

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
CURSO DE AGRONOMIA

INFLUÊNCIA DO NÍVEL DE AMÔNIA NA ÁGUA NO DESEMPENHO DE
JUVENIS DE TAMBACUI (*Colossoma macropomum*)

Aluna: Giovana Gomes Tenório

HUMAITÁ/AM
2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
CURSO DE AGRONOMIA

INFLUÊNCIA DO NÍVEL DE AMÔNIA NA ÁGUA NO DESEMPENHO DE
JUVENIS DE TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*)

Aluna: Giovana Gomes Tenório
Orientador: Prof. André Moreira Bordinhon

“Trabalho apresentado como parte das exigências para realização do trabalho de conclusão de curso de graduação em agronomia”.

HUMAITÁ/AM
2015

Aos meus queridos pais: Benedito Tenório e Wilsima Tenório, e aos meus irmãos e sobrinhos, pela força, coragem, amor, carinho, apoio, confiança e estímulo em mim depositado, o que contribuiu para a minha formação, engrandecimento pessoal e profissional.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor meu DEUS, pela graça de ter me concedido a vida, e pela oportunidade de chegar ao fim desta etapa

Aos meus pais Benedito e Wisima, por todo amor, carinho, dedicação e educação que sempre recebi de vocês; aos meus irmãos: Raimundo Shirley, Vanderlei, Wagner Junior, Benedito e Zenaide, que me acompanharam nesta caminhada me dando confiança e otimismo para nunca desanimar.

A minha segunda família Cartório 1º Ofício, por toda paciência, apoio e incentivo que me foi prestado durante grande parte da minha graduação.

A Universidade federal do Amazonas – UFAM, pela oportunidade de concluir este curso.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM. Pela concessão de bolsa no projeto.

Ao meu orientador Prof. Dr. André Moreira Bordinhon, um exemplar orientador e distinto professor, que busca exigir e extrair o máximo de seus alunos, puxando a orelha e elogiando nas horas certas, seriedade e bom humor juntos, que fazem de um ambiente de trabalho e pesquisa um lugar agradável.

A todos os professores do IEAA em especial aos professores do colegiado de agronomia pelos ensinamentos e conselhos. Serei sempre grata.

Agradecer aos meus colegas, amigos e companheiros: Jefferson, Josélia, Renildo, Nestor, Raimundo Nonato, Rhian, Vanessa, Adriana, Christianne, Leidiane, Junior César, Elison, Marcos Vinicius, Elimar a todos da turma de Agronomia 2008, serei eternamente grata pelo apoio e pela saudável convivência durante esses anos de luta.

Aos colegas de curso: José Cunegundes, Márcia Campos, Ivalmir Abadias, Naíme Andreotti, Nislene Molina, Ediana Pereira, Jessica Christian, Júlio Meinhardt, José Carlos, Rosiney, Thiago Bambrilla, Veronica Nunes, Fayle Pimentel, Luis Coutrim, entre outros pelos momentos de descontração, brincadeiras e conversas.

Aos colegas de laboratório: Jefferson Barros, Elison Torres, Josélia Lira, e Maria Francisca, pela valiosa colaboração na condução do experimento.

Aos funcionários: Raimundo, Fredson, Jhonny, Frankilino, Toti, Ivânio e as tias, e em especial ao Sr. Esmar pela ajuda na parte física nas instalações e manutenções durante todo experimento sua colaboração foi essencial.

A todas as pessoas que participaram, diretamente ou indiretamente, desta conquista, contribuindo para conclusão deste curso.

MUITO OBRIGADA!

“O êxito na vida não se mede pelo que você conquistou, mas sim pelas dificuldades que superou no caminho”.

Autor desconhecido

RESUMO

A amônia representa o principal produto de excreção nitrogenada dos peixes, sendo tóxica aos organismos aquáticos, principalmente na sua forma não ionizada. O objetivo deste trabalho foi avaliar a tolerância de juvenis de Tambaqui (*Colossoma macropomum*) a diferentes concentrações de amônia na água. Neste ensaio foram utilizados 120 juvenis de tambaqui (peso médio inicial 2,0g), distribuídos em vinte aquários (70L), compondo em cinco tratamentos com diferentes concentrações de amônia: 0 mg/l, 2 mg/l, 4 mg/l, 6 mg/l e 10 mg/l em temperatura (27°C) e pH (6,5) constantes, por um período de 30 dias em delineamento inteiramente casualizado (quatro repetições). Os aquários que representaram as unidades experimentais possuíam fluxo contínuo de água, filtragem e aeração independentemente, abrigando seis animais. As diferentes condições de qualidade de água não influenciaram no desempenho zootécnico dos alevinos: parâmetros de ganho de peso, conversão alimentar, índices hepato e víscero-somáticos, fator de condição não apresentaram diferenças significativas ($P>0,05$). Estes resultados indicam que os juvenis de tambaqui toleram as concentrações de amônia testadas em pH levemente ácido (6,5), esta acidez é comum nos corpos d' água utilizados na piscicultura da região.

Palavras chaves: qualidade da água, produtos nitrogenados, piscicultura

ABSTRACT

Ammonia is the main nitrogen excreta of fishes, and it is toxic to aquatic organisms especially in its non-ionized form. The objective of this study was to evaluate the tolerance of juvenile of tambaqui (*Colossoma macropomum*) to different concentrations of ammonia. In this trial 120 juvenile (average weight 2.0g) were distributed in twenty aquaria, composing five treatments of different ammonia concentration: 0 mg/L, 2 mg/l, 4 mg/l, 6 mg/l and 10 mg/l, in constant temperature (27°C) and pH (6.5) for 30 days in a totally random experimental design (four repetition per treatment). The aquaria representing the experimental units were equipped with constant water flux, independent filtering and aeration, containing six fish each. The different parameters of water quality did not influence performance of juvenile: weight gain, feed convection, hepato-somatic index, viscera-somatic index, condition factor and survival did not present significant difference ($P>0.05$). These results appointed that tambaqui juvenile tolerate the tested ammonia concentration in moderately acidic pH (6.5), and this acidity is common in Amazonia water bodies.

Key words: water quality, nitrogen products, fish culture

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	9
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVO.....	13
2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
6. CONCLUSÃO.....	28
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Parâmetros da qualidade de água, sob diferentes concentrações de amônia num período de 30 dias	23
TABELA 2 - Parâmetros de desempenho do tabaqui submetidos a diferentes concentrações de amônia	25

1. INTRODUÇÃO

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é uma espécie de peixe pertencente à ordem Characiformes, família Characidae e subfamília Serrasalminae. É originária da América do Sul das bacias do rio Amazonas e do rio Orinoco. Atualmente, com o crescimento e desenvolvimento das pisciculturas, o tambaqui é criado e difundido em diversas regiões do Brasil e do continente sul-americano (GOMES & ARAUJO-LIMA, 2005; BRASIL, 2010). Entre as características da espécie que favorecem sua criação estão o seu hábito alimentar onívoro, apresentando rusticidade em ambiente de cultivo, respondendo adequadamente com crescimento rápido, aceitando alimentação com rações, produzindo alevinos com facilidade, além de se adaptar satisfatoriamente a condições elevadas de temperatura e a baixos níveis de oxigênio dissolvido na água (BALDISSEROTO & GOMES, 2005).

A amônia é o principal produto nitrogenado do metabolismo de proteínas de peixes teleósteos (FOSTER & GOLDSTEIN, 1969). Visto que Arana (1997) relata que o aumento da concentração de amônia no meio externo, dificulta a excreção da mesma pelos organismos, provocando um aumento no nível de amônia no sangue e nos tecidos que, além de afetar seriamente a fisiologia dos animais pode provocar redução, ou paralisação da atividade alimentar a fim de reduzir a amônia metabólica. Quando os peixes são expostos por períodos prolongados à amônia, podem ocorrer lesões branquiais (Smith & Piper, 1975; Smart, 1976), enquanto os efeitos tóxicos da amônia causem aumento do volume do fígado e da produção de aminotransferases (PERSON-LE et al., 1997).

Vários fatores governam, limitam ou estimulam o crescimento dos peixes, sendo que os fatores nutricionais, metabólicos, e bioenergéticos são aqueles que influenciam o processo de crescimento de maneira imediato (CYRINO, 1995). O

conhecimento das concentrações de amônia que limitam o crescimento e impedem a respiração é essencial para o manejo em aquicultura e pode ajudar na maximização da produção (COLT & ARMSTRONG, 1981). Ultimamente, a redução nos estoques naturais de tambaqui torna a aquicultura a principal alternativa sustentável para abastecer as demandas do mercado, superando em 13 vezes a produção obtida pela pesca em 2010 (MPA, 2012).

De acordo com Gomes *et al.* (2010) o tambaqui possui ótima aceitação no mercado pelo sabor da sua carne, seu valor nutricional e as ótimas características organolépticas no seu filé, resistência a elevadas temperaturas na água dos viveiros, ao manuseio e a enfermidades.

Quando se trata em termo de alimentação, e levando em consideração o uso de alimentos naturais, podemos dividir a piscicultura em três níveis: extensivo, semi-intensivo e intensivo. Segundo Zaniboni-Filho (1997), o sistema extensivo está ligado à produção natural do viveiro, com densidade de estocagem restrita pela fabricação natural de alimento. No sistema semi-intensivo em viveiros escavados, os alevinos são estocados e alimentados durante todo o tempo de criação com alimento natural e exógeno, além de fazer-se o uso controlado da fertilização orgânica e química com intuito de alcançar o máximo desse benefício.

A alimentação de peixes em cativeiro em piscicultura intensiva ocorre por meio de rações, no qual requer a utilização de uma alimentação balanceada, à base de rações que são formuladas com os mais diversos ingredientes e processos de elaboração, para um melhor aproveitamento pelos peixes (SILVA *et al.*, 2003). Entretanto, em muito dos casos, não estão disponíveis rações desenvolvidas especificamente para espécie criada ou mesmo adaptadas para fase de crescimento desses animais. Como consequência disto, os animais recebem um alimento com

potencial desbalanceamento aminoacídico, podendo levar a um aumento da excreção nitrogenada.

A amônia e o íon amônio são as principais formas nitrogenadas excretadas pelos peixes, e sua forma não ionizada (NH_3) pode comprometer o crescimento dos animais, pois esta impede a conversão da energia dos alimentos em ATP (adenosina trifosfato), provocando também a desaminação de aminoácidos, impedindo o anabolismo proteico, podendo ser um entrave ao crescimento dos animais (BALDISSEROTO, 2009). Além disto, altos níveis de nitrogênio podem desencadear o processo de crescimento acentuado de microrganismos, comprometendo inclusive outros parâmetros de qualidade de água, como a quantidade de oxigênio dissolvido, comprometendo o ambiente de criação e se tornando uma ameaça de eutrofização de outros corpos d'água pela liberação de efluentes (BOYD & TUCKER, 1992).

Portanto, o estudo foi realizado com a finalidade de determinar a influência dos níveis de amônia dissolvida em água no desempenho dos animais no qual esse nível possa representar uma ferramenta para adequação de medidas de manejo que tenham com intuito de controlar a concentração dessa substância em corpos de água utilizados para aquicultura.

2. OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito de diferentes concentrações de amônia no desempenho zootécnico de juvenis de tambaqui (*C. macropomum*)

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A piscicultura é o ramo da aquicultura quem vem se destacando e conquistando espaço no agronegócio nacional. Ostrenski *et al.* (2000) cita que a piscicultura brasileira corresponde por cerca de 61,3% da produção aquícola do país. O Brasil possui potencial para a atividade piscícola, pois oferece condições edafoclimáticas ideais para o cultivo, o que proporciona uma situação favorável à produção de peixes em cativeiro. De acordo com Castagnolli (1992) e Eler (1996) esta atividade tem exigido vários conhecimentos pelos diversos ramos da ciência, no qual se destacam a limnologia, ictiologia e ecologia de sistemas.

O maior problema ambiental no cultivo de organismos aquáticos está ligado aos seus efluentes com alto potencial de poluição das águas naturais. Mesmo que estes efluentes não apresentem altas concentrações de poluentes quando comparados aos efluentes industriais e municipais, muitas das vezes podem conter concentrações de algumas variáveis limnológicas acima daquelas admitidas, que se torna uma fonte de poluição (BOYD, 1992; SCHIMITTOU, 1999).

A principal influência da piscicultura sobre a qualidade da água é o aumento direto dos sólidos suspensos e dos nutrientes decorrentes da matéria orgânica introduzida no ambiente, por meio da ração não consumida pelos peixes, fezes e subprodutos metabólicos (TOVAR *et al.*, 2000; TACON; FOSTER 2003; PILLAY 2004) e/ou indireto por meio da eutrofização da água e pelo aumento da produtividade primária (FORSTER, 2003).

Valenti (2000) defende que a aquicultura moderna deve contemplar, além do lucro, a preservação ambiental e o desenvolvimento social. Preocupação com o ambiente deve ser parte integrante do processo de produção, de modo que as

técnicas devem otimizar a produção de organismos aquáticos considerando os possíveis impactos do sistema de criação.

A exploração indiscriminada do estoque pesqueiro natural, a crescente diferença entre a quantidade de pescado capturado e a demanda de consumo, tornou a aquicultura uma das alternativas mais viáveis no mundo para produção de alimento com alto valor proteico, para consumo humano. Diante disso a piscicultura é uma prática que busca racionalizar o cultivo de peixes, exercendo particular controle sobre o crescimento, a reprodução e alimentação destes animais, oferecendo uma boa alternativa com maior rentabilidade e menor custo ambiental na produção de proteína animal em comparação com outras práticas (CASTAGNOLLI, 1992).

Na região Norte, a piscicultura está em pleno desenvolvimento, embora em outras regiões brasileiras esteja bem desenvolvida. Contudo, nesta região tem sido vista como uma atividade com grande potencial, analisando a existência dos estoques naturais de várias espécies com alto valor comercial (VAL *et al.*, 2000). Por possuir carne bastante apreciada pela população local e por apresentar declínio na captura em ambiente natural, a principal espécie cultivada na região Norte é o tambaqui, sendo cultivada em seis dos sete estados da região (VAL *et al.*, 2000).

O tambaqui (*C. macropomum*) é uma espécie pertencente à família Characidae e gênero *Colossoma*. Esta espécie ocorre naturalmente nas bacias do rio Amazonas e rio Orinoco, com distribuição ampla na parte tropical da América do Sul e na Amazônia Central (ARAÚJO-LIMA & GOULDING, 1997). Apresenta-se como uma das espécies mais consumidas pela população da Região Norte pela qualidade de sua carne e quantidade de gordura. Caracteriza-se por ser um animal de águas ricas em nutrientes, com temperaturas médias, entre 25 °C e 34°C. Além

disso, é capaz de resistir a baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água, aproximadamente 1 mg/L^{-1} (DAIRIKI & SILVA, 2013).

Esta espécie possui diversas estratégias fisiológicas e comportamentais para contornar dificuldades ambientais relacionadas à qualidade da água em ambiente natural. Contudo, essas estratégias demandam gasto de energia e podem dificultar o crescimento e desenvolvimento destes indivíduos, o que não é desejável em condições de criação em cativeiro (ARAÚJO-LIMA & GOMES, 2005).

Em situações de hipoxia, o animal apresenta adaptação morfológica, que é o aumento do lábio superior, chamado popularmente de “aiú”. Nessas condições, costuma nadar próximo a superfície para captar mais oxigênio. Essa simples estratégia pode contribuir para melhorar em até 30% o teor de oxigênio captado e distribuído por meio do sangue (ALMEIDA-VAL & VAL, 1995; MARCON *et al.*, 1999, ARAUJO – LIMA & GOMES, 2005).

Outra característica da espécie é alta resistência a mudanças abruptas de pH, sendo que o melhor desempenho constatado experimentalmente, foi inversamente proporcional ao aumento de pH da água. Animais mantidos em água ácida (4,0) apresentam melhor desempenho e nenhuma alteração fisiológica (ARIDE *et al.*, 2006). A espécie é considerada “símbolo íctico da floresta tropical” por possuir hábito alimentar onívoro, com preferência por frutos e sementes da floresta, além de ser a principal espécie comercializada na região e a mais estudada pelos pesquisadores da área (ALMEIDA-VAL & VAL, 1995; ARAÚJO – LIMA & GOULDING, 1998; GOMES *et al.*, 2003).

Na piscicultura intensiva, a principal fonte de compostos nitrogenados incorporados à água é a alimentação que se dá por meio de rações. Contudo, na maioria das situações, não estão disponíveis rações desenvolvidas especificamente

para espécie criada ou mesmo ajustadas para fase de crescimento desses animais, devido principalmente à incipiência da piscicultura de determinada região ou ainda, à diversidade de espécies utilizadas nas atividades piscícolas. Como consequência disto, os animais recebem um alimento com potencial desbalanceamento aminoacídico, podendo levar a um aumento da excreção nitrogenada. E com isso tem sua demanda por oxigênio dissolvido na água bastante acrescida, ficando ainda mais sujeitos ao estresse (URBINATI & CARNEIRO, 2004). Portanto, faz-se necessária a adequação de práticas de manejo que mantenham a qualidade da água no ambiente de criação, para manutenção da saúde e desempenho adequado da espécie.

Dentre os parâmetros de qualidade de água a amônia representa um importante variável ambiental, que possui efeitos no crescimento dos animais e na qualidade de efluentes liberadas pela atividade. Determinar a influência dos níveis de amônia dissolvida em água no desempenho dos animais pode representar uma ferramenta para adequação de medidas de manejo que tenham intuito de controlar a concentração dessa substância em corpos de água utilizados para aquicultura.

A amônia é uma substância que pode ser naturalmente encontrada nos ambientes aquáticos, constituindo-se a matéria prima mais simples usada por certos micro-organismos, a partir da qual podem sintetizar toda a série de complexas moléculas de aminoácidos, proteínas e enzimas (SILVA, 1968). Essa substância no ambiente aquático participa do ciclo do nitrogênio formando compostos amoniacais cuja toxicidade depende da temperatura, pH e salinidade da água (ODUM, 1983).

As concentrações de amônia total na água quando variam de 0,4 a 1 mg/L, estão no limite aceitável. A concentração tolerável do íon amônio (NH_4^+) para os organismos aquáticos não deve ultrapassar 0,5 mg NH_4^+ /L e da amônia (NH_3),

nunca superior a 0,6 mg NH₃/L. Neste contexto, num prazo de 24 horas, uma concentração de 0,4 mg/L de NH₃, em pH neutro e a 30°C de temperatura, é suficiente para iniciar a morte de peixes medianamente sensíveis (MOREIRA, 1998). De acordo com Lawrence (1957) o autor garante que quando a concentração está abaixo do limite de 0,2 mg/L, ocasiona, por exemplo, uma elevação do pH sanguíneo dos organismos presentes e problemas respiratórios.

Contudo, resultados recentes obtidos para o *C. macropomum*, evidenciaram que estas alterações, quando manifestadas, podem ser consequência de respostas secundárias decorrentes da ação da amônia, como por exemplo, a conversão da amônia em nitrito (NO₂-) na água e a formação de meta-hemoglobina no sangue de animais expostos à amônia (ISMIÑO-ORBE, 1997)

A amônia é o principal produto da excreção dos peixes, sendo responsável por 80% do total excretado por várias espécies (WESTERS, 2001). Esta molécula é derivada da digestão das proteínas e do catabolismo dos aminoácidos (Boyce, 1999) e sua síntese é energeticamente mais eficiente que outros produtos de excreção (JOBBLING, 1994). A amônia produzida é transportada pelo sistema sanguíneo até as brânquias, de onde é excretada para a água. Em solução aquosa, normalmente está em equilíbrio entre a forma ionizada (NH₄⁺) íon amônio e a não ionizada (NH₃) amônia (BOYCE, 1999). A toxidez da amônia em organismos aquáticos é atribuída principalmente à forma não-ionizada (NH₃) (TOMASSO, 1994). Exposições a altas concentrações de amônia, situação comum em sistemas de criação, causam degeneração na pele e danificação das brânquias e rins (Soderberg, 1994), além de retardar o crescimento e ter consequências negativas na sobrevivência, representada por um alto índice de mortalidade (JOBBLING, 1994).

Em sistemas de criação, o alimento introduzido na água é o principal fator condicionante da dinâmica do nitrogênio. Fertilizantes nitrogenados amoniacais, como sulfato de amônia, nitrato de amônia, fosfatos e uréia, contribuem para o aumento da concentração de amônia na água (KUBITZA, 1999). Esses compostos serão metabolizados a partir dos processos tais como, a nitrificação e a desnitrificação. Assim, o alimento (matéria orgânica) não aproveitado passará pelos processos de decomposição, assimilação e mineralização, e parte desses produtos poderá ser assimilado pelas algas, muitas vezes promovendo desenvolvimento descontrolado das algas e, possivelmente, o surgimento de florações (PAERL e TUCKER (1995).

Altas concentrações do íon amônio podem influenciar fortemente a dinâmica do oxigênio dissolvido do meio, uma vez que para oxidar 1,0 mg do íon amônio são necessários cerca de 4,3 mg de oxigênio, o que, por sua vez, influi sobre a comunidade de peixes, pois, em pH básico, o íon amônio se transforma em amônia (NH_3 livre, gasoso), que pode ser tóxica para esses organismos (TRUSSEL, 1972).

A amônia na forma não-ionizada (NH_3) e em concentração elevada pode prejudicar a transformação da energia dos alimentos em ATP (adenosina trifosfato), com isso inibindo o crescimento dos peixes e provocando a desaminação dos aminoácidos, o que, por sua vez, impede a formação de proteínas, elemento essencial no crescimento dos animais (PARKER & DAVIS, 1981, *apud* CAVERO *et al.*, 2004). Além disto, altos níveis de nitrogênio podem desencadear o processo de crescimento exacerbado de microrganismos, comprometendo inclusive outros parâmetros de qualidade de água, como a quantidade de oxigênio dissolvido, comprometendo o ambiente de criação e se tornando uma ameaça de eutrofização de outros corpos d'água pela liberação de efluentes (BOYD & TUCKER, 1992).

Os compostos nitrogenados aparecem sob três formas no ambiente aquático. O nitrato é a principal forma de nitrogênio encontrada nas águas e, quando em elevadas concentrações, pode conduzir a um processo de produção exagerada, denominado de eutrofização. O nitrogênio amoniacal (amônia), é uma substância tóxica não persistente e não cumulativa; e por último o nitrito, que é uma forma química do nitrogênio normalmente encontrada em quantidades diminutas nas águas superficiais, pois o nitrito é instável na presença do oxigênio, ocorrendo como uma forma intermediária no processo de nitrificação, no qual a amônia é transformada (oxidada) por bactérias para nitrito, e logo para nitrato, em sistemas aquáticos.

O íon nitrito pode ser utilizado pelas plantas como uma fonte de nitrogênio, e sua presença na água indica processos biológicos ativos influenciados por poluição orgânica (GORSEL & JENSEN, 1999).

De acordo com as observações de Arana (1997), a amônia quando dissolvida na água encontra-se em equilíbrio entre as formas ionizadas e não ionizada, sendo este equilíbrio influenciado pelo pH, temperatura e salinidade. Alterações destes parâmetros resultaram na variação da concentração das diversas formas de nitrogênio, que podem atingir concentrações tóxicas para os peixes. A amônia difunde-se facilmente através das membranas respiratórias, causando danos ao epitélio branquial e, como consequência, dificulta as trocas gasosas entre o animal e a água, desestabilizando o sistema de osmorregulação. O nitrito em altas concentrações provoca a oxidação do átomo de ferro da molécula da hemoglobina do sangue, convertendo-a em meta-hemoglobina, molécula incapaz de transportar oxigênio, estabelecendo-se um quadro de hipoxia e cianose (DUBOROW *et al.*, 1997).

Neste trabalho termo adotado para a forma não ionizada (NH_3) foi amônia, e ion amonio para a forma ionizada (NH_4^+), e amônia total para a soma das duas primeiras formas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio experimental foi realizado nas dependências do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente da Universidade Federal do Amazonas, *Campus Vale do Rio Madeira* em Humaitá Amazonas, de fevereiro a março de 2014, em um período de 30 dias. Para a montagem do ensaio foram utilizados 120 juvenis de tambaqui (peso médio inicial $2,0 \pm 0,24$ g), todos pertencentes a um mesmo lote, distribuídos em cinco tratamentos e quatro repetições com diferentes concentrações de amônia: 0mg/L, 2mg/L, 4mg/L, 6mg/L e 10mg/L – em temperatura (27°C) e pH (6,5) constantes, para aplicação do cloreto de amônio nos tanques foi utilizado uma pipeta graduada, no qual toda a manhã eram adicionadas as concentrações acima citadas. Foram utilizados vinte caixas de (70L) com fluxo contínuo de água, filtragem e aeração independente, abrigando seis animais. Durante os 30 dias os peixes foram submetidos a 12 horas à diversas concentrações de amônia, e as 12 horas subsequentes ficavam em estado do normóxia.

Os parâmetros de qualidade de água foram mensurados diariamente: oxigênio dissolvido (YSI oxímetro), pH (peagâmetro) e temperatura. E também foram monitorados os níveis de amônia, através da análise colorimétrica. Neste sistema os parâmetros de qualidade de água, temperatura, pH e oxigênio dissolvido mantiveram-se na faixa de tolerância para a espécie, com restrição da amônia que

obteve uma amplitude de variação. Contudo, está não afetou significativamente o desempenho zootécnico dos alevinos

As limpezas das caixas foram realizadas através da sifonagem. A água retirada foi substituída por outra nas mesmas condições do início de cada experimento, havendo uma renovação de água das caixas. Durante a limpeza não foi fornecido alimento aos indivíduos.

Os peixes foram alimentados quatro vezes ao dia nos seguintes horários: 8:30, 11:30, 14:30 e 17:30 horas, com fornecimento até a saciedade aparente, com ração comercial triturada a 32% PB. Para avaliar o índice de desempenho desses animais, as variáveis analisadas foram: ganho de peso ($GP=PF-PI$), conversão alimentar aparente ($CAA=CR/GP$), índice hepato-somático ($IHS=PF/PC*100$), índice viscero-somático ($IVH=PV/PC*100$) e fator de condição ($FC=100*GP*CT^3$).

Nas expressões acima, CTR representa o consumo total de ração (g); PE, o período experimental (dias); PF, o peso final (g); PI, o peso inicial (g); CR, o consumo de ração (g); GP, o ganho de peso (g); PF, o peso do fígado (g); PC, peso corporal (g); PV, o peso das vísceras (g); PC, o peso corporal (g); GP, ganho de peso (g); CT, comprimento.

Foram realizadas duas biometrias, no início e ao final de 30 dias, para obtenção dos parâmetros de desempenho dos animais, onde foram mensurados: peso corporal (g) biomassa do peixe, comprimento corporal padrão (cm) distância entre a boca e a extremidade proximal da nadadeira caudal.

Essas biometrias junto com o manejo alimentar permitiram obter dados de desempenho, ao final de 30 dias, todos os peixes e sobras de ração foram pesados.

O delineamento experimental utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de

variância e quando detectadas diferenças significativa foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade de comparação das médias.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

De relevante importância na piscicultura, os parâmetros de qualidade da água influenciam diretamente na reprodução da espécie, sobrevivência e crescimento, e estes se mantiveram semelhantes entre os tratamentos dentro do limite de tolerância para a espécie, com exceção da amônia. (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios (\pm desvio padrão) dos parâmetros da qualidade de água, sob diferentes concentrações de amônia num período de 30 dias.

Tratamentos	NH ₄ ⁺ /NH ₃ (mg/L)	OD ⁽²⁾ (mg/L)	T ⁽³⁾ (°C)	pH
2 mg/L	2,89 \pm 3,09	6,59 \pm 0,18	27,19 \pm 0,69	6,22 \pm 0,29
4 mg/L	4,18 \pm 2,54	6,65 \pm 0,22	27,22 \pm 0,69	6,28 \pm 0,29
6 mg/L	5,2 \pm 2,62	6,63 \pm 0,24	27,08 \pm 0,69	6,38 \pm 0,26
10 mg/L	7,83 \pm 3,20	6,62 \pm 0,23	27,25 \pm 0,67	6,24 \pm 0,31
Testemunha	1,00 \pm 2,69	6,58 \pm 0,18	27,45 \pm 0,65	5,77 \pm 0,19

NH₃ Amônia; O.D⁽²⁾ Oxigênio Dissolvido; T⁽³⁾ Temperatura

Vale destacar que no período experimental não houve mortalidade dos peixes, mesmo estes sendo expostos a altas concentrações de amônia, em temperatura e pH constante, no qual observou-se que os animais se alimentaram normalmente. Tal resultado corrobora com Cavero *et al* (2004) que em experimento realizado com pirarucu (*Arapaima gigas*) obtiveram os mesmos resultados quando expostos a 25 mg/L de amônia total, em pH e temperatura constantes, no qual os peixes se alimentavam normalmente, com um índice de 100% de sobrevivência, divergindo-se de KUBITZA (1999) destacando que valores de amônia não ionizada (NH₃) acima de 0,20 mg/L são suficientes para levar à diminuição do crescimento e da tolerância dos peixes a doença.

O oxigênio dissolvido manteve-se dentro da faixa de tolerância para espécie, tendo em vista que mesmo com as elevadas concentrações de amônia incluso nos aquários, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Visto que a agência norte-americana de proteção ambiental (EPA 1983) alega que o ideal é criar peixes em ambientes com alta concentração de oxigênio dissolvido, uma vez que um dos fatores mais importante que influenciam diretamente na toxicidade, além daqueles que influenciam o equilíbrio aquoso, é o oxigênio dissolvido. Grandes mortalidades em viveiros de peixes têm sido cominadas à combinação de baixos níveis de oxigênio e altas concentrações de amônia (KROM *et al.*, 1985).

De acordo com Dairik & Silva, (2013) o tambaqui é um peixe de águas ricas em nutrientes, com temperaturas médias, entre 25°C e 34°C, além disso, é capaz de resistir a baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água (aproximadamente 1mg/L). Desta forma Proença & Bittencourt (1994), afirmam que os valores apresentados encontram-se em faixa ótima para o crescimento de tambaqui já que a espécie cresce lentamente em temperatura abaixo de 22°C, podendo até morrer quando abaixo de 16°C. Segundo Kubitza (1999), as espécies tropicais normalmente apresentam ótimo crescimento em temperaturas variando de 28 a 32°C. Assim, temperaturas mínimas e máximas da água devem ser conhecidas, de modo a determinar a viabilidade do cultivo de determinada espécie (DE CASTRO OLIVEIRA, *et al.* 2007).

O pH no período experimental manteve-se constante em meio ácido, variando de 5,0 a 6,5. A acumulação da amônia não-ionizada (NH₃) no ambiente está diretamente relacionada com o pH e temperatura da água, quanto mais elevado o pH da água, mais a alta a porcentagem de amônia-não ionizada em ambiente aquático (CYRINO *et al.* 2010). Este fato corrobora com Esteves (1998), que afirma

que no meio aquático, especialmente quando o pH é ácido ou neutro, a amônia é instável, sendo convertida por hidratação a íon amônio (NH_4^+).

O íon amônio é representado em sua forma ionizada como NH_4^+ íon amônio. Visto que Randall e Tsui (2002) alega que amônia ionizada advém como moléculas maiores, hidratadas e carregadas, que não podem atravessar prontamente as membranas. De acordo com Ruyte *et al.* (1995) a toxicidade da amônia não ionizada (NH_3) acercar-se de 300 a 400 vezes maior do que o íon amônio (NH_4^+), cujo transito é condicionado de transporte ativo.

Pereira & Mercante (2005) comenta o fato de que quanto menor for o pH, ou seja, quando o meio passa de alcalino a neutro ou ácido, verifica-se que amônia ionizada (NH_4) predomina, enquanto amônia não ionizada (NH_3) prevalece quando o pH está em meio alcalino. Corroborando com Kubitzka (2003), no qual descreve o pH como uma variável importante, pois dependendo do meio em que se encontra ele afeta diretamente a toxicidade de vários poluentes comuns, no caso de amônia e metais pesados como alumínio.

As diferentes condições de qualidade de água não influenciaram no desempenho zootécnico dos Juvenis, quando avaliadas com as diferentes concentrações de amônia ($P>0,05$). (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios (\pm desvio padrão) obtidos para os parâmetros de desempenho do tambaqui (*C. macropomum*) submetidos a diferentes concentrações de amônia.

Trat.	Variáveis					
	GP (g)	CAA -	CD (g)	IHS (%)	IVS (%)	FC -
T1 = Test	8,74 \pm 0,80	0,92 \pm 0,60	8,05 \pm 0,64	3,74 \pm 3,87	9,73 \pm 1,72	1,79 \pm 0,25
T2 = 2mg	8,43 \pm 0,12	0,87 \pm 0,06	7,42 \pm 0,56	1,79 \pm 0,42	8,42 \pm 1,33	1,84 \pm 0,19
T3 = 4mg	9,49 \pm 2,48	0,81 \pm 0,17	7,34 \pm 0,58	1,98 \pm 0,68	7,53 \pm 1,24	2,05 \pm 0,42
T4 = 6mg	9,41 \pm 0,95	0,81 \pm 0,10	7,66 \pm 0,50	3,2 \pm 0,42	10,42 \pm 1,27	1,63 \pm 0,09
T5 = 10mg	11,3 \pm 2,21	0,77 \pm 0,10	8,54 \pm 0,72	1,94 \pm 1,56	8,45 \pm 3,81	1,76 \pm 0,24

TRAT= Tratamento; GP= Ganho de peso (g); CAA= Conversão alimentar aparente (g); CD= Consumo da dieta; IHS= Índice Hepato-somático (g); IVS= Índice Viscero-somático (g); FC= Fator de condição. Valores seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo Teste Tukey (5%).

Isso mostra que a amônia não causou efeito nos parâmetros de desempenho, indicando que a espécie em estudo tolerou os crescentes níveis de amônia. Alguns autores relatam que existem espécies de peixes que toleram altos níveis de amônia na água como é o caso de todos os peixes da família Batrachoididae, nesta família destaca-se o peixe feio (*Opsanus tau*) que tolera até 11,8 mg/L NH₃ (Wang e Walch, 2000), já El-Sherif e El-Feky (2008) em experimento realizado com juvenis de tilápia (*Oreochromis niloticus*) observou que a espécie tolerou concentração de 7,40 mg/L NH₃. Essa devida tolerância de altas concentrações de amônia na água em algumas espécies, pode estar relacionada a diversas estratégias ou adaptações desenvolvidas pelos peixes ao longo de sua evolução, como o fato de minimizarem a ação da amônia produzindo compostos derivados como, a uréia em um bagre de água doce chamado de peixe-gato andador (*Clarias batrachus*) (Saha *et al.*, 2002), ou glutamina, em truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) (Wicks & Randall, 2002), qual não é considerada tóxica o bastante para influenciar a condição fisiológica dos peixes (BOYD & TUCKER, 1992).

Ao observarmos a tabela 2, podemos verificar que não houve diferença significativa ($P > 0,05$) no ganho de peso médio entre os tratamentos, demonstrando uma boa capacidade de adaptação dos juvenis de tambaqui aos níveis de amônia testados. Fivelstad *et al.* (1995) também não encontraram diferença significativa em fator de condição e no ganho de peso em salmões-do-Atlântico (*Salmo salar*) expostos a valores de 0 a 1,0 mgNH₃/L, por 30 dias.

A conversão alimentar dos juvenis de tambaqui não diferiu estatisticamente entre os tratamentos, resultados semelhantes a estes foram encontrados por juvenis de peixe lobo-malhado (*Anarhichas minor*) e peixe pregado (*Scophthalmus*

maximus) não apresentando diferença na conversão alimentar quando expostos a níveis crescentes de amônia, até mesmo não havendo redução no consumo e no crescimento dos peixes com o aumento da concentração de amônia (PERSON-LE RUYET, 1997; FOSS et al., 2002).

O índice hepato-somático representa o percentual da massa do fígado em relação ao peso corporal, podendo ser interpretado como uma forma de quantificar o estoque de energia (Glicogênio) (CYRINO et al., 2000; NAVARRO et al., 2006). Portanto os valores foram semelhantes entre os tratamentos indicando que não houve diferença significativa. Estes resultados retratam que não possuiu alterações hepáticas nos peixes aos diferentes níveis amônia. Entretanto, tal resultado discorda com Smith & Piper (1975) que relata que a manutenção de trutas arco-íris por 6 (seis) meses expostas a 0,017 mg de NH₃/L foi suficiente para promover mudanças patológicas no fígado. Visto que Hayashi *et al.* (1993) descreveram que os hepatócitos desenvolveram e produziram mais proteína quando cloreto de amônio foi adicionado ao meio de cultivo de enguia japonesa (*Anguilla japonica*).

Jobling (2001) expõe que as principais reservas energéticas nos peixes são estocadas no fígado, músculo, e em maior parte próximo as vísceras (glicogênio e gordura). Contudo, analisando o índice viscero-somático, verificou-se que não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos, divergindo os resultados quando comparados ao de Miron *et al.* (2008), narrando que a exposição de jundiás (*Rhamdia quelen*) a elevados níveis de NH₃ foi apontada como agente de uma rápida diminuição dos níveis de glicogênio hepático e muscular advertindo que este material de reserva é logo após degradado em resposta a situações de estresse.

Este trabalho oferece bases para realização de novos estudos, com a necessidade de adquirirmos conhecimento sobre nível de amônia na água voltado

para a piscicultura. A falta de conhecimento dos níveis máximos de amônia nessa fase de Juvenis é sem dúvida uma das limitações para um melhor proveito no cultivo desta espécie de grande potencial para a piscicultura no Brasil.

6. CONCLUSÃO

Pelo resultado observado no presente estudo foi possível inferir que os juvenis de tambaqui toleram as concentrações de amônia testadas, com pH levemente ácido (6,5), não influenciando nos parâmetros zootécnicos nesta fase.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA-VAL, V. M. F.; VAL, A. L. Adaptação de peixes aos ambientes de criação. **Criando Peixes na Amazônia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas**, p. 45-59, 1995

ARANA, L. V. **Princípios químicos de qualidade de água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões**. Florianópolis: UFSC, 1997. 166 p.

ARAUJO-LIMA, C.; GOMES, L. C. O tambaqui (*Colossoma macropomum*). In BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. (Ed). **Espécies nativas para a piscicultura no Brasil**. Santa Maria, Ed. Da UFSM, 2005, Cap. 8. P. 175-202.

ARAUJO-LIMA, C.; GOULDING, M. **Os frutos de tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazonia**. Tefé, Am: Sociedade Civil Mamirauá; Brasília, DF: CNPq, 1998 p. (Estudos do Mamirauá, 4).

ARAÚJO-LIMA, C.R.M.; GOULDING, M. **So fruitful fish: ecology, conservation, and aquaculture of the Amazon's tambaqui**. New York: Columbia University Press, 1997. 157p.

BALDISSEROTTO, B. & GOMES, L.C. (2005). *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. (2th ed.). Santa Maria: UFMS, (Chapter 11).

BALDISSEROTTO, B. 2009. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. 2. ed. rev. e ampliada, Santa Maria-MS; Ed. UFSM, 352p.

BALDISSEROTTO, B. e GOMES, L.C. *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. 2ª ed. Santa Maria: Editora da UFSM. p.175-204.

BERGMANN, U. Chronic toxicity of ammonia to the amphipod *Hyalella azteca*: importance of ammonium ion and water hardness. *Environment Pollution*, [S.l.], v. 86, p. 329-335, 1994

BOYCE, S. J. Nitrogenous excretion in the Antarctic plunderfish. **Journal of Fish Biology**, Cambridge, Inglaterra, v. 54, n. 1, p. 72-81, 1999.

BOYD C.E., TUCKER C.S. 1992. **Water quality and pond soil analyses for aquaculture**. Alabama: Auburn University.

BOYD, C.E. e SCHIMITTOU, H.R. 1999 **Achievement of sustainable aquaculture through environmental management**. *Aquaculture Economics e Management*, Philadelphia, 3(1): 59-69.

BOYD, C.E., 1990. **Water quality in ponds for aquaculture**. Auburn University, Alabama. Birmingham Publishing Co. Alabama. 482p.

BRASIL, MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. Produção pesqueira e aquícola. Estatística 2008 e 2009. Disponível em http://www.mpz.gov.br/#imprensa/2010/AGOSTO/nt_19-08-Produção-de-pescado-aumenta. Acesso em 25 agosto 2014.

CASTAGNOLLI, N. 1992 **Piscicultura de água doce**. Jaboticabal. Ed FUNESP, 189 p.

CAVERO, B.A.S.; PEREIRA-FILHO, M.; BORDINHON, A.M.; FONSECA, F.A.L.; ITUASSÚ, D.R.; ROUBACH, R.; ONO, E.A. 2004. Tolerância de juvenis de pirarucu ao aumento da concentração de amônia em ambiente confinado. **Pesq. Agropec. bras.**, 39(5): 513-516.

COLT, J. E., ARMSTRONG, D. A. (1981) Nitrogen toxicity to crustaceans, fish and mollusks. In: L. Allen and E. Kinney, eds. *Proceedings of the bio-engineering Symposium for Fish Culture*. Fish Culture Section of the American Fisheries Society, Bethesda, Mariland USA. P. 34-37

CYRINO, J.E.P. et al. Retenção de proteína e energia em juvenis de "Black Bass" *Micropterus Salmoides*. **Scientia Agricola**, v.57, p.609-616, 2000.

CYRINO, J.E.P.; BICUDO, A.J.A.; SADO, R. y, Borghesi, R.; Dairiki, J.K.; A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.68-87, 2010 (supl. especial).

CYRINO, JEP. Regulação nutricional do crescimento. **SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES E CRUSTÁCEOS**, p. 69-90, 1995.

CYRINO, José Eurico Possebon et al. A piscicultura e o ambiente—o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 68-87, 2010.

DE CASTRO OLIVEIRA, Raquel Priscila et al. Efeitos da densidade de estocagem sobre a qualidade da água na criação do Tambaqui (*Colossoma macropomum*, CUVIER, 1818) durante a segunda alevinagem, em tanques fertilizados. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 4, p. 705-711, 2007.

DUBOROW, R. M.; CROSBY, D. M.; BRUNSON, M. W. Ammonia in fish ponds. **Southern Regional Aquaculture Center**, [S.l.], n. 463, June 1997.

ELER, M.N. 1996 A influência do Pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) e fluxo de água contínuo sobre características limnológicas de tanques de peixes. São Carlos. 158p. (Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo).

EL-SHERIF, M.S.; EL-FEKY, A.M. Effect of ammonia on Nile tilapia (*O. niloticus*) performance and some hematological and histological measures. In: 8^o INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILÁPIA IN AQUACULTURE, 2008. p.513-529.

EPA – U. S. Environmental Protection Agency. Water Quality criteria for the protection of Aquatic life and its uses: ammonia. Final Draft. Office of Research and Development, Environmental Research Laboratory, Duluth, MN, 1983. 189pp.

ESTEVES, F.A. 1998 Fundamentos da limnologia, 2. Ed. Rio de Janeiro: **Interciência**. 602p.

FIVELSTAD, S.; SCHWARTZ, J.; STROMSNES, H. (1995). Sublethal effects and safe levels of ammonia seawater for Atlantic salmon postsmolts (*Salmo salar* L). *Aquacultural Engineering* 14(3), 271-280.

FOSS, A., EVENSEN, T.H., VOLLEN, T., OIESTAD, V. (2002) effects of chronic ammonia exposure on growth and conversion efficiency in juvenile spotted wolfish (*Anarchichas minor*). *Aquaculture* 228, 215-224.

FOSTER, R. P., GOLDSTEIN, L (1969) Formation of excretory products. In: W. S. Hoar e D.J. andall (editors), *Fish Physiology* (1), 313-350. Academy Press, New York, NY.

GLENCROSS, B.D., N.R. RUTHERFORD and R. HAULER. 2008. **Productivity, carcass composition, waste output and sensory characteristics of large barramundi *lates calcarifer* fed high nutrient density diets**. *Aquaculture* 284: 167-173

GOMES, L. C.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M.; ROUBACH, R.; URBINATTI, E. C. Avaliação dos efeitos da adição de sal e da densidade no transporte de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 2, p. 283-290, fev. 2003.

GOMES, L.C.; SIMÕES, L.N.; ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M. 2010 Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEROTTO, B. e GOMES, L.C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. 2^a ed. Santa Maria: Editora da UFSM. p.175-204.

GORSEL, M.; JENSEN, F. B. Nitrite uptake and HCO₃⁻ excretion in the intestine of the european flounder (*Platichthys fleus*). **The Journal of Experimental Biology**, Ottawa, n. 202, p. 2103-2110, 1999.

HAYASHI, S., TANG, M.-Q., HIRAKAWA, T. and YAMADA, S. (1993). Effect of high concentration of ammonia on culture hepatocytes of eel (*Anguilla japonica*). *Comparative Biochemistry Phisyology* 105c, 17-23.

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

JOBLING, M. **Fish bioenergetics**. London: Chapman & Hall, 1994. 294 p.

KROM, M.D.; PORTER, C.; GORDIN, H. Causes of fish mortalities in semi intensively operated seawater ponds in Eliat, Israel. *Aquaculture*, 49, 1985.p.159-177.

KUBITZA, F. 1999 **Qualidade da água na produção de peixes**. 3. ed. Jundiaí: Degaspari. 97p.

KUBITZA, F. 1999 **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. Ed. F. Kubitza: Jundiaí. 229p.

LAWRENCE, W.; Jacquez, J.; Dienst, S.; Poppell, J.; Randall, H. & Roberts, K. (1957) **The effect of changes in blood pH on the plasma total ammonia level**. *Surgery*, 42: 50-60.

MIRON, D.S.; MORAES, B.; BECKER, A.G. et al. Ammonia and pH effects on some metabolic parameters and gill histology of silver catfish, *Rhamdia quelen* (Heptapteridae). *Aquaculture*, v.277, p.192-196, 2008.

MOREIRA, S. S.; MARCON, J. L. Toxicidade da amônia em peixes da Amazônia: determinação da concentração média letal (CL50) em *Colossoma macropomum* cultivado na região de Manaus. **Manaus: [sn]. 22p. Relatório Final PIBIC (CNPq/UA)**, 1998.

MPA - MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. 2012 *Boletim estatístico da pesca e aquicultura*. Brasil 2010. Brasília. 129p.

NAVARRO, R. D. et al. Comparação morfométrica e índices somáticos de machos e fêmeas do lambari prata (*Astayanax scabripinnis* Jerenyys, 1842) em diferente sistema de cultivo. **Zootecnia Tropical**, v.24, p.22-33, 2006

ODUM, Eugene P.; **Ecologia**, Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1983, 435: 111 – 117.

OSTRENSKI, A.; BORGHETTI, J.R.; PEDINI, M. Situação atual da Aquicultura brasileira e mundial. In: VALENTI, W.C. (Ed.). **Aquicultura no Brasil: bases para**

um desenvolvimento sustentável. Brasília: CNPq / Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000. p. 353-382.

PAERL, H.W. e TUCKER, C. S. 1995 Ecology of blues-green algae in aquaculture ponds. **Jornal of the aquaculture Society**, 26(2).

PERSON-LE RUYET, J.; GALLAND, R.; LE ROUX, A.; CHARLOTIS, H (1997). Chronic ammonia toxicity in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture* 154, 155-171.

PILLAY, T.V.R. **Aquaculture and the environment**. 2a ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2004. 94p.

PROENÇA, C.E.M.; BITTENCOURT, P.R.L. Manual de piscicultura tropical. Brasília: IBAMA, 1994. 195 p.

RANDALL, D.J., AND T.K.N. TSUI. 2002. Ammonia toxicity in fish. *Marine Pollution Bulletin*, 45: 17-23.

RUYET, J.P.; CHARTOIS, H.; QUEMENER, L. Comparative acute ammonia toxicity in marine fish and plasma ammonia response. *Aquaculture*, v.136, p.181-194. 1995.

SAHA, N.; KHARBULI, Z.Y.; ARUNDHATI, B.; GOSWAMI, C.; HÄUSSINGER. Effect of alkalinity (pH 10) on ureogenesis in the air-breathing walking catfish, *Clarias batrachus*. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A**, v.132, p.353-364, 2002.

SILVA, J. A. M. da; PEREIRA FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. 2003. Frutos e sementes consumidos pelo tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) gastrointestinal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v32, n.6, p. 1815-1824.

SILVA, M. Rocha e, **Fundamentos da Farmacologia e suas aplicações à Terapêutica – Vol. I**, EDART, São Paulo, 1968, 322p.

SMITH, H.W., R.G. PIPER. (1975). *Lesions associated with chronic exposure to ammonia*. In: W. E. Ribelin & G. Migaki, eds. *The pathology of fishes*. University of Wisconsin Press, Madison WI.

Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática, 2004. p.171-193.

SODERBERG, R. W. **Flowing water fish culture**. Boca Raton: CRC Press, 1994. 147 p.

TACON, A.G.J.; FOSTER, I.P. Aquafeeds and the environment: policy implications. **Aquaculture**, v.226, p.181-189, 2003.

THURSTON, R.: PHILLIPS, G.: RUSSO, R. Increased toxicity of ammonia to rainbow trout, *Salmo gairdneri*, resulting from reduced concentrations of dissolved oxygen. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.*, 38, 1991. P. 983-988.

TOMASSO, J. R. Toxicity of nitrogenous wastes to aquaculture animals. **Reviews in Fisheries Science**, Amsterdam, v. 2, n. 1, p. 291-314, 1994.

TOVAR, A.; MORENO, C.; MÁNUEL-VEZ, M. P.; GARCÍA-VARGAS, M. Environmental impacts of intensive aquaculture in marine waters. **Water Resource**, v.34, n.1, p.334-342, 2000.

TRUSSEL, R.P. 1972 The percent un-ionized ammonia in aqueous ammonia solutions at different pH level and temperatures. *J. Fish. Res. Board Can.*, 29:10.

URBINATI, E.C., CARNEIRO, P.C.F. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALLOSSI, D.M. et al. (Eds.) **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. Jaboticabal:

URBINATI, E.C.; CARNEIRO, P.C.F. Práticas de Manejo e Estresse dos Peixes em Piscicultura Intensiva. In **Tópicos Especiais em Piscicultura Tropical**. Cyrino, J.E.P., Urbinati, E.C., Castagnolli, N. (Eds.). p. 171-193, 2004. Editora TecArt. São Paulo.

VAL, A.L; ROLIM, P.R.; RABELO, H. 2000. Situação atual da aquicultura no norte. In VALENTI, W.C. POLI, C.R; PEREIRA, J.A.; BORGHETTI, J.R. **Aquicultura no Brasil. Bases para um desenvolvimento sustentável**, Brasília: CNPq. Ministério da Ciência e Tecnologia. 247 p.

WANG, Y.; WALSH, P.J. High ammonia tolerance in fishes of the family Batrachoididae (Toadfish and Midshipmen). *Aquatic Toxicology*, v.50, p.205-219, 2000

WESTERS, H. Production. In: WEDEMEYER, G. A. (Ed.). **Fish hatchery management**. 2nd ed. Bethesda: American Fisheries Society, 2001. p. 31-90.

WICKS, B.J.; RANDALL, D.J. The effect of sub-lethal ammonia exposure on fed and unfed rainbow trout: the role of glutamine in regulation ammonia. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, v.132, p.275-285, 2002.

ZANIBONI-FILHO, E. O desenvolvimento da piscicultura brasileira sem a Deterioração da qualidade de água. **Revista Brasileira de Biologia**, v.57, n.1, p.3-9, 1997.