

UFSM
Centro de Ciências Naturais e Exatas
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal

**EFEITO DO CÁLCIO NA DIETA SOBRE O
CRESCIMENTO E A SOBREVIVÊNCIA DE JUVENIS
DE JUNDIÁ *Rhamdia quelen* (HEPTAPTERIDAE)
EM DIFERENTES pH DA ÁGUA**

Dissertação de Mestrado

Carlos Eduardo Copatti

Santa Maria, RS, Brasil, 2005

**EFEITO DO CÁLCIO NA DIETA SOBRE O CRESCIMENTO E A
SOBREVIVÊNCIA DE JUVENIS DE JUNDIÁ *Rhamdia quelen*
(HEPTAPTERIDAE) EM DIFERENTES pH DA ÁGUA**

por

Carlos Eduardo Copatti

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, Área de Concentração em Zoologia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Biodiversidade Ambiental**

Orientador: Dr. Bernardo Baldisserotto

Santa Maria, RS, Brasil

2005

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Naturais e Exatas
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**EFEITO DO CÁLCIO NA DIETA SOBRE O CRESCIMENTO E A
SOBREVIVÊNCIA DE JUVENIS DE JUNDIÁ *Rhamdia quelen*
(HEPTAPTERIDAE) EM DIFERENTES pH DA ÁGUA**

elaborada por
CARLOS EDUARDO COPATTI

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Biodiversidade Animal

COMISSÃO EXAMINADORA

Dr. Bernardo Baldisserotto
(Presidente/Orientador)

Dr. João Radünz Neto
(Co-orientador)

Dr. Evoy Zaniboni Filho

Santa Maria, 22 de fevereiro de 2005

DEDICO

AO MEU PAI ANTONIO,
A MINHA TIA CEMA E AOS
MEUS IRMÃOS DEYSE E
JÚNIOR PELO AMOR E
CONFIANÇA QUE ME
DESTINARAM.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Bernardo Baldisserotto pela oportunidade e confiança concedidas para o desenvolvimento deste trabalho, bem como pela integridade, amizade, orientação e dedicação prestadas durante este fortuito período. Tenho certeza que tais preceitos acompanhar-me-ão no decorrer da minha vindoura jornada.

Ao meu amigo e colega, Luciano de Oliveira Garcia, que foi fundamental para a realização deste trabalho, contribuindo com seu conhecimento e parceria nos estudos desenvolvidos.

Aos demais colegas do Laboratório de Fisiologia de Peixes: Ana Paula, Luciana, Neiva, Ronaldo, Alexssandro, Keidi, Felipe, Rafael e Daiani pelo companheirismo e amizade.

Ao Prof. Dr. Radünz Neto, pelo fato de ter sido não apenas co-orientador, mas também fonte de conselhos, amizade e ensinamentos.

Aos funcionários e professores do Departamento de Fisiologia, sempre atenciosos.

Ao Prof. Ms. Ivanir Coldebella, amigo e colaborador, que desde minha graduação vem incentivando o aprimoramento de meus saberes. Sempre serei grato pelo seu auxílio.

Ao meu amigo Marcelo Carvalho da Rocha, promissor pesquisador, e fundamental na realização dos experimentos.

A todos os profissionais da Estação Experimental de Piscicultura do PMTec-URI/Frederico Westphalen, Márcio, André, Davi e Moisés, pelo companheirismo e ajuda.

Aos colegas e amigos do mestrado em Biodiversidade Animal: Rubinho, pela sobriedade demonstrada mesmo nos momentos difíceis; Alcemar, pelo bom-humor e praticidade na resolução de problemas; e Érika, pela sensibilidade e senso de justiça demonstrados.

Aos também colegas e amigos do mestrado, Juliana, Pedro, Simone e Luís, às recém-biólogas Amanda e Manuela, ao Marcelo e a Rafaele e a Lu, pela amizade e convívio, especialmente nos momentos de maior descontração.

A todos os professores do curso de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, pelos ensinamentos concedidos no decorrer do curso.

Aos meus familiares que torceram muito para que este momento chegasse, em especial ao meu pai Antonio, minha tia Cema e meus irmãos Deyse e Júnior.

A minha namorada Ângela, paixão e inspiração. É difícil ficar longe de ti, mas tenho certeza que a distancia que nos separa um dia será apenas uma nota do passado.

Quero agradecer também a todos aqueles que de uma maneira ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho e que não foram citados aqui.

Não só esta dissertação, mas igualmente todas as evoluções científicas que alcancei como biólogo são as minhas mais sinceras homenagens àquelas pessoas que já não estão mais aqui, mas que jamais abandonarão meu coração, minha mãe Nelcy, minha irmã Paula, meu tio Hilário, meu amigo Ernani e minha tia Lurdes.

Não cessaremos nunca de explorar
E o fim de toda a nossa exploração
Será chegar ao ponto de partida
E conhecer o lugar pela primeira vez
(T. S. Elliot, "Little Gidding")

RESUMO

Dissertação de Mestrado

Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Animal

Centro de Ciências Naturais e Exatas

Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

EFEITO DO CÁLCIO NA DIETA SOBRE O CRESCIMENTO E A SOBREVIVÊNCIA DE JUVENIS DE JUNDIÁ *Rhamdia quelen* (HEPTAPTERIDAE) EM DIFERENTES pH DA ÁGUA

Autor: Carlos Eduardo Copatti

Orientador: Bernardo Baldisserotto

Data e local da defesa: Santa Maria, fevereiro de 2005

A proposta deste estudo foi verificar o efeito de diferentes níveis de Ca^{2+} na dieta no crescimento e na sobrevivência de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*) expostos a diferentes faixas de pH da água (5,5; 7,5 e 9,0). Os alevinos de jundiá foram distribuídos aleatoriamente em densidade de estocagem de 0,16 alevinos/l, num sistema de recirculação de água termo-regulada, com 12 caixas de cimento amianto impermeabilizado de 250 l, 2 biofiltros de 1000 l e 1 reservatório de água elevado de 2000 l. Para o preparo dos diferentes tratamentos, a dieta controle (0,08% Ca^{2+}) foi suplementada com CaCO_3 para formulação das demais dietas, com 0,64; 0,95; e 2,39% Ca^{2+} , com 3 repetições por tratamento. A sobrevivência foi superior a 93,9% em todos os tratamentos, não havendo diferença significativa. A exposição de alevinos de jundiá em águas ácidas ou alcalinas reduziu o crescimento, sendo que tais efeitos não foram compensados pela adição de Ca^{2+} na ração. Os resultados demonstram que dietas com níveis de Ca^{2+} em torno de 0,08-0,64% são as mais adequadas para o crescimento de alevinos de jundiá, principalmente quando os alevinos são mantidos em água com pH neutro.

Palavras-chave: dietas de Ca^{2+} ; pH; jundiá; crescimento; sobrevivência

ABSTRACT

Dissertação de Mestrado

Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Animal

Centro de Ciências Naturais e Exatas

Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

EFFECT OF DIETARY CALCIUM ON GROWTH AND SURVIVAL OF SILVER CATFISH FINGERLINGS, *Rhamdia quelen* (HEPTAPTERIDAE), EXPOSED TO DIFFERENT WATER pH

Author: Carlos Eduardo Copatti

Orienting: Bernardo Baldisserotto

The purpose of this study was to verify the effect of dietary Ca^{2+} on growth and survival of silver catfish fingerlings (*Rhamdia quelen*) exposed to different water pH (5.5; 7.5 and 9.0). Silver catfish fingerlings were randomly placed in a termo-regulated water re-use system with twelve 250 L tanks, two 1000 L biofilters and a 2000 L reservoir with medium flow of 3.84 L min^{-1} tank. Stocking density was 0.16 fingerlings L^{-1} . To prepare the treatment diets, the control diet (0.08% Ca^{2+}) was supplemented with CaCO_3 to yield experimental diets with 0.64; 0.95 and 2.39% Ca^{2+} . There were three replicates/treatment. Survival was higher than 93.9% in all treatments. Exposure of silver catfish fingerlings to alkaline or acid water reduced growth, and this effect was not ameliorated by dietary Ca^{2+} supplementation. Moreover, best dietary Ca^{2+} range for silver catfish fingerling growth is 0.08-0.64%, mainly when fingerlings were maintained in water with neutral pH.

Key-words: dietary Ca^{2+} ; pH; silver catfish; growth; survival

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUÇÃO GERAL	1
OBJETIVOS GERAIS	6
Objetivos específicos	6
CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS	7
BIBLIOGRAFIA GERAL	8

INTRODUÇÃO GERAL

No estudo da ecologia de peixes, preconiza-se que sejam valorizadas espécies de valor comercial ou de valor ambiental, sendo este último aspecto atendido quando se especulam espécies nativas. Diz-se, embasado nisso, que o jundiá (*Rhamdia quelen*, Quoy & Gaimard 1824, Heptapteridae, Siluriformes), por ser uma espécie nativa de grande importância econômica no Rio Grande do Sul, bem adaptada a diferentes ambientes e amplamente utilizada nos viveiros de piscicultura, inclusive com boa aceitação no mercado consumidor, atende a todos os requisitos, demonstrando ser um grande atrativo para a pesquisa.

O gênero *Rhamdia*, de acordo com Silfvergrip (1996), é formado por 11 espécies, dentre as quais encontra-se a *R. quelen*, que possui 49 sinônimas. Apresenta distribuição neotropical, sendo encontrado desde o sudeste do México até a região central da Argentina. Pode atingir 50cm de comprimento e 3kg de peso (WEISS & CASTELLO, 1983), possui hábitos noturnos e habita local calmo e profundo nos rios, é uma espécie euritérmica, omnívora e ovulípara e, na natureza, os cardumes desovam em locais com água limpa, calma e de fundo pedregoso, possuindo dois picos reprodutivos por ano (verão e primavera) e desova múltipla (GOMES *et al.*, 2000). A espécie caracteriza-se por possuir boca grande, sem a presença de dentes, e por apresentar ao redor da mesma três pares de barbilhões sensitivos, tendo a pele com coloração variada, desde o cinza-esverdeado escuro no dorso até esbranquiçado no ventre (STINGELIN *et al.*, 1998). Apresenta boa rusticidade e resiste bem a grandes oscilações de temperatura e níveis baixos de oxigênio na água, porém o conforto térmico está entre 18-28 °C e sua reprodução ocorre preferencialmente em águas com temperatura de 22-25 °C, coincidindo com o início da primavera (GUEDES, 1980). A maturidade sexual (citada para sinônimo *Rhamdia hilarii*) é atingida com um ano de idade em ambos os sexos, os machos com 13,4 cm; as fêmeas com 16,5 cm (NARAHARA *et al.*, 1985).

Segundo Radünz Neto (1981), o jundiá possui boa aceitação no mercado consumidor, apresenta alto potencial de comercialização, tem boa produtividade em açudes e demonstra rápido crescimento e fácil adaptação ao manejo em criações intensivas. A grande representatividade e o interesse econômico por esta espécie está comprovado pela EMATER que registrou no RS uma produção de 147,79 toneladas de jundiá em 1995 (EMATER, 1995). Em 2000, a produção brasileira da referida espécie chegou a 2.546 toneladas, colocando-a como a

quinta espécie nativa mais cultivada (IBAMA, 2000). Portanto, pode-se averiguar que a sua produção vem crescendo progressivamente no Brasil, de modo que é deveras importante o fornecimento de maiores subsídios para aprimorar o rendimento na criação da mesma.

As condições ambientais as quais os peixes são expostos são de fundamental importância para o desenvolvimento satisfatório no cultivo dos mesmos, sendo imperioso que exista sempre uma preocupação com a qualidade da água nos tanques de criação para o sucesso da produção (TAVARES, 1994). Considerando o aspecto evolutivo, o melhor lugar de cultivo é onde as espécies estão aclimatadas aos extremos das condições ambientais da região de origem, evitando, assim, as quebras de safra (ZANIBONI FILHO, 2002). Além disso, a questão dos recursos hídricos, envolvendo a própria aquicultura, pesa substancialmente nas decisões do mundo atual, onde se insere – obviamente – o Brasil, país extremamente visado no que se refere a tal assunto, devido às suas consideráveis riquezas mananciais.

Meade (1989) afirmou que o sucesso na aquicultura intensiva requer a manutenção dos parâmetros físico-químicos da água. Valores de pH neutros e ligeiramente alcalinos têm sido recomendados por uma série de autores como sendo apropriados para o cultivo de espécies comerciais de água doce (BOYD, 1982; MICHAELS, 1988; ZWEIG *et al.*, 1999). O pH da água é normalmente regulado pelo sistema gás carbônico-bicarbonato-carbonato, ficando numa faixa de 6,0-8,0 (WILKIE & WOOD, 1994). Entretanto – no Brasil – existem ambientes naturais que apresentam condições extremas de pH e, mesmo assim, ocorrem populações de peixes adaptadas a essas condições (ZANIBONI FILHO, 2000). A par disso, o conhecimento de efeitos de toxicidade em pHs adversos torna-se extremamente importante, uma vez que, percebem-se intensas poluições em mananciais, modificando o ambiente natural de peixes e demais organismos aquáticos. Acerca disso, Zaions & Baldisserotto (2000) alertaram que por ocorrem flutuações iônicas quando os peixes são expostos a valores fora da sua faixa de sobrevivência normal, o pleno entendimento de tal parâmetro deve receber ainda mais importância.

Alguns lagos apresentam pH muito alcalino, em consonância com a alta concentração de sais de carbonato e bicarbonato, como ocorre no lago Van, na Turquia (pH 9,8) (DANULAT & SELCUK, 1992), no lago Magadi, no Quênia (pH 10,0) (MAETZ & De RENZIS, 1978), e em alguns lagos do Pantanal, no Mato Grosso do Sul (pH 10,1) (GALVÃO *et al.*, 2003). Contudo, também é possível encontrar águas com pHs caracteristicamente ácidos (inferior a 4,0), facilmente verificável quando o solo possui grandes quantidades de sulfato ou presença de ácidos

fúlvicos e húmicos, como se averigua na Bacia Amazônica (WALKER, 1990). Inclusive, peixes da Bacia Amazônica, como matrinxã (*Brycon cephalus*), podem ser encontrados em locais onde o pH varia entre 3,7-4,7 (da SILVA *et al.*, 1975; GONZALEZ, 1996), enquanto que espécies do Pantanal Mato-Grossense estão sujeitas a valores de pH 11,0 em lagoas sujeitas ao isolamento (ZANIBONI FILHO, 2000).

Ambientes aquáticos com pH abaixo de 6,0 resultam da alta produção de CO₂ por organismos aquáticos ou pela presença de sulfato no solo, originando a produção de ácido sulfúrico (BOYD, 1998). Em exposição aguda a pHs baixos (inferiores a 4,5), a mortalidade aparentemente é causada por falhas na regulação iônica e osmótica (LEIVSTAD & MUNIZ, 1976; McDONALD, 1983), já em exposição crônica, os teleósteos geralmente toleram pHs abaixo de 5,0 com pouco efeito aparente nas concentrações osmóticas ou iônicas (FROMM, 1980; LEE *et al.*, 1983). Por outro lado, a presença de plantas ou algas fotossintetizantes pode aumentar temporariamente o pH da água (ARANA, 1997; WOOD, 2001). Exposição a águas de pHs muito básicos pode causar distúrbios no fluxo interno de Na⁺ e Cl⁻, causado pela inibição do transporte de íons pelas brânquias (WILKIE *et al.*, 1999). Da mesma forma, a excreção de NH₃ é reduzida e, conseqüentemente, ocorre acúmulo de NH₃ no plasma (WILKIE & WOOD, 1994). Efeitos danosos em peixes de água doce podem ocorrer em qualquer parte do mundo onde o pH persiste abaixo de 5,0-6,0 (WOOD & MCDONALD, 1988) e, além disso, pHs numa faixa de 9,0-11,0 também prejudicam o desenvolvimento de populações de peixes (BOYD, 1998; ZWEIG *et al.*, 1999). No entanto, a par de todas essas dificuldades, muitas espécies sobrevivem em pHs ácidos (FREDA & McDONALD, 1988) ou alcalinos (Van DIJK *et al.*, 1993) sem dificuldades mais pronunciadas.

A melhor faixa de pH para sobrevivência e crescimento de larvas de jundiá está entre 8,0-8,5 (LOPES *et al.*, 2001). Para juvenis de jundiá, Zaions & Baldisserotto (2000) demonstraram que os mesmos não apresentaram mortalidade significativa na faixa de pH de 4,0-9,0 (dureza de 30,0 mg/l CaCO₃) em 96 h, contudo, verificou-se que a exposição de exemplares desta espécie a águas ácidas e alcalinas provoca uma redução dos níveis corporais de Na⁺ e K⁺.

Diversos autores, já verificaram que o Ca²⁺ na água protege contra pHs ácidos e alcalinos (YESAKI & IWAMA, 1992; WOOD, 2001; TOWNSEND & BALDISSEROTTO, 2001). Townsend *et al.* (2003) estudaram vários níveis de dureza da água (30, 70, 150, 300 e 600 mg/l CaCO₃) e constataram que os mesmos não afetam a sobrevivência de larvas de jundiá expostos

aos pHs 3,5; 4,0; 7,0 e 9,5 por 96h, mas o aumento da dureza em pHs 3,75; 10,0 e 10,5 resulta em aumento da sobrevivência dos espécimes citados, sendo que a melhor dureza para a sobrevivência e crescimento de larvas de jundiá – quando na faixa de pH ótimo – está entre 30-70 mg/l CaCO₃.

Os vertebrados são dependentes do Ca²⁺ para formação do esqueleto, coagulação sanguínea, funções musculares e transmissão de impulsos nervosos, bem como demais funções celulares (LOVELL, 1989; COOTE *et al.*, 1996). O Ca²⁺ exerce um papel fundamental na regulação iônica porque influi na permeabilidade das membranas biológicas, evitando o fluxo difusivo e as altas perdas iônicas para a água (GONZAL *et al.*, 1987; WOOD & McDONALD, 1988). Segundo Flik *et al.* (1995), os vertebrados requerem uma regulação do Ca²⁺ dentro de limites estreitos, em particular para os íons de Ca²⁺ intracelulares e para fluídos intercelulares. Em comparação com os vertebrados terrestres, os peixes podem absorver o Ca²⁺ do alimento ou da água (FLIK *et al.* 1995), apesar de existir pesquisas demonstrando que a principal via de absorção do Ca²⁺ é através das brânquias (HWANG *et al.*, 1996). Para Steffens (1997), a absorção de minerais da água pelos peixes varia em função da espécie e de alguns fatores ambientais, tais como o nível de concentração dos minerais, a temperatura e o pH da água.

Concentrações de Ca²⁺ de 4,0 mg/l ou menos são freqüentemente relatados para águas ou lagos sensíveis à acidificação, assim, neste meio ambiente, menores concentrações de Ca²⁺ no alimento ou na água poderiam limitar o crescimento de peixes (RODGERS, 1984). Em águas com alta concentração de Ca²⁺, os peixes são capazes de satisfazerem suas exigências desse mineral, enquanto que em águas com baixas concentrações de Ca²⁺, os peixes utilizam mais o Ca²⁺ proveniente do alimento (STEFFENS, 1997). Águas de baixa dureza e baixa alcalinidade não tem uma boa capacidade de combater efeitos de acidificação (PIPPER *et al.*, 1982), enquanto que águas com dureza moderada tendem a reduzir os efeitos tóxicos para os peixes (SPRAGUE, 1985). Nas brânquias e na membrana opercular dos peixes existe uma bomba de Ca²⁺ (Ca²⁺-ATPase) e um cotransportador Na⁺/Ca²⁺ presentes nas células de cloreto, transportando o Ca²⁺ de dentro das células para o plasma; já no intestino, a absorção de Ca²⁺ ocorre principalmente pelo sistema de cotransporte Na⁺/Ca²⁺, enquanto o Ca²⁺-ATPase é responsável pela reabsorção renal deste íon (BALDISSEROTTO, 2003).

Em truta arco-íris, os exemplares mantidos em água com altas concentrações de Ca²⁺ (40 mg/l CaCO₃) apresentaram maior crescimento que aqueles mantidos em águas com baixos níveis

de Ca^{2+} (5 mg/l CaCO_3) (RODGERS, 1984). Maiores ganhos de peso foram observados em catfish de canal alimentados com 0,5% Ca^{2+} (GATLIN & PHILIPS, 1989), em tilápia do Nilo com 0,5% Ca^{2+} (MIRANDA *et al.*, 2000) e 0,7% Ca^{2+} (HAYLOR *et al.*, 1988), e em salmão com 2,2-4,2% Ca^{2+} na ração (HARDY & SHEARER, 1985). Assim, percebe-se que a quantidade necessária de Ca^{2+} na ração varia de espécie para espécie.

Já foram realizados experimentos com níveis protéicos (COLDEBELLA & RADÜNZ NETO, 2002; MACHADO *et al.*, 2002) e lipídicos (MELO *et al.*, 2002) em dietas fornecidas a juvenis de jundiá, contudo ainda não foram estudadas as necessidades reais de Ca^{2+} na dieta para o melhor estabelecimento do seu cultivo. Somando-se a isso, também se relata o conhecimento do aumento da sobrevivência de juvenis de jundiá em ambientes com pHs ácidos e alcalinos pela adição de Ca^{2+} na água (TOWNSEND & BALDISSEROTTO, 2001), mas estudos correlacionando demandas nutricionais de Ca^{2+} com variações de pH ainda são escassos.

OBJETIVOS GERAIS

O projeto tem como objetivos testar a sobrevivência e o crescimento de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*) submetidos a dietas com diferentes concentrações de cálcio em diferentes faixas de pH.

Objetivos específicos

- Determinar o efeito das dietas com concentrações variadas de cálcio (Ca^{++}) no crescimento e sobrevivência de alevinos de jundiá nas faixas de pH estipuladas.
- Fornecer maiores informações no que condiz com a nutrição no cultivo de jundiá
- Analisar o efeito do pH da água na sobrevivência e no crescimento de alevinos de jundiá

CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

No âmbito da pesquisa atual, observa-se um grande esforço por parte de produtores e pesquisadores do sul do Brasil em criar melhores condições para o cultivo do jundiá, não só devido a sua grande versatilidade no meio ambiente, mas igualmente pela evolução comercial que o mesmo vem apresentando nos últimos tempos. Além disso, também se prestigia o fato do jundiá ser uma espécie nativa de considerável ocorrência na região citada.

No seio de tal questão, a presente pesquisa procurou contribuir em vários aspectos para o cultivo de juvenis de jundiá, tais como: o fornecimento de informações nutricionais para um crescimento mais promissor; a exigência de cálcio na dieta em ambientes de pHs ácido, alcalino e próximo à neutralidade; o efeito do pH na sobrevivência e no crescimento e a possibilidade do Ca^{2+} introduzido na ração auxiliar no desenvolvimento de tais indivíduos em ambientes de pHs extremos, assim como ocorre quando tal íon é acrescido na água.

Aliás, impera-se que tal pesquisa sirva de estímulo para a continuidade dos conhecimentos acerca do melhor proveito do jundiá, contribuindo tanto para o ganho de informações na fisiologia nutricional, quanto para o desenvolvimento de estratégias que permitam uma sobrevida mais sadia da espécie, mesmo em ambientes de pHs adversos.

De forma resumida, o estudo permitiu concluir que:

- A exposição de juvenis de jundiá em águas ácidas (5,5) ou alcalinas (9,0) não afeta sua sobrevivência, entretanto reduz seu crescimento;
- A suplementação de Ca^{2+} na dieta não protege o jundiá contra mudanças no pH da água;
- A melhor faixa de Ca^{2+} na dieta para juvenis de jundiá encontra-se entre 0,08-0,64%, especialmente quando os mesmos são mantidos em águas com pH próximo à neutralidade (7,5).

BIBLIOGRAFIA GERAL

- ADAD, J. M. T. **Controle químico de qualidade**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1982. 203p.
- ANDREWS, J. W.; MURAI, T.; CAMPBELL, C. Effects of dietary calcium and phosphorus on growth, apparent food conversion, bone ash and hematocrit levels in catfish. **J. Nutr.** n. 103, p. 766-771, 1973.
- ARANA, L. V. **Princípios químicos da qualidade da água em aquicultura**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1997.
- BALDISSEROTTO, B. Osmoregulatory adaptations of freshwater teleosts. In: Val, A. L., Kapoor, B. J. (Eds.). **Fish adaptations**. Science Publishers, Inc. Enfield (USA), p. 179-201, 2003.
- BALDISSEROTTO, B.; KAMUNDE, C.; MATSUO, A.; *et al.* A protective effect of dietary calcium against acute waterborne cadmium uptake in rainbow trout. **Aquatic Toxicol.** n. 67, p. 57-73, 2004a.
- BALDISSEROTTO, B.; KAMUNDE, C.; MATSUO, A.; *et al.* Acute waterborne cadmium uptake in rainbow trout is reduced by dietary calcium carbonate. **Comp. Biochem. Physiol.** n. 137, p. 363-372, 2004b.
- BERG, A. Studies on the metabolism of calcium and strontium in freshwater fish. I. Relative contribution of direct and intestinal absorption. **Mem. Ist. Ital. Idrobiol.** n. 23, p. 161-196, 1968.
- BOYD, C. E. Water quality management for pond fish culture. **Amsterdam: Elsevier**, 1982. 318p.
- COLDEBELLA, I. J. & RADÜNZ NETO J. Farelo de soja na alimentação de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*). **Ciência Rural.** v. 32, n. 3, p. 499-503, 2002.
- COOTE, T. A.; HONE, P. W.; KENYON, R.; *et al.* The effect of different combinations of dietary calcium and phosphorus on the growth of juvenile *Haliotis laevis*. **Aquaculture.** v. 145, p. 267-279, 1996.
- DANULT, E. & SELCUK, B. Life history and environmental conditions of the anadromus *Chalcalburnus tarichi* (Cyprinidae) in the highly alkaline Lake Van, Eastern Anatolia, Turkey. **Arch. Hydrobiol.** v. 126, p. 102-125, 1992.

- DOVE, G. R.; TIEMIR, O. W.; DOUOE, C. W. Effects of three diets on growth and mineral retention of channel catfish fingerlings. **Trans Amer. Fisheries Soc.** n. 105, p. 482-485, 1976.
- EMATER (RS). Diagnóstico do Setor Pesqueiro do Rio Grande do Sul. **Série Realidade Rural.** Porto Alegre, v. 5, 1995.
- FLIK, G. & VERBOST, P. M. Cellular mechanisms in calcium transport and homeostasis in fish. In: Hochachka, P. W.; Mommsen, T. P. **Molecular Biology Frontiers. Biochemistry and Molecular Biology of Fishes.** Elsevier, Amsterdam. v. 5, p. 251-263, 1995.
- FLIK, G.; VERBOST, P. M.; WENDELAAR BONGA, S. E. Calcium transport processes in fishes. **Cellular and molecular approaches to fish ionic regulation.** Academic Press, San Diego, USA, p. 317-341, Cap 12, 1995.
- FREDA, J. & McDONALD, D. G. Physiological correlates of interspecific variation in acid tolerance in fish. **J. Exp. Biol.** v. 136, p. 243-258, 1988.
- FROMM, P. O. A review of some physiological and toxicological responses of freshwater fish to acid stress. **Environ. Biol. Fish.** v. 5, p. 79-83, 1980.
- GALVÃO, L. S.; PEREIRA FILHO, W.; ABDON, M. M.; *et al.* Spectral reflectance characterization of shallow lakes from the Brazilian Pantanal wetlands with field and airborne hyperspectral data. **Int. J. Remote Sensing,** v. 24, n. 21, p. 4093-4112, 2003.
- GATLIN III, D. M. & PHILLIPS, H. F. Dietary calcium, phytate and zinc interactions in channel catfish. **Aquaculture.** n. 79, p. 259-266, 1989.
- GOMES, L. C.; BALDISSEROTTO, B.; SENHORINI, J. A. Effect of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of the matrinxã, *Brycon cephalus* (Characidae), in ponds. **Aquaculture.** n. 183, 73-81, 2000.
- GOMES L. C.; GOLOMBIESKI, J. I.; CHIPARI GOMES, A. R.; *et al.* Biologia do *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae). **Ciência Rural.** v. 30 n. 1, p. 179-185, 2000.
- GONZAL, A. C.; ARALAR, E. V.; PAVICO, J. M. The effects of water hardness on the hatching and viability of silver carpas (*Hypophthalmichthys molitrix*) eggs. **Aquaculture.** v. 64, p. 111-118, 1987.
- GONZALEZ, R. J. Ion regulation in ion poor waters of low pH. In: Val, A.L., Almeida-Val, V.M.F., Randall, D.J. **Physiology and Biochemistry of the fishes of the Amazon.** Manaus: INPA, p. 111-121, 1996.

- GONZALEZ, R. J. & DUNSON, W. A. Adaptations of sodium balance to low pH in a sunfish (*Enneacanthus obesus*) from naturally acidic waters. **J. Comp. Physiol.** 157, 555-566, 1987.
- GONZALEZ, R. J.; WOOD, C. M.; WILSON, R. W.; *et al.* Effects of water pH and calcium concentration on ion balance in fish of the Rio Negro, Amazon. **Physiol. Zool.** 71, 15-22, 1997.
- GUEDES, D. S. **Contribuição ao estudo da sistemática e alimentação de jundiás (*Rhamdia* sp.) na região central do Rio Grande do Sul (Pisces, Pimelodidae).** Santa Maria. 99f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, 1980.
- HARDY, R. W. & SHEARER, K. D. Effect of dietary calcium phosphate and zinc supplementation on whole body zinc concentration of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** n. 42, p. 181-184, 1985.
- HAYLOR, G. S.; BEVERIDGE, M. C. M.; JAUNCEY, K. Phosphorus nutrition of fingerlings *Oreochromis niloticus*. In: R.S.V. Pullin. T. Bhukaswan, K. Tonguthai and J.L. Maclean (Eds). **The second International Symposium on Tilapia in Aquaculture.** ICLARM Conference Proceedings. n. 15, p. 341-345, 1988.
- HEALTH, A. G. **Water pollution and fish physiology.** Lewis Publishers, Florida. 1995. 359p.
- HUNN, J. B. Role of calcium in gill function in freshwater fishes. **Comp. Biochem. Physiol.** n. 82, p. 543-547, 1985.
- HWANG, P. P.; TUNG, Y. C; CHANG, M. H. Effect of environmental calcium levels on calcium uptake in tilapia larvae (*Oreochromis mossambicus*). **Fish Physiol. Biochem.** v. 15, n. 5, p. 363-370, 1996.
- IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). Estatística da pesca – grandes regiões e unidades da federação. **Parecer técnica.** Brasil, 2000.
- ICHII, T. & MUGIYA, Y. Effects of a dietary deficiency in calcium on growth and calcium uptake from the aquatic environmental in the goldfish, *Carassius auratus*. **Comp. Biochem. Physiol.** n. 74, p. 259-262, 1983.
- JACOBSEN, O. J. Brown trout (*Salmo trutta*) growth at reduced pH. **Aquaculture.** n. 11, p. 81-84, 1977.
- JOBLING, M. **Fish Bioenergetics.** Chapman and Hall, London. 1994. 294p.

- LAUREN, D. J. & McDONALD, D. G. Influence of water hardness, pH, and alkaline on the mechanisms of copper toxicity in juvenile rainbow trout, *Salmo gairdneri*. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** n. 43, p. 1488-1496, 1986.
- LEE, R. L.; GERKING, S. D.; JEZIERSKA. Electrolyte balance and energy mobilization in acid-stressed rainbow trout, *Salmo gairdneri*, and their relation to reproductive success. **Environ. Biol. Fish.** v. 8, p. 115-123, 1983.
- LEIVSTAD, H. & MUNIZ, I. P. Fish kill at low pH in a Norwegian river. **Nature.** v. 259, p. 391-392, 1976.
- LOPES, J. M.; SILVA, L. V. F.; BALDISSEROTTO, B. Survival and growth of silver catfish larvae exposed to different water pH. **Aquaculture International.** v. 9, p. 73-80, 2001.
- LOVELL, R. T. **Nutrition and Feeding of Fish.** Van Nostrand-Reinhold, New York. 1989, 260p.
- MACHADO, J. H.; CARRATORI, C. R. del; FRIZZAS, O. G.; *et al.* Desempenho produtivo de juvenis de jundiá (*Rhamdia sp*) alimentados com diferentes níveis de proteína e energia. In: Simpósio Brasileiro de Aqüicultura, XII, 2002, **Anais...** Goiânia. p. 89, 2002.
- MAETZ, J. & RENZIS, G de. Aspects of the adaptation of fish to high external alkalinity: comparison of *Tilápia grahami* and *T. mossambica*. In: Schmidt-Nielsen, K. et al. (Ed.). **Comparative physiology: water, ions and fluid mechanics.** Cambridge: Cambridge University Press, 1978.
- McDONALD, D. G. The interaction of calcium and low pH on the physiology of the rainbow trout, *Salmo gairdneri*. I. Branchial and renal net ion and H⁺ fluxes. **J. Exp. Biol.** v. 102, p. 123-140, 1983.
- McDONALD, D. G.; HOBE, H.; WOOD, C. M. The influence of calcium on the physiological responses of the rainbow trout, *Salmo gairdneri*, to low environmental pH. **J. Exp. Biol.** n. 88, p. 109-131, 1980.
- MEADE, J. **Aquaculture Management.** AVI Book. New York, 1989. 175p.
- MELO, J. F. B.; RADÜNZ NETO, J.; SILVA, J. H. S. da; *et al.* Desenvolvimento e composição corporal de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Ciência Rural.** v. 32, n. 2, p. 323-327, 2002.
- MENENDEZ, R. Chronic effects of reduced pH on brook trout, *Salvelinus fontinalis*. **J. Fish. Res. Board Can.** n. 33, p. 118-123, 1976.
- MICHAELS, V. K. Carp farming. **Fishing News Brooks Ltd.** England, 1988. 207p.

- MIRANDA, E. C.; PEZZATO, A. C.; PEZZATO, L. E.; *et al.* Relação cálcio/fósforo em rações para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **R. Bras. Zool.** v. 29, n. 6, p. 2162-2171, 2000.
- NARAHARA, M. Y.; GODINHO, H. M.; ROMAGOSA, F. Estrutura da população de *Rhamdia hilarii* (Valenciennes, 1840) (Osteichthyes, Siluriformes, Pimelodidae). **Boletim do Instituto de Pesca**. São Paulo, v. 12, n. 3, p. 123-137, 1985.
- NELSON, J. A. Physiological observations on developing rainbow trout, *Salmo gairdneri* (Richardson), exposed to low pH and varied calcium ion concentrations. **J. Fish Biol.** n. 20, p. 359-372, 1982.
- O'CONNELL, J. P. & GATLIN D. M. Effects of dietary calcium and vitamin-D3 on weight-gain and mineral-composition of the blue tilapia (*Oreochromis aureus*) in low-calcium water. **Aquaculture**. n. 125, p. 107-117, 1994.
- OSTASZEWSKA, T; KORWIN-KOSSAHOWSKI, M.; CZARNOGÓRSKI M.; *et al.* Histopathological changes in juvenile carp *Cyprinus carpio* (L.) continuously exposed to alkaline levels of water pH, from hatching. **Arch. Pol. Fish.** n. 7, p. 329-342, 1999.
- PAGENKOPF, G. K. Gill surface interaction model for trace-metal toxicity to fishes: role of complexation, pH, and water hardness. **J. Environ. Sci. Technol.** n. 17, p. 342-347, 1983.
- PIPPER, R. G.; McELWAIN, J. B.; ORINE, L. E.; *et al.* **Fish hatchery management**. US Fish and Wildlife Service. Washington, DC. USA, 517p, 1982.
- RADÜNZ NETO, J. **Desenvolvimento de técnicas de reprodução e manejo de larvas de jundiá *Rhamdia quelen***. Santa Maria, 1981. 77f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, 1981.
- RICHARDSON, N. L.; HIGGS, D. A.; BEAMS, R. M.; *et al.* Influence of dietary calcium, phosphorus, zinc and sodium phytate level on cataract incidence, growth and histopathology in fingerling Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). **J. Nutr.** n. 115, p. 553-567, 1985.
- RODGERS, D. W. Ambient pH and calcium concentration as modifiers of growth and calcium dynamics of brook trout, *Salvelinus fontinalis*. **Can J. Fish. Aquatic Sci.** v. 41, p. 1774-1780, 1984.
- SCARPA, J. & GATLIN, M. D. Responses of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) swim-up fry to dietary calcium in soft and hard water. **Comp. Biochem. Physiol.** n. 104, p. 803-808, 1993.

- SEALS, C.; KEMPTO, C. J.; TOMASSO Jr. J. R.; *et al.* Environmental calcium does not affect production or selected blood characteristics of sunshine bass reared under normal culture conditions. **The Progressive Fish-Culturist**. n. 56, p. 269-272, 1994.
- SILFVERGRIP, A. A. M. C. **A systematic revision of the neotropical catfish genus *Rhamdia* (TELEOSTEI, PIMELODIDAE)**. Department of Zoology, Stockholm University and Department of Vertebrate Zoology, Swedish Museum of Natural History. Stockholm, 1996. 156p.
- SILVA, A. B. da; FERNANDES, J. A.; CARNEIRO SOBRINHO, A. Testes preliminares em viveiros com tambaqui, *Colossoma bidens*. **Sér Est. Pesca Sudene**. v. 3 , n.1, 1995.
- SPINELLI, J.; HOULE, C. R.; WEKELL, J. C. The effect of phytates on the growth of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fed purified diets containing varying quantities of calcium and magnesium. **Aquaculture**. n. 30, p. 71-83, 1983.
- SPRAGUE, J. B. Factors that modify toxicity. In: Rand G.M., Petrocelli S.R. (Eds). **Fundamentals of Aquatic Toxicology**. Harper and Row. New York. p. 124-163, 1985.
- STEFFENS, W. **Principios fundamentales de la alimentación de los peces**. Zaragoza: Ed Acribia. 1997. 272p.
- STINGELIN, L. A.; MIOTTO, H. C.; POUHEY, J. L. O. Rendimento de carcaça e carne do Jundiá (*Rhamdia sp*) na faixa de 300-400 g de peso total cultivado na densidade de 1 peixe/m². In: Congresso de Iniciação Científica UFPEL/UCPEL/FURG, 7^o, 1998, **Anais...** Pelotas. p. 332, 1998.
- TAVARES, L. H. S. **Limnologia aplicada à piscicultura**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 74p.
- TOWNSEND, C. R. & BALDISSEROTTO, B. Survival of silver catfish fingerlings exposed to acute changes of water pH and hardness. **Aquaculture International**. v. 9, p. 413-419, 2001.
- TOWNSEND, C. R.; SILVA, L. V. F.; BALDISSEROTTO, B. Growth and survival of *Rhamdia quelen* (Siluriformes, Pimelodidae) larvae exposed to different levels of water hardness. **Aquaculture**. n. 215, p. 103-108, 2003.
- Van DIJK, P. L. M.; Van Den THILLART, G. E. E. J. M.; BALM P.; *et al.* The influence of gradual acid/base status and plasma hormone levels in carp (*Cyprinus Carpio*). **J. Fish Biology**. v. 42, p. 661-671, 1993.

- Van GINNEKEN, V. J. T.; Van EERSEL, R.; BALM, P.; *et al.* Tilapia are able to withstand long-term exposure to low environmental pH, judged by their energy status, ionic balance and plasma cortisol. **J. Fish Biol.** n. 51, p. 795-806, 1997.
- WALKER, I. Ecologia e biologia dos igapós e igarapés. **Ciência hoje.** v. 11, n. 64, p. 44-47, 1990.
- WEISS, M. L. C. & CASTELLO, J. P. Interpretação da idade e cálculo da curva de crescimento do jundiá, *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1924) do Banhado de Santa Catarina, RS. **Ciência e Natura.** n. 5, p. 103-126, 1983.
- WILKIE, M. P.; LAURENT, P.; WOOD, C. M. Differential regulation of Na⁺ and Cl⁻ movements across rainbow trout gills: the influence of highly alkaline (pH = 9.5) water. **Physiol. Biochem. Zool.** v. 72, p. 360-368, 1999.
- WILKIE, M. P. & WOOD, C. M. The adaptations of fish to extremely alkaline environments. **Comp. Biochem. Physiol.** n. 113, p. 665-673, 1996.
- WILKIE, M. P. & WOOD, C. M. The effects of extremely alkaline water (pH 9.5) on rainbow trout gill function and morphology. **J. Fish. Biol.** v. 45, p. 87-98, 1994.
- WILKIE, M. P.; WRIGHT, P. A.; IWAMA G. K.; *et al.* The physiological responses of the Lahontan cutthroat trout (*Oncorhynchus clarki henshawi*), a resident of highly alkaline Pyramid Lake (pH 9.4) to challenge at pH 10.0. **J. Exp. Biol.** n. 175, p. 173-194, 1993.
- WOOD, C. M. Toxic responses of the gill. In: Schlenk, D., Benson, W.H., Organs, V.I. (Eds), **Target organ toxicity in marine and freshwater teleosts.** Taylor & Francis, London, p. 1-89, 2001.
- WOOD, C. M. & McDONALD, G. Impact of environmental acidification on gill function in fish. Environmental Protection Agency. **International Symposium Guangzhou.** p. 162-182, 1988.
- WOOD, C. M.; WILSON, R. W.; GONZALEZ, R. J.; *et al.* Responses of an Amazonian teleost, the tambaqui (*Colossoma macropomum*), to low pH in extremely soft water. **Physiol. Zool.** n. 71, p. 558-670, 1998.
- WRIGHT, P. A. & WOOD, C. M. An analysis of branchial ammonia excretion in the freshwater rainbow trout: effects of environmental pH change and sodium uptake blockade. **J. Exp. Biol.** n. 114, p. 329-353, 1985.

- WURTS, W. A. & DURBOROW, R. M. Interactions of pH, carbon dioxide, alkalinity and hardness in fish ponds. **Aquaculture Program**. SRAC-publication, n. 464, 1992.
- YESAKI, T. Y. & IWAMA, G. K. Survival, acid-base regulation, and ammonia excretion in rainbow trout in highly alkaline hard water. **Physiol. Zool.** n. 65, p. 763-787, 1992.
- ZAIOS, M. I. & BALDISSEROTTO, B. Na⁺ and K⁺ Body levels and survival of fingerlings of *Rhamdia quelen* (Siluriformes, Pimelodidae) exposed to acute changes of water pH. **Ciência Rural**. v. 30, n. 6, p. 1041-1045, 2000.
- ZANIBONI FILHO, E. Larvicultura de peixes de água doce. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, Brasil. v. 21, n. 203, p. 69-77, 2000.
- ZANIBONI FILHO, E. Valorização das espécies nativas, esforços para o desenvolvimento de pacote tecnológico. In: Simpósio Brasileiro de Aqüicultura, XII, 2002, **Anais...** Goiânia. p. 112-116, 2002.
- ZANIBONI FILHO, E.; MEURER, S.; GOLOMBIESKI, J. I.; *et al.* Survival of *Prochilodus lineatus* (Valenciennes) fingerlings exposed to acute pH changes. **Acta Scientiarum**. n. 24, p. 917-920, 2002.
- ZWEIG, R. D.; MORTON, J. D.; STEWART, M. M. Source water quality for aquaculture. **The World Bank**, Washington, USA, 1999, 62p.