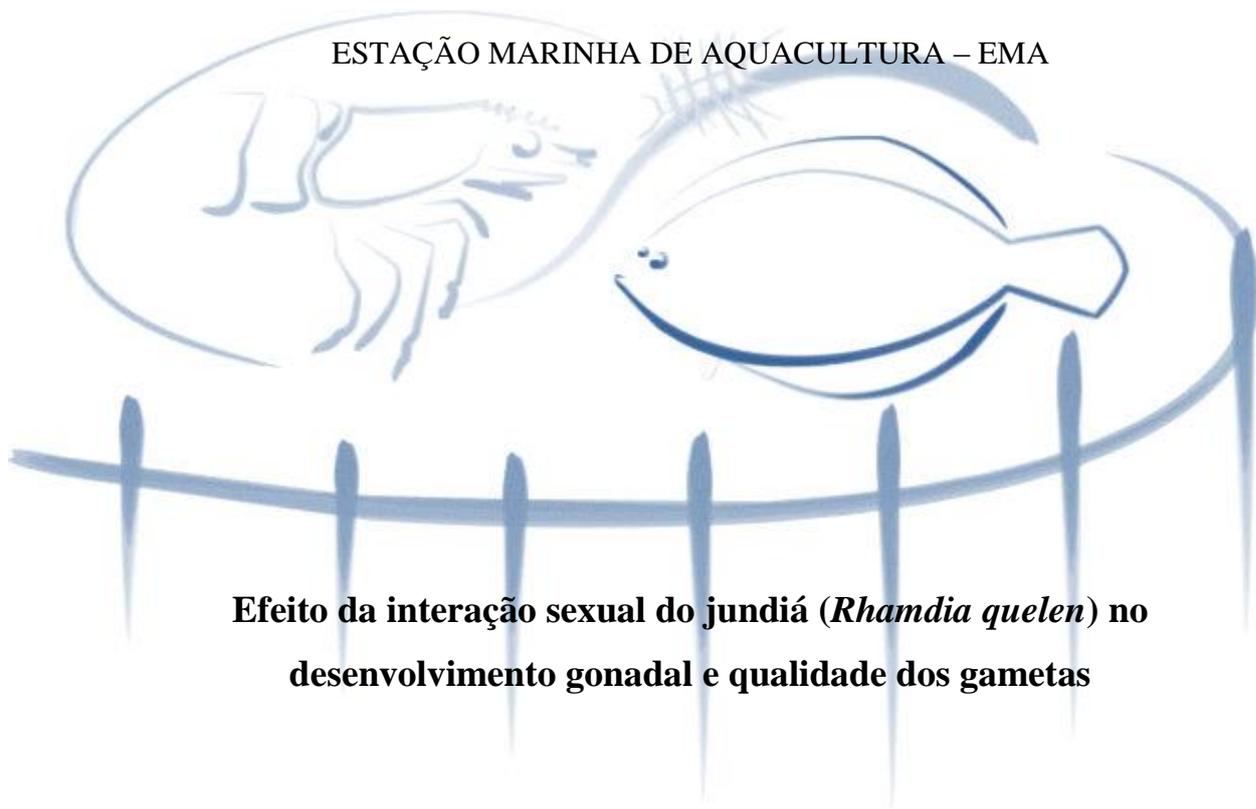




UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE – FURG

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA – PPGAq

ESTAÇÃO MARINHA DE AQUACULTURA – EMA



**Efeito da interação sexual do jundiá (*Rhamdia quelen*) no desenvolvimento gonadal e qualidade dos gametas**

***HELENA HITOMI KUMEDA***

Rio Grande –RS

2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA

**Efeito da interação sexual do jundiá (*Rhamdia quelen*) no  
desenvolvimento gonadal e qualidade dos gametas**

**Helena Hitomi Kumeda**

**Orientador:** Prof. Dr. Ricardo Berteaux Robaldo

**Co-orientador:** Prof. Dr. Luís André Nassr de Sampaio

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Aquicultura no Programa de Pós-Graduação em Aquicultura da Universidade Federal do Rio Grande.

Rio Grande - RS

Setembro, 2014

## **ATA DE APROVAÇÃO**

---

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

---

## **DEDICATÓRIA**

---

“A Deus, aos meus pais Regina e Eduardo, aos meus irmãos Carmen e Cícero e minha avó Kikuyo”.

## **AGRADECIMENTOS**

---

A Deus por me dar mais uma chance de viver e por me conceder o privilégio de vivenciar o amor incondicional.

Aos meus pais, pela formação de toda a base do meu caráter e por cada esforço e sacrifício em oferecer a oportunidade que eles não tiveram, os estudos.

Aos meus irmãos Carmen e Cícero, pelo apoio e amizade.

Aos familiares que me acompanham, pelo apoio.

Aos irmãos em Cristo de Botucatu, pelos preciosos ensinamentos e uma nova família.

Aos irmãos em Cristo de Rio Grande, especialmente da igreja Batista BoaVista, pelo grande carinho, uma nova família e valiosos ensinamentos.

Aos amigos de longa data, pela amizade sincera, apesar da distância.

À Universidade Federal do Rio Grande (FURG), especialmente ao Programa de Pós Graduação em Aquicultura pela oportunidade de cursar o mestrado.

À Universidade Federal de Pelotas (UFPel) pela infraestrutura oferecida para a execução do experimento.

Ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da Bolsa de Estudos.

Ao professor Dr. Robaldo, por aceitar o desafio de me orientar, pelos ensinamentos, paciência e amizade nos bons e maus momentos durante o mestrado.

Ao professor Dr. Sampaio pelo apoio e a colaboração como co-orientador.

Aos funcionários Edilson, Nilton e Vitor do Laboratório de Piscicultura da Barragem do Chasqueiro (LabChasq) e os pós-graduandos Gabriele Wilson pelo apoio durante a realização do experimento.

Aos amigos e colegas do Grupo de pesquisa Estuarina e Marinha, do projeto Camarão e do Laboratório de Piscicultura Estuarina e Marinha pelos bons momentos de convivência.

À Paula da FURG pelos valiosos conselhos e a todos que de alguma forma contribuíram neste mestrado.

Para reflexão:

<sup>31</sup>*Que diremos, pois, à vista destas coisas? Se Deus é por nós, quem será contra nós?*

<sup>32</sup>*Aquele que não poupou o seu próprio Filho, antes por todos nós o entregou, porventura, não nos dará graciosamente com ele todas as coisas?*

<sup>33</sup>*Quem tentará acusação contra os eleitos de Deus? É Deus quem os justifica.*

<sup>34</sup>*Quem os condenará? É Cristo Jesus quem morreu ou, antes, quem ressuscitou, o qual está à direita de Deus e também intercede por nós.*

<sup>35</sup>*Quem nos separará do amor de Cristo? Será tribulação, ou angústia, ou perseguição, ou fome, ou nudez, ou perigo, ou espada?*

<sup>36</sup>*Como está escrito: Por amor a ti, somos entregues à morte o dia todo, fomos considerados como ovelhas para o matadouro.*

<sup>37</sup>*Em todas estas coisas, porém, somos mais que vencedores, por meio daquele que nos amou.*

<sup>38</sup>*Porque eu estou bem certo de que nem a morte, nem a vida, nem os anjos, nem os principados, nem as coisas do presente, nem do porvir, nem os poderes,*

<sup>39</sup>*nem a altura, nem a profundidade, nem qualquer outra criatura poderá separar-nos do amor de Deus, que está em Cristo Jesus, nosso Senhor.*

Romanos 8 (As provas e a certeza do amor de Deus)

## ÍNDICE

---

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS .....	10
LISTA DE TABELAS .....	11
LISTA DE FIGURAS .....	12
RESUMO .....	13
ABSTRACT .....	14
INTRODUÇÃO GERAL .....	15
REFERÊNCIAS .....	20
ARTIGO ANEXO .....	26
<b>Efeito da interação sexual do jundiá (<i>Rhamdia quelen</i>) no desenvolvimento gonadal e qualidade dos gametas</b>	
Resumo .....	28
Abstract .....	29
1.Introdução .....	30
2.Material e Métodos .....	32
3.Resultados e Discussão .....	35
4.Conclusão.....	42
5.Referências.....	43
FIGURAS.....	48

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

---

cm	Centímetro
C1	Coleta1, referente ao mês de agosto (0 dia do experimento)
C2	Coleta2, referente ao mês de setembro (32º dia do experimento)
C3	Coleta3, referente ao mês de outubro (61º dia do experimento)
DV	Desvio Padrão
ed.	Edição
Eds.	Editores
Fig.	Figura
FSH	Hormônio Folículo Estimulante
G	Grama (unidade de medida de massa)
GnRH	Hormônio liberador de gonadotropinas
L	Litro
LH	Hormônio luteinizante
M	Tratamento do presente estudo, somente machos
MF	Tratamento do presente estudo, contendo machos e fêmeas
M	Metro
m <sup>2</sup>	Metro ao quadrado
Min	Minuto
mL	Mililitro
Mm	Milímetro
P	Índice limite do erro aceitável, neste estudo considera se menor que 5%
PB	Proteína Bruta
Rpm	Rotações por minuto
S	Segundo
UE	Unidade Experimental
µL	Microlitro

## LISTA DE TABELAS

---

Tabela1. Unidades Experimentais (UEs) utilizadas no experimento do efeito da interação sexual do jundiá <i>Rhamdia quelen</i> .....	33
Tabela 2. Acompanhamento dos parâmetros da qualidade da água em viveiros de manutenção de reprodutores de jundiá ( <i>Rhamdia quelen</i> ) durante experimento sobre o efeito da interação sexual no desenvolvimento gonadal e qualidade dos gametas (Média± DP).....	36
Tabela 3. Efeito da interação sexual de <i>Rhamdia quelen</i> no percentual de machos espermiantes ao longo de coletas mensais no período reprodutivo: 0, 32 e 61 dias. (Média ± DP). M= machos e MF= machos e fêmeas.....	37
Tabela 4. Efeito da interação sexual do <i>Rhamdia quelen</i> no tempo de motilidade, volume do sêmen, percentual de células móveis, espermátócrito e grau de motilidade (Média ± DP), ao longo de três coletas mensais (C1, C2 e C3). M= machos e MF= machos e fêmeas.....	39
Tabela 5. Efeito da interação sexual de reprodutores do jundiá <i>Rhamdia quelen</i> sobre o diâmetro dos ovócitos ao longo do período reprodutivo, em cativeiro.....	41

## LISTA DE FIGURAS

---

Figura1. Laboratório de Piscicultura da Barragem do Chasqueiro, Arroio Grande, RS.....	48
Figura2. Reprodutores de <i>Rhamdia quelen</i> utilizados no presente estudo.....	48
Figura3. Canulação ovariana em <i>Rhamdia quelen</i> .....	49
Figura4. Ovócitos de <i>Rhamdia quelen</i> em vitelogênese avançada observados em lupa dotada de ocular micrométrica.....	49

## RESUMO

---

O jundiá (*Rhamdia quelen*) é uma espécie de siluriforme de água doce, nativa, com elevado potencial econômico, principalmente na região sul. O desenvolvimento gonadal dos peixes pode ser influenciado, através de estímulos pela sinalização química e contato físico entre os reprodutores. Em cativeiro, as matrizes de espécies não migratórias são separadas tradicionalmente por sexo para manter o controle reprodutivo. O jundiá, apesar de ser migrador lateral, os reprodutores são induzidos com hormônios exógenos, no intuito de potencializar a reprodução em cativeiro. O objetivo deste trabalho foi analisar os possíveis efeitos da interação entre peixes do mesmo sexo e do sexo oposto relacionados à qualidade e o desenvolvimento gonadal. Foram utilizados 129 machos ( $575,50 \pm 25,15$  g e  $38,29 \pm 3,59$  cm) e 129 fêmeas ( $1035,49 \pm 57,37$  g e  $45,34 \pm 2,92$  cm), divididos em três grupos: machos e fêmeas (MF), só machos (M) e só fêmeas (F). Nos machos foi coletado o sêmen e foram avaliados: motilidade, vigor, percentual de células móveis, espermátócrito e o volume total do sêmen. Nas fêmeas foram coletados e medidos o diâmetro dos diâmetros dos ovócitos. O volume total do sêmen aumentou na terceira coleta (outubro) no grupo M em relação a MF ( $10,7 \pm 5,6$  e  $2,37 \pm 1,1$  mL, respectivamente). O espermátócrito foi maior no grupo MF ( $55,92 \pm 9,69$  %) em relação a M ( $49,30 \pm 5,88$  %) na terceira coleta. O diâmetro dos ovócitos do grupo MF foi superior ao grupo M na terceira coleta. O restante dos parâmetros não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. Os resultados demonstram que a manutenção conjunta de machos e fêmeas de jundiá, criados em cativeiro estimula o desenvolvimento ovocitário, reduz o volume, aumenta a concentração espermática e promove atitude reprodutiva espontânea.

## ABSTRACT

---

The silvercatfish (*Rhamdia quelen*) is a species of freshwater Siluriforme, native from Brazil, with high economic potential, especially in the southern region. The gonadal development of fish can be influenced by the chemical stimuli through signaling and physical contact between brooders. In captivity, the matrices of non-migratory species are separated by sex to keep the reproductive control. In contrast, migratory species such some catfishes, need to be induced by applying hormones to complete the final gonad maturation in captivity. The aim of this study was to analyze the possible effects of the interaction between fish of the same sex and opposite sex on the gonadal development and gametes quality, from pre-reproductive period. A total of 129 males ( $575.50 \pm 25.15$  g and  $38.29 \pm 3.59$  cm) and 129 females ( $1035.49 \pm 57.37$  g and  $45.34 \pm 2.92$  cm), adults, divided into three groups were assayed: male and female (MF), only males (M) and females only (F). In males the semen was collected by extrusion in order to assess motility, vigor, percentage of motile cells, total volume of semen and spermatocrit. Oocytes were biopsied in females with the aid of plastic cannula, in order to measure the diameter of oocytes, in the two largest size classes. The total volume of semen increased in the third collection (October) in the group M if compared with MF group ( $10.7 \pm 5.6$  and  $2.37 \pm 1.1$  mL, respectively). The spermatocrit was higher in MF ( $55.92 \pm 9.69\%$ ) compared to M group ( $49.30 \pm 5.88\%$ ) at the end of assay. In these time, the diameter of the oocytes of the MF group was superior to the M group. The remaining parameters showed no significant difference between treatments. The results demonstrate that sexual interaction accelerates gonadal development in captivity without compromising the quality of the gametes, but can lead to spontaneous spawnings.

## INTRODUÇÃO GERAL

---

Os peixes são vertebrados que compõem a classe com um dos maiores números de espécies catalogadas, com cerca de 32.800 representantes de água doce e marinha (Froese & Pauly, 2014), sendo grande a variedade de espécies com potenciais zootécnicos correspondentes à produção aquícola. O desenvolvimento comercial resulta na tendência ao aumento da domesticação de espécies para a criação em cativeiro (Duarte et al., 2007), proporcionando maior variabilidade ao mercado e consecutivamente colaborando para o aumento na produção.

A produção de peixes na aquicultura permaneceu crescente nos últimos anos. A produção mundial no período de 2010 a 2012 foi de 62,92 milhões de toneladas, segundo os dados da FAO, (2014) com aumento anual da produção de 6,1% no período de 2003 a 2012. Em contra partida, estima-se que de 2013 a 2022, o crescimento deverá ser menor, em torno de 2,5% ao ano, devido à escassez da água doce, redução da disponibilidade dos locais para criação e altos custos das rações e outros alimentos. No entanto, a aquicultura ainda permanecerá como um dos setores de produção de alimento que mais cresce. Somente na produção piscícola mundial, em 2030 é esperado um total de 151.771 milhões de toneladas (FAO, 2014).

A aquicultura continental em 2012 obteve uma produção mundial de 38,6 milhões de toneladas de peixes de água doce (FAO, 2014). O Brasil, nos últimos anos a produção piscícola foi crescente, e em 2011 a produção atingiu 544.490 toneladas (MPA, 2011). Restando ainda no Brasil, inúmeras espécies nativas com potencial para a criação em cativeiro.

Uma das espécies nativas indicadas para o cultivo é o jundiá *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824), apontado como um dos mais promissores peixes de água doce para a piscicultura intensiva (Zaniboni Filho, 2004). O jundiá é uma das 12 espécies do gênero *Rhamdia* (Bockmann, 2007), no qual, pertence à classe Osteichthyes, série Teleostei, ordem Siluriformes (Silvergrip, 1996) e família Heptapteridae (Bockmann & Guazzelli, 2003). Amplamente distribuído desde o sudeste do México até o centro da

Argentina (Baldisserotto, 2004; Gomes et al., 2000; Perdices et al., 2002; Silfvergrip, 1996).

É um peixe de couro, possui coloração que varia entre marrom-avermelhado-claro a cinza com a região ventral do corpo mais clara (Silvergrip, 1996), existindo também a variação albino ou branco com tonalidade amarelado (Baldisserotto et al., 2010). Em ambiente natural, o comprimento máximo estimado para as fêmeas é de aproximadamente 66,5 cm e de 52,0 cm para machos (Benaduce et al., 2006).

O jundiá apresenta maturidade sexual, em torno de um ano de vida para ambos os sexos. Matrizes criadas em cativeiro se reproduzem no segundo ano de vida, porém, o aproveitamento reprodutivo é maior, a partir do terceiro ano (Baldisserotto et al., 2010). O período reprodutivo de *R. quelen* pode variar anualmente e depende da região, no sul do Brasil, estende-se entre agosto e março (Gomes et al., 2000). O comportamento reprodutivo do jundiá se assemelha com o da maioria dos peixes de água doce (Mardini, et al., 1981). Em seu *habitat* natural, quando apta para a desova formam-se cardumes desta espécie. Em seguida, procuram por locais com água rasa, limpa, pouco corrente e fundo pedregoso para se reproduzirem. O sincronismo entre machos e fêmeas é presente e a desova ocorre ao amanhecer (Baldisserotto et al., 2010). O cuidado parental é ausente e a desova é assíncrona, ou seja, os óvulos são liberados em vários momentos durante o período reprodutivo (Silva et al., 2004). Os ovócitos liberados pelo jundiá são esféricos, demersais, não adesivos, coloração amarela clara e diâmetro entre 1,0 a 1,3 mm (Gomes et al., 2000).

Trata-se de uma espécie euritérmica, por tanto, tolera amplas variações térmicas, com destaque às temperaturas baixas (Maffezzolli & Ñuner, 2006) e sustenta seu crescimento mesmo nos períodos de inverno nas regiões temperadas (Fracalossi et al., 2004; Marchioro, 1997). As qualidades anteriormente enaltecidas justificam o interesse por parte das pisciculturas, principalmente na Região Sul do Brasil. Em densidades de até 4 peixes/m<sup>2</sup> pode atingir entre 600 e 800g em oito meses de criação (Barcellos et al., 2004).

O jundiá é rústico ao manejo (Gomes et al., 2000) e se ajusta muito bem às condições de cativeiro e aceita ração desde a fase larval (Carneiro, 2004), atingindo taxas de conversão alimentar em torno de 1,8 no período de engorda. Seu hábito é demersal, sendo que na fase adulta é onívoro, porém pode ocorrer preferência por um alimento específico que seja abundante no local em que habita (Gomiero et al., 2007) como crustáceos, insetos, restos vegetais e detritos orgânicos (Baldisserotto, 2004).

É apreciado pelo mercado devido ao sabor, maciez (Ferreira et al., 2001) e a quantidade reduzida de espinhos presentes na carne (Marchioro & Baldisserotto, 1999; Kubota & Emanuelli, 2004; Baldisserotto et al., 2010). A produção brasileira da pesca extrativa de *R. quelen* em 2011 foi de 355 toneladas, enquanto sua criação atingiu 1.747,3 toneladas no mesmo período (MPA, 2011).

O suprimento da demanda por peixes, acometido somente pela prática da captura constante em curtos intervalos de tempo pode acarretar consequências, como o favorecimento do processo da extinção de espécies e a desestabilização dos respectivos ecossistemas locais. Uma das alternativas para suprir a demanda mundial do pescado é a busca por técnicas de criação de peixes em grande escala que resultem na sustentabilidade econômica e ambiental (Andrade & Yasui, 2003).

Parte da aquicultura sustentável é constituída através do controle do processo reprodutivo dos peixes criados em cativeiro (Mylonas et al., 2010), no qual, se torna indispensável a produção de gametas de boa qualidade (Bobe & Labbé, 2010; Mylonas et al., 2010).

A reprodução dos peixes teleósteos é regulada pelo eixo hipotálamo-hipófise-gônadas em resposta a fatores exógenos e endógenos (Munakata & Kobayashi, 2010). Os fatores exógenos como temperatura, fotoperíodo, pH, pluviosidade e salinidade podem ser sinais perceptíveis ao sistema nervoso central no animal. Como por exemplo, fotorreceptores presentes na retina em contato com a luminosidade natural do meio, estimula a produção de melatonina pela glândula pineal (Maitra et al., 2012). Fatores

endógenos participam nas mudanças hormonais, gonadais e morfológicas determinando quando os fatores exógenos serão funcionais (Stacey & Sorensen, 2005).

Estudos indicam a influência dos estímulos químicos e sensoriais no desenvolvimento gonadal dos peixes pela interação sexual no período reprodutivo. Os feromônios são substâncias químicas liberadas no meio ambiente, nos indivíduos da mesma espécie são induzidos às respostas fisiológicas e comportamentais específicas, como sincronismo endocrinológico, orientação migratória, excitação sexual, atração e agressão (Stewart et al., 2013). Não sendo necessário o animal possuir experiência ou o aprendizado destas respostas (Sorensen & Stacey, 2004; Sorensen, 2013). Os feromônios relacionados à reprodução induzem respostas comportamentais e fisiológicas associadas ao processo reprodutivo dos peixes (Sorensen & Stacey, 2005), os machos de bagre africano liberam os feromônios através das gônadas e da vesícula seminal, e nas fêmeas podem ser encontrados no fluido ovariano (Baldisserotto, 2013). Em peixes, estas substâncias são compostas por classes predominantes de esteróides e prostaglandinas (Stewart et al., 2013), o qual apresentam a mesma funcionalidade dos hormônios (Baldisserotto, 2013). Alguns feromônios liberados pelos machos, por exemplo, podem atrair fêmeas ou provocar a ovulação. Já em fêmeas de douradinho e a carpa comum, a liberação do esteróide  $17\alpha,20\beta$ -P provoca a redução da dopamina, conseqüentemente o aumento dos níveis de FSH e LH no sangue e o aumento do volume do sêmen dos machos que estão próximos às respectivas fêmeas (Baldisserotto, 2013).

Os feromônios são fatores endógenos e participam da sinalização química que apresenta importante papel na coordenação da atividade reprodutiva da maioria dos organismos, incluindo os peixes (Appelt & Sorensen, 2007; Stacey & Sorensen, 2005). Através do sistema olfatório são detectados os feromônios sexuais (Sorensen et al., 1995) que transmitem informações sobre o estado de maturação do peixe (Liley & Stacey, 1983; Sorensen & Stacey, 2004) facilitando encontro entre os indivíduos da mesma espécie. Nos peixes, muitos feromônios que apresentam a mesma funcionalidade que os hormônios (Stacey & Sorensen, 2005).

Além do sincronismo entre ovulação, produção de sêmen e o comportamento de corte, como visto em *Carrassius auratus* (Dulka et al., 1987; Appelt & Sorensen, 1999; Stacey & Sorensen, 2005; Appelt & Sorensen, 2007; Stacey, 2011), os feromônios podem estimular o desenvolvimento gonadal inicial de peixes, estimulando principalmente fêmeas púberes (Sundararaj & Anand, 1972). No bagre - africano, *Clarias gariepinus*, o desenvolvimento gonadal das fêmeas pode ser incitado pelos machos, através de estímulos como a sinalização química e o contato físico (Van Weerd et al., 1991).

A própria maturação em peixes envolve estímulos gerados por feromônios, embora este processo ainda seja pouco conhecido nos peixes. Deste modo, afim de evitar maturações e desovas aleatórias, tradicionalmente nas criações em cativeiro, as fêmeas são mantidas separadas dos machos (Žarski et al., 2012).

Nos peixes que realizam migração reprodutiva, a maturação final e a desova ocorrem durante o deslocamento (Zaniboni-Filho & Nuñez, 2004). Em cativeiro, o desenvolvimento gonadal completa a vitelogênese e entra na fase conhecida como período de dormência, na qual os peixes aguardam os estímulos ambientais propícios à maturação e desova (Zaniboni-Filho & Weingartner, 2007).

Para inúmeras espécies é sabido que o cativeiro interfere no sistema endócrino e bloqueia a capacidade reprodutiva, especialmente no caso dos peixes migradores ou reofílicos, e a única solução se dá mediante a indução por hormônios (Mylonas et al., 2010). O jundiá é um migrador lateral (Zaniboni-Filho & Schulz, 2003), ou seja, pelo menos uma fase do ciclo de vida ocorre em um habitat distinto do ocupado no restante do seu desenvolvimento (Garutti & Figueiredo – Garutti, 2000), por tanto, a reprodução não é dependente das migrações, como nas espécies reofílicas. Porém a ocorrência de maturação final espontânea das matrizes é baixa, sendo necessária, a indução hormonal das matrizes para um melhor aproveitamento reprodutivo (Agostinho et al., 2003).

A produção do jundiá em cativeiro vem crescendo nos últimos anos (MPA, 2010; 2011), com aumento relacionado ao aparente domínio da tecnologia de sua criação.

Embora o processo reprodutivo do jundiá esteja praticamente dominado (Huergo & Zaniboni - Filho, 2006), não foram encontrados estudos referentes à interação sexual no manejo pré – reprodutivo das matrizes em cativeiro.

Assim, o objetivo deste estudo consiste na avaliação dos possíveis efeitos da interação entre indivíduos do mesmo sexo e de sexos opostos sobre o desenvolvimento gonadal e qualidade dos gametas ao longo do período reprodutivo.

## **REFERÊNCIAS**

---

- AGOSTINHO, AA, LC GOMES, HI SUZUKI, HF JÚLIO JR. 2003. Migratory fishes of the Upper Paraná River Basin, Brazil. CAROLSFELD, J, B HARVEY, C ROSS, A BAER (Eds.). Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation status, 380 p.
- ANDRADE, DR, GS YASUI. 2003. O manejo da reprodução natural e artificial e sua importância na produção de peixes no Brasil. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 27(2):166-172.
- APPELT, C, P SORENSEN. 1999. Freshwater fish release urinary pheromones in a pulsatile manner. R, JOHNSTON, D MÜLLER-SCHWARZE, P SORENSEN (Eds.). *Advances in Chemical Signals in Vertebrates*. Springer, US. 247–256.
- APPELT, W, PW SORENSEN. 2007. Female goldfish signal spawning readiness by altering when and where they release a urinary pheromone. *Anim. Behav.*, 74: 1329–1338.
- BALDISSEROTTO, B. 2004. Biologia do jundiá. 67- 94 p. BALDISSEROTTO, B, J RADÜNZ NETO (Eds.). *Criação de jundiá*, Santa Maria: Editora UFSM, 1ª ed, 232 p .
- BALDISSEROTTO, B, J RADÜNZ NETO. 2004. Reprodução. 95-116p. SILVA, LVF, J RADÜNZ NETO, B BALDISSEROTTO (Eds.). *Criação de jundiá*. Santa Maria: Editora UFSM, 1ª ed, 232 p.

- BALDISSEROTTO, B, J RADÜNZ NETO, LG BARCELLOS.2010. Jundiá (*Rhamdia sp*).301-333 p.BALDISSEROTTO B, LC GOMES(Eds.). Espécies nativas para piscicultura no Brasil, 2º ed, 606 p.
- BALDISSEROTTO, B. 2013. Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura. Santa Maria: Editora UFSM, 3º edição, 349 p.
- BARCELLOS, LJG, LC KREUTZ, C SOUZA, LB RODRIGUES, I FIOREZE, RM QUEVEDO, L CERICATO, AB SOSO, M FAGUNDES, J CONRAD, LA LACERDA, S TERRA.2004. Hematological changes in jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy and Gaimard Pimelodidae) after acute and chronic stress caused by usual aquacultural management, with emphasis on immunosuppressive effects. *Aquaculture*, 237(1-4): 229-236.
- BENADUCE, APS, ET AL. 2006.A mathematical model for growth in weight of silver catfish (*Rhamdia quelen*) (Heptaridae, Siluriformes, Teleostei).*Ciência Rural*, 36(5):1606 – 1610.
- BOBE, J & C LABBÉ. 2010. Egg and sperm quality in fish. *General and Comparative Endocrinology*, 165:535–548.
- BOCKMANN, FA & GM GUAZZELLI. 2003. Heptapteridae.REIS, RE, SO KULLANDER, CJ FERRARIS JR (Eds.). Check List of Freshwater Fishes of South and Central America(CLOFFSCA).EDIPUCRS, PortoAlegre.1:406-431.
- BOCKMANN, FA . 2007. Família Heptapteridae. BUCKUP PA, NA MENEZES AND MS GHAZZI, (Eds). Catálogo das Espécies de Peixes de Água Doce do Brasil. Museu Nacional, 104-109.
- BOMBARDELLI, RA, EF MÖRSCHBÄCHER, R CAMPAGNOLO, EA SANCHES, MA SYPERRECK. 2006. Dose inseminante para fertilização artificial de ovócitos de jundiá cinza, *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824). *R. Bras. Zootec*, 35(4):1251-1257.
- CARNEIRO, PCF. 2004. A produção do jundiá em cativeiro. BALDISSEROTTO, B,J RADÜNZ NETO. (Orgs.).Criação de Jundiá,Editora UFSM, 1:117-141.

- DUARTE, M, N MARBÁ, M HOLMER. 2007. Rapid domestication of marine species. *Science*, 16: 382–383.
- DULKA, JG, NE STACEY, PW SORENSEN, GJ VANDERKRAAK. 1987. A steroid sex-pheromone synchronizes male–female spawning readiness in goldfish. *Nature*. 325: 251–253.
- FAO. 2014. The State of World Fisheries and Aquaculture. Rome, Food and Aquaculture Organization of the United Nations, 223 p.
- FERREIRA, AA, AP DE O NUÑER, RK LUZ ET AL. 2001. Avaliação qualitativa e quantitativa do sêmen de jundiá, *Rhamdia quelen*. Boletim do Instituto de Pesca, 27(1): 57-60.
- FRACALOSSO, DM, G MEYER, FM SANTAMARIA, M WEINGARTNER, EZANIBONI FILHO. 2004. Desempenho do jundiá, *Rhamdia quelen*, e do dourado, *Salminus brasiliensis*, em viveiros de terra na região sul do Brasil. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 26 (3): 345-352.
- FROESE, R & D PAULY(Eds.). World Wide Web electronic publication. Disponível em: <http://www.fishbase.org>. Acesso em: 03/07/2014.
- GARUTTI, V & ML FIGUEIREDO – GARUTTI. 2000. Migração lateral de *Liposarcus anisitsi* (Siluriformes, Ioricariidae) no Rio Preto, Bacia do Alto Paraná, Brasil. *Iheringia, Sér. Zool.*, 8:25-32.
- GOMIERO, LM, UP SOUZA, FMS BRAGA. 2007. Reprodução e alimentação de *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824) em rios do Núcleo Santa Virgínia, Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo, SP. *Biota Neotropical*, (7): 127-133.
- GOMES, LC, JI GOLOMBIESKI, AR CHIPPARI. 2000. Biologia do jundiá *Ramdia quelen* (teleostei, pimelodidae). *Ciência Rural*, 30:179-185.
- HUERGO, GM, E ZANIBONI FILHO. 2006. Triploidy induction injundia, *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824), through hydrostatic pressure shock. *Journal of Applied Aquaculture*, 18:45-57.

- LILEY, NR & NE STACEY. 1983. Hormones, pheromones and reproductive behaviour in fish. HOAR, WS, DJ RANDALL, EM DONALDSON (Eds). Fish Physiology Reproduction. Academic Press, New York.9: 163
- MAFFEZZOLLI, G, APO NUÑER. 2006. Crescimento de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen* (pisces, pimelodidae), em diferentes concentrações de oxigênio dissolvido. Acta Scientiarum, *Biological Science*,28(1):41-45.
- MAITRA, SK, A CHATTORAJ, S MUKHERJEE , M MONIRUZZAMAN. 2013. Melatonin: A potent candidate in the regulation of fish oocyte growth and maturation. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 181: 215–222.
- MARCHIORO, MI. 1997. Sobrevivência de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy & Gaimard, 1824, Pisces, Pimelodidae) à variação de pH e salinidade da água de cultivo. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria. 1:87.
- MARCHIORO, MI & B BALDISSEROTO. 1999. Sobrevivência de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy & Gaimard, 1824) à variação de salinidade da água. *Ciência Rural*, 29: 315–318.
- MARDINI, CV, MA SILVEIRA, DHL BARENHO. 1981. Técnica de indução da desova em jundiá (*Rhamdia quelen*) empregada na estação experimental de piscicultura da Lagoa dos Quadros. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura. 4:14.
- MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA . 2010. Disponível em: [http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes\\_e\\_Estatisticas/Boletim%20Estat%20C3%ADstico%20MPA%202010.pdf](http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes_e_Estatisticas/Boletim%20Estat%20C3%ADstico%20MPA%202010.pdf). Acesso em: 08/06/2013.
- MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA . 2011. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/index.php/informacoes-e-estatisticas/estatistica-da-pesca-e-aquicultura>. Acesso em: 03/07/2014.

- MUNAKATA, A & M KOBAYASHI. 2010. Endocrine control of sexual behavior in teleost fish. *General e Comparative Endocrinology*, 165: 456-468.
- MYLONAS, CC, A FOSTIER, S ZANUY. 2010. Broodstock management and hormonal manipulations of fish reproduction. *General and Comparative Endocrinology*, 165:516-534.
- PERDICES, A, E BERMINGHAM, A MONTILLA, I DOADRIO. 2002. Evolutionary history of the genus *Rhamdia* (Teleostei: Pimelodidae) in Central America. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 25:172–189.
- SILVERGRIP, AMC. 1996. A sistematic revision of the neotropical catfish genus *Rhamdia* (Teleostei, Pimelodidae). Tese (PhD). Stockholm, Sweden. 1:156.
- SILVA, LVF, J RADÜNZ NETO, B BALDISSEROTTO. 2004. Reprodução. BALDISSEROTTO, B, J RADÜNZ NETO. (Orgs.). Criação de jundiá. Santa Maria: Editora UFSM, 1:95-106.
- SORENSEN, PW, AP SCOTT, NE STACEY, L BOWDIN. 1995. Sulfated 17, 20 $\alpha$ -dihydroxy-4-pregnen-3-one functions as a potent and specific olfactory stimulant with pheromonal actions in the goldfish. *Gen. Comp. Endocrinol*, 100: 128–142.
- SORENSEN, PW,NESTACEY. 2004. Brief review offishpheromones and discussion of their possible uses in the control of non-indigenous teleostfishes.*New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 38:399–417.
- STACEY, N, P SORENSEN. 2005. Reproductive pheromones.SLOMAN, KA, RW WILSON, S BALSHINE (Eds.). Behaviour and Physiology of Fish. Academic Press Amsterdam, 359–412.
- STACEY, N. 2011. Hormonally derived sex pheromones in fishes. NORRIS, DO, KH LOPES (Eds.). Hormones and Reproduction of Vertebrates, Fishes, 1: 169-192. Oxford, UK: Elsevier.

- SUNDARARAJ, BI & TC ANAND.1972. Effects of piscine and mammalian gonadotropins on gametogenesis in the catfish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch). *Gen.Comp. Endocrinol.*,3:688-702.
- VANWEERD, JH, M SUKKEK, ABJ BONGERS, HM VANDERDOES, E STEYNIS, CJI RICHTER. 1991. Stimulation of gonadal development by sexual interaction of pubertal African catfish, *Clarias gariepinus*. *Physiol. Behav.*, 49:217–223.
- ZANIBONI – FILHO, E, UH SCHELZ. 2003. CAROLSFELD, J, B HARVEY, C ROSS, A BAER (EDS.). Migratory Fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status,1:157-194.
- ZANIBONI-FILHO, E. 2004. Piscicultura das espécies nativas de água doce. POLI, CR, ATB POLI, E ANDREATTA, E BELTRAME (Eds.). Aquicultura: experiências brasileiras. Florianópolis: Multitarefa, 1:337-368.
- ZANIBONI-FILHO, E, APO NUÑER. 2004. Fisiologia da reprodução e propagação artificial dos peixes. CYRINO, JEP, EC URBINATI, DM FRACALLOSSI, N CASTAGNOLLI(Eds.). Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical extensiva. Editora TecArt,4: 45-73.
- ZANIBONI-FILHO, E, M WEINGARTNER. 2007. Técnicas de indução da reprodução de peixes migradores. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 31(3): 367-373.
- ŻARSKI, D, S KREJSZEFF, K PALIŃSKA, K TARGOŃSKA, K KUPREN, P FONTAINE, P KESTEMONT, D KUCHARCZYK.2012. Cortical reaction as an egg quality indicator in artificial reproduction of pikeperch, Sander lucioperca. *Reproduction, Fertility and Development*,24: 843-850.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA

**Efeito da interação sexual do jundiá (*Rhamdia quelen*) no  
desenvolvimento gonadal e qualidade dos gametas**

**Proponente:**Helena Hitomi Kumeda

**Orientador:** Prof. Dr. Ricardo B. Robaldo

**Co-orientador:**Prof. Dr. Luís André Nassr de Sampaio

Rio Grande-RS

Formatado nas normas da Revista Brasileira de Zootecnia

**EFEITO DA INTERAÇÃO SEXUAL DO JUNDIÁ (*Rhamdia  
quelen*) NO DESENVOLVIMENTO GONADAL E  
QUALIDADE DOS GAMETAS**

HELENA HITOMI KUMEDA<sup>1</sup>, LUÍS ANDRÉ NASSR DE SAMPAIO<sup>1</sup> E RICARDO  
BERTEAUX ROBALDO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS, Brasil. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rua do Hotel 2, Cassino, Rio Grande, RS, Brazil. CEP: 96210-030 - [hhkumeda@gmail.com](mailto:hhkumeda@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – UFPel, Instituto de Biologia, Departamento de Fisiologia e Farmacologia, CP 354, Pelotas, RS, Brasil. CEP: 96010-900

## RESUMO

O jundiá (*Rhamdia quelen*) é um bagre nativo do Brasil explorado na piscicultura. Seus reprodutores são mantidos separados para evitar desovas espontâneas, há estudos demonstrado que bagres possuem desenvolvimento gonadal estimulado por sinalização química entre os sexos. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da interação sexual no período reprodutivo e na qualidade dos gametas, em cativeiro. Para tanto, 129 machos ( $575,5 \pm 0,2g$ ) e 129 fêmeas ( $1035,5 \pm 0,4g$ ) foram divididos em três grupos, em triplicata: machos e fêmeas, somente machos e somente fêmeas. Foram mantidos em viveiros escavados na densidade de 1peixe/15m<sup>2</sup>, fotoperíodo e temperatura naturais e alimentados com ração 28% PB, sob taxa de 1% do peso vivo/dia, entre o 10º dia agosto ao 10º dia de outubro. Para estudo das gônadas e gametas, foram analisados mensalmente, a motilidade, vigor, percentual de células móveis, espermátócrito, volume total de sêmen e o diâmetro dos ovócitos. A qualidade dos gametas não foi alterada entre os tratamentos. A manutenção conjunta dos sexos promoveu a redução do volume de sêmen e o aumento da concentração espermática nos machos, nas fêmeas, ocorreram o aumento do diâmetro dos ovócitos e desovas espontâneas.

**PALAVRAS- CHAVE:** manejo reprodutivo, ovócito, sêmen.

## **ABSTRACT**

The catfish (*Rhamdia quelen*) is a native catfish Brazil explored in fish farming. His players are kept separate to avoid spontaneous spawning, studies have shown that catfish gonadal development stimulated by chemical signaling between the sexes. The aim of this study was to evaluate the effect of sexual interaction in the reproductive period and the quality of gametes in captivity. For this purpose, 129 males ( $575.5 \pm 0.2$  g) and 129 females ( $1035.5 \pm 0.4$  g) were divided into three groups in triplicate: males and females, males only and females only. Were kept in ponds dug in the density of 1 fish / 15m<sup>2</sup>, natural photoperiod and temperature and chow fed 28% CP, a fee of 1% of body weight / day, between the 10th August to 10th October. To study the gonads and gametes were analyzed monthly, motility, vigor, percentage of motile cells, espermatócrito, total volume of semen and the diameter of the oocytes. The quality of gametes was not changed between treatments. The joint maintenance of the sexes provided a decrease in semen volume and sperm concentration increased in males, in females, there were increasing the diameter oocyte and spontaneous spawning.

**KEYWORDS:** reproductive management, oocyte, semen.

## 1. INTRODUÇÃO

O controle do processo reprodutivo dos peixes criados em cativeiro, é uma das ferramentas necessárias na construção do modelo atual da aquicultura sustentável (Mylonas et al., 2010). A reprodução interfere na qualidade dos gametas (Bobe & Labbé, 2010), larvas e alevinos, contribuindo de maneira positiva ou negativa, no sucesso das demais fases da produção aquícola (Zohar & Mylonas, 2001; Mylonas et al., 2010).

A reprodução dos peixes teleósteos é regulada pelo eixo hipotálamo-hipófise-gônadas em resposta a fatores exógenos e endógenos (Munakata & Kobayashi, 2010). Os fatores exógenos como temperatura, fotoperíodo, pH, pluviosidade e salinidade, quando favoráveis, contribuem para que o animal esteja apto à reprodução, através da percepção dos sinais ambientais ao sistema nervoso central. Como por exemplo, fotorreceptores da retina que estimulam a produção de melatonina pela glândula pineal; termorreceptores na derme, etc.; Maitra et al., 2012). Fatores endógenos participam nas mudanças hormonais, gonadais e morfológicas determinando quando os fatores exógenos serão funcionais (Stacey & Sorensen, 2005).

Feromônios são fatores endógenos que participam dosincronismo entre ovulação, produção de sêmen, comportamento de corte e desova, como já visto em *Carrassius auratus* (Dulka et al., 1987; Sorensen, 1992; Appelt & Sorensen, 1999; Stacey & Sorensen, 2005; Appelt & Sorensen, 2007; Stacey, 2011). Através do sistema olfatório são detectados os feromônios sexuais (Sorensen et al., 1995) que recebem informações sobre o estado de maturação dos peixes (Sorensen & Stacey, 2004).

Estudos indicam a influência dos estímulos químicos e sensoriais durante o desenvolvimento gonadal dos peixes que ocorrem na interação sexual do período reprodutivo. No bagre africano, *Clarias gariepinus*, o desenvolvimento gonadal das fêmeas púberes pode ser incitado pelos machos, através de estímulos de sinalização química e o contato físico (Van Weerd et al., 1991).

A própria maturação em peixes envolve estímulos gerados por feromônios (Scott & Canario, 1992). Em *C. gariepinus*, na presença demachos, ocorre o aumentado crescimento ovariano em fêmeas adultas (Henki et al., 1987). No intuito de evitar maturações e desovas aleatórias, tradicionalmente, as fêmeas são mantidas separadas dos machos (Baldisserotto et al., 2010). O jundiá *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimardm, 1824) é uma espécie indicada para o cultivo (Zaniboni Filho, 2004). Pertence à ordem dos Siluriformes (Silvergrip, 1996) e à família Heptapteridae (Bockmann & Guazzelli, 2003). É encontrado do sudeste do México até o centro da Argentina (Baldisserotto, 2004; Froese & Pauly, 2009; Gomes et al., 2000; Perdices et al., 2002; Silfvergrip, 1996).

Trata-se de uma espécie euritérmica, tolerante a temperaturas baixas (Barcellos, 2004; Maffezzolli & Ñuner, 2006) e sustenta sua alimentação e crescimento mesmo nos períodos de inverno em regiões temperadas (Marchioro, 1997). Tais qualidades favorecem sua criação, principalmente na Região Sul do Brasil. Entre outros aspectos positivos para aquicultura, é a rusticidade da espécie ao manejo.

O período reprodutivo da *Rhamdia quelen* pode variar anualmente, dependendo da região. No Sul do Brasil se estende entre agosto e março (Gomes et al., 2000). No *habitat* natural, essa espécie apresenta sincronismo entre machos e fêmeas. Em seguida, ficam aptos para a desova, formam cardumes e para reproduzir, procuram locais que tenham água rasa, limpa, pouco corrente e fundo pedregoso (Baldisserotto et al., 2010). O desenvolvimento ovocitário é assíncrono propiciando desovas parceladas e o cuidado parental é ausente (Narahara et al., 1989). Os ovócitos recém liberados são esféricos, demersais, não adesivos, coloração amarela clara e diâmetro entre 1,0 a 1,3 mm (Gomes et al., 2000).

Para inúmeras espécies é sabido que o cativeiro interfere no sistema endócrino e bloqueia a capacidade reprodutiva, especialmente no caso de peixes migradores ou reofílicos, e a única solução se dá mediante a indução por hormônios (Mylonas et al., 2010). Embora, o jundiá seja um migrador lateral (Zaniboni – Filho & Schelz, 2003) e não propriamente reofílico, a maturação final das matrizes depende de fatores

ambientais como a ocorrência de chuva e temperatura da água acima de 17°C (Narahara et al., 1988). Em cativeiro, é utilizada a indução hormonal para que ocorra o sincronismo entre os reprodutores, dispendo de maneira facilitada ao manejo de matrizes em grande escala (Baldisserotto et al., 2010).

O manejo reprodutivo desta espécie está praticamente dominado (Huego & Zaniboni-Filho, 2006), porém há poucos estudos referentes à interação sexual no manejo pré-reprodutivo das matrizes em cativeiro. Através dos estudos dos assuntos anteriormente abordados, é possível averiguar, se o manejo reprodutivo, no qual, os reprodutores mantidos em casais englobam vantagens semelhantes ou adversas ao manejo convencional, em que se baseia na separação das matrizes por sexo. O objetivo deste experimento consiste no estudo dos possíveis efeitos da manutenção conjunta ou separada de machos e fêmeas sobre o desenvolvimento gonadal e qualidade dos gametas ao longo do período reprodutivo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Animais**

Os peixes empregados foram provenientes do plantel de reprodutores do Laboratório de Piscicultura da Barragem do Chasqueiro (LabChasq) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), localizado em Arroio Grande, Rio Grande do Sul, coordenadas 32° 09' 788" S e 53° 09' 960" O (Fig. 1). Foram selecionados 129 machos (575±25g e 38±4cm) e 129 fêmeas (1035±57g e 45±2cm) que já haviam experimentado no mínimo um evento reprodutivo. Os reprodutores foram alimentados diariamente com ração para onívoros Anzol de Ouro<sup>®</sup>/Supra com 28% PB, ofertando 1% do peso médio ao dia, conforme rotina do laboratório.

### **Protocolo Experimental**

O experimento foi conduzido no período de agosto a outubro de 2013, totalizando 61 dias. Foram realizados três tratamentos em triplicata, grupos contendo: apenas machos,

apenas fêmeas e casais (1M:1F). Os indivíduos foram distribuídos aleatoriamente em nove viveiros escavados com áreas de 300, 400 e 600m<sup>2</sup> de lâmina d'água sob a densidade de estocagem de 1peixe/15m<sup>2</sup>. Os peixes foram mantidos sob as condições naturais de temperatura e fotoperíodo. As matrizes foram aclimatadas nos respectivos viveiros por uma semana, antes do ensaio.

Tabela1. Unidades Experimentais (UEs) utilizadas no experimento do efeito da interação sexual do jundiá *Rhamdia quelen*.

Área (m <sup>2</sup> )	Tratamento	Número de peixes
300	M	20m
300	F	20f
300	MF	10m e 10f
400	M	26m
400	F	26f
400	MF	13m e 13f
600	M	40m
600	F	40f
600	MF	20m e 20f

M: grupo somente machos; F: grupo somente fêmeas; MF: grupo contendo machos e fêmeas; m: machos; f: fêmeas.

Os parâmetros da qualidade da água: oxigênio dissolvido (Oxímetro Lutron 0,01mg/L) e temperatura (termômetro Lutron - 0,1°C) foram monitorados diariamente, pela manhã (8:30h) e tarde (14:00h). A amônia (Kit Hagen Nutrafin<sup>®</sup> - Amônia total 0,01mg/L), pH (pHmetro Hanna - 0,1) e transparência da água (Disco Secchi – 0,5cm), foram monitorados semanalmente. A renovação da água dos viveiros foi constante de 1L/s.

As biometrias e biópsias dos reprodutores foram realizadas mensalmente após o período de aclimação de 7dias, sendo realizadas no 10º dia de cada mês (agosto a

outubro), ou seja, nos dias 0,32° e 61° dia, respectivamente. Em cada coleta, foram selecionados ao acaso, cinco animais de cada sexo em cada unidade experimental (UE), os quais em seguida foram acondicionados em caixas circulares de 1m<sup>3</sup>, com tampa, e renovação do meio por fluxo contínuo. Estes exemplares, posteriormente, foram anestesiados em banhos de benzocaína (50 ppm), biopsiados nas gônadas (Fig. 3), identificados com missangas de diferentes cores fixadas com fio de nylon na base da nadadeira dorsal. Após foram confinados novamente em suas respectivas UEs.

### **Machos**

Para a coleta do sêmen, o poro genital e seu entorno foram “secos” com papel-toalha, a fim de evitar contaminação e pré-ativação dos espermatozóides. Após, foi sucedida massagem na região abdominal, no sentido céfalo-caudal, para extrusão do sêmen. Decorrida a liberação do sêmen, a primeira gota foi desconsiderada para abster de possíveis contaminações com urina (Poupard et al.,1998), o restante foi coletado com o auxílio de seringa descartável (0,1 mL) para a mensuração do volume seminal total. Vestígios sanguíneos no sêmen sinalizaram o final da liberação do sêmen, a fim de evitar possíveis contaminações e interferências na medição do espermátócrito. Em seguida, foi quantificado o volume relativo do sêmen (mL/kg) coletado em cada reprodutor para o cálculo do volume relativo dos reprodutores (volume total do sêmen/kg)

Na sequência, com o auxílio de micropipeta foram depositados 3µL do sêmen sobre uma lâmina histológica e 10µL de água do viveiro para sua ativação. Por métodos subjetivos foram avaliados: o grau de motilidade (ou vigor) nas classes 0- imóvel, 1- vibração, 2- deslocamento horizontal (Hogan & Nicholson, 1987); o percentual de células ativas nas classes de 0%, 25%, 50%, 75% e 100%; e o tempo de motilidade (s), através da observação em microscópio óptico (400x) dos espermatozoides que apresentassem o deslocamento horizontal, de acordo com Martins et al. (2014) (*in press*).

Outra parcela do material foi utilizada para obter o espermátocrito, o procedimento ocorreu em três tubos capilares de micro - hematócrito para cada reprodutor foi preenchido com cerca de 60% de sêmen e uma das extremidades foi obstruída. Posteriormente, os tubos foram sujeitos à centrifugação a 13000 rpm por 15min (Martins et al, 2014) (*in press*). A leitura do espermátocrito foi realizada com régua hematimétrica para obter o espermátocrito, através da medição do percentual do volume de células presente no sêmen.

### **Fêmeas**

Para acompanhamento do desenvolvimento, foram realizadas biópsias dos ovários para coleta de ovócitos com cânula plástica uretral (nº 06) acoplada à seringa descartável de 3mL (Fig. 3). Em seguida, o material coletado foi imerso em soro fisiológico (NaCl 0,9%) e dez ovócitos das duas maiores classes de tamanhos ( $\mu\text{m}$ ) tiveram seu diâmetro medido por meio de lente micrométrica acoplada ao estereomicroscópio com aumento de 20x(Fig.4).

### **Análise estatística**

A comparação entre as médias nas diferentes variáveis acompanhadas entre os reprodutores mantidos isolados ou conjuntamente foi realizada através do teste “t” de Student. AANOVA Tuckey foi utilizada para comparar ao longo das coletas do mesmo tratamento. O nível de significância considerado foi de 5%. Variáveis limitadas a percentuais (%) foram transformadas pela função arco seno ( $\text{Arcseno}(X/100)^{1/2}$ ) para atender os pressupostos da análise paramétrica.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Grande parte do bem estar dos peixes em cativeiro advém da manutenção da água em condições adequadas a espécie em criação. Os parâmetros que caracterizam as variáveis de qualidade da água são apresentados na (Tabela1).A amônia total não foi detectada,semanalmente apresentou valores menores que 0,01mg/L, em todos os

grupos. Todas as variáveis da qualidade da água se mantiveram dentro de faixas apontadas como adequadas à espécie, de acordo com Baldisserotto & Silva (2004). Embora os viveiros apresentassem áreas diferentes, não houve diferença significativa em nenhuma das variáveis analisadas no experimento.

Tabela 2. Acompanhamento dos parâmetros da qualidade da água em viveiros de manutenção de reprodutores de jundiá (*Rhamdia quelen*) durante experimento sobre o efeito da interação sexual no desenvolvimento gonadal e qualidade dos gametas (Média±DP).

Coleta	Oxigênio dissolvido (mg/L)	Temperatura (°C)	pH	Transparência (cm)
1	9,41 ± 0,17 <sup>a</sup>	12,6 ± 0,7 <sup>a</sup>	6,5 ± 0,1 <sup>a</sup>	38,1 ± 7,9 <sup>a</sup>
2	9,37 ± 0,07 <sup>a</sup>	15,3 ± 0,2 <sup>b</sup>	6,9 ± 0,1 <sup>a</sup>	42,0 ± 7,5 <sup>a</sup>
3	8,57 ± 0,05 <sup>b</sup>	17,5 ± 0,1 <sup>c</sup>	6,8 ± 0,3 <sup>a</sup>	51,0 ± 7,4 <sup>b</sup>

Letras diferentes na mesma variável representam diferença estatística entre as coletas (ANOVA: Tukey:  $\alpha=0.05$ ).

### Machos

O período reprodutivo do jundiá pode variar anualmente, influenciado por fatores como temperatura, densidade de estocagem, manejo reprodutivo e tipo de dieta que podem interferir no desenvolvimento gonadal (Gomes et al., 2000; Ghiraldelli et al., 2007). Portanto, é justificável que nem todos os exemplares de machos estivessem espermiantes no início do ensaio (agosto), conforme é observado na tabela 3. Neste momento apenas 30 % dos machos já se encontravam espermiantes, situação contrária àquela relatada por Soares et al. (2010), na qual, 72% dos machos de *R. quelen* já se apresentavam no primeiro mês do período reprodutivo (julho). Em setembro, 100% dos reprodutores deste estudo estavam espermiando, independente do tratamento, o que já foi registrado por Borges et al. (2005) nos períodos de primavera e verão.

Tabela 3. Efeito da interação sexual de *Rhamdia quelen* no percentual de machos espermiantes ao longo de coletas mensais no período reprodutivo: 0, 32 e 61 dias. (Média ± DP). M= machos e MF= machos e fêmeas.

	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>
<b>M</b>	26,7±23,1 <sup>A</sup>	100,0 ±0,0 <sup>B</sup>	100,0 ±0,0 <sup>B</sup>
<b>MF</b>	33,3 ±23,0 <sup>A</sup>	100,0 ±0,0 <sup>B</sup>	93,3±11,5 <sup>B</sup>

Letras diferentes em cada grupo representam diferença estatística entre as coletas (ANOVA Tuckey;  $\alpha=0,05$ ).

As variáveis relacionadas ao sêmen, conforme apresentadas na Tabela 3, indicam que o tempo de motilidade, tanto no grupo “M” quanto “MF”, foi menor em setembro e outubro em relação a agosto, demonstrando o apronte destes gametas com o avançar do período reprodutivo. A duração da motilidade e a velocidade das células espermáticas são influenciadas pela temperatura da água, no momento da ativação (Stoss, 1983; Billard et al., 1995). O aumento da velocidade em decorrência da elevação térmica da solução em que foi ativada resulta em menor tempo de motilidade, devido aos recursos energéticos dos espermatozoides que são limitados (Alavi & Cosson, 2005). Em situação contrária, caso a temperatura da água seja menor, a duração da motilidade é prolongada e a velocidade da célula é reduzida. O efeito da diminuição do tempo de motilidade relacionada ao aumento da temperatura foi observado no presente experimento, tanto o grupo “M” quanto o grupo “MF”, a mesma tendência foi apontada por Borges et al. (2005), em que a duração da motilidade espermática da *Rhamdia quelen* foi maior na primavera com  $47,9 \pm 1,3s$  do que nas demais estações ( $38,6 \pm 0,6s$ ). Também foi observado na carpa *Cyprinus carpio* (Billard & Cosson, 1989).

O volume seminal nos machos “M” apresentou aumento consecutivo em setembro e outubro, no segundo mês mostrou-se maior do que no grupo MF. Neste grupo, o volume seminal foi maior em setembro, porém manteve-se estagnado no mês seguinte. Os resultados apresentados anteriormente, são superiores aos relatados por Ferreira et al. (2001) e Kavamoto & Fogli da Silveira (1986) que observaram durante o período

reprodutivo (a partir da primavera) volumes de 0,41mL em *R. quelen* e 0,8mL em *Rhamdia hilarii*, em animais não induzidos com hormônios exógenos. A indução com EHC estimula a produção de sêmen (Rurangwa et al., 2004), embora os reprodutores deste experimento não tenham sido induzidos, o volume seminal produzido pelos machos “M” são maiores, em comparação aos apresentados por Bombardelli et al. (2006)  $5,9 \pm 0,54$ mL para a mesma espécie. O volume do sêmen dos peixes é muito variável, pois depende do tamanho corporal do animal, da época em que o material foi coletado e da metodologia utilizada (Luz et al., 2001). Em *Cyprinus carpio* foi observado o aumento do volume de sêmen devido à presença de fêmeas ovulando, embora não tenha sido comprovada a participação dos feromônios (Billard et al., 1989). Conseqüentemente, no presente experimento, não foi possível concluir a mesma tendência, devido à perda do sêmen dos machos que apresentaram comportamento sexual na presença das fêmeas.

Neste estudo, a concentração espermática apresentou-se maior no sêmen dos machos “MF” em outubro, provavelmente em decorrência da liberação de sêmen a partir do comportamento reprodutivo. Porém, no mês de setembro, apesar do sêmen dos machos MF ser menos volumoso do que no grupo M, a concentração não diferiu. O grau de motilidade foi igual em todas as coletas, independente do tratamento.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14

Tabela 4. Efeito da interação sexual do *Rhamdia quelen* no tempo de motilidade, volume do sêmen, percentual de células móveis, espermátocrito e grau de motilidade (Média ± DP), ao longo de três coletas mensais (C1, C2 e C3). M= machos e MF= machos e fêmeas.

	<b>M(C1)</b>	<b>MF(C1)</b>	<b>M(C2)</b>	<b>MF(C2)</b>	<b>M(C3)</b>	<b>MF(C3)</b>
<b>Tempo de Motilidade (s)</b>	70,3 ± 7,5 <sup>A</sup>	70,3 ± 6,6 <sup>A</sup>	36,7 ± 6,9 <sup>B</sup>	39,0 ± 6,2 <sup>B</sup>	35,9 ± 3,8 <sup>B</sup>	34,2 ± 3,6 <sup>B</sup>
<b>Volume de Sêmen (mL)</b>	0,24 ± 0,60 <sup>A</sup>	0,08 ± 0,17 <sup>A</sup>	7,07 ± 2,55 <sup>A</sup>	3,79 ± 4,52 <sup>A*</sup>	10,77 ± 5,58 <sup>B</sup>	3,03 ± 2,08 <sup>B*</sup>
<b>Percentual de células móveis (%)</b>	50 - 100	75 - 100	50 - 100	75 - 100	75 - 100	75 - 100
<b>Espermátocrito (%)</b>	44,4 ± 5,5 <sup>A</sup>	51,0 ± 9,7 <sup>AB</sup>	46,0 ± 2,0 <sup>A</sup>	43,7 ± 3,2 <sup>A</sup>	49,2 ± 5,8 <sup>A</sup>	55,9 ± 9,7 <sup>B*</sup>
<b>Grau de Motilidade</b>	2	2	2	2	2	2

Letras maiúsculas distintas entre as colunas demonstram diferença significativa das médias entre os períodos de coleta (ANOVA;Tuckey;P<0,05) em um mesmo tratamento e \* representa diferença significativa (t Student; P<0,05) entre os tratamentos no mesmo período.

15 O comportamento sexual dos peixes ocorre precedente aos pré-requisitos  
16 fisiológicos: vitelogenese concluída no ovário das fêmeas; oócitos totalmente maduros e  
17 que estejam em ovulação, como efeito do LH secretado pela pituitária; espermatogênese  
18 concluída no testículo dos machos; produção e armazenamento de sêmen contendo  
19 plasma seminal e espermatozoides maduros no canal espermático (Kobayashi et al.,  
20 2002). A ausência de qualquer um dos pré-requisitos citados anteriormente impossibilita  
21 a manifestação do comportamento reprodutivo dos peixes (Kobayashi et al., 2002). No  
22 presente estudo, o grupo “M”, formado somente por machos apresentou aumento no  
23 volume relativo do sêmen nas coletas 2 e 3 (setembro e outubro). Porém, no grupo  
24 “MF” composto por machos e fêmeas, o volume relativo do sêmen aumentou na coleta 2  
25 (setembro) e na coleta 3 não houve diferença. Esta comparação indica que houve  
26 manifestação reprodutiva da parte dos machos do grupo “MF”, devido à presença das  
27 fêmeas. Na maioria dos casos, o comportamento reprodutivo dos peixes, depende do  
28 processo de ovulação na fêmea (Kobayashi et al., 2002). Para que este processo ocorra,  
29 é necessário que o pico de LH seja atingido, ou seja, os processos de ovulação e desova  
30 dependem de fatores ambientais e sinalizações específicas de cada espécie. E muitas  
31 vezes, as condições são inadequadas (temperatura, profundidade, qualidade da água etc)  
32 no ambiente reconstruído e controlado manualmente (Kitamura & Kobayashi, 2003). No  
33 caso da espécie *R. quelen*, fêmeas criadas em cativeiro conseguem desenvolver as  
34 gônadas, porém a maturação final dos oócitos não ocorre com facilidade, pois este  
35 processo depende de fatores ambientais como a ocorrência de chuvas, seguido da  
36 elevação da temperatura e nível da água (Baldisserotto et al., 2010). Não descartando a  
37 possibilidade da ocorrência da desova espontânea natural em cativeiro (Baldisserotto &  
38 Radünz Neto, 2004), apesar da constatação de apenas uma desova espontânea natural  
39 encontrada somente no mês de outubro, provavelmente ocorreram mais desovas  
40 espontâneas em outras fêmeas, resultando a manifestação do comportamento  
41 reprodutivo dos machos “MF” nas coletas de setembro e outubro.

42 Apesar da provável manifestação de comportamento reprodutivo durante os ensaios  
43 no grupo MF, os resultados mostram que não houve antecipação da maturação final  
44 entre os machos, independente do tratamento. Embora, já tenha sido observado em

45 reprodutores mantidos separados que a maturação final nos machos ocorre cerca de 30  
46 dias antes das fêmeas (Baldisserotto et al., 2010).

47

#### 48 **Fêmeas**

49 Neste estudo, a influência da interação sexual sobre as fêmeas de *R. quelen* foi  
50 verificada pelo diâmetro dos ovócitos. A presença de machos parece otimizar o  
51 desenvolvimento ovocitário, uma vez que a média do diâmetro dos ovócitos foi maior  
52 no grupo MF a partir da segunda coleta (outubro). Porém, nas coletas anteriores (agosto  
53 e setembro) não houve diferença significativa.

54 Os ovócitos aumentaram cerca de 64% do diâmetro nos primeiros 30 dias de  
55 acompanhamento (Tabela 4), em ambos os grupos, quando provavelmente tenham  
56 alcançado ou se aproximado do término da vitelogênese.

57

58 Tabela 5. Efeito da interação sexual de reprodutores do jundiá *Rhamdia quelen* sobre o  
59 diâmetro dos ovócitos ao longo do período reprodutivo, em cativeiro.

<b>Grupo / Coleta</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>
<b>F</b>	0,59 ± 0,10 <sup>A</sup>	0,96 ± 0,10 <sup>B</sup>	0,95 ± 0,10 <sup>B</sup>
<b>MF</b>	0,60 ± 0,20 <sup>A</sup>	1,0 ± 0,09 <sup>B*</sup>	1,01 ± 0,12 <sup>B*</sup>

60 Letras distintas na mesma linha demarcam diferença entre as médias ao longo das  
61 coletas, asterisco denota diferença das médias entre os tratamentos na mesma coleta.

62

63 Os ovócitos aumentaram cerca de 64% do diâmetro nos primeiros 30 dias de  
64 acompanhamento, em ambos os grupos, quando provavelmente tenham alcançado ou se  
65 aproximado do término da vitelogênese.

66 Considerando-se a condição pré-maturacional insensível à indução hormonal  
67 exógena, o efeito de aumento do diâmetro dos ovócitos na presença dos machos pode  
68 advir da ação de feromônios liberados por estes ou na presença destes. Fato já descrito  
69 para outros siluriformes (Van Weerd et al., 1991). Estudos anteriores relataram a

70 influência do feromônio no desenvolvimento ovariano do peixe-  
71 voador *Pterophyllum scalare* (Chien, 1973) e também  
72 datilápia *Sarotherodon mossambicus* (Silverman, 1978). Este efeito de maior  
73 desenvolvimento dos ovócitos perante a interação de machos e fêmeas pode trazer  
74 benefícios relacionados a uma melhor resposta de indução hormonal a maturação final,  
75 uma vez que se o desenvolvimento ovocitário é acelerado, este fenômeno pode  
76 aumentar a disponibilidade ou afinidade dos receptores ao hormônio indutor da  
77 maturação final. Ou simplesmente ovócitos maiores podem transferir uma maior  
78 quantidade de vitelo ao embrião em formação, o que pode acarretar em larvas maiores e  
79 de maior qualidade, podendo também suportar um maior tempo antes da exigência da  
80 alimentação exógena, vantagens especialmente importantes para larvas altriciais como  
81 as do jundiá.

82

### 83 **CONCLUSÃO**

84 Os resultados levaram a conclusão de que a qualidade dos gametas não foi alterada  
85 independente dos tratamentos, porém a manutenção conjunta de machos e fêmeas de  
86 *Rhamdia quelen*:

87 - Estimula o desenvolvimento ovocitário;

88 - Reduz o volume e aumenta a concentração espermática;

89 - Promove atitude reprodutiva espontânea.

90

91

92

93       **REFERÊNCIAS**

- 94   ALAVI,S.M.H.; COSSON, J. Sperm motility in fishes. I. Effects of temperature and pH: a  
95       review. **Cell Biology International**, v.29, p. 101-110, 2005.
- 96   BALDISSEROTO, B. Biologia do jundiá. BALDISSEROTO, B.; RADÜNZ NETO, J. (Eds.)  
97       **Criação de jundiá**, Santa Maria: Editora UFSM, p. 232, 2004.
- 98   BALDISSEROTO, B.;RADÜNZ, N.J.; BARCELLOS, L. Jundiá (*Rhamdia sp*). Baldisserotto B,  
99       Gomes LC (Org.). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**, v.2, p. 301-333,  
100      2010.
- 101   BALDISSEROTTO, B.; SILVA, L.V.F. Qualidade da água. BALDISSEROTTO, B.;  
102      RADUNZ NETO, J. (Eds.). Criação de jundiá. Santa Maria: Universidade Federal  
103      de Santa Maria, p.73-92, 2004.
- 104   BILLARD, R.; COSSON, M.P. Sperm motility in Rainbow trout, *Parasalmo gairdneri*; effects  
105      of pH and temperature. BRETON, B.; ZOHAR, Y. (Eds). **Reproduction in fish basic  
106      and applied aspects in endocrinology and genetics**. p. 161, 1988.
- 107   BILLARD R.; COSSON M.P. Measurement of sperm motility in trout and carp. DE PAUW N.;  
108      JASPERS E.; ACKEFORS H.; WILKINS N. (Eds.). Aquaculture, a biotechnology in  
109      progress. Bredene, Belgium: European Aquaculture Society, p. 499-503, 1989.
- 110   BILLARD, R.; COSSON, J.; PERCHEC, G.; LINHART, O. Biology of sperm and artificial  
111      reproduction in carp. **Aquaculture**, v. 124, p. 95-112, 1995.
- 112   BOBE, J. & LABBÉ, C. Egg and sperm quality in fish. **General and Comparative  
113      Endocrinology**, v. 165, p. 535–548, 2010.
- 114   BOCKMANN, F.A. & GUAZZELLI, G.M. *Heptapteridae*. REIS, R.E.; KULLANDER, S.O. &  
115      FERRARIS JR., C.J. (Orgs.). Check List of Freshwater Fishes of South and Central  
116      America(CLOFFSCA). EDIPUCRS, PortoAlegre, v. 1, p. 406-431, 2003.

- 117 BOMBARDELLI, R.A.; MÖRSCHBÄCHER, E.F.; CAMPAGNOLO, R.; SANCHES, E.A.;  
118 SYPPERRECK, M.A. Dose inseminante para fertilização artificial de ovócitos de jundiá  
119 cinza, *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824). **R. Bras. Zootec**, v. 35, n. 4, p.  
120 1251- 1257, 2006.
- 121 BORGES, A. ET AL. Biochemical composition of seminal plasma and annual  
122 variations in semen characteristics of jundiá *Rhamdia quelen* (Quoy and  
123 Gaimard, Pimelodidae). **Fish Physiol. Biochem.**, Amsterdam, v. 31, p. 45-53, 2005.
- 124 CHIEN, A.K. Reproductive behaviour of the angelfish *Pterophyllum scalare* (Pisces:  
125 Cichilidae) II. Influence of male stimuli upon the spawning rate of females. **Anim.**  
126 **Behav.**, v. 21, p. 457–463, 1973.
- 127 FERREIRA, A.A.; NUÑER, A.P. DE O.; LUZ, R.K. ET AL. Avaliação qualitativa e quantitativa  
128 do sêmen de jundiá, *Rhamdia quelen*. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 27, n.1,  
129 p.57-60, 2001.
- 130 FROESE, R.; PAULY, D. (Editors). World Wide Web electronic publication. Disponível  
131 em: <http://www.fishbase.org>. Acesso em: 03/07/2014.
- 132 GHIRALDELLI, L.; MACHADO, C.; FRACALLOSSI, D.M.; ZANIBONI FILHO, E. Desenvolvimento  
133 gonadal do jundiá, *Rhamdia quelen* (Teleostei, Siluriformes), em viveiros de terra,  
134 na região sul do Brasil. *Acta Scientiarum, Biological Sciences*, v. 29, n. 4, p. 349-  
135 356, 2007.
- 136 GOMES, L.C.; GOLOMBIESKI, J.I.; CHIPPARI, A.R. Biologia do jundiá *Ramdia quelen*  
137 (teleostei, pimelodidae). **Ciência Rural**, v. 30, p. 179-185, 2000.
- 138 HOGAN, A. E.; NICHOLSON, J.C. Sperm motility of Sooty Grunter, *Hephaestus fuliginosus*  
139 (Macleay), and jungle perch, *Kuhlia rupestres* (Lacépede). In different salinities.  
140 **Australian Journal of Marine Freshwater Research**, v. 8, p. 523-528, 1987.

- 141 HENKEN, A.M.; BOON, J.B.; CATTEL, B.C. & LOBBE, H.W. J..Differences in growth rate and  
142 feed utilization between male and female African catfish *Clarius guriepinus*  
143 (Burchell1822).**Aquaculture**,v.63, p.221-232,1987.
- 144 HUERGO, G.M.; ZANIBONI FILHO, E.Triploidy induction injundia, *Rhamdia quelen* (Quoy  
145 & Gaimard, 1824), through hydrostatic pressure shock. **Journal of Applied**  
146 **Aquaculture**,v. 18, p.45-57, 2006.
- 147 KAVAMOTO, E.T. & FOGLI DA SILVEIRA, W. Características físicas, químicas e  
148 microscópicas do sêmen do bagre *Rhamdia hilarii*(Valenciennes, 1840) em  
149 condições decampo. **B. Inst. Pesca**, São Paulo, v.13, n.1, p. 95-100, 1986.
- 150 KITAMURA, W.; KOBAYASHI, M. The effect of water flow on spawning in medaka, *Oryzias*  
151 *latipes*. **Fish Physiol. Biochem**, v. 28, p. 429–430, 2003.
- 152 KOBAYASHI, M.; SORENSEN, P.W.; STACEY, N.E. Hormonal and pheromonal control of  
153 spawning behavior in goldfish.**Fish Physiol. Biochem**, v. 26, p. 71–84, 2002.
- 154 LUZ, R.K.; FERREIRA, A.A.; REYNALTE-TAJATE, D.A. ET AL.Avaliação qualitativa e  
155 quantitativa do sêmen do suruvi, *Steindachneridion scripta*(Pimelodidae). **Boletim**  
156 **do Instituto de Pesca**, v.27, n.1, p.39-42, 2001.
- 157 MARCHIORO, M.I.; BALDISSEROTO, B. Sobrevivência de alevinos de jundiá (*Rhamdia*  
158 *quelen* Quoy & Gaimard, 1824) à variação de salinidade da água. **Ciência Rural**, v.  
159 29, p. 315–318, 1999.
- 160 MARTINS, G. B.; PIEDRAS, S.; POUHEY, J. ; BONGALHARDO, D. C. ; ROBALDO, R. B. Effect of  
161 salinity on artificial reproduction of silver catfish (*Rhamdia quelen*). **Ciência Rural**  
162 (UFSM. Impresso), 2014.
- 163 MYLONAS, C. C.; GISSIS. A.; MAGNUS, Y. ET AL. Hormonal changes in male white bass  
164 (*Morone chysops*) and evaluation of milt quality after treatment with a  
165 sustained-release GnRH $\alpha$  delivery system. **Aquaculture**,v. 153, p. 301-311, 1997.

- 166 MYLONAS, C.C, FOSTIER, A.; ZANUY, S. Broodstock management and hormonal  
167 manipulations of fish reproduction. **General and Comparative Endocrinology**, v.  
168 165, n.3, p. 516-534, 2010.
- 169 MUNAKATA, A.; KOBAYASHI, M. Endocrine control of sexual behavior in teleost  
170 fish. **General and Comparative Endocrinology**, v.165, p.456–46, 2010.
- 171 NARAHARA, M. Y.; BASILE-MARTINS, M. A.; GODINHO, H.M. ET AL. Escala de Maturidade,  
172 época de reprodução e influência de fatores abióticos sobre o desenvolvimento  
173 gonadal de *Rhamdia hilarii* (Valenciennes, 1840). **Boletim do Instituto de Pesca**,  
174 v.15, n.2, p.201-211, 1988.
- 175 NARAHARA, MY, HM GODINHO, E ROMAGOSA. Tipo de desova e fecundidade do bagre,  
176 *Rhamdia hilarii* (Valenciennes, 1840) (Siluriformes, Pimelodidae). **Boletim do**  
177 **Instituto de Pesca**, v. 16, n. 1, p. 37-45, 1989.
- 178 PERDICES, A.; BERMINGHAM, E.; MONTILLA, A.; DOADRIO, I. Evolutionary history of the  
179 genus *Rhamdia* (Teleostei: Pimelodidae) in Central America. **Molecular**  
180 **Phylogenetics and Evolution**, v. 25, p. 172–189, 2002.
- 181 PITCHER, T.E.; RODD, F.H.; ROWE L. Sexual colouration and sperm traits in  
182 guppies. **Journal of Fish Biology**, v. 70, p. 165–177, 2007.
- 183 PITCHER, T.E.; DOUCET, S.M.; BEAUSOLEIL, J.M.J; HANLEY, D. Secondary sexual  
184 characters and sperm traits in coho salmon *Oncorhynchus kisutch*. **Journal of Fish**  
185 **Biology**, v.74, p. 1450–1461, 2009.
- 186 POUPARD, G.P.; PAXION, C.; COSSON, J. ET AL. Initiation of carp spermatozoa motility and  
187 early ATP reduction after milt contamination by urine. **Aquaculture**, v. 160, p. 317-  
188 328, 1998.
- 189 RIDEOUT, R.M.; TRIPPEL, E.A.; LITVAK, M.K.. Relationship between sperm density,  
190 spermatocrit, sperm motility and spawning date in wild and cultured  
191 haddock. **Journal of Fish Biology**, v.65, p.319-332, 2004.

- 192 RURANGWA, E.; KIME, D.E.; OLLEVIER, F. et al. The measurement of sperm motility and  
193 factors affecting sperm quality in cultured fish. **Aquaculture**, v.234, p.1-28, 2004.
- 194 SCOTT, A.P.& CANARIO, A.V.M. 17 $\alpha$ ,20 $\beta$ -Dihydroxy-4-pregnen-3-one-20-sulphate: a  
195 major new metabolite of the teleost oocyte maturation-inducing steroid. **Gen.  
196 Comp. Endocrinol**, v. 85, p.91-100, 1992.
- 197 SILVERGRIP, A.M.C. A systematic revision of the neotropical catfish genus *Rhamdia*  
198 (Teleostei, Pimelodidae). Tese (PhD). Stockholm, Sweden. v. 1, p. 156, 1996.
- 199 Silverman H. I.(1978) Effect of different levels of sensory contact upon reproductive  
200 activity of adult male and female *Sarotherodon mossambicus* (Peters); Pisces;  
201 Cichlidae. *Anim. Behav.* 26, 1081-1090.
- 202 SOARES, F.A.C.; STREIT JR., D.P.; EBERT, A.R.; COLDEBELLA, I.J.; OBERST, E.R. Parâmetros  
203 qualitativos do sêmen de jundiá (*Rhamdia quelen*) no inverno e na primavera. **R.  
204 bras. Ci. Vet.**, v. 17, n. 3/4, p. 129-133, 2010.
- 205 SORENSEN, P.W.; SCOTT A.P.; STACEY, N.E.; BOWDIN, L. Sulfated 17, 20 $\alpha$ -dihydroxy-4-  
206 pregnen-3-one functions as a potent and specific olfactory stimulant with  
207 pheromonal actions in the goldfish. **Gen. Comp. Endocrinol.**, v. 100, p. 128-142,  
208 1995.
- 209 SORENSEN, P.W.; STACEY, N.E. Brief review of fish pheromones and discussion of their  
210 possible uses in the control of non-indigenous teleost fishes. **New Zealand Journal  
211 of Marine and Freshwater Research**, vol.38, p.399-417, 2004.
- 212 SORENSEN, P.W. Behavioral Analysis of Pheromones in Fish. Kazushige Touhara. In:  
213 Pheromone Signaling: Methods and Protocols, *Methods in Molecular Biology*, vol.  
214 1068, p. 293-305, 2013.
- 215 STACEY, N.E. Control of the timing of ovulation by exogenous and endogenous  
216 factors. In *Fish Reproduction, Strategies and Tactics*. POTTS, G.W. &  
217 WOOTTON (Eds). **Academic Press, London**, v.1, p.207-222, 1984.

218 STACEY, N.E. Hormonally derived sex pheromones in fishes. NORRIS, D.O.; LOPES, K.H.  
219 (Eds.). **Hormones and Reproduction of Vertebrates, Fishes**. Oxford, UK:  
220 Elsevier, v.1. p.169-192, 2011.

221 STACEY, N.E.; SORENSEN, P.W. Reproductive Pheromones. **Behaviour and physiology of**  
222 **Fish**, v. 24, 2005.

223 STOSS, J. Fish gamete preservation and spermatozoan physiology. HOAR, W.S.; RANDALL  
224 D.J.; DONALDSON, E.M. (Eds). **Fish physiology 1X B**. New York: Academic Press;  
225 p.305-50, 1983.

226 VAN WEERD, J.H.; RICHTER, C.J.J. Mini Review. Sex pheromones and ovarian  
227 development in teleost fish. **Comp. Biochem. Physiol.**, v.100, p.517-527, 1991.

228 VAN WEERD, J.H.; SUKKEL, M.; BONGERS, A.B.J.; VAN DERBOES, H.M.; STEYNIS, E.;  
229 RICHTER, C.J.J. Stimulation of gonadal development by sexual interaction of pubertal  
230 African catfish, *Clarias gariepinus*. **Physiol. Behav.**, v. 49, p.217-223, 1991.

231 ZANIBOI-FILHO, E. Piscicultura das espécies nativas de água doce. POLI, A.T.B.;  
232 ANDREATTA, E.; BELTRAME, E. (Eds.). **Aquicultura: experiências brasileiras**,  
233 Florianópolis: Multitarefa, v.1, p.337-368, 2004.

234 ZANIBONI – FILHO, E.; SCHELZ, U.H. In: CAROLSFELD, J.; HARVEY, B.; ROSS, C.; BAER  
235 A. (Eds.). **Migratory Fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation**  
236 Status, (1):157-194, 2003.

237 ZOHAR, Y.; MYLONAS, C.C. Endocrine manipulations of spawning in cultured fish: from  
238 hormones to genes. **Aquaculture**, v.197, p. 99–136, 2001.

239

240

241

242

243 **Figuras**

244 Fig.1



245

Figura 1. Laboratório de Piscicultura da Barragem do Chasqueiro, Arroio Grande, RS.

246

247

248

Fig.2



249

Figura 2. Reprodutores de *Rhamdia quelen* utilizados no presente estudo.

250

251

Fig.3



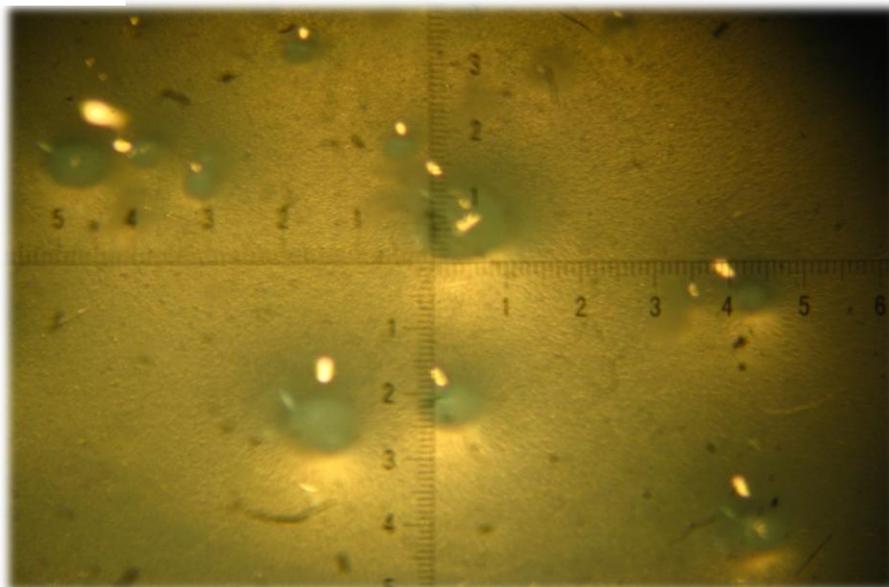
252

Figura 3. Canulação ovariana em *R. quelen*.

253

254

Fig.4



255

Figura 4. Ovócitos de *Rhamdia quelen* em vitelogênese avançada observados em lupa dotada de ocular micrométrica.

256