

Determinação do Sexo da Tuvira *Gymnotus* sp. Através da Análise de Imagem de Ultra-Som





*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1981-7215
Dezembro, 2007

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 77

Determinação do Sexo da Tuvira *Gymnotus* sp. Através da Análise de Imagem de Ultra-Som

Marco Aurélio Rotta
Merlison Figueiredo Pedroso
Luiz Carlos Acorci

Corumbá, MS
2007

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Pantanal

Rua 21 de Setembro, 1880, CEP 79320-900, Corumbá, MS

Caixa Postal 109

Fone: (67) 3233-2430

Fax: (67) 3233-1011

Home page: www.cpap.embrapa.br

Email: sac@cpap.embrapa.br

Comitê de Publicações:

Presidente: *Thierry Ribeiro Tomich*

Secretária-Executiva: *Suzana Maria de Salís*

Membros: *Débora Fernandes Calheiros, Marçal Henrique Amici Jorge, e
Jorge Antônio Ferreira de Lara*

Secretária: *Regina Célia Rachel dos Santos*

Supervisora editorial: *Suzana Maria de Salís*

Normalização bibliográfica: *Viviane de Oliveira Solano*

Tratamento de ilustrações: *Regina Célia Rachel dos Santos*

Foto da capa: *Fernando Antonio Fernandes*

Editoração eletrônica: *Marco Aurélio Rotta e Regina Célia R. dos Santos*

1ª edição

Versão online (2007)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Pantanal

ROTTA, Marco Aurélio

Determinação do sexo da tuiuba *Gymnotus sp.* através da análise de imagem de ultra-som [recurso eletrônico] / Marco Aurélio Rotta, Merlison Figueiredo Pedroso, Luiz Carlos Acorci

– Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2007.

16 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/ Embrapa Pantanal, ISSN 1981-7215; 77).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq_pdf=BP77

Título da página da Web (acesso em 25 de fevereiro de 2008)

1. Piscicultura 2. Reprodução 3. Sexagem I. Pedroso, M. F. II. Acorci, L.C. III. Título. IV. Série.

CDD 639.3 (21. ed.)

© Embrapa 2007

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	8
Resultados e Discussão	10
Conclusões	16
Agradecimentos	16
Referências Bibliográficas	17

Determinação do Sexo da Tuvira *Gymnotus* sp. Através da Análise de Imagem de Ultra-Som¹

*Marco Aurélio Rotta*²

*Merlison Figueiredo Pedroso*³

*Luiz Carlos Acorci*⁴

Resumo

A tuvira (*Gymnotus* sp.) é um peixe muito conhecido no Pantanal por ser amplamente utilizado como isca viva pela pesca esportiva. Visto os problemas inerentes à sua coleta na natureza, como degradação ambiental e as condições desumanas de trabalho, faz-se necessário buscar alternativas para sua produção, como a criação em cativeiro. Entretanto, ainda não há uma técnica simples e não invasiva para a sexagem deste peixe. Deste modo, este trabalho tem por objetivo verificar a possibilidade de se utilizar a ultra-sonografia na determinação do sexo da tuvira. Foram avaliados 100 reprodutores coletados nos viveiros de reprodutores, os quais foram submetidos à análise individual de ultra-som utilizando-se um aparelho portátil (ALOKA C.O. LTD. Modelo SSD-500) com um transdutor plano de 5 MHz. Após a análise e interpretação das imagens o sexo foi determinado pelo consenso de dois observadores. A acurácia da análise de ultra-som foi verificada posteriormente com a análise visual das gônadas através da dissecação de cada um dos animais. A acurácia da determinação do sexo em tувiras maduras sexualmente pela análise das imagens de ultra-som foi de 98%. A análise das imagens de ultra-som das gônadas de tuvira mostrou ser uma técnica viável para a determinação do sexo deste peixe.

Termos de indexação: piscicultura, reprodução, sexagem

¹ Esta publicação tem como base o trabalho apresentado no I Congresso Brasileiro de Produção de Peixes Nativos de Água Doce, realizado em Dourados/MS (2007).

² Pesquisador, Eng. Agrôn., M.Sc., Embrapa Pantanal, CP 109, 79320-900, Corumbá, MS, rotta@cpap.embrapa.br

³ Méd. Vet., Embriza Biotecnologia, Alberto Simões Pires, 100, 79052-060, Campo Grande, MS, merlison@terra.com.br

⁴ Produtor, Projeto Isca Viva, Av. Salgado Filho, 1065, 70005-300, Campo Grande, MS, projetoiscaviva@terra.com.br

Sex Determination of Tuvira Gymnotus sp. by Analysis of Ultra-sound Image

Abstract

Banded knife fish "tuvira" (Gymnotus sp.) is well known in the Pantanal because is widely used as live bait by sport fishing. Given the problems inherent to their extraction from natural habitat, such as environmental degradation and the inhumane conditions of work, it is necessary to find alternatives for their production, such as fish culture. Meanwhile, there is still no simple and non-invasive technique to sex determination. Thus, the work's objective is to verify the possibility to use ultra-sonography to determining the sex of tuvira. It was collected from a broodstock pond 100 sexually mature fish, which were submitted to individual analysis of ultra-sound using a portable device (ALOKA C. O. LTD. Model SSD-500) with a 5 MHz transducer. After the analysis and interpretation of the images the sex was determined by consensus of two observers. The analysis accuracy of ultra-sound was verified later with the visual analysis of gonads through dissection of the fish. The accuracy of the determination of sex in sexually mature fish by analysis of images of ultra-sound was 98%. The ultra-sound images analysis of the gonads of tuvira shown to be a feasible technique for determining the sex of fish.

Index terms: fish culture, reproduction, sexing

Introdução

A tuvira (*Gymnotus* cf. *carapo*) é um peixe muito conhecido no Pantanal (Britski et al., 1999) por ser amplamente utilizado como isca viva pela pesca esportiva (Moraes e Espinoza, 2001). A sua captura é uma atividade geradora de impacto social na planície pantaneira, pois há um grande número de isqueiros na região que trabalham em condições desumanas e dependem da sua coleta para sobrevivência (Banducci Júnior et al., 2003). Além disso, a ocorrência deste peixe está diminuindo, principalmente perto dos centros de distribuição e venda de iscas vivas (Luiz Carlos Acorci, com. pess.), o que pode indicar um impacto ambiental quanto à distribuição da população deste peixe no Pantanal e que causa, também, o aumentando dos custos para sua captura e transporte. A tuvira, mesmo possuindo respiração aérea acessória, apresenta altas taxas de mortalidade durante o transporte (Moraes e Espinoza, 2001), o que compromete ainda mais a renda dos isqueiros. Visto estes problemas, seria estratégico buscar alternativas que possam preencher estas lacunas, sendo uma delas a produção da tuvira em cativeiro (Banducci Júnior et al., 2003).

Programas de reprodução em cativeiro possibilitam o aumento do conhecimento da biologia reprodutiva de peixes que sofrem algum tipo de ameaça (Bryan et al., 2005). Há trabalhos que tratam da reprodução da tuvira em ambiente confinado (Souza e Andrade, 1984; Kirschbaum e Schugardt, 2002; Kirschbaum e Wieczorek, 2002). Entretanto em nenhum deles se determinou com precisão o sexo dos peixes, pois não são conhecidas as diferenças sexuais externas na tuvira (Crampton e Hopkins, 2005), o qual só pode ser realizado com segurança no gênero *Gymnotus* através da dissecação (Crampton e Hopkins, 2005) ou através da análise das descargas elétricas que emite (Silva et al., 2003).

A capacidade de se identificar o sexo e avaliar, de forma não destrutiva, o estágio de maturidade dos peixes é crítica para o desenvolvimento de estratégias de manejo nos programas de reprodução para a aquicultura (Moghim et al., 2002). Dentre as formas empregadas na determinação do sexo em peixes, a ultra-sonografia vêm sendo utilizada com bastante sucesso (Martin-Robichaud e Rommens, 2001; Moghim et al., 2002; Colombo et al., 2004; Wildhaber et al., 2005), principalmente em peixes que não possuem características sexuais secundárias definidas (Blythe et al., 1994; Karlsen e Holm, 1994; Martin-Robichaud e Rommens, 2001). A ultra-sonografia é uma técnica que permite identificar estruturas moles em diversas profundidades do organismo de maneira não invasiva. Baseia-se na captação dos sons refletidos (ecos) ao passarem por tecidos de impedâncias diferentes, sendo estes ecos transformados em imagens que podem ser facilmente interpretadas (Goddard, 1995). Por esses motivos, o uso da ultra-sonografia está se tornando cada vez mais popular na avaliação dos aspectos reprodutivos dos peixes, uma alternativa aos outros métodos mais invasivos e complexos que podem comprometer a saúde dos peixes e seu sucesso reprodutivo (Moghim et al., 2002; Wildhaber et al., 2005).

Em relação ao uso da leitura das descargas elétricas que as tuviras emitem como forma de determinação do sexo (Silva et al., 2002), é importante ressaltar que, mesmo possuindo um amplificador portátil, barato e eficiente para a identificação das ondas elétricas (Wells e Crampton, 2006), é necessário gravar os dados e realizar o tratamento dos mesmos em programas computacionais específicos para que se possa obter as informações desejadas (Silva et al., 2003), o que tira a praticidade que o ultra-som portátil permitiria, além de necessitar de um maior número de equipamentos e conhecimento, dificultando em muito o trabalho de sexagem a campo. Desta forma, este trabalho tem por objetivo verificar se, através da análise de imagens de ultra-som, é possível a determinação do sexo da tuvira.

Materiais e Métodos

A tuvira é identificada no Pantanal como *Gymnotus* cf. *carapo* (Linnaeus 1758) (Britski et al., 1999). Entretanto, estudos recentes mostram que as espécies encontradas na Bacia do Paraguai-Paraná são *G. paraguensis*, *G. sylvius*, *G. pantanal* e *G. inaequilabiatus* (Albert e Crampton, 2003; Albert et al., 2005; Fernandes et al., 2005). Como suas diferenças morfológicas não são evidentes em relação a outros *Gymnotídeos*, as determinações das espécies são realizadas através de análise citogenética e molecular (Margarido et al., 2007). Tendo em vista a problemática na taxonomia da tuvira os espécimes utilizados neste trabalho serão considerados como *Gymnotus* sp.

Os peixes utilizados para a ultra-sonografia foram retirados do plantel de reprodutores mantidos em viveiros de piscicultura na fazenda Forquilha – Projeto Isca Viva (Campo Grande, MS), os quais são originários da região de Corumbá, MS. De um total de 1.022 reprodutores foram coletados aleatoriamente 100 peixes de dois viveiros de terra (50 animais de cada viveiro – Grupos 1 e 2).

Na biometria dos peixes (abril de 2007) foi realizado a mensuração do comprimento total através de ictiômetro (Rotta, 2003) e do seu volume através da “ictioproveta”, possibilitando o cálculo do seu peso (Rotta e Gonda, 2004). Para este procedimento os animais foram anestesiados com uma solução aquosa de 0,2% de óleo de cravo (5% de princípio ativo) e mantidos em bandejas plásticas com água pura (6 L). Foi utilizado o teste-t a 5% de significância para a determinação de diferenças no comprimento e peso entre grupos (oriundos de viveiros diferentes) e entre machos e fêmeas dentro e fora dos grupos, a fim de verificar se estas diferenças influenciam ou não na eficiência da sexagem por ultra-som. A proporção esperada de 1:1 entre machos e fêmeas na natureza (Cognato e Fialho, 2006) foi verificada, como também a influência do gênero na eficiência de sexagem, ambas através da aplicação do teste do qui-quadrado a 5% de significância.

Após a biometria os animais foram submetidos à análise individual de ultra-som na cavidade abdominal. Foi utilizado um aparelho de ultra-som portátil (ALOKA C.O. LTD. Modelo SSD-500) com transdutor plano de 5 MHz, gerando uma imagem para análise com profundidade útil de 2 cm.

Os peixes foram posicionados dentro de uma bandeja com água com o ventre para cima e o transdutor disposto no plano sagital do mesmo encostado ao seu ventre, mantendo-se a parte frontal do transdutor na altura do estômago. Não foi utilizado gel para o procedimento, visto que a água contida na bandeja se mostrou um meio muito eficiente de transmissão do sinal de ultra-som. Após a análise e interpretação das imagens (espessura, forma e coloração do tecido anecóico abaixo da parede abdominal), o sexo foi determinado pelo consenso de dois observadores. A acurácia da análise de ultra-som foi realizada posteriormente com a análise visual das gônadas através da dissecação dos animais. O estágio reprodutivo dos peixes dissecados foi determinado de acordo com os critérios apresentados por (González et al., 2001), que estabelece a seguinte classificação para o estágio gonadal das fêmeas de tuvira:

- Estádio I – Imaturo: o ovário pequeno e largo, bem aderido à bexiga natatória, de coloração translúcida e com uma tonalidade rosa pálida;
- Estádio II – Em Maturação: o ovário possui coloração rosada mais escura, com uma maior irrigação sanguínea, sendo os ovócitos visíveis a olho nu, apresentando um ovário com maior tamanho e ocupando grande parte da cavidade abdominal;
- Estádio III – Maduro: o ovário aumenta de volume, ocupando toda a cavidade abdominal, apresentando a forma cilíndrico-cônica, com uma coloração amarelo-alaranjada ou amarelo-ouro, sendo os ovócitos bem visíveis a olho nu pois possuem um grande tamanho;
- Estádio IV – Parcialmente Desovado: o ovário se encontra mais flácidos, com menor tamanho e peso devido a eliminação dos ovócitos maduros, apresentando os vasos sanguíneos mais dilatados e sua cor amarelo-ouro menos intensa comparativamente ao ovário maduro;
- Estádio V – Desovado: o ovário se encontra com um tamanho bem reduzido, com a superfície irregular e aspecto sanguinolento.

Resultados e Discussão

Dos animais analisados não houve diferença significativa do comprimento entre os Grupos 1 e 2 (teste-t, $P > 0,05$) (Tabela 1). Entretanto, os peixes do Grupo 1 são significativamente mais pesados que os do Grupo 2 (teste-t, $P < 0,05$) devido ao menor peso dos machos do Grupo 2 (teste-t, $P < 0,05$). Dentro de cada grupo os machos foram mais compridos que as fêmeas, entretanto somente no Grupo 1 os machos também foram os mais pesados (teste-t, $P < 0,05$). Não houve diferença de ambos os grupos na proporção entre os sexos pelo teste de qui-quadrado ($P > 0,05$) quando comparados com o encontrado na natureza.

Com relação à maturidade sexual, os peixes utilizados no estudo já se encontravam maduros sexualmente, pois seu comprimento mínimo foi de 27,8 cm e 26,5 cm para os Grupos 1 e 2, respectivamente, acima do valor sugerido por Resende et al. (2006) para as tuviras no Pantanal, que alcançam a maturidade gonadal plena (frequência de 100%) aos 24-26 cm. Já Barbieri e Barbieri (1983) relataram que primeira maturação gonadal da tuvira (frequência de 50%) na Represa do Lobo/SP ocorreu entre 24,8 cm e 25,6 cm de comprimento total.

Visto que os animais se encontravam maduros sexualmente, pois dentre as 57 sexadas só havia uma fêmea em Estádio I e uma em Estádio II de maturação gonadal, as diferenças encontradas de peso e comprimento não influenciaram os resultados obtidos. Desta forma, mesmo apresentando estas diferenças, pode-se concluir que os dois grupos de peixes são bastante semelhantes entre si, podendo os resultados da sexagem ser analisados em sua totalidade.

Tabela 1. Dados biométricos das tuviras utilizadas no experimento de sexagem.

	Grupo 1		Grupo 2	
	Comprimento total (cm)	Peso (g)	Comprimento total (cm)	Peso (g)
Média geral	32,64	102,29 ^a	32,15	92,50 ^b
Desvio padrão	2,76	22,46	2,56	13,82
	Fêmeas		Fêmeas	
n	28		27	
Média	31,14 ^B	91,96 ^B	31,02 ^B	90,64
Desvio padrão	1,74	14,48	2,09	14,14
	Machos		Machos	
n	22		23	
Média	34,56 ^A	115,43 ^{Aa}	33,47 ^A	94,69 ^b
Desvio padrão	2,66	24,18	2,45	13,40

Letras minúsculas na mesma linha evidenciam diferença significativa pelo teste-t (5% de significância).

Letras maiúsculas na mesma coluna evidenciam diferença significativa pelo teste-t (5% de significância).

Não houve diferença na proporção dos sexos pelo teste do qui-quadrado (5% de significância).

As imagens de ultra-som obtidas através do transdutor plano se mostraram muito nítidas para a verificação do sexo em tuviras, como pode ser visto nas Figuras 1, 2, 3 e 4. A determinação do sexo dos peixes foi realizado por exclusão, visto que não foi possível identificar nas imagens a estrutura dos testículos (Figura 4), pois apresenta alta ecogenicidade (tecido ecóico, em tons de cinza claro), se confundindo com as outras estruturas viscerais, como o ocorrido com *Maccullochella pealii pealii* (Newman et al., 2006). Já as gônadas da fêmea, quando em maturação (Estádio II, Figura 2) ou madura (Estádio III, Figura 3) foram facilmente identificadas pela presença de um ovário nítido mais anecóico (tom escuro). A taxa total de acerto foi de 98% (Tabela 2), sendo que os machos obtiveram uma acurácia um pouco menor, pois algumas fêmeas imaturas (Estádios I e II, Figuras 1 e 2) foram erroneamente identificadas como machos.

Pelo teste de qui-quadrado ($P > 0,05$) não houve influência do gênero quanto à eficiência de sexagem dos peixes. Este resultado era esperado, pois como os peixes se encontravam maduros sexualmente, sadios e com uma boa condição corporal (verificada visualmente), não teria lógica que fêmeas nos Estádios I e II ocorressem com frequência, o que diminui a proporção destas serem confundidas com machos. Resultados diferentes podem ser obtidos quanto não há heterogeneidade de estágio de maturação

Desta forma, a alta taxa de acerto na sexagem das tuviras foi obtida devido ao estágio reprodutivo das fêmeas, que se encontravam em sua ampla maioria (94%) no Estádio III (ovários maduros de coloração amarelo-alaranjada que ocupam toda a cavidade abdominal) (González et al., 2001), como foi verificado na dissecação.

Esta característica de maior acurácia na determinação do sexo em peixes adultos através do ultra-som já foi evidenciada em outras espécies (Martin-Robichaud e Rommens, 2001; Moghim et al., 2002).

O nível de acerto obtido na sexagem por ultra-som da tuvira (98%) é muito semelhante àqueles que trabalharam com peixes maduros sexualmente, como o *Acipenser stellatus*, com 97,2% de acerto (Moghim et al., 2002), o *Maccullochella pealii pealii*, com 95% de acerto (Newman et al., 2006) e o *Scaphirhynchus platyrhynchus*, com acerto de 86% (Colombo et al., 2004).

Tabela 2. Resultados da interpretação das imagens de ultra-som utilizadas para a sexagem das tuviras nos diferentes grupos.

Grupo	Sexo	Número de animais sexados (ultra-som / dissecação)	Acurácia (%)
1	Fêmea	28 / 28	100
	Macho	22 / 21	95
2	Fêmea	27 / 27	100
	Macho	23 / 22	95
Total	-----	100 / 98	98

Embora haja diferenças na morfologia e no desenvolvimento gonadal entre espécies, as gônadas da tuvira apresentaram características semelhantes com outras espécies de peixe, principalmente o ovário, que, quando maduro, se apresenta mais escuro e granulado (anecóico) (Martin-Robichaud e Rommens, 2001; Colombo et al., 2004; Wildhaber et al., 2005). Entretanto, a identificação dos testículos é mais problemática (Martin-Robichaud e Rommens, 2001), principalmente em peixes imaturos (Moghim et al., 2002), pois os testículos dos peixes não mantêm um certo padrão na imagem de ultra-som.



Figura 1. Imagem de ultra-som longitudinal do ventre de uma fêmea de tuvira (*Gymnotus* sp.) em estágio I de maturação (anterior à esquerda e ventral acima) mostrando o intestino (Int) com uma coloração mais clara e no local do ovário (círculo) ausência de área escura (anecóica). (Foto: Merlison Figueiredo Pedroso).



Figura 2. Imagem de ultra-som longitudinal do ventre de uma fêmea de tuvira (*Gymnotus* sp.) em estágio II de maturação (anterior à esquerda e ventral acima) mostrando o intestino (Int) com uma coloração mais clara e área escura (anecóica) pouco desenvolvida no local do ovário (Ov). (Foto: Merlison Figueiredo Pedroso).

Nas espécies *Hippoglossus hippoglossus*, *Pleuronectes americanus*, *Pleuronectes ferruginea* (Martin-Robichaud e Rommens, 2001) e *Acipenser stellatus* (Moghim et al., 2002), os testículos maduros aparecem como estruturas anecóicas (escuras) bem definidas. Já os testículos maduros da tuvira possuem uma estrutura consistente (Barbieri e Barbieri, 1984), se apresentando ecóico (tons claros) na imagem de ultra-som, o que não permite sua distinção de outros órgãos na cavidade abdominal, semelhante ao que ocorre com *Scaphirhynchus platyrhynchus* (Colombo et al., 2004) e *Noturus placidus* (Bryan et al., 2005).

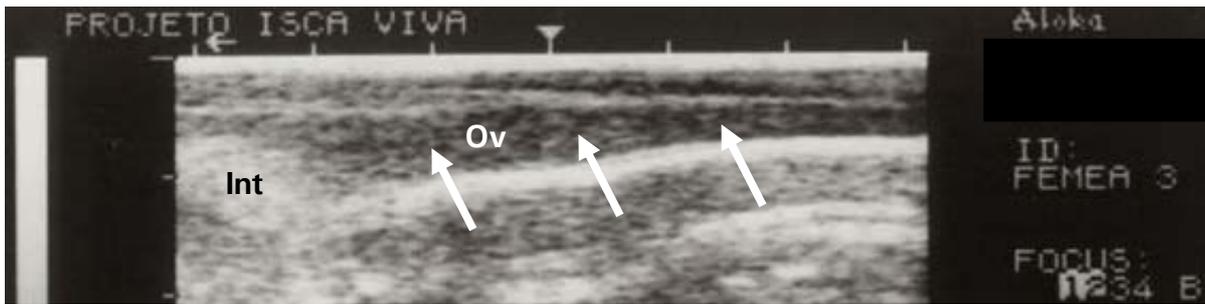


Figura 3. Imagem de ultra-som longitudinal do ventre de uma fêmea de tuvira (*Gymnotus* sp.) em estágio III de maturação (anterior à esquerda e ventral acima) mostrando o intestino (Int) com uma coloração mais clara e o ovário (Ov) desenvolvido com coloração bem escura (anecóica). (Foto: Merlison Figueiredo Pedroso).

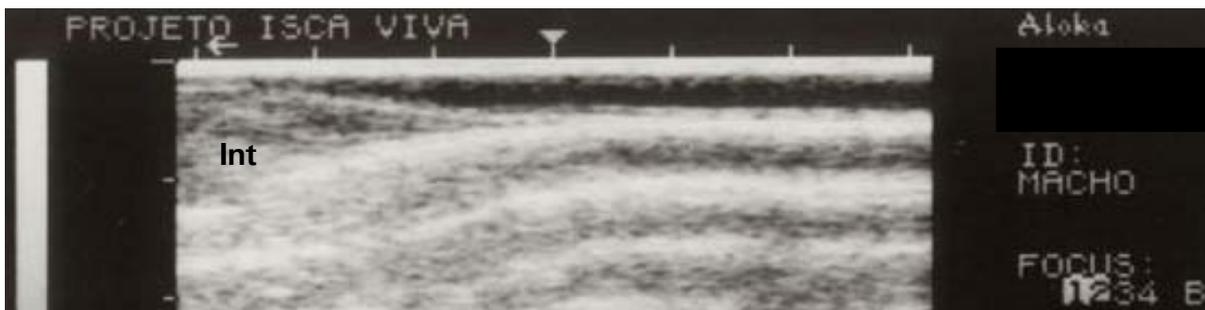


Figura 4. Imagem de ultra-som longitudinal do ventre de um macho de tuvira (*Gymnotus* sp.) (anterior à esquerda e ventral acima) mostrando o intestino (Int) com uma coloração mais clara e a ausência de área escura (anecóica). (Foto: Merlison Figueiredo Pedroso).

Segundo Resende et al. (2006), as alterações morfológicas nos testículos não são evidentes nas tuviras, pois machos que apresentam testículos desenvolvidos parecem não ocorrer em espécies cujas fêmeas produzem ovócitos grandes, em número reduzido e com desova parcelada. Barbieri e Barbieri (1984) estabeleceram escalas de maturação de testículos em *G. carapo* através de análises histológicas e do índice gonado-somático. Entretanto, os autores acreditam que as variações no tamanho e coloração dos testículos sejam muito pequenas durante o ciclo reprodutivo, corroborando com Resende et al. (2006). Como o gênero *Gymnotus* fecunda ovócitos depositados em ninhos (Crampton e Hopkins, 2005), não há necessidade de produção de esperma em grande volume, o que pode também ser relacionado com a presença de cuidado parental (Resende et al., 2006), como observado na tuvira por Kirschbaum e Schugardt (2002) e Crampton e Hopkins (2005).

A utilização do plano sagital para a disposição do transdutor de 5 MHz se mostrou mais adequada para os reprodutores de tuvira, como também para *Noturus placidus* (Bryan et al., 2005). Por possuírem tamanho pequeno em relação a outros peixes estudados, como salmão *Salmo salar* (Mattson, 1991), esturjão *Scaphirhynchus platyrhynchus* (Colombo et al., 2004), robalo-muge *Morone saxatilis* (Jennings et al., 2005), a imagem do corte transversal dos seus órgãos não permite interpretações adequadas. Entretanto, em animais maiores, o corte transversal é utilizado (Crepaldi, 2004; Newman et al., 2006) devido ao maior tamanho dos órgãos e de sua cavidade celomática. Tal fato ficou evidente nas tentativas de sexagem que precederam este trabalho. Uma das alternativas para transpor este problema é utilizar em peixes menores um transdutor com maior nitidez (7,5 MHz ou 10 MHz). Bryan et al. (2005) utilizaram o transdutor de 7,5 MHz e conseguiram medir o diâmetro dos ovócitos em *Noturus placidus*, os quais apresentaram uma variação entre 2,0 e 2,3 mm, muito semelhante aos observados na tuvira, que possui ovócitos com 3 mm de diâmetro (Kirschbaum e Schugardt, 2002). Martin-Robichaud e Rommens (2001) utilizaram um transdutor convexo para a determinação do sexo em peixes. Entretanto, como foi visto em tentativas prévias com a tuvira, o uso deste tipo de transdutor dificulta a visualização do ovário e necessita de maior experiência para sua interpretação, o que é minimizado com um transdutor plano.

Conclusões

A análise das imagens de ultra-som das gônadas de tuvira mostrou ser uma técnica viável para a determinação do sexo deste peixe, de forma simples, segura, eficiente e não invasiva. A acurácia da determinação do sexo em tuviras maduras sexualmente através da análise das imagens de ultra-som é de 98%. Devido à similaridade da estrutura gonadal nas diversas espécies de Gymnotiformes, esta técnica pode ser diretamente aplicada em outras espécies além daquelas do gênero *Gymnotus*. O aparelho de ultra-som portátil permite uma fácil identificação das gônadas da tuvira, especificamente nas fêmeas, quanto utilizando um transdutor plano com frequência mínima de 5 MHz. Estudos futuros devem refinar a técnica para que as diferenças morfológicas entre estádios de desenvolvimento gonadal possam ser melhor avaliadas na tuvira.

Agradecimentos

À Embrapa (Macro Programa 03.02.5.32.00) e à Finep (Contrato nº 01.04.0116.00) pelo suporte financeiro e ao Projeto Isca Viva, Projeto Pacu Aqüicultura, Fundapam e Embriza Biotecnologia de Embriões pelo suporte técnico e material. Ao pesquisador Ricardo Berteaux Robaldo (UFPEl) por suas valiosas considerações sobre as diferentes possibilidades de sexagem em peixes.

Referências

- ALBERT, J. S.; CRAMPTON, W. G. R. Seven new species of the Neotropical electric fish *Gymnotus* (Teleostei, Gymnotiformes) with a redescription of *G. carapo* (Linnaeus). **Zootaxa**, n. 287, p. 1-54, 2003.
- ALBERT, J. S.; CRAMPTON, W. G. R.; THORSEN, D. H.; LOVEJOY, N. R. Phylogenetic systematics and historical biogeography of the Neotropical electric fish *Gymnotus* (Teleostei: Gymnotidae). **Systematics and Biodiversity**, v. 2, n. 4, p. 375-417, 2005.
- BANDUCCI JÚNIOR, Á.; CARDOSO, E. S.; VIEIRA, G. A.; COSTA, L. M. D.; MORETTI, S. L.; ROSSO, C. T. **Diretrizes para o manejo sustentável da atividade de coleta de iscas vivas**. Campo Grande: ANA/GEF/PNUMA/OEA/UFMS, 2003. 31 p. (Projeto Pantanal - Subprojeto 5.1 MS).
- BARBIERI, G.; BARBIERI, M. C. Growth and first sexual maturation size of *Gymnotus carapo* (Linnaeus, 1758) in the Lobo reservoir (state of São Paulo, Brazil) (Pisces, Gymnotidae). **Revue d'Hydrobiologie Tropicale**, v. 16, n. 2, p. 195-201, 1983.
- BARBIERI, M. C.; BARBIERI, G. Reprodução de *Gymnotus carapo* (Linnaeus, 1758) na represa do Lobo (SP). Morfologia e histologia de testículo. Variação sazonal (Pisces, Gymnotidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 44, n. 2, p. 141-148, 1984.
- BLYTHER, B.; HELFRICH, L. A.; BEAL, W. E.; BOSWORTH, B.; LIBEY, G. S. Determination of sex and maturational status of striped bass (*Morone saxatilis*) using ultrasonic imaging. **Aquaculture**, v. 125, n. 1-2, p.175-184, 1994.
- BRITSKI, H. A.; SILIMON, K. Z. D.; LOPES, B. S. **Peixes do Pantanal**: manual de identificação. Brasília: Embrapa-SPI. 1999. 184 p.
- BRYAN, J. L.; WILDHABER, M. L.; NOLTIE, D. B. Examining Neosho madtom reproductive biology using ultrasound and artificial photothermal cycles. **North American Journal of Aquaculture**, v. 67, n. 3, p. 221-230, 2005.
- COGNATO, D. D. P.; FIALHO, C. B. Reproductive biology of a population of *Gymnotus aff. carapo* (Teleostei: Gymnotidae) from southern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 4, n. 3, p. 339-348, 2006.
- COLOMBO, R. E.; WILLS, P. S.; GARVEY, J. E. Use of ultrasound imaging to determine sex of shovelnose sturgeon. **North American Journal of Fisheries Management**, v. 24, n. 1, p. 322-326, 2004.
- CRAMPTON, W. G. R.; HOPKINS, C. D. Nesting and paternal care in the weakly electric fish *Gymnotus* (Gymnotiformes: Gymnotidae) with descriptions of larval and adult electric organ discharges of two species. **Copeia**, n. 1, p. 48-60, 2005.
- CREPALDI, D. V. **Avaliação da técnica de ultra-sonografia como indicador de rendimento de carcaça e biometria em surubim (*Pseudoplatystoma spp.*)**. 2004. 39 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- FERNANDES, F. M. C.; ALBERT, J. S.; DANIEL-SILVA, M. D. F. Z.; LOPES, C. E.; CRAMPTON, W. G. R.; ALMEIDA-TOLEDO, L. F. A new *Gymnotus* (Teleostei: Gymnotiformes: Gymnotidae) from the Pantanal Matogrossense of Brazil and adjacent drainages: Continued documentation of a cryptic fauna. **Zootaxa**, n. 933, p. 1-14, 2005.
- GODDARD, P. J. General principles. In: Goddard, P.J. (Ed.). **Veterinary ultrasonography**. Weybridge: CAB International, 1995. p. 1-19.
- GONZÁLEZ, A. O.; ROUX, J. P.; SÁNCHEZ, S. Evaluación de algunos aspectos biológicos de morena (*Gymnotus carapo*, Linnaeus 1758). Morfología e histología de ovário. **Comunicaciones Científicas y Tecnológicas**, Corrientes, v. 3, n. 38, p. 1-4, 2001.
- JENNINGS, C. A.; WILL, T. A.; REINERT, T. R. Efficacy of a high- and low-frequency ultrasonic probe for measuring ovary volume and estimating fecundity of striped bass *Morone saxatilis* in the Savannah River Estuary. **Fisheries Research**, v. 76, n. 3, p. 445-453, dec. 2005.
- KARLSEN, O.; HOLM, J. Ultrasonography, a non-invasive method for sex determination in cod (*Gadus morhua*). **Journal of Fish Biology**, v. 44, n. 6, p. 965-971, 1994.
- KIRSCHBAUM, F.; SCHUGARDT, C. Reproductive strategies and developmental aspects in mormyrid and gymnotiform fishes. **Journal of Physiology Paris**, v. 96, n. 5-6, p. 557-566, 2002.

- KIRSCHBAUM, F.; WIECZOREK, L. Entdeckung einer neuen Fortpflanzungsstrategie bei südamerikanischen Messerfischen (Teleostei: *Gymnotiformes: Gymnotidae*) Maulbrüten bei *Gymnotus carapo*. In: RIEHL, R.; GREVEN, H. (Ed.). **Verhalten der Aquarienfische**. Bornheim: Birgit Schmettkamp Verlag, 2002. p. 99-107. v. 2
- MARGARIDO, V. P.; BELLAFRONTA, E.; MOREIRA-FILHO, O. Cytogenetic analysis of three sympatric *Gymnotus* (*Gymnotiformes, Gymnotidae*) species verifies invasive species in the Upper Paraná River basin, Brazil. **Journal of Fish Biology**, v. 70, n. suppl. b, p. 155-164, 2007.
- MARTIN-ROBICHAUD, D. J.; ROMMENS, M. Assessment of sex and evaluation of ovarian maturation of fish using ultrasonography. **Aquaculture Research**, v. 32, n. 2, p. 113-120, 2001.
- MATTSON, N. S. A new method to determine sex and gonad size in live fishes by using ultrasonography. **Journal of Fish Biology**, v. 39, n. 5, p. 673-677, 1991.
- MOGHIM, M.; VAJHI, A. R.; VESHKINI, A.; MASOUDIFARD, M. Determination of sex and maturity in *Acipenser stellatus* by using ultrasonography. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 18, n. 4-6, p. 325-328, 2002.
- MORAES, A. S.; ESPINOZA, L. W. **Captura e comercialização de iscas vivas em Corumbá, MS**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2001. 38 p. (Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa, 21).
- NEWMAN, D.; JONES, P.; INGRAM, B. Effectiveness of ultrasonography for identifying sex and assessing maturational status of murray cod *Maccullochella peelii peelii*. In: AUSTRALASIAN AQUACULTURE CONFERENCE, 2006, Adelaide. **Resumos...** Adelaide: FRDC, 2006.
- RESENDE, E. K. D.; PEREIRA, R. A. C.; SÓRIO, V. F.; GALVÃO, E. M. **Biologia da tuvira, *Gymnotus cf. carapo* (Pisces, *Gymnotidae*) no baixo Rio Negro, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2006. 42 p. (Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 67).
- ROTTA, M. A. **Ictiômetro para biometria de surubins (pintado e cachara)**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 4p. (Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico, 28).
- ROTTA, M. A.; GONDA, M. F. **"Ictioproveta" para a biometria indireta do peso de surubins (pintado e cachara) utilizando seu volume e densidade**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2004. 6 p. (Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico).
- SILVA, A.; QUINTANA, L.; ARDANAZ, J. L.; MACADAR, O. Environmental and hormonal influences upon EOD waveform in gymnotiform pulse fish. **Journal of Physiology Paris**, v. 96, n. 5-6, p. 473-484, 2002.
- SILVA, A.; QUINTANA, L.; GALEANO, M.; ERRANDONEA, P. Biogeography and breeding in *Gymnotiformes* from Uruguay. **Environmental Biology of Fishes**, v. 66, n. 4, p. 329-338, 2003.
- SOUZA, J. R. D.; ANDRADE, D. R. D. Produção de sarapó (*Gymnotus carapo*) (Pisces: *Gymnotidae*) em cativeiro. **Revista Ceres**, v. 31, n. 176, p. 308-309, 1984.
- WELLS, J. K.; CRAMPTON, W. G. R. A portable bio-amplifier for electric fish research: design and construction. **Neotropical Ichthyology**, v. 4, n. 2, p. 295-299, apr-jun, 2006.
- WILDHABER, M. L.; PAPOULIAS, D. M.; DELONAY, A. J.; TILLITT, D. E.; BRYAN, J. L.; ANNIS, M. L.; ALLERT, J. A. Gender identification of shovelnose sturgeon using ultrasonic and endoscopic imagery and the application of the method to the pallid sturgeon. **Journal of Fish Biology**, v. 67, n. 1, p. 114-132, 2005.



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal**

Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento

Rua 21 de setembro, 1880 - Caixa Postal 109

CEP 79320-900 - Corumbá-MS

Fone (067)3233-2430 Fax (067) 3233-1011

<http://www.cpap.embrapa.br>

email: sac@cpap.embrapa.br

**Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento**

