

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AQUICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA**

**Efeito da Temperatura da água de fertilização e incubação
na determinação da proporção sexual
do jundiá, *Rhamdia quelen***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito à obtenção do Título de Mestre em Aqüicultura.

Orientador: Prof. Dr. Alex Pires de Oliveira Nuñez

Ricardo da Silva Longo

FICHA CATALOGRÁFICA

Longo, Ricardo,

Efeito da temperatura da água de fertilização e incubação na determinação da proporção sexual do jundiá, *Rhamdia quelen* / Ricardo da Silva Longo. – 2008.

23 f : grafs., tabs.

Orientador: Alex Pires de Oliveira Nuñez.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura.

1. *Rhamdia quelen*; 2. Desenvolvimento larval; 3. Desenvolvimento Embrionário; 4. Temperatura; 5. Piscicultura.

Efeito da temperatura da água de fertilização e de incubação na determinação da proporção sexual do jundiá, *Rhamdia quelen*.

Por

RICARDO DA SILVA LONGO

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de

MESTRE EM AQUICULTURA

e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura.

Prof. Cláudio Manoel Rodrigues de Melo, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Dr. Alex Pires de Oliveira Nuñez - *Orientador*

Dr. Aldi Feiden

Dr. Evoy Zaniboni Filho

Porque DEUS amou ao mundo de tal maneira
que deu o seu FILHO unigênito, para que todo o
que nele crê não pereça, mas tenha a vida eterna.
Porquanto DEUS enviou o seu FILHO ao mundo,
não para que julgasse o mundo,
mas para que o mundo fosse salvo por ELE.

João 3.16-17

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar a Deus por todos os momentos de minha vida.

Ao Prof. Dr. Alex Pires de Oliveira Nuñez pela confiança em me orientar.

A meus pais pela determinação e coragem de vencer os obstáculos da vida.

A Pques e Belinha por tornarem minha vida muito mais feliz.

A todos meus colegas de mestrado, em especial ao Baiano pela inspiração, Rafael e Cezar.

A todos os funcionários, alunos e professores do LAPAD.

Agradecimentos mais que especiais a Patrícia, Luciano, Giovani, Claudinha e Marcos. Se não fossem vocês...

A Capes pela concessão da bolsa de estudos para execução desta dissertação.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	11
A aqüicultura no mundo e no Brasil	11
O jundiá	12
OBJETIVOS	14
Objetivos gerais.....	14
Objetivos específicos.....	14
Efeito da Temperatura na determinação da proporção sexual do jundiá, <i>Rhamdia quelen</i>	15
RESUMO	15
ABSTRACT.....	15
INTRODUÇÃO	15
MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
CONCLUSÃO	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO ARTIGO.....	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO.....	23

LISTA DE TABELAS

- Tabela I. Temperatura (T, °C), pH e concentração (mg/l) de oxigênio dissolvido (OD) (média ± desvio padrão) no período de incubação dos ovos de jundiá, *Rhamdia quelen*..... 18
- Tabela II. Número de machos e de fêmeas de *Rhamdia quelen* após a fertilização e a incubação em diferentes temperaturas aos 90 dias de experimento..... 20

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Taxa de fertilização (média±desvio padrão) de ovos de jundiá *Rhamdia quelen* em diferentes temperaturas de fertilização (F19=19°C; F25=25°C e F30=30°C) e de incubação. 18
- Figura 2. Média (±desvio padrão) do número de indivíduos de *Rhamdia quelen* após a fertilização e a incubação nas temperaturas 19 (I-19), 25 (I-25) e 30°C (I-30). Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P<0,05$)..... 20

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da temperatura da água de fertilização e de incubação na determinação da proporção sexual do jundiá, *Rhamdia quelen*. Para tanto foram utilizadas três temperaturas de água de fertilização de ovos (19, 25 e 30°C), e para cada uma delas os ovos foram incubados nas temperaturas de 19, 25 e 30°C. O aumento da temperatura reduziu a taxa de fertilização de *Rhamdia quelen*, enquanto o número final de indivíduos foi reduzido quando a menor temperatura de incubação foi utilizada. As temperaturas de fertilização ou incubação testadas não alteram a proporção entre os sexos.

Palavras-chave: Tempo de eclosão; Sobrevivência.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the effect of fertilization and incubation water temperature on the determination of sexual proportion in jundiá, *Rhamdia quelen*. In this study three temperatures of the water for eggs fertilization were used (19, 25 and 30°C), and for each one the eggs were incubated in the temperatures 19, 25 and 30°C. The increase in the temperature reduced *Rhamdia quelen* fertilization whereas the final number of individuals was reduced when the lower incubation temperature was used. The fertilization or incubation temperatures did not alter the sex ratio.

Key words: Hatching time; Survival.

INTRODUÇÃO GERAL

A aqüicultura no Mundo e no Brasil

À medida que a população mundial cresce, a demanda por alimentos também aumenta. Neste sentido, o desenvolvimento da aqüicultura é estratégico para a segurança alimentar mundial, sendo também, uma alternativa para diminuir a pressão de pesca sobre os estoques naturais de peixes e como fonte de renda para a população. Além disso, a aqüicultura tem contribuído significativamente para aumentar o fornecimento de pescado no mercado nacional, cuja oferta, oriunda da pesca, atualmente não é capaz de suprir a demanda interna, indicando uma tendência de mercado bastante promissora. Como conseqüência da falta de produção, o Brasil utiliza anualmente mais de US\$ 350 milhões com a importação de pescado, oriundo principalmente do Chile (ROTTA e QUEIROZ, 2003).

O mercado de pescados (pesca extrativa e aqüicultura) responde por 16% da oferta de proteína mundial e soma 55 milhões de dólares anuais (SEAP, 2006). O crescente aumento da aqüicultura nos últimos anos torna esta atividade um importante segmento do agronegócio mundial.

Dados do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos renováveis (IBAMA) e da Organização das Nações Unidas para Alimentação (FAO) reunidos no trabalho de BORGHETTI et al. (2003), mostram que a produção aqüícola mundial apresentou um aumento de 187% em 11 anos (1990 a 2001), enquanto a pesca, apenas 7,8%. Além disso, a aqüicultura mundial vem apresentando um crescimento médio anual de 9,2%, desde 1970. Ainda em 2001, a piscicultura representou 51% da produção total e 55% das receitas geradas, sendo a aqüicultura continental responsável pela maior receita gerada pela produção aqüícola mundial.

O Brasil vem apresentando um aumento significativo na produção nos últimos anos, sendo atualmente o nono produtor mundial de pescado, sendo que a aqüicultura continental brasileira foi responsável pela produção de 180.730,5 t em 2003, que representou 17,8% da produção de pescado no Brasil (FAO, 2003).

Mesmo diante deste cenário promissor, os atores da cadeia produtiva têm se esforçado, ao longo dos últimos anos, para incluir a piscicultura como uma das atividades agropecuárias de importância econômica, porém é marcante a falta de estudos econômicos para ajudar a balizar o planejamento e, conseqüentemente, um crescimento mais acentuado do setor aqüícola. Para que estes objetivos possam ser alcançados é preciso estruturar a cadeia produtiva das espécies de maior interesse, além de realizar uma análise econômica e mercadológica detalhada. Outro aspecto muito importante que precisa ser levado em consideração é a sustentabilidade ambiental dos sistemas de produção, cuja característica marcante, na maioria deles, é o uso direto dos recursos hídricos.

Portanto, para acompanhar as tendências mundiais de desenvolvimento sustentável, é preciso compatibilizar a produção e a conservação ambiental e, para isso, é fundamental que haja um intercâmbio maior de informações técnico-científicas entre os setores produtivos e os órgãos ambientais, para que sejam definidas regulamentações ambientais racionais que possibilitem o desenvolvimento da aqüicultura em bases sustentáveis (ROTTA & QUEIROZ, 2003). Dessa forma, os

aqüicultores poderão desenvolver suas atividades de maneira ecologicamente correta, causando o menor impacto ambiental possível, além de evitar que sejam elaboradas e implantadas normas ambientais muito restritivas que venham a impossibilitar a expansão da aqüicultura.

Hoje, na grande maioria dos cultivos comerciais são utilizadas espécies exóticas como as trutas, as carpas, as tilápias e o bagre africano. Nos últimos anos, no entanto, a piscicultura brasileira tem se voltado para a utilização de espécies nativas, preocupando-se com o desenvolvimento de técnicas de produção e cultivo adequadas às particularidades de cada espécie. Dentre as espécies nativas, ZANIBONI FILHO (1997) cita algumas como o curimatá (*Prochilodus lineatus*), o dourado (*Salminus maxillosus*), o jundiá (*Rhamdia quelen*), o matrinxã (*Brycon cephalus*), a piracanjuba (*Brycon orbignyanus*), o pintado (*Pseudoplatistoma fasciatus*), o pacu (*Piaractus mesopotamicus*), a piapara (*Leporinus elongatus*) e o piau (*Leporinus friderici*), que apresentam potencial para a aqüicultura.

O jundiá

Jundiá é o nome comum dado aos peixes pertencentes ao gênero *Rhamdia* (ordem: Siluriformes, família: Heptapteridae). O *Rhamdia quelen*, é uma espécie de ampla distribuição geográfica, tendo sua ocorrência sido registrada desde a região central da Argentina até o sul do México (SILFVERGRIP, 1996). O jundiá é um peixe de couro, cuja cor varia de marrom-avermelhado claro a cinza, com a parte ventral do corpo mais clara.

O jundiá vive em lagos e poços fundos dos rios, preferindo os ambientes de águas mais calmas, com fundo de areia e lama, junto a margens e vegetação. Escondem-se entre pedras e troncos, de onde saem à noite, à procura de alimento. As larvas se alimentam de zooplâncton, mas os adultos são onívoros, com uma clara preferência por peixes, crustáceos, insetos, restos vegetais e detritos orgânicos (MEURER & ZANIBONI FILHO, 1997).

A reprodução normalmente segue um ritmo que é iniciado ou alterado por mudanças ambientais, como aumento da temperatura e fotoperíodo, de modo a encaixar o período da reprodução em uma época favorável ao desenvolvimento das larvas e alevinos (PAULA-SOUZA, 1978).

Em ambiente natural formam-se grandes cardumes em lugares de água rasa, limpa, pouco correntosa e com fundo pedregoso. A desova do jundiá é parcial, sendo que seus ovos vão para o fundo e são pouco aderentes. O casal não cuida dos ovos e a eclosão ocorre em torno de 27 a 36 horas (a 24°C), após a fertilização. Após a eclosão, as larvas consomem o saco vitelínico (reserva alimentar usada durante todo o período de desenvolvimento embrionário e após a eclosão), até que a boca e o trato digestivo estejam formados para início da alimentação exógena. Isto acontece em torno de 48h após a eclosão dos ovos (GOMES et al., 2000).

Comportamento de canibalismo pode ser observado entre as larvas de jundiá, principalmente em baixas densidades, pois demonstram ser territorialistas já nesta fase (PIEDRAS et al., 2000).

O jundiá *R. quelen* é uma espécie nativa adaptada a diferentes ambientes e que vem apresentando bons resultados em viveiros de piscicultura. Além disso, é um peixe que apresenta

excelente aceitação pelo mercado consumidor, tanto para a pesca esportiva quanto para a alimentação direta, sendo uma espécie rústica, resistente ao manejo de rápido crescimento e que suporta bem as baixas temperaturas ocorridas na região sul do Brasil, inclusive alimentando-se durante o inverno (CARNEIRO et al., 2002; FRACALLOSSI et al., 2002), boa eficiência alimentar e, sobretudo, por apresentar carne saborosa, sem espinhos intramusculares. Tais características zootécnicas levaram a várias linhas de pesquisa como reprodução (BOMBARDELLI et al., 2006), larvicultura (MAFFEZZOLI & NUÑER 2006) e produção (FRACALLOSSI et al., 2004), no intuito de se construir um pacote tecnológico envolvendo toda a cadeia produtiva desta espécie.

A engorda dos peixes em viveiros escavados constitui a forma mais clássica de criação, porém o cultivo em tanques-rede pode ser levado em consideração principalmente onde a prática da piscicultura convencional não é viável. Entre estes locais estão as áreas alagadas por lagos de usinas hidrelétricas, sendo mais uma opção de renda para a população ribeirinha.

Dentre os entraves da produção se destacam o crescimento heterogêneo e a taxa de crescimento reduzida dos machos quando comparados às fêmeas, e a susceptibilidade dos alevinos ao protozoário conhecido como íctio (*Ichthyophthirius multifiliis*). Nos machos a produção de sêmen a partir de indivíduos com 120 g é um fator que atrasa o crescimento, devido ao elevado gasto energético com a produção de gametas (PANORAMA DA AQUICULTURA, 2000), sendo essa uma característica indesejável para o cultivo. Ainda, segundo FRACALLOSSI et al., (2004), o peso final das fêmeas é maior do que o apresentado pelos machos, indicando que um cultivo monossexo de fêmeas seria preferível.

O controle da diferenciação sexual, utilizando esteróides, tem sido realizado em diversas espécies de peixes, em que os andrógenos levam a masculinização e estrógenos a feminilização. Apesar da utilização dos esteróides não ser amplamente discutida, estes hormônios têm sido utilizados em pelo menos 56 diferentes espécies de peixes, pertencentes a 24 famílias, das quais a maioria é gonocorística (PIFERRER, 2001).

No entanto, certas condições ambientais, como temperatura, aplicadas nos primeiros estágios de desenvolvimento, embrionário e larval, também podem ter efeito na determinação da proporção sexual em algumas espécies de peixes (Korpelainen, 1990; Nakamura *et al.*, 1998; Baroiller *et al.*, 1999).

Portanto a realização de um cultivo monossexo com indivíduos fêmea utilizando métodos não hormonais pode ser uma solução viável para parte dos entraves da produção.

O artigo científico será submetido à publicação na revista *Acta Scientiarum. Animal Sciences*.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito da temperatura da água de fertilização e incubação na determinação da proporção sexual do jundiá, *Rhamdia quelen*.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Determinar o efeito da temperatura sobre as taxas de fertilização e eclosão;
- b) Avaliar a proporção sexual em diferentes temperaturas de fertilização e incubação.
- c) Determinar a sobrevivência nos diferentes tratamentos.

Efeito da temperatura de fertilização e incubação na determinação da proporção sexual do jundiá, *Rhamdia quelen*

Temperatura e sua influência na proporção sexual de *Rhamdia quelen*

Effect of temperature in determining sex proportion of jundiá, *Rhamdia quelen*

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da temperatura da água de fertilização e de incubação na determinação da proporção sexual do jundiá, *Rhamdia quelen*. Para tanto foram utilizadas três temperaturas de água de fertilização de ovos (19, 25 e 30°C), e para cada uma delas os ovos foram incubados nas temperaturas de 19, 25 e 30°C. O aumento da temperatura reduziu a taxa de fertilização de *Rhamdia quelen*, enquanto o número final de indivíduos foi reduzido quando a menor temperatura de incubação foi utilizada. As temperaturas de fertilização ou incubação testadas não alteram a proporção entre os sexos.

Palavras-chave: Tempo de eclosão; Sobrevivência.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the effect of fertilization and incubation water temperature on the determination of sexual proportion in jundiá, *Rhamdia quelen*. In this study three temperatures of the water for eggs fertilization were used (19, 25 and 30°C), and for each one the eggs were incubated in the temperatures 19, 25 and 30°C. The increase in the temperature reduced *Rhamdia quelen* fertilization whereas the final number of individuals was reduced when the lower incubation temperature was used. The fertilization or incubation temperatures did not alter the sex ratio.

Key words: Hatching time; Survival.

INTRODUÇÃO

A determinação e a diferenciação sexual têm sido estudadas há muito tempo em uma grande variedade de vertebrados, inclusive em muitas espécies de peixes (Nakamura *et al.*, 1998; Baroiller *et al.*, 1999; Devlin e Nagahama, 2002).

O efeito dos fatores ambientais sobre a determinação e a diferenciação sexual tem sido demonstrado em várias espécies de peixes, sendo a temperatura um importante fator, uma vez que ela pode influenciar a estrutura e a função das proteínas e de outras macromoléculas, e desse modo as variações de temperatura encontradas nos diferentes habitats dos peixes podem alterar os processos de desenvolvimento e a proporção sexual (Devlin e Nagahama, 2002).

Os efeitos da temperatura parecem ser mediados em parte pela influência da atividade da aromatase e síntese de estradiol nas fêmeas e por receptores de esteróides em ambos os sexos (Crews e Bergeron, 1994; Crews, 1996). Para *Paralichthys olivaceus* temperaturas elevadas estão associadas com a redução dos níveis de aromatase e com os baixos níveis de estradiol causando masculinização (Kitano *et al.*, 1999). A temperatura também influencia a produção de esteróides em

tilápias *Sarotherodon mossambicus* (Kime e Hyder, 1983), em trutas *Salmo gairdneri* (Manning e Kime, 1985) e em carpas *Cyprinus carpio* (Kime e Manning, 1986).

Roemer e Beisenherz (1996) demonstraram que a proporção sexual em 33 espécies de ciclídeos do gênero *Apistogramma* foi influenciada pela temperatura, sendo que para a maioria das espécies, temperaturas elevadas aumentaram a porcentagem de machos. Do mesmo modo, quando *Oreochromis mossambicus* são expostas a alta temperatura nos primeiros estágios de desenvolvimento há um aumento na proporção de machos (Wang e Tsai, 2000). Flutuações de temperatura também podem induzir a masculinização, mas não tão eficazmente quanto à temperatura constante de 35°C em *Oreochromis aureus* (Baras *et al.*, 2000). No bagre-do-canal, *Ictalurus punctatus*, temperaturas elevadas aplicadas durante o período crítico para a determinação sexual proporcionaram taxas sexuais assimétricas, com favorecimento ao desenvolvimento de fêmeas (Patino *et al.*, 1996).

Como os machos de jundiás apresentam maturação sexual precoce e taxa de crescimento inferior a das fêmeas (Fracalossi *et al.*, 2004), criações monosexo com fêmeas poderiam ser conduzidas para a produção de peixes de maior tamanho em menor tempo.

O manejo da proporção sexual pode ser extremamente útil para a criação de algumas espécies, sendo que atualmente são utilizados tratamentos hormonais para controlar o sexo fenotípico em várias espécies de peixes. Como esses tratamentos podem apresentar riscos à saúde humana e ao meio ambiente, a identificação de métodos seguros de controle sexual se faz importante. Nesse sentido o presente estudo foi desenvolvido, com o objetivo de avaliar o efeito da temperatura sobre a determinação da proporção sexual em jundiá, *Rhamdia quelen*.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os ovos e larvas foram obtidos por reprodução induzida de quatro fêmeas e um macho de *Rhamdia quelen* oriundos da bacia do alto rio Uruguai.

Durante todo período de reprodução induzida os peixes foram acomodados em caixas de 1000L de água com temperatura de 24,7°C, aeração e troca de água constantes. Para a indução hormonal foram utilizadas duas doses de extrato de pituitária de carpa nas fêmeas (0,25 mg/kg e 4,0 mg/kg, na primeira e na segunda, respectivamente) que apresentavam peso médio de 646,3 ± 296,0 g e uma dose de 5,0 mg/kg no macho, que apresentava peso de 495,0g. O intervalo de aplicação entre as doses foi de onze horas, sendo que a desova, obtida por extrusão, ocorreu oito horas após a aplicação da segunda dose. Após a extrusão foi formado um pool de ovócitos das quatro fêmeas sendo este homogeneizado, pesado e dividido em porções de 5,0 g, utilizadas para cada tratamento.

A fertilização dos ovos foi realizada a seco, com 25 µl de sêmen misturados a cada porção de ovócitos. Posteriormente, em copos de plástico de 500 mL, foi adicionada água para a fertilização nas temperaturas de 19, 25 e 30°C, utilizando-se três repetições para cada tratamento. Após três minutos, os ovos foram lavados com água na mesma temperatura inicial e transferidos para as unidades de incubação.

A cada 20 minutos os ovos foram observados para a detecção do momento exato do fechamento do blastóporo, quando foi então quantificada a taxa de fertilização. Os ovos foram

observados em lupa com aumento de 10x, sendo quantificados os ovos mortos, que ficam brancos ou mal formados, e os ovos viáveis, que são translúcidos ou transparentes.

Os ovos viáveis de cada temperatura de fertilização foram posteriormente incubados nas temperaturas de 19, 25 e 30°C, tendo sido utilizadas três repetições para cada tratamento. A incubação foi realizada em incubadoras de fibra de vidro, do tipo cilíndrico-cônica, em 16 L de água. Para manter a temperatura constante nas unidades experimentais, as incubadoras foram submetidas a banho-maria em caixas com volume de água de 1000L. No tratamento com temperatura de 19°C foi utilizado o sistema de recirculação e resfriamento do laboratório que manteve a temperatura constante. Nos tratamentos de 25°C e 30°C, foram utilizados aquecedores dentro das duas caixas de 1000L para manter a temperatura constante. A oxigenação e a movimentação dos ovos foram mantidas por aeração artificial, instalada no fundo de cada incubadora.

A cada hora uma amostra de ovos foi retirada para identificar o momento da eclosão das larvas. No momento da eclosão o volume de água das incubadoras foi concentrado em 5 L, homogeneizado e dele foram retiradas três amostras de 80 ml para a contagem das larvas vivas, obtendo-se assim a taxa de eclosão. Após esta etapa, as larvas foram aclimatadas à temperatura de larvicultura.

A larvicultura foi realizada em tanques com 16 L de água, em sistema fechado de recirculação, com aeração suprida artificialmente e temperatura de 27,5°C, utilizando-se todas as pós-larvas de cada temperatura de incubação, que foram mantidas separadamente nas novas unidades experimentais. As pós-larvas foram alimentadas quatro vezes ao dia, nos primeiros dias após a eclosão, com náuplios de *Artemia* sp. recém-eclodidos, e após esse período, com ração contendo 40% de proteína bruta. Os peixes foram mantidos nestas unidades por dois meses e depois foram transferidos para unidades maiores, com volume útil de 50 L até que atingissem o tamanho adequado para análise macroscópica das gônadas e identificação precisa do sexo dos indivíduos.

A temperatura e a concentração de oxigênio dissolvido da água nos diferentes tratamentos foram mensuradas a cada oito horas com um oxímetro YSI-55, e o pH com sonda YSI-63.

Para avaliação da proporção sexual dos juvenis, as gônadas de todos os indivíduos de cada unidade experimental foram analisadas para a determinação do sexo através da diferenciação anatômica entre machos e fêmeas (Woehl, 2001), através da análise macroscópica de cada gônada. Nesse momento os indivíduos apresentavam peso médio (\pm desvio padrão) entre $2,97 \pm 1,15$ e $5,07 \pm 1,53$ g e comprimento médio total entre $7,55 \pm 1,00$ e $8,93 \pm 1,06$ cm.

Para avaliar a influência da temperatura da água sobre as taxas de fertilização e eclosão nos diferentes tratamentos foi utilizada a análise de regressão e para a análise do número final de indivíduos foi aplicada a análise de variância seguida pelo teste de Tukey (Zar, 1996). Para análise da proporção sexual foi utilizado o teste qui-quadrado (Zar, 1996), considerando-se a igualdade entre os sexos (1 fêmea:1 macho) como hipótese nula.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas foram mantidas dentro da faixa proposta para a incubação e as concentrações de oxigênio dissolvido mantiveram-se sempre muito próximas à saturação (Tabela 1). De acordo com

Woynarovich e Horváth (1983) o consumo de oxigênio dos ovos nos estágios iniciais é extremamente baixo, mas aumenta consideravelmente à medida que o desenvolvimento progride. Segundo esses autores, se a concentração de oxigênio dissolvido após a eclosão água atingir níveis baixos as larvas enfraquecem e podem não ser capazes de se recuperar mesmo quando o nível de oxigênio dissolvido na água retornar ao normal. O pH manteve-se próximo à neutralidade em todos os tratamentos, apresentando boa condição para a criação. Essa espécie, no entanto, apresenta resistência à variação do pH, uma vez que Marchioro (1997) demonstrou que alevinos suportam variação de pH na faixa de 4,0 a 8,5.

O tempo para o fechamento do blastóporo variou entre as diferentes temperaturas de incubação, sendo que os ovos incubados em 30°C apresentaram desenvolvimento embrionário mais acelerado em relação aos demais tratamentos. Nesta temperatura o fechamento do blastóporo ocorreu oito horas após a fertilização, enquanto nas temperaturas de 25°C e 19°C o fechamento do blastóporo ocorreu nove e vinte e cinco horas após a fertilização, respectivamente.

A temperatura exerceu influência ($P<0,05$) sobre as taxas de fertilização (Figura 1), uma vez que foi registrada redução da fertilização com o aumento da temperatura de incubação quando os ovos foram fertilizados em 19°C ou 25°C. Quando a fertilização foi realizada em 30°C foram registradas as menores taxas de fertilização, o que demonstrou a influência negativa dessa temperatura de fertilização. No entanto, as taxas de fertilização foram mais baixas quanto maior a temperatura de incubação.

Tabela 1. Temperatura (T,°C), pH e concentração (mg/l) de oxigênio dissolvido (OD) (média ± desvio padrão) no período de incubação dos ovos de jundiá, *Rhamdia quelen*.

		Temperatura de fertilização (°C)								
		19			25			30		
		T	pH	OD	T	pH	OD	T	pH	OD
Temperatura de incubação (°C)	19	19,0±0,2	7,2±0,1	9,3±0,2	19,0±0,1	7,2±0,1	9,3±0,1	19,1±0,7	7,3±0,2	9,3±0,1
	25	25,2±0,6	6,8±0,1	8,2±0,1	25,2±0,6	6,9±0,1	8,1±0,9	25,2±0,9	6,8±0,4	8,2±0,1
	30	30,3±0,3	6,8±0,2	7,2±0,2	30,4±0,3	6,8±0,2	7,2±0,3	30,2±0,1	6,8±0,3	7,2±0,1

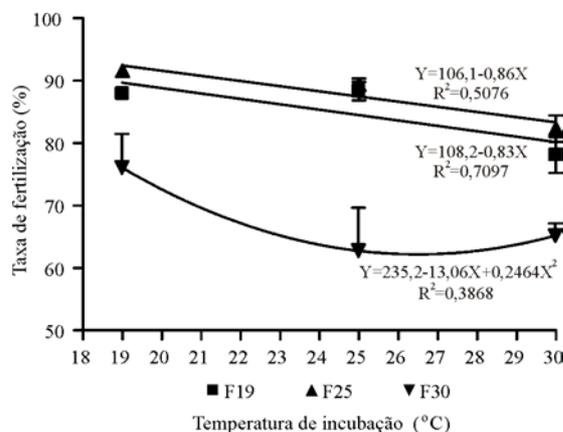


Figura 1. Taxa de fertilização (média±desvio padrão) de ovos de jundiá *Rhamdia quelen* em diferentes temperaturas de fertilização (F19=19°C; F25=25°C e F30=30°C) e de incubação.

O tempo de eclosão variou entre as diferentes temperaturas, sendo que as larvas que foram incubadas a 30°C eclodiram mais rápido (26h após a fertilização) que nas temperaturas de 25°C ou 19°C, onde a eclosão das larvas ocorreu 32h e 77h após a fertilização, respectivamente. Resultados similares foram registrados por Baldisseroto e Radünz Neto (2004), que verificaram que a eclosão das larvas de *R. quelen* em temperatura de 24°C pode se estender por um período de 27 às 36h após a fertilização. Para essa mesma espécie Mardini *et al.* (1981) demonstraram que quando os ovos foram incubados em 16°C a eclosão ocorreu em torno de 72h, demorando cerca de 24h quando incubados à temperatura de 24°C. Padrão semelhante foi registrado por Luz *et al.* (2001) para larvas de pintado-amarelo, *Pimelodus maculatus*, que na temperatura média de 23,1°C apresentaram fechamento do blastóporo após 05:50 h e eclosão 21:20 h após a fertilização.

Como temperaturas mais baixas prolongam o tempo de duração dos estágios embrionário e larval para *Rhamdia quelen*, o tempo de estocagem para a produção de larvas será maior, o que torna mais longo o uso das instalações nos sistemas de produção.

As taxas de eclosão não sofreram influência da temperatura de incubação ($P > 0,05$), ainda que o tempo de eclosão no tratamento com temperatura mais fria tenha sido maior. Após a eclosão as larvas foram alimentadas por um período de quatro meses até que atingissem tamanho adequado para a análise macroscópica das gônadas e identificação precisa do sexo dos indivíduos.

Pavlidis *et al.* (2000), estudando *Dicentrarchus labrax*, testaram a hipótese de que a determinação sexual desta espécie poderia ser afetada pela temperatura de incubação durante os primeiros estágios de desenvolvimento embrionário, e concluíram que a temperatura de incubação das larvas é um fator crucial no processo de diferenciação sexual desta espécie, com baixas temperaturas (13 ou 15°C) favorecendo o desenvolvimento de indivíduos fêmea.

Para *Paralichthys olivaceus*, no entanto, temperaturas altas e baixas induziram populações de machos monossexo, enquanto temperaturas intermediárias produziram uma taxa sexual de 1:1 (Yamamoto, 1999).

A combinação de mecanismos genéticos e ambientais na determinação sexual pode ser observada no peixe-rei *Odontesthes bonariensis*. Para essa espécie Strüssmann *et al.* (1996) demonstraram que o período crítico de determinação sexual ocorre entre 28^o e o 49^o dia após a eclosão, e que a proporção de fêmeas em relação aos machos varia de 100% entre 17-19°C a 0% em 29°C. No entanto, a exposição prolongada de juvenis dessa espécie à temperatura de 29°C produz indivíduos completamente estéreis (Strüssmann *et al.*, 1997). Para larvas de *Menidia menidia* incubadas em altas temperaturas, registrou-se aumento da proporção de machos em relação às fêmeas (Conover e Kynard, 1981). Nesta espécie a determinação sexual ocorreu na metade do período larval, sendo que a variação da temperatura em períodos subsequentes não apresentou efeito sobre a proporção sexual (Conover e Fleisher, 1986).

No presente estudo a determinação da proporção sexual não sofreu influência das temperaturas de fertilização ou de incubação (Tabela 2), uma vez que a proporção macho:fêmea não diferiu de 1:1 ($P > 0,05$). Desse modo, além da ausência de influência direta da temperatura sobre essa determinação, outras condições poderiam ter apresentado influência, como a aplicação da temperatura fora do período de diferenciação das gônadas e/ou a aplicação de temperaturas

inadequadas para esse fim. Ao final do experimento, entretanto, o número de indivíduos esteve relacionado com a temperatura (Figura 2), uma vez que na menor temperatura de incubação (19°C) foi obtido o menor número de indivíduos entre as temperaturas de incubação utilizadas ($P < 0,05$).

CONCLUSÃO

O aumento da temperatura reduziu a taxa de fertilização de *Rhamdia quelen*, enquanto o número final de indivíduos foi reduzido quando a menor temperatura de incubação foi utilizada. As temperaturas de fertilização ou incubação, no entanto, não alteraram a proporção entre os sexos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES e ao CNPq pelas bolsas de estudos e de produtividade em pesquisa atribuídas respectivamente ao primeiro e ao segundo autor.

Tabela 2. Número de machos e de fêmeas de *Rhamdia quelen* após a fertilização e a incubação em diferentes temperaturas aos 90 dias de experimento.

		Temperatura de Fertilização (°C)					
		19		25		30	
		machos	fêmeas	machos	fêmeas	machos	fêmeas
Temperatura de incubação (°C)	19	7	8	5	6	7	6
	25	34	34	28	18	29	25
	30	25	40	23	15	23	27

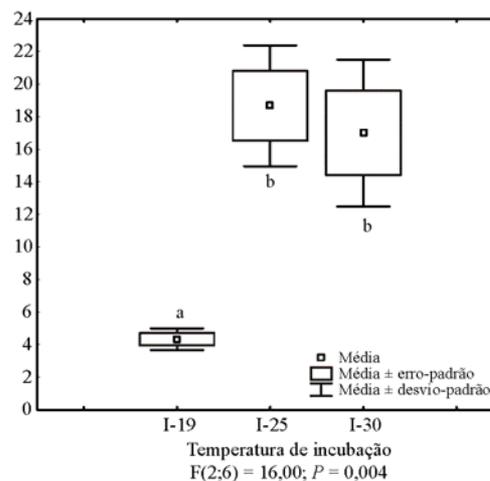


Figura 2. Média (\pm desvio padrão) do número de indivíduos de *Rhamdia quelen* após a fertilização e a incubação nas temperaturas 19 (I-19), 25 (I-25) e 30°C (I-30). Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO ARTIGO

- BALDISSEROTO, B.; RADÜNZ NETO, J. **Criação de Jundiá**. Santa Maria: UFSM, 2004.
- BARAS, E. *et al.* Phenotypic sex differentiation of blue tilapia under constant and fluctuating thermal regimes and its adaptive and evolutionary implications. **J. Fish Biol.**, London, v. 57, p. 210-223, 2000.
- BAROILLER, J.F. *et al.* Endocrine and environmental aspects of sex differentiation in fish. **Cell. Mol. Life Sci.**, Basel, v. 55, p. 910-931, 1999.
- CONOVER, D.O.; FLEISHER, M.H.. Temperature-sensitive period of sex determination in the Atlantic silverside, *Menidia menidia*. **J. Fish. Aquat. Sci.**, Toronto v. 43, p. 514-520, 1986.
- CONOVER, D.O.; KYNARD, B.E. Environmental sex determination: interaction of temperature and genotype in a fish. **Science**, Washington, v. 213, p. 577-579, 1981.
- CREWS, D. Temperature-dependent sex determination: the interplay of steroid hormones and temperature. **Zool. Sci.**, Tokyo, v. 13, p. 1-13, 1996.
- CREWS, D.; BERGERON, J.M. Role of reductase and aromatase in sex determination in the red-eared slider (*Trachemys scripta*), a turtle with temperature-dependent sex determination. **J. Endocrinol.**, Warwick, v. 143, p. 279-289, 1994.
- DEVLIN, R.H.; NAGAHAMA, Y. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 208, p. 191-364, 2002.
- FRACALLOSSI, D. M. *et al.* Desempenho do jundiá, *Rhamdia quelen*, e do dourado, *Salminus brasiliensis*, em viveiros de terra na região sul do Brasil. **Acta Scient. Anim. Sci.**, Maringá, v. 26, p. 345-352, 2004.
- KIME, D.E.; HYDER, M. The effect of temperature and gonadotropin on testicular steroidogenesis in *Sarotherodon mossambicus* (tilapia) in vitro. **Gen. Comp. Endocrinol.**, London, v. 50, p. 105-115, 1983.
- KIME, D.E.; MANNING, N.J. Maturation and temperature effects on steroid hormone production by testes of the carp, *Cyprinus carpio*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 54, p. 44-55, 1986.
- KITANO, T. *et al.* Suppression of P450 aromatase gene expression in sex-reversed males produced by rearing genetically female larvae at a high water temperature during a period of sex differentiation in the Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). **J. Mol. Endocrinol.**, Warwick, v. 23, p. 167-176, 1999.
- LUZ, R.K. *et al.* Desenvolvimento embrionário e estágios larvais do mandi-amarelo *Pimelodus maculatus*. **B. Inst. Pesca**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 49-55, 2001.
- MANNING, N.J.; KIME, D.E. The effect of temperature on testicular steroid production in the rainbow trout, *Salmo gairdneri*, in vitro and in vivo. **Gen. Comp. Endocrinol.**, London, v. 57, p. 377-382, 1985.
- MARCHIORO, M.I. **Sobrevivência de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy & Gaimard, 1824, Pisces, Pimelodidae) à variação de pH e salinidade da água de cultivo**. 1997. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria 1997.

- MARDINI, C.V. *et al.* **Técnica de indução da desova em jundiá (*Rhamdia quelen*) empregada na estação experimental de piscicultura da Lagoa dos Quadros.** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1981.
- NAKAMURA, M. *et al.* Gonadal sex differentiation in teleost fish. **J. Exp. Biol.**, Cambridge, v. 281, p. 362-372, 1998.
- PATINO, R. *et al.* Sex differentiation of channel catfish gonads: normal development and effects of temperature. **J. Exp. Zool.**, New York, v. 276, p. 209-218, 1996.
- PAVLIDIS, M. *et al.* Evidence of temperature-dependent sex determination in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax L.*). **J. Exp. Zool.**, New York, v. 287, n. 3, p. 225-232. 2000.
- ROEMER, U.; BEISENHERZ, W. Environmental determination of sex in *Apistogramma* (Cichlidae) and two other freshwater fishes (Teleostei). **J. Fish Biol.**, London, v. 48, p. 714-725, 1996.
- STRÜSSMANN, C.A. *et al.* Sex differentiation and hormonal feminization in pejerrey *Odontesthes bonariensis*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 139, p. 31-45, 1996.
- STRÜSSMANN, C.A. *et al.* Thermal thresholds and critical period of thermolabile sex determination in two atherinid fishes, *Odontesthes bonariensis* and *Patagonina hatcheri*. **J. Exp. Zool.**, New York, v. 278, p. 167-177, 1997.
- WANG, L.H.; TSAI, C.L. Effects of temperature on the deformity and sex differentiation of tilapia, *Oreochromis mossambicus*. **J. Exp. Zool.**, New York, v. 286, p. 534-537, 2000.
- WOEHL, V.M. **Estudo da histofisiologia das gônadas, hipófise e interrenal de fêmeas e machos de *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, Pisces Teleostei) durante o ciclo reprodutivo.** 2001. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- WOYNAROVICH, E.; HORVATH, L.A. **A propagação artificial de peixes tropicais.** Brasília: FAO/CODEVASF/CNPq, 1983.
- YAMAMOTO, E. Studies on sex-manipulation and production of cloned populations in hirame, *Paralichthys olivaceus* (Temminck et Shlegel). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 173, p. 235-246, 1999.
- ZAR, J.H. *Biostatistical analysis.* New Jersey: Prentice Hall, 1996.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO

- BAROILLER, J. F., GUIGUEN, Y. & FOSTIER, A. Endocrine and environmental aspects of sex differentiation in fish. **Cellular and Molecular Life Sciences** 55, 910–931, 1999.
- BOMBARDELLI, A.R et al. Dose inseminante para fertilização artificial de ovócitos de jundiá cinza *Rhamdia quelen* (QUOID & GAIMARD, 1824). **Brazilian Journal of Animal Science**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1251-1257, 2006.
- BORGHETTI, N. R. B.; OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R. **Aqüicultura: uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo**. Curitiba: Grupo integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais, 2003.
- CARNEIRO, P.C.F. et al. Jundiá: um grande peixe para a Região Sul. **Panorama da Aqüicultura**, São Paulo, v. 12, p.41-46, 2002.
- FRACALLOSSI, D. M.; ZANIBONI FILHO, E.; MEURER, S. No rastro das espécies nativas. **Panorama da Aqüicultura**, v.12, p.43-49, 2002.
- FRACALLOSSI, D. M. et al. Criação do jundiá, *Rhamdia quelen* e dourado, *Salminus brasiliensis* em viveiros de terra na região sul do Brasil. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 345-352, 2004.
- GOMES, L. C., ET AL., Biologia do jundiá *Rhamdia quelen* (Pisces, Pimelodidae): uma revisão. **Ciência Rural**, V.30, n.1, p.179-185, 2000.
- Korpelainen, H. Sex ratios and conditions required for environmental sex determination in animals. **Biological Reviews** 65, 147–184, 1990.
- MAFFEZZOLLI, G.; NUÑER, A. P. O. Crescimento de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen* (Pisces, Pimelodidae), em diferentes concentrações de oxigênio dissolvido. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 41-45, 2006.
- MEURER, S. ZANIBONI FILHO E. **Hábito alimentar do jundiá, *Rhamdia quelen* (Pisces, Siluriformes, Pimelodidae), na região do alto Rio Uruguai**. In: Encontro Brasileiro de Ictiologia. 1997.
- NAKAMURA, M. et al. Gonadal sex differentiation in teleost fish. **J. Exp. Biol.** 281, 362–372, 1998.
- Organização das Nações Unidas para a alimentação e Agricultura – **F.A.O.** Base de dados virtual da FAO. <http://www.fao.org>. 2003.
- Panorama da Aqüicultura. Jundiá-cinza: Como um bagre cresce bem e encanta piscicultores do sul. **Panorama da Aqüicultura** 10: (58) 14-19, 2000.
- PAULA-SOUZA, G. **Reprodução de *Rhamdia branneri*, 1911 (Pisces, Siluriformes) e suas relações com fatores abióticos**. 1978. 66f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Curso de Pós Graduação em Zoologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1978.
- PIEDRAS, S.R.N.; POUHEY, J.L.F.O.; BRITO, D.A.; RODRIGUES, F.V.; DESCHAMPS, J.C. **Avaliação de diferentes densidades de cultivo na larvicultura do jundiá (*Rhamdia sp.*)**. In: Simpósio Brasileiro de Aqüicultura, 2000, Florianópolis. Anais. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aqüicultura, 2000.
- ROTTA, A. M. e QUEIROZ, J. F. **Boas práticas de manejo (BPMs) para produção de peixes em tanques-rede**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 27 p, 2003.
- SILFVERGRIP, A. M. C. **A systematic revision of the Neotropical catfish genus *Rhamdia* (Teleostei, Pimelodidae)**. Tese de Doutorado - Department of Vertebrate Zoology, Swedish Museum Natural History, Stockholm, Sweden, 1996.
- ZANIBONI FILHO E., Apostila: **Piscicultura das espécies nativas de água doce**. UFSC, Florianópolis, 10p, 1997.