

**Diversidade de Tuviras Comercializadas como Iscas
Vivas pelas Comunidades do Porto da Manga e
Codrasa, Corumbá, MS**



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

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 120

Diversidade de Tuviras Comercializadas como Iscas Vivas pelas Comunidades do Porto da Manga e Codrasa, Corumbá, MS

Débora Karla Silvestre Marques
Débora Fernandes Calheiros

Embrapa Pantanal

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

Caixa Postal 109

Fone: (67) 3234-5800

Fax: (67) 3234-5815

Home page: www.cpap.embrapa.br

E-mail: sac@cpap.embrapa.br

Unidade Responsável pelo conteúdo

Embrapa Pantanal

Comitê Local de Publicações:

Presidente: *Suzana Maria de Salis*

Membros: *Ana Helena B. M. Fernandes*

Dayanna Schiavi N. Batista

Sandra Mara Araújo Crispim

Vanderlei Doniseti Acassio dos Reis

Secretária: *Eliane Mary P. de Arruda*

Supervisora editorial: *Suzana Maria de Salis*

Normalização bibliográfica: *Massayuki Franco Okawachi*

Tratamento de ilustrações: *Eliane Mary P. de Arruda*

Foto da capa: *Carlos Padovani*

Editoração eletrônica: *Eliane Mary P. de Arruda*

Disponibilização na home page: *Marilisi Jorge Cunha*

1ª edição

Formato digital (2013)

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

Marques, Débora Karla Silvestre

Diversidade de tuviras comercializadas como iscas vivas pelas comunidades do Porto da Manga e Codrasa, Corumbá, MS. [recurso eletrônico] / Débora Karla Silvestre Marques, Débora Fernandes Calheiros. – Dados eletrônicos. – Corumbá: Embrapa Pantanal, 2013.

12 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Pantanal, ISSN 1981-7215 ; 120).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/BP120.pdf>

Título da página da Web: (acesso em 20 mar. 2013).

1. Pesca. 2. Atividade econômica. 3. Isca viva. 4. Recurso natural. I. Marques, Débora Karla Silvestre. II. Calheiros, Débora Fernandes. III. Embrapa Pantanal. IV. Título. V.Série.

CDD 338.372

© Embrapa 2013

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	10
Conclusões	11
Referências	11

Diversidade de Tuviras Comercializadas como Iscas Vivas pelas Comunidades do Porto da Manga e Codrasa, Corumbá, MS

Débora Karla Silvestre Marques¹
Débora Fernandes Calheiros²

Resumo

A pesca é uma das principais atividades econômicas no Pantanal do Mato Grosso do Sul. Na década de 1990, o setor turístico pesqueiro cresceu expressivamente, gerando demandas por serviços especializados, como a captura de iscas vivas. Desde então, diversas comunidades de pescadores profissionais artesanais têm sua principal fonte de renda baseada na captura de iscas vivas destinadas principalmente ao setor turístico pesqueiro. O principal produto são as tuviras (Gymnotiformes), representando mais de 70% da captura anual de iscas vivas. Entretanto, nesta região não há conhecimento sobre a diversidade de espécies da Ordem Gymnotiformes que são exploradas comercialmente. Em outras palavras, não se sabe quantas espécies de tuviras são utilizadas como iscas vivas. Assim, esta pesquisa visou responder a essa dúvida. Adquirimos amostras a partir dos peixes estocados para venda pelas comunidades do Porto da Manga e da Codrasa, no município de Corumbá, MS. Utilizando iniciadores de tetranucleotídeos repetidos (GGAC)₄ e empregando a técnica SPAR (Single Primer Amplification Reaction), encontramos quatro padrões de bandas, correspondentes às espécies *Gymnotus paraguensis*, *G. pantanal*, *G. sylvius* e *G. inaequilabiatus*. Assim, agora sabemos que esses pescadores exploram comercialmente quatro espécies de tuviras e não duas como constam na legislação vigente. Tal conhecimento pode auxiliar na construção de estratégias de conservação e uso sustentável deste recurso natural no Pantanal.

Termos de indexação: *Gymnotus*, pesca, Gymnotiformes.

¹ Bióloga, Dra., Embrapa Pantanal, Caixa Postal 109, 79320-900 Corumbá, MS. debora.marques@embrapa.br

² Bióloga, Dra., Embrapa/UFMT, Cuiabá, MT. debora.calheiros@embrapa.br

Diversity of tuviras used as live bait by communities of Porto da Manga and Codrasa, Corumbá, MS

Abstract

*Fishing is one of the main economic activities in the Pantanal of Mato Grosso do Sul. In the 1990s, the fishing tourism industry grew significantly, generating demands for specialized services as the capture of live baits. Since then, several communities of traditional fishermen have their main source of income based on the capture of live baits for fishing mainly to the tourism industry. The main product are tuviras (Gymnotiformes), representing over 70% of the annual catch of live baits. However, in this region there is no knowledge about the species diversity of the Order Gymnotiformes that are commercially exploited. In other words, no one knows how many species of tuviras are used as live bait. Thus, this research aimed to answer this question. We acquired samples from fish stocked for sale by communities of Porto da Manga and Codrasa in the city of Corumbá, MS. Repeated using primers of tetra (GGAC)₄ and employing the technique SPAR (Single Primer Amplification Reaction), we found four patterns of bands corresponding to species *Gymnotus paraguensis*, *G. pantanal*, *G. sylvius* and *G. inaequilabiatus*. So now we know that these fishermen commercially exploit four species of tuviras not two as contained in current legislation. Such knowledge can help in building conservation strategies and sustentável use of this natural resource in the Pantanal.*

Index terms: Gymnotus, fishing, Gymnotiformes

Introdução

A ictiofauna do Pantanal é representada por 269 espécies de peixes, distribuídas nos grupos Characiformes, Siluriformes, Gymnotiformes, Perciformes, Cyprinodontiformes, Rajiformes, Lepidosireniformes, Clupeiformes, Beloniformes, Synbranchiformes e Pleuronectiformes (BRITSKI et al., 2007). Os peixes têm grande importância socioeconômica para o Pantanal, uma vez que a pesca é uma das principais atividades desta região, realizada principalmente nas modalidades 'profissional artesanal' e 'amadora'.

A importância da pesca para o Pantanal vai além dos aspectos econômicos, visto que, nesta região, é uma atividade tradicional que tem sido exercida pelos povos indígenas pré-colonização até os dias de hoje e faz parte diretamente da formação do povo e da cultura pantaneiros. Estudos em sítios arqueológicos do Pantanal encontraram em artefatos indícios de que a pesca é executada nesta região há cerca de 3.000 anos (SILVA et al., 2010). Assim, os pescadores profissionais artesanais do Pantanal são herdeiros deste saber milenar vinculado ao funcionamento do ecossistema e à utilização dos seus recursos pesqueiros, passado de geração a geração de pescadores.

O setor turístico pesqueiro cresceu expressivamente na década de 1990 no Pantanal Sul, gerando demandas por serviços especializados, como a captura de iscas vivas, acomodações em hotéis pesqueiros e barcos-hotéis e serviços de roteiros, que atuam como guias dos pescadores amadores aos locais de pesca. Desse modo, a pesca de iscas passou a ter grande importância social e econômica no Pantanal. O equivalente a 73% dos pescadores especializados na captura de iscas vivas, chamados regionalmente de "isqueiros", obtêm sua renda desta atividade, que representa 70% da renda total média das famílias (MORAES; ESPINOZA, 2001). As tuviras (Gymnotiformes) são o principal produto de algumas comunidades pantaneiras, como por exemplo, a comunidade do Porto da Manga, onde esses peixes representam 73,6% da captura anual de iscas vivas destinadas ao turismo pesqueiro (CATELLA et al., 2008).

A pesca de iscas vivas é exercida por pescadores profissionais artesanais e, em nível estadual, segue normatizações específicas quanto aos petrechos permitidos, tamanhos mínimos e período de defeso. Atualmente, as tuviras têm seus tamanhos mínimos estabelecidos em 17 cm para as espécies *Gymnotus paraguayensis* e *G. inaequilabiatus* (MATO GROSSO DO SUL, 2011). Para obtenção do registro geral de pesca (RGP) e exercício da atividade como pescador profissional, emitido pelo Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), é preciso ter a pesca como sua principal forma de sustento.

Segundo Britski et al. (2007), excetuando Electrophoridae (a família do peixe elétrico ou poraquê da Amazônia), representantes de todas as demais famílias da Ordem Gymnotiformes ocorrem no Pantanal. Contudo, ainda não se sabe quantas e quais são as espécies de tuviras comercializadas como iscas vivas pelos pescadores do Pantanal do Mato Grosso do Sul. A resposta a esta pergunta é importante para subsidiar a legislação referente ao tamanho mínimo de captura e para os estudos do impacto da atividade de pesca sobre os estoques de tuviras.

Com o objetivo de responder a essas questões, iniciamos nossa pesquisa em 2010, utilizando marcadores cromossômicos e moleculares para identificação de espécies de tuviras comercializadas como iscas vivas, a partir de amostras de peixes coletadas pelas comunidades de Porto da Manga e Codrasa, ambas às margens do rio Paraguai, em Corumbá, Pantanal do Mato Grosso do Sul.

Gymnotiformes

Os Gymnotiformes são peixes conhecidos como sarapó, tuvira, ituí e poraquê. É o grupo irmão dos Siluriformes (bagres) e constitui um importante componente da ictiofauna neotropical de peixes noturnos de água doce, em termos de abundância relativa e importância ecológica, apresentando uma diversidade especialmente pronunciada em nível de espécies (ALBERT et al., 2005). Com 176 espécies, esse grupo corresponde a 25% dos peixes elétricos e são inteiramente restritos à região neotropical, distribuídos do sul do México (18°N) até o norte da Argentina (36°S) (ALBERT; CRAMPTON, 2003). No Pantanal, os Gymnotiformes são representados por oito gêneros e quinze espécies (BRITSKI et al., 2007).

Esses peixes possuem órgãos eletrogênicos (geradores de impulsos elétricos) e eletrorreceptores. Os sinais elétricos emitidos servem para comunicação e eletrolocalização ativa, característica que está entre as mais estudadas neste grupo (BENNETT; GRUNDFEST, 1959; JULIAN et al., 2003; RODRÍGUEZ-CATTANEO et al., 2008). As diferentes espécies produzem dois tipos de descargas elétricas ou EODs (Electric Organ Discharge).

A EOD 'tipo-pulso' consiste de discretas e periódicas descargas com intervalos de silêncio elétrico, variando em taxa de repetição de 1 a 120 ciclos por segundo (Hz), dependendo da espécie. A EOD 'tipo-onda', que evoluiu uma única vez de um ancestral EOD tipo-pulso, consiste em descargas contínuas, com uma a quatro fases (ALBERT et al., 2005; JULIAN et al., 2003).

O tipo de EOD está relacionado com o tipo de habitat, sendo que Gymnotiformes com EOD tipo-pulso (cerca de 45% das espécies) são mais resistentes à hipoxia que os que geram EOD tipo-onda (cerca de 56% das espécies). Assim, a maior parte das espécies Gymnotiformes que geram EOD tipo pulso é encontrada em planícies alagadas, enquanto que as espécies que geram EOD tipo onda são mais freqüentemente encontradas em leitos de grandes rios e córregos (ALBERT et al., 2005; CRAMPTON, 1998; JULIAN et al., 2003). A produção de pulsos elétricos em água doce é altamente sensível aos parâmetros de qualidade de água tais como temperatura e condutividade (ALBERT et al., 2005).

Gymnotus

Os Gymnotidae são representados por dois gêneros, *Gymnotus* e *Eletrophorus*. *Gymnotus* é o gênero mais diverso dos Gymnotiformes, ocorrendo em todos os sistemas fluviais úmidos neotropicais e habitando uma grande variedade de habitats aquáticos da planície, sendo atualmente o gênero melhor entendido em termos de inter-relações em nível de espécies e variação geográfica (ALBERT et al., 2005).

Devido a sua importância na economia pesqueira, tem sido realizados estudos sobre aspectos reprodutivos de espécies de *Gymnotus* a fim de embasar a produção em cativeiro destes peixes. Cognato e Fialho (2006) descreveram a desova de *Gymnotus* aff. *carapo* como sendo do tipo parcelada. Crampton e Hopkins (2005) descreveram comportamento de construção de ninho em raízes de macrófitas aquáticas ou depressões no substrato e cuidado parental nas espécies *G. carapo*, coletada no Caribe, e *G. mamiraua* da bacia Amazônica.

As espécies de *Gymnotus* não são migradoras e sim moradoras de ambientes de águas paradas, associadas a bancos de plantas aquáticas (macrófitas), como 'água-pé' ou 'camalote', que são habitats extremamente produtivos, suportam diversas comunidades dos gêneros *Gymnotus* e *Brachyhypopomus*, geradores de EOD tipo-pulso, e são importantes locais de desova para muitas espécies das famílias Aptereronotidae e Sternopygidae, que são intolerantes à hipoxia (ALBERT et al., 2005; JULIAN et al., 2003). No rio Paraná, as espécies *G. inaequilabiatus*, *G. syvius* e *G. pantanal* habitam gramíneas enraizadas e macrófitas flutuantes (FERNANDES et al., 2005).

Os *Gymnotus* são todos predadores noturnos de peixes e outros pequenos animais aquáticos e a maioria é também territorial (ALBERT et al., 2005; BLACK-CLEWORTH, 1970). Na natureza, vivem em ambientes quentes entre 26 e 28°C (SILVA; MASSARO, 2006). A maioria, senão todas as espécies deste gênero, utiliza respiração aérea em condições de hipoxia (CRAMPTON, 1998; EVANS, 1929; LIEM et al., 1984; MORAES et al., 2002).

Características dos ambientes onde ocorrem os Gymnotiformes no Pantanal

Na Bacia do Alto Paraguai as características da qualidade da água dos rios formadores do Pantanal Mato-Grossense se diferenciam entre as áreas de planalto e as de planície, uma vez que nas áreas mais altas os rios têm maior velocidade, maior oxigenação das águas e maior carreamento de material em suspensão, respondendo diretamente às chuvas entre primavera e verão. Na planície de inundação, por sua vez, o transporte de nutrientes e material em suspensão se altera, tendendo a ser mais lento e os níveis de oxigênio tendem a ser mais baixos, em especial na fase de enchente devido a interação terra-água, o "efeito de planície" (HAMILTON et al., 1997), que promove processos de decomposição na área recém submersa. Na planície pantaneira há elevada variação de habitats entre os diferentes tipos de corpos d'água como corixos, vazantes, lagoas marginais com ligação com rios e corixos e lagoas isoladas, por exemplo, bem como, entre a zona litorânea (marginal), em especial as áreas sob o banco de macrófitas, principal área de preferência das tuviras, e a zona pelágica (área mais central da coluna d'água de lagoas ou "baías"- denominação regional - e dos canais de drenagem como rios e corixos).

Nesta gama de ambientes das áreas inundáveis do Pantanal, o papel das fontes de carbono advindas da produção primária alóctone e autóctone (algas e macrófitas), por meio do CO₂ fixado na fotossíntese, e/ou dos gases resultantes da decomposição da biomassa (detritos) dessas fontes primárias, como CO₂ e CH₄, é de fundamental importância para o fluxo de carbono (energia) nos vários elos da cadeia alimentar aquática, incluindo os peixes, neste que é um dos maiores sistemas de áreas úmidas com pulso de inundação do planeta

(CALHEIROS, 2003). Assim, a biomassa vegetal, principalmente a de macrófitas, funciona não apenas como área de alimentação e abrigo para espécies de peixes como a tuvira, mas também como elo fundamental na produção de fontes de carbono.

De acordo com os nossos dados de vinte anos de pesquisas no Pantanal, os parâmetros de qualidade de água que caracterizam os habitats da tuvira, um peixe elétrico, são temperatura da água, oxigênio dissolvido, gás carbônico livre, pH, condutividade elétrica e turbidez (Tabela 1). A faixa de valores destes parâmetros pode variar de acordo com o tipo de ambiente. Na Tabela 1, a faixa de variação destes parâmetros é apresentada para as áreas de alta inundação dos rios Cuiabá (no entorno do Parque Nacional do Pantanal Mato-Grossense, MT), em diversos pontos ao longo do rio Paraguai a montante da área urbana de Corumbá-MS, e nos rios Taquari e Miranda.

Tabela 1. Valores mínimos e máximos (mín.-máx.) dos parâmetros de qualidade de água (dióxido de carbono livre - CO₂L) de alguns rios do Pantanal em suas áreas de planície de inundação, ao longo do rio Paraguai e na foz de alguns de seus tributários.

Local	Temperatura da água (°C)	Oxigênio dissolvido (mg/L)	CO ₂ L (mg/L)	pH	Condutividade elétrica (µS/cm)	Turbidez (UNT)	
Rio Cuiabá	23 - 33	1,2 - 8,1	0,0 - 19,6	5,1 - 8,6	28 - 67	6,7 - 102,8	
Rio Paraguai	Bela Vista	22 - 35	1,5 - 7,5	1,7 - 72,6	5,8 - 7,2	37 - 85	6,8 - 89,0
	Amolar	22 - 32	1,0 - 7,6	1,8 - 75,7	5,7 - 7,1	34 - 68	3,4 - 116,0
	São Francisco	22 - 32	0,9 - 8,0	2,1 - 73,0	4,4 - 7,1	37 - 60	5,5 - 110,0
	Ladário	18 - 34	0,0 - 9,2	1,1 - 245,9	4,5 - 7,4	31 - 91	0,4 - 94,1
Canal do Tamengo	16 - 37	0,0 - 9,5	0,4 - 123,6	5,5 - 9,9	32 - 235	0,5 - 185,2	
Rio Taquari	17 - 33	0,1 - 5,9	6,9 - 32,8	6,0 - 6,4	27 - 44	3,6 - 197,7	
Rio Miranda	17 - 32	0,2 - 9,8	1,3 - 153,0	6,1 - 8,0	71 - 213	2,6 - 165,8	

Material e Métodos

Foram utilizados 93 animais adquiridos nos anos de 2010 e 2011, escolhidos entre os peixes já reservados para a venda pelos pescadores do Porto da Manga. Como não sabemos a origem dos peixes dessa amostra, o material adquirido no Porto da Manga contribui somente com a informação de quantas e quais espécies são exploradas por esses pescadores. Segundo os catadores de iscas do Porto da Manga a amostra consistia em dois “tipos”, chamados “tuvirinha” e “tuvirão”. Também foi utilizada amostra de 47 peixes pescados em 2011 no rio Paraguai na localidade da Codrasa, município de Corumbá, MS.

A técnica de PCR (Polymerase Chain Reaction) consiste em reproduzir *in vitro* o processo feito pela enzima DNA polimerase na construção de uma nova fita com base numa fita molde. Os genomas de eucariotos são densamente povoados por diferentes classes de seqüências repetidas (FERREIRA; GRATTAPAGLIA, 1998). Sequências Simples Repetidas (SSR-Simple Sequence Repeats) são denominadas “microsatélites” e consistem de repetições de seqüências de 1 a 4 nucleotídeos. A observação de que ocorre conservação de sítios de microsatélites em genomas animais entre espécies relacionadas está entre as características que fazem com que os marcadores moleculares baseados em SSR sejam ideais para, entre outras aplicações, a identificação e discriminação de genótipos e para o estudo de genética de populações (FERREIRA; GRATTAPAGLIA, 1998).

Utilizamos o marcador microsatélite composto por tetranucleotídeos repetidos (GGAC)₄ empregados na técnica SPAR (Single Primer Amplification Reaction), descritos por Fernandes-Matioli et al. (2000) como eficiente na identificação de espécies de Gymnotiformes. Também foi feita a confirmação pelo especialista Dr. Heraldo Antônio Britski, do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo.

O DNA foi extraído de fígado e foi isolado segundo o protocolo de Aljanabi e Martinez (1997). A amplificação de DNA flanqueado pelos “primers” foi feita utilizando-se a técnica PCR (Polymerase Chain Reaction) constituída por 35 ciclos de 45 segundos a 94°C, 60 s a temperatura de anelamento de cada “primer” e 60 s a 72°C.

Um nanograma de DNA foi amplificado num volume final de 30 µL contendo 20 mM Tris-HCl (pH 8,0), 50 mM KCl, 0,5% nonidet P-40, 2,0 mM MgCl₂, 0,2 mM de cada dNTP, 5 pmol de iniciador e 1,25 unidades de *Taq* DNA polimerase (Invitrogen). Os produtos de PCR foram visualizados em gel de agarose 3% corado com GelRed (Biotium).

Resultados e Discussão

ISSR (Inter Simple Sequence Repeats) são fragmentos de DNA de 100 a 3000 pb amplificados via PCR usando um único iniciador (16-20 pb) construído a partir de sequência de microssatélite (FALEIRO, 2007). Este marcador e a técnica SPAR (Single Primer Amplification Reaction) foram escolhidos pela sua utilização em trabalhos anteriores na identificação de espécies de Gymnotiformes, como citado por Fernandes et al. (2005), que utilizaram o microssatélite (GGAC)₄ em *Gymnotus carapo* e *G. sylvius* da Bacia do Rio Miranda, Mato Grosso do Sul. Com este marcador, foi encontrado padrão monomórfico para *G. carapo*. Entretanto, para *G. sylvius*, o microssatélite (GGAC)_n gerou padrões diferentes de bandas nas diferentes populações estudadas por esses autores, revelando que essa ferramenta pode ser usada para estudos de estrutura genética de populações. Essa mesma técnica e marcador foram eficientes para a descrição de *G. pantanal*, coletado na bacia do rio Miranda (FERNANDES et al., 2005).

Tanto nas amostras do Porto da Manga, quanto nas amostras da Codrasa foram registrados quatro padrões distintos gerados pelo marcador (GGAC)₄ (Figura 1), que correspondem às espécies *Gymnotus pantanal*, *G. paraguensis*, *G. inaequilabiatus* e *G. sylvius*.

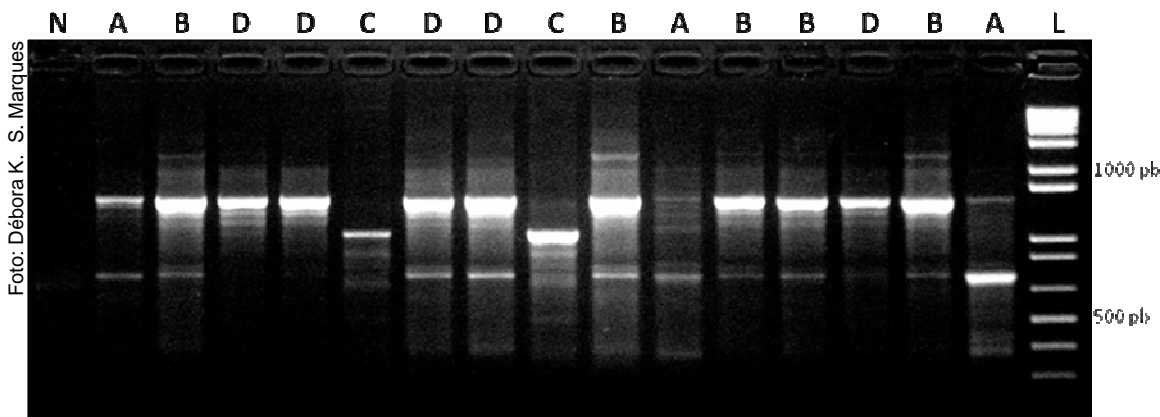


Figura 1. Produtos de amplificação com (GGAC)₄. **A=** *Gymnotus pantanal*; **B=** *G. paraguensis*; **C=** *G. sylvius*; **D=** *G. inaequilabiatus*; **L=** DNA ladder 100 pb; **N=** controle negativo.

G. sylvius apresentou um único padrão gerado por (GGAC)₄ que corresponde à amplificação de um único segmento de cerca de 800 pb. *G. paraguensis* apresentou uma banda forte de 880 pb e duas bandas fracas de 640 e 1200 pb. *G. pantanal* apresentou duas bandas de intensidade fraca, também de 880 e 640 pb. Os indivíduos da espécie *G. inaequilabiatus* foram divididos em dois grupos com padrões diferentes, onde um grupo apresenta uma única banda forte de 880 pb e o segundo grupo apresenta uma banda forte de 880 pb e uma banda mais fraca em intensidade de 640 pb.

A ocorrência exclusiva do gênero *Gymnotus* na amostra pode ser explicada pelo fato de que os pescadores tradicionalmente utilizam os acúmulos de plantas aquáticas flutuantes, regionalmente chamadas de ‘baceiros’, como sítios de coleta dos peixes. As espécies de *Gymnotus*, assim como outros Gymnotiformes, utilizam os camalotes como locais de alimentação, crescimento e reprodução (ALBERT et al., 2005; FERNANDES et al., 2005; JULIAN et al., 2003).

Apesar de explorar um único gênero de todos os Gymnotiformes que ocorrem no Pantanal, os pescadores de iscas comercializam quatro espécies, o que é interessante sob o ponto de vista da sustentabilidade dessa atividade para não sobrecarregar os estoques de apenas duas espécies. Essa informação ressalta a importância da revisão da legislação atual, que estabelece um único tamanho mínimo de captura para duas espécies, *Gymnotus inaequilabiatus* e *G. paraguensis* (MATO GROSSO DO SUL, 2011). As normas para pesca de tuviras devem considerar quatro espécies e levar em conta aspectos biológicos de crescimento e reprodução e abundância das diferentes espécies para que se estabeleçam tamanhos mínimos de captura que realmente contribuam para o uso racional deste recurso natural.

Ressaltamos, também, a contribuição deste estudo para o conhecimento acerca dos Gymnotiformes no ecossistema Pantanal, uma vez que, com base em 2700 espécimes das coleções de 32 museus, Albert e Crampton (2003) consideraram que na Bacia do Alto Paraguai o gênero *Gymnotus* é representado unicamente pelas espécies *G. inaequilabiatus* e *G. paraguensis*.

Outro registro importante é a ocorrência das espécies *G. sylvius* e *G. pantanal* na amostra estudada, uma vez que, no Pantanal, estas espécies só tinham sido registradas na bacia do rio Miranda, respectivamente por Fernandes-Matioli et al. (2000) e Fernandes et al. (2005).

Conclusões

Por meio deste estudo, confirmou-se que há quatro padrões genéticos distintos, gerados pelo marcador (GGAC)⁴, que correspondem às quatro espécies de *Gymnotus* identificadas na região, *G. pantanal*, *G. paraguensis*, *G. inaequilabiatus* e *G. sylvius*, as quais são utilizadas pela pesca. Contudo, em função da semelhança morfológica, estas quatro espécies podem ser consideradas como "espécies crípticas", ou espécies distintas, mas morfológicamente semelhantes vivendo em simpatria.

Agradecimentos

A Ong ECOA pelo apoio logístico e FUNDECT pelo apoio financeiro.

Agradecemos à Dra Lucimara Chiari, da Embrapa Gado de Corte, pelo apoio durante os trabalhos de laboratório.

Agradecemos ao Dr. Heraldo A. Britski pela identificação dos espécimes utilizados neste estudo.

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**, Florida, 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**, Cambridge, v. 2, n. 4, p. 375-417, Apr. 2005.
- ALJANABI, S. M.; MARTINEZ, L. Universal and rapid salt-extraction of high quality genomic DNA for PCR-based techniques. **Nucleic Acids Research**, Oxford, v. 25, n. 22, p. 4692-4693, Nov. 1997.
- BENNETT, M. V. L.; GRUNDFEST, H. Electrophysiology of electric organ in *Gymnotus carapo*. **The journal of general physiology**, New York, v. 42, n. 5, p. 1067-1104, May 1959.
- BLACK-CLEWORTH, P. The role of electrical discharges in the non-reproductive social behavior of *Gymnotus carapo* (Gymnotidae, Pisces). **Animal Behavior Monographs**, London, GB, v. 3, p. 1-77, 1970.
- BRITSKI, H. A.; SILIMON, K. Z. de S. de; LOPES, B. S.. **Peixes do Pantanal: manual de identificação**. 2 ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Corumbá: Embrapa Pantanal, 2007. 230 p.

- CALHEIROS, D. F. **Influência do pulso de inundação na composição isotópica ($\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$) das fontes primárias de energia na planície de inundação do rio Paraguai (Pantanal-MS)**. 2003. 164 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Centro de Energia Nuclear da Agricultura, Piracicaba.
- CATELLA, A. C.; SILVA, S. M. V.da; FERNANDES, J.; AMÂNCIO, C. O. da G.; MORAES, A. S. **Estimativa da renda bruta dos pescadores de iscas vivas do Porto da Manga, Corumbá (MS)**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2008. 7 p. (Embrapa Pantanal. Circular Técnica, 79). Disponível em: <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq_pdf=CT79>. Acesso em: 27 fev. 2012.
- COGNATO, D. de P.; FIALHO, C. B. Reproductive biology of a population of *Gymnotus* aff. *carapo* (Teleostei: Gymnotidae) from southern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, RS, v. 4, n. 3, p. 339-348, 2006.
- CRAMPTON, W. G. R. Effects of anoxia on the distribution, respiratory strategies and electric signal diversity of gymnotiform fishes. **Journal of fish biology**, v. 53, p. 307-330, Dec. 1998. Supplement.
- 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**, v. 1, p. 48-60, Feb. 2005.
- EVANS, M. Some notes on the anatomy of the electric eel, *Gymnotus electrophorus*, with special reference to a mouth breathing organ and the swim-bladder. **Proceedings Zoological Society London**, London, GB, v. 2, p. 17-22, 1929.
- FALEIRO, F. G. **Marcadores genético-moleculares aplicados a programas de conservação e uso de recursos genéticos**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. 102 p.
- FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1998. 220 p. (EMBRAPA CENARGEN. Documentos, 20).
- FERNANDES-MATIOLI, F. M. C.; MATIOLI, S. R.; ALMEIDA-TOLEDO, L. F. Species diversity and geographic distribution of *Gymnotus* (Pisces: Gymnotiformes) by nuclear (GGAC) n microsatellite analysis. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 23, n. 4, p. 803-808, Dec. 2000.
- FERNANDES, F. M. C.; ALBERT, J. S.; DANIELSILVA, M. de 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**, Florida, v. 933, p. 1-14, 2005.
- HAMILTON, S. K.; SIPPEL, S. J.; CALHEIROS, D. F.; MELACK, J.M. An anoxic event and other biogeochemical effects of the Pantanal wetland on the Paraguay River. **Limnology and Oceanography**, v. 42, p. 257-272, 1997.
- JULIAN, D.; CRAMPTON, W. G. R.; WOHLGEMUTH, S. E.; ALBERT, J. S. Oxygen consumption in weakly electric Neotropical fishes. **Oecologia**, Berlin, DE, v. 137, p. 502-511, Sept. 2003.
- LIEM, K. F.; ECLANCHER, B.; FINK, W.L. Aerial respiration in the banded knife fish *Gymnotus carapo* (Teleostei: Gymnoidei). **Physiological Zoology**, Chicago, v. 57, p. 185-195, 1984.
- MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia. Resolução nº22 de 25 de ago. 2011. Altera disposições da Resolução SEMAC nº 3, de 28 de fev. 2011 referentes à captura, transporte, estocagem, comercialização e cultivo de iscas vivas no Estado de Mato Grosso do Sul. **Diário Oficial do Estado do Mato Grosso do Sul**, Campo Grande, MS, 29 ago. 2011. p. 27-28.
- MORAES, A. S.; ESPINOSA, L. W. **Captura e comercialização de iscas vivas em Corumbá, MS**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2001. 37 p. (Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa, 21).
- MORAES, G.; AVILEZ, I. M.; ALTRAN, A. E.; BARBOSA, C. C. Biochemical and hematological responses of the banded knife fish *Gymnotus carapo* (Linnaeus, 1758) exposed to environmental hypoxia. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, SP, v. 62, n. 4A, p. 633-640, Nov. 2002.
- RODRÍGUEZ-CATTANEO, A.; PEREIRA, A. C.; AGUILERA, P. A.; CRAMPTON, W. G. R.; CAPUTI, A. A. Species-specific diversity of a fixed motor pattern: the electric organ discharge of *Gymnotus*. **Plos One**, San Francisco, v. 3, n. 5, p. 1-13, May 2008.
- SILVA, C. A. da; MASSARO, M. Influência da sazonalidade na mobilização das reservas de glicogênio do peixe elétrico *Gymnotus carapo* Miller, 1966 (Osteichthyes, Gymnotidae). **Revista Brasileira de Zociências**, v. 8, n. 1, p. 61-66, Abr., 2006.
- SILVA, M. A. G. da; BEZERRA, M. A. de O.; CATELLA, A. C. **Práticas milenares de pesca no Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2010. 5 p. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/ADM141>>. Acesso em: 16 set. 2012.



Pantanal