SILVA, A.B.; CARNEIRO-SOBRINHO, A.; MELO, F.R. Contribuição ao estudo do cultivo do Tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, com a utilização do milho (*Zea mays*) In : **Simpósio Brasileiro de Acuicultura**, 3., 1983, São Carlos/SP. Anais... São Paulo: UFSCar, 1984b. p.157-163

SILVA, A.L.N.; ROSA, M.C.G.; HONAISSER, L.; PEREIRA, J.A. Crescimento Compensatório em Peixes: Estudo de Caso em Tambaqui, *Colossoma macropomum* e Carpa, *Cyprinus carpio*. Anais...**VIII Seminário Regional de Ecologia**. Vol.III, São Carlos – SP. 1998, p.1551-1559.

SILVA, J.W.B. & FIGUEREDO, J.J.C.B. Situação da Criação de Colossoma e Piaractus no nordeste brasileiro: Janeiro 1988 a Junho de 1991. **II Reunião do grupo de trabalho do Colossoma e Piaractus**. Pirasununga –SP.1991, p. 107-148.

SILVA, P.C.; FRANÇA, A.F. de S.; PADUA, D.M.C.; JACOB, G. Milheto (*Pennisetum americanum*) como substituto do milho (*Zea mays*) na alimentação do tambaqui (*Colossoma macropomum*) (CUVIER, 1818). **Boletim do Instituto de Pesca**. São Paulo – SP, v. 24 (especial). 1997, 125-131p.

SIPAÚBA T. L.H. Limnologia aplicada à aqüicultura. **Boletim Técnico FUNEP**, São Paulo, 1994: 1-72p

SIPAÚBA – DIAS, M.; BARCELLOS, J. F. M.; MARCON, J. L.; MENEZES, G. C.; ONO, E. A.; AFONSO, E. G. Hematological and biochemical parameters for the pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Osteoglossiformes, Arapaimatidae) in net Cage culture. **Journal of Applied Ichthyology**, Berlin, v.2, p. 61-68, 2007

SOUZA, R. A. L. ;MOURÃO Jr, M.; PERET, A. C.; TEIXEIRA, R. N. G.; Estudo comparativo do crescimento do tambaqui, *Colossoma macropomum*, Cuvier 1818 (Pisces, Characidae) cultivados em viveiros de terra firme e várzea baixa no estado do Pará. XIII Encontro Brasileiro de Ictiologia. **Resumos**. São Carlos Universidade Federal de São Carlos. 1999. p.541

SOUZA, R.A.L. & IMBIRIBA, E.P.; Peixes comerciais de Belém e principais zonas de captura da pesca artesanal. **Bol. FCAP**, Belém, dezembro 1978, p. 1-15.

SOUZA, R. A. L. O Efeito de Fatores Limnológicos sobre o desenvolvimento do Tambaqui, *Colossoma macropomum*, CUVIER 1818 (PISCES, SERRASALMIDAE) sob diferentes níveis de Eutrofização em cultivo semi-intensivo em Área de Várzea baixa do Rio Guamá (Pará). **Tese** de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).1999, 83 p.

SOUZA, R. A L. **Piscicultura Sustentável na Amazônia: Perguntas e Respostas**. Ministério da Educação. Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, Pará. 2004. 158p.

SOUZA, R.A.L.; PERET, A.C.; MELO, J.S.C.; RODRIGUES, M.J.J.. Desenvolvimento do Tambaqui, *Colossoma macropomum*, CUVIER (Pisces Characidae) criado em várzea do rio Guamá, estado do Pará, Brasil. **Boletim Técnico do Cepta**, Pirassununga, v. 13, 2000, p. 11-21.

SOUZA, V. L.; URBINATI, E. C.; MARTINS, M. I. E. G.; SILVA, P. C. Avaliação do Crescimento e do Custo da Alimentação do Pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) Submetido a Ciclos Alternados de Restrição Alimentar e Realimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.19-28, 2003

SPOTTE, S., 1979. **Fish and Invertebrate Culture: Water Management in Closed Systems**. 2nd Edition, John Wiley & Sons, New York, 179 pp.

SWINGLE, H. S., 1961, Relationship of pH of pond waters to their suitability for fish culture. **Fisheries**, 10: 72-75. Proceeding Pacific Science Congress, 9, 1957.

TEIXEIRA, M.F.N.; CARDOSO, A. **Várzeas da Amazônia: Caracterização e uso na produção agrícola**. Belém, FCAP. Serviço de Documentação e Informação. 1991. 47 p.

TOMASSO, J.R. Toxicity of nitrogenous wastes to aquaculture animals. **Reviews in Fisheries Science**, v.2, p.291-314, 1994.

VILLACORTA CORREA, M.A, SAINT-PAUL, U. Índices e maturidade sexual do tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Characiformes: Characidae) no Amazonas Central, Brsil. **XIII Encontro Brasileiro de Ictiologia**. Resumos. São Carlos. Universidade Federal de São Carlos. 1999. p. 480.

WEITKAMP, D., KATZ, M. a review of dissolved gas supersaturation literature. Trans. Am. Fis. Soc. , 109, 1980. 659-702

WOOTON, R. J. Ecology of Teleost fishes. Chapman & Hall. London. 1995. 40p

WEATHERLEY, A.H. & H.S. GILL. 1987. **The Biology of Fish Growth**. London, Academic Press, 443p.

WEATHERLEY, A. H. **Growth and ecology of fish populations**. Academic Press. London, 1972. 293p.

WELCOME, R. L. 1979. **Fisheries ecology of floodplain rivers**. London, Longman, 317p.

WOYNAROVICH, E.; HORVATH, L. **A propagação artificial de peixes de águas tropicais: manual de extensão**. Brasília: FAO/CODEVASF/CNPq, 1983. 220 p.

URRUTIA, M.L.; TOMASSO, J.R. Acclimation of channel catfish to environmental nitrite. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.18, p.175-179, 1987.

VAZZOLER, A. E. A. M. Diversificação fisiológica e morfológica de *Micropogon furnieri* (Desmarest,1822) ao sul de Cabo Frio, Brasil. **Bol. Inst. Oceanogr.**, São Paulo, 20 (2):1-70, 1971

VERANI, J. R. **Controle populacional em cultivo intensivo consorciado entre a tilápia do Nilo, *Sarotherodon niloticus* (Linnaeus, 1757) e o tucunaré comum, *Cichla ocellaris* (Schneider, 1801) Aspectos quantitativos**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Ciências biológicas. Universidade Federal de São Carlos, SP. 1980. 116p.

VINATEA ARANA, L. **Princípios químicos da qualidade da água em aquicultura**. Florianópolis. Ed. da UFSC, 1997. 166 p.

VINATEA, J.E. Artemia um ser vivo excepcional. **Panorama da Aqüicultura**. V.4, n.25, p.8-9, 1994.

ZANIBONI FILHO, E. Piscicultura das espécies exóticas de água doce, **Aqüicultura: Experiências brasileiras**, Florianópolis – SC, ed. Multitarefa Ltda. 2004. 309 – 336 p.

ZEOULA, L.M.; MARTINS, A.S.; ALCALDE, C.R. Solubilidade e degradabilidade ruminal do amido de diferentes alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 28, n.5, 1999, p. 905-912.