

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE BIOCÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA**

**ESTIMATIVA DE PERÍODO REPRODUTIVO E  
TAMANHO DE PRIMEIRA MATURAÇÃO DE  
ESPÉCIES DOMINANTES DA ICTIOFAUNA DA  
LAGUNA DOS PATOS ATRAVÉS DO USO  
EXCLUSIVO DO ÍNDICE GONADOSSOMÁTICO.**

**Camilla da Silva Marques**

**Dr. Nelson Ferreira Fontoura  
Orientador**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO  
PORTO ALEGRE - RS - BRASIL**

**2007**

## SUMÁRIO

<b>Agradecimentos</b> .....	iii
<b>Resumo</b> .....	v
<b>Abstract</b> .....	vi
<b>Apresentação</b> .....	vii
<b>Capítulo 1:</b> Estimativa de tamanho de primeira maturação a partir de dados de IGS: <i>Oligosarcus jenynsii</i> , <i>Oligosarcus robustus</i> , <i>Hoplias malabaricus</i> , <i>Cyphocharax voga</i> , <i>Astyanax fasciatus</i> (Characiformes), <i>Parapimelodus nigribarbis</i> , <i>Trachelyopterus lucenai</i> , <i>Hoplosternum littorale</i> , <i>Loricariichthys anus</i> (Siluriformes) e <i>Pachyurus bonariensis</i> (Perciformes) no Lago Guaíba e Laguna dos Patos, RS. ....	1
<b>Capítulo 2:</b> Período Reprodutivo de <i>Oligosarcus jenynsii</i> , <i>Oligosarcus robustus</i> , <i>Hoplias malabaricus</i> , <i>Cyphocharax voga</i> , <i>Astyanax fasciatus</i> (Characiformes), <i>Parapimelodus nigribarbis</i> , <i>Trachelyopterus lucenai</i> , <i>Hoplosternum littorale</i> , <i>Loricariichthys anus</i> (Siluriformes) e <i>Pachyurus bonariensis</i> (Perciformes) no Lago Guaíba e Laguna dos Patos, RS. ....	47

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Zaira da Silva Marques e Luiz César Marques, e ao meu irmão Matheus Marques, pelo incentivo, apoio, e acima de tudo, pela confiança que sempre depositaram em mim e na minha escolha profissional. Espero ter retribuído um pouco do muito que recebi de vocês ao longo destes 2 anos e de toda uma vida. Muito obrigada!

Com certeza este espaço é muito pequeno para descrever a gratidão e o reconhecimento que tenho pelo meu orientador, Dr. Nelson Ferreira Fontoura, com quem aprendi tudo que sei sobre peixes e sobre a arte de pescar. Obrigado pelos ensinamentos profissionais e pessoais. Com certeza levarei para a vida toda.

Ao Daniel Gomes, que mesmo chegando já quase na reta final, contribuiu de forma intensa e indispensável para a conclusão desta dissertação. Obrigada por sempre acreditar em mim. Te amo muito.

Agradeço de coração à ajuda dos estagiários do Laboratório de Ecologia Aquática, Camila Marone e Samir Cafrune, pelas incansáveis manhãs e tardes que passamos na companhia de muitos Birús e Porrudos.

A todas as pessoas que participaram e ajudaram nas saídas de campo: Azamba, Guilherme Petersen, Fernanda Pinheiro, Viviane, Carlos Hiroshi, Paulo Milani.

Um agradecimento especial a minha colega de mestrado e amiga, bióloga Thais Paz Alves a quem me faltam palavras para agradecer tamanha ajuda e companheirismo nas saídas e indiadas de campo. Valeu Thais e podes ter certeza que sempre que precisares poderá contar comigo!

Aos motoristas da PUCRS, em especial ao Fernando, pelas idas e vindas, sem, literalmente, deixar o barco cair.

Aos colegas do laboratório, Andréa, Malú, Giovana, Carol (do Régis), Rafael, pelos já seis anos de companheirismo e por serem minha segunda casa.

Em especial ao Dr. Aloisio Sirangelo Braun que proporcionou, através de seus dados de doutorado, uma análise integrada da biologia reprodutiva da ictiofauna da Laguna dos Patos.

Aos professores da Pós-graduação, em especial ao Dr. Júlio César Bicca Marques e Dr. Carlos Teixeira, que me ensinaram muito sobre a verdadeira importância e valor do profissional de biologia.

Ao Laboratório de Ictiologia do Museu de Ciências da PUCRS pelo auxílio na identificação de algumas espécies.

Às secretárias da Pós-graduação em Zoologia da PUCRS, Josi e Luíza pelo carinho e atenção que sempre dispensaram para resolver qualquer problema. Obrigada meninas!

A Aracruz Celulose por ceder o espaço dentro do horto-florestal Barba-Negra, na Barra do Ribeiro, para que tivéssemos acesso ao Arroio Araçá, sem o qual, com certeza, este trabalho não seria possível.

Ao Sr. Ênio e a Sra. Odete pelas “hospedagens” muito acolhedoras na Barra do Ribeiro, nos livrando das chuvas e mosquitos e sempre nos agradando com suas jantas e pãozinhos. Podem ter certeza de que ganharam uma grande amiga.

Finalmente, ao CNPq, pela bolsa concedida.

## RESUMO

O presente trabalho foi realizado através de um conjunto de amostragens mensais na Lagoa do Casamento, sistema nordeste da Laguna dos Patos (nov/2002 a abr/2004), e no Lago Guaíba, região denominada Saco das Mulatas (jun/2005 a mai/2006). Os animais foram capturados através de redes de espera com 30 metros, de malhas de 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60 e 70mm entre nós adjacentes, com esforço mensal de 36 horas/mês. Para as espécies consideradas dominantes ao sistema da Laguna dos Patos, foram estimados os comprimentos de primeira maturação gonadal e período reprodutivo. O tamanho de primeira maturação ( $L_{MAT}$ ) foi estimado através do ajuste de uma função logística modificada aos dados de comprimento total médio ( $L_{TOT}$ ) e IGS médio ( $IGS_{MED}$ ) através do algoritmo de Levenberg-Marquardt (SPSS 11.5):  $IGS_{MED} = IGS_{MIN} + (IGS_{MAX} - IGS_{MIN}) / (1 + \exp(-Tax * (L_{TOT} - L_{MAT})))$ ; onde  $IGS_{MED}$  é o IGS médio para fêmeas em cada intervalo de classe de comprimento;  $IGS_{MIN}$  é o IGS médio de fêmeas jovens;  $IGS_{MAX}$  é o IGS médio de fêmeas adultas;  $Tax$  é a velocidade com que as fêmeas passam do estágio jovem para o estágio adulto;  $L_{TOT}$  é o comprimento total médio de cada classe de comprimento e  $L_{MAT}$  é o tamanho de primeira maturação. Para espécies com insuficiência amostral para ajuste da função, o tamanho de primeira maturação foi determinado como o comprimento total do menor indivíduo capturado com IGS igual ou superior a 30% do maior valor de IGS registrado para as fêmeas de cada espécie ( $L_{MIN}$ ). O período reprodutivo foi definido através da variação mensal dos valores do Índice Gonadosomático (IGS) de fêmeas, sendo considerados meses de reprodução registrada aqueles meses em que houve pelo menos uma fêmea com IGS igual ou superior a 30% do valor máximo de IGS registrado para as fêmeas da espécie e os meses de pico reprodutivo foram caracterizados como aqueles em que metade da população de fêmeas possuía no mínimo 30% do IGS máximo registrado. O tamanho de primeira maturação para *Oligosarcus jenynsii* foi estimado em 16,2cm ( $L_{MAT}$ , EP=0,167) com reprodução registrada de março a novembro e pico reprodutivo de abril a agosto. Para *Oligosarcus robustus* o comprimento de primeira maturação gonadal foi determinado em 21,4cm ( $L_{MAT}$ , SE=0,463), com atividade reprodutiva anual e picos entre fevereiro e agosto. *Hoplias malabaricus* inicia a reprodução aos 13,9cm ( $L_{MIN}$ ) durante os meses de novembro a março, com picos reprodutivos nos meses de novembro e dezembro. Para *Cyphocharax voga* a primeira maturação inicia aos 18,5cm de comprimento ( $L_{MAT}$ , EP=0,738) e reproduz-se durante todo o ano com pico reprodutivo nos meses de setembro a fevereiro. Para *Astyanax fasciatus* a atividade reprodutiva inicia-se aos 12,2cm ( $L_{MAT}$ , EP=0,661) de comprimento com atividade reprodutiva anual e picos entre setembro a maio. Para *Pimelodus maculatus* a reprodução inicia-se aos 18,0cm ( $L_{MIN}$ ) e através do método proposto não foi possível estimar o período reprodutivo. Para *Parapimelodus nigribarbis* o tamanho de primeira maturação foi estimado em 8,0cm ( $L_{MIN}$ ), sendo que a atividade reprodutiva ocorre de setembro a março, sem a presença de picos de IGS. *Hoplosternum littorale* inicia a reprodução aos 14,1cm ( $L_{MAT}$ , EP=0,199) com atividade reprodutiva de outubro a fevereiro e picos nos meses de novembro e dezembro. O tamanho de primeira maturação para *Loricariichthys anus* foi estimado em 27,0cm ( $L_{MAT}$ , EP=1,151) se seu período de desova se estende de novembro a fevereiro, sem a presença de picos de IGS. Para *Trachelyopterus lucenai* a primeira maturação inicia aos 13,7cm de comprimento ( $L_{MAT}$ , EP=0,537) e sua atividade reprodutiva se estende de novembro a fevereiro com picos entre novembro a janeiro. Finalmente, para *Pachyurus bonariensis* a primeira maturação foi estimada em 17,2cm (SE=2,024) e sua reprodução compreende de novembro a fevereiro com pico reprodutivo nos meses de novembro e dezembro.

## ABSTRACT

This research results from a monthly sampling program carried out at Lagoa do Casamento (November 2002 to April 2004) and Lago Guaíba (June 2005 to May 2006). Fishes are sampled using gillnets of different mesh size (30 meters long; 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60 e 70 mm between knots, 36 hours/month). For dominant fish species the size at first maturation and reproductive period were estimated. The length of first maturation ( $L_{MAT}$ ) of each fish species was estimated through a modified logistic equation, adjusted from Gonadosomatic Index (GSI) data using Levenberg-Marquardt algorithm (SPSS 11.5):  $IGS_{MED} = IGS_{MIN} + (IGS_{MAX} - IGS_{MIN}) / (1 + \exp(-Tax * (L_{TOT} - L_{MAT})))$ ; where  $IGS_{MED}$  is the average GSI for females in each size class;  $IGS_{MIN}$  is the average GSI for juvenile females;  $IGS_{MAX}$  is the average GSI for adult females;  $Tax$  is the rate of changing from juvenile to adult;  $L_{TOT}$  is the average total length of each size class; and  $L_{MAT}$  is the length at first maturity. For species with no enough sample size to adjust the model, the first maturation were estimated as the total length of the smaller female with GSI equal or larger than 30% of the maximum registered GSI value for the specie ( $L_{MIN}$ ). The reproductive period was determined according to the monthly variation of the GSI. Months with registered reproduction was designed by the presence of at least one female with GSI equal or larger than 30% of the maximum registered GSI for the species. Months characterized as reproductive peak were those when 50% of females were presenting GSI equal or larger than 30% of the maximum registered GSI value. The length at first maturation of *Oligosarcus jenynsii* was estimated in 16.2cm ( $L_{MAT}$ ; SE=0.167) and the reproductive period was estimated from March to November and the period of maximum reproduction was identified from April to August. For *Oligosarcus robustus* the reproductive activity starts at 21.4cm ( $L_{MAT}$ ; SE=0.463) of total length and it reproduces during almost the whole year with the maximum activity from February to August. The first maturation was determined in 13.9 cm ( $L_{MIN}$ ) for *Hoplias malabaricus* females and the reproductive period was identified from November to March, with reproductive peak from November to December. *Cyphocharax voga* starts to reproduce with 18.5cm ( $L_{MAT}$ ; SE=0.738) of total length and reproductive activities occurred during the whole year, with the maximum reproduction from February to September. The length at first maturation for *Astyanax fasciatus* was estimated as 12.2cm ( $L_{MAT}$ ; SE=0.661) and the reproductive period occurred during the whole year, although the period of maximum reproduction was estimated from September to May. For *Pimelodus maculatus* females the reproductive activity starts with 18.0cm ( $L_{MIN}$ ). The first maturation was estimated at 8.0cm ( $L_{MIN}$ ) for *Parapimelodus nigribarbis* and the reproductive period was estimated from September to March. The specie, however, didn't show a period of reproductive peak following the proposed criteria. *Hoplosternum littorale* starts to reproduce with 14.1cm ( $L_{MAT}$ ; SE=0.199), the reproductive period was determined as from October to February and the period of maximum reproduction was estimated from November to December. For *Loricariichthys anus* females, first maturation was estimated at 27.0cm ( $L_{MAT}$ ; SE=1.151), the reproductive period was estimated from November to February but the specie does not show a period of reproductive peak as proposed. The length at which *Pachyurus bonariensis* starts its reproductive activity is 17.2cm ( $L_{MAT}$ ; SE=2,024) and the reproductive period was estimated as from November to February, with a period of maximum reproduction registered in November and December. Finally, the first maturation for *Trachelyopterus lucenai* was estimated as 13.7cm ( $L_{MAT}$ ; SE=0.537), the reproductive period was estimated from November to February and the period of maximum reproduction was registered from November to January.

## APRESENTAÇÃO

A presente dissertação objetiva estudar aspectos básicos da biologia reprodutiva de espécies dominantes na bacia hidrográfica da Laguna dos Patos. Neste contexto, são consideradas como dominantes as espécies com maior frequência de captura através do uso de redes de espera com malhas variadas. São elas *Oligosarcus jenynsii* (GÜNTER, 1864); *Oligosarcus robustus* MENEZES, 1969; *Hoplias malabaricus* (BLOCH, 1794); *Cyphocharax voga* (HENSEL, 1870); *Astyanax fasciatus* (CUVIER, 1819); *Pimelodus maculatus* LA CEPÈDE, 1803; *Parapimelodus nigribarbis* (BOULENGER, 1889); *Hoplosternum littorale* (HANCOCK, 1828); *Loricariichthys anus* (VALENCIENNES, 1836); *Trachelyopterus lucenai* BERTOLETTI *et al.*, 1995; e *Pachyurus bonariensis* STEINDACHNER, 1879.

Além da análise de parâmetros da biologia reprodutiva de peixes, são aplicados métodos e/ou critérios alternativos para a determinação do período reprodutivo e estimativa de tamanho de primeira maturação baseados exclusivamente em valores do Índice Gonadossomático (IGS).

A dissertação encontra-se dividida em dois capítulos: o capítulo 1 versa sobre o tamanho de primeira maturação, enquanto que no capítulo 2 são apresentadas as estimativas de período reprodutivo das espécies analisadas. Ambos os capítulos encontram-se formatados como artigos a serem submetidos para o periódico científico *Iheringia*, série zoologia, editado pela Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. Entretanto, para facilitar a leitura do texto, figuras e tabelas estão inseridas ao longo do trabalho.

**Estimativa de tamanho de primeira maturação a partir de dados de IGS: *Oligosarcus jenynsii*, *Oligosarcus robustus*, *Hoplias malabaricus*, *Cyphocharax voga*, *Astyanax fasciatus* (Characiformes), *Parapimelodus nigribarbis*, *Trachelyopterus lucenai*, *Hoplosternum littorale*, *Loricariichthys anus* (Siluriformes) e *Pachyurus bonariensis* (Perciformes) no Lago Guaíba e Laguna dos Patos, RS.**

MARQUES, Camilla da S.<sup>1</sup>; BRAUN, Aloisio S.<sup>2</sup>& FONTOURA, Nelson F.<sup>3</sup>

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Faculdade de Biociências, Laboratório de Ecologia Aquática, Av. Ipiranga, 6681, Prédio 12, Bloco C, sala 173, CEP 90619-900, Porto Alegre, RS, Brasil.

camilla.marques@ig.com.br<sup>1</sup>; alubraun@globo.com<sup>2</sup>; nfontoura@puccrs.br<sup>3</sup>

**Abstract**

Correct estimates of size at first maturity ( $L_{50}$ ) are necessary for fish stock management and different methods have been proposed. In this study we apply a modified logistic model to estimate the size at first maturity from Gonadosomatic Index (GSI) data. This research results from a monthly sample program carried in Lagoa do Casamento (November 2002 to April 2004) and Lago Guaíba (June 2005 to May 2006), Rio Grande do Sul. The specimens were sampled using gillnets of different mesh sizes net (30 meters long; 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60 e 70 mm between knots, 36 hours/month). The length of first maturation ( $L_{MAT}$ ) of each fish specie was estimated trough a modified logistic equation, adjusted from GSI data through Levenberg-Marquardt algorithm (SPSS 11.5):  $IGS_{MED} = IGS_{MIN} + (IGS_{MAX} - IGS_{MIN}) / (1 + \exp(-Tax * (L_{TOT} - L_{MAT})))$ ; where  $IGS_{MED}$  is the average GSI for females in each size class;  $IGS_{MIN}$  is the average GSI for juvenile females;  $IGS_{MAX}$  is the average GSI for adult females;  $Tax$  is the rate of changing from juvenile to adult;  $L_{TOT}$  is the average total length of each size class; and  $L_{MAT}$  is the length at first maturity. For species with small sample size to adjust the model, the first maturation were estimated as the total length of the smaller female with GSI equal or larger than 30% of the maximum registered GSI value for the specie ( $L_{MIN}$ ). The length of first maturation of *Oligosarcus jenynsii* was estimated in 16.2cm ( $L_{MAT}$ ; SE=0.167). For *Oligosarcus robustus* the reproductive activity starts at 21.4cm ( $L_{MAT}$ ; SE=0.463) of total length. The first maturation was determined in 13.9 cm ( $L_{MIN}$ ) for *Hoplias malabaricus* females. *Cyphocharax voga* starts to reproduce with 18.5cm ( $L_{MAT}$ ; SE=0.738) of total length. The length of first maturation for *Astyanax fasciatus* was estimated in 12.2cm ( $L_{MAT}$ ; SE=0.661). For *Pimelodus maculatus* females the reproductive activity starts with 18.0cm ( $L_{MIN}$ ). The first maturation was estimated at 8.0cm ( $L_{MIN}$ ) for *Parapimelodus nigribarbis*. *Hoplosternum littorale* starts to reproduce with 14.1cm ( $L_{MAT}$ ; SE=0.199). For *Loricariichthys anus* females, first maturation was estimated at 27.0cm ( $L_{MAT}$ ; SE=1.151). The length at which *Pachyurus bonariensis* starts his reproductive activity is 17.2cm ( $L_{MAT}$ ; SE=2.024). Finally, the first maturation for *Trachelyopterus lucenai* was estimated in 13.7cm ( $L_{MAT}$ ; SE=0.537).

**Key-words:** Fish, first maturity, Guaíba, Laguna dos Patos, Lagoa do Casamento.

## Resumo

Estimativas precisas do tamanho de primeira maturação ( $L_{50}$ ) são necessárias para políticas de preservação de recursos pesqueiros, sendo que diferentes abordagens têm sido propostas neste sentido. Neste trabalho aplicamos uma equação logística para estimativa do tamanho de primeira maturação a partir de dados de IGS. Para tal foram realizadas coletas mensais ao longo de dezoito meses (nov/2002 a abr/2004) na Lagoa do Casamento, braço nordeste da Laguna dos Patos, e doze meses (jun/2005 a mai/2006) no Lago Guaíba, em porção denominada Saco das Mulatas, empregando-se redes de espera de malhas diversificadas (30 metros de comprimento, malhas 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60 e 70 mm entre nós adjacentes, esforço de 36 horas/mês). O tamanho de primeira maturação ( $L_{MAT}$ ) de cada espécie analisada foi estimado através do ajuste de uma função logística modificada aos dados de comprimento total médio ( $L_{TOT}$ ) e IGS médio ( $IGS_{MED}$ ) através do algoritmo de Levenberg-Marquardt (SPSS 11.5):  $IGS_{MED} = IGS_{MIN} + (IGS_{MAX} - IGS_{MIN}) / (1 + \exp(-Tax * (L_{TOT} - L_{MAT})))$ ; onde  $IGS_{MED}$  é o IGS médio para fêmeas em cada intervalo de classe de comprimento;  $IGS_{MIN}$  é o IGS médio de fêmeas jovens;  $IGS_{MAX}$  é o IGS médio de fêmeas adultas;  $Tax$  é a velocidade com que as fêmeas passam do estágio jovem para o estágio adulto;  $L_{TOT}$  é o comprimento total médio de cada classe de comprimento e  $L_{MAT}$  é o tamanho de primeira maturação. Para espécies com insuficiência amostral para ajuste da função acima, o tamanho de primeira maturação foi determinado como o comprimento total do menor indivíduo capturado com IGS igual ou superior a 30% do maior valor de IGS registrado para as fêmeas de cada espécie ( $L_{MIN}$ ). O tamanho de primeira maturação estimado para *Oligosarcus jenynsii* foi de 16,2 cm ( $L_{MAT}$ ; EP=0,167). As fêmeas de *Oligosarcus robustus* iniciam a atividade reprodutiva aos 21,4 cm de comprimento total ( $L_{MAT}$ ; SE=0,463). Para *Hoplias malabaricus* a primeira maturação foi estimada em 13,9 cm ( $L_{MIN}$ ). Para as fêmeas do birú *Cyphocharax voga* o tamanho de primeira maturação foi determinado em 18,5 cm ( $L_{MAT}$ ; EP=0,738). Para *Astyanax fasciatus* a atividade reprodutiva inicia-se aos 12,2 cm de comprimento total ( $L_{MAT}$ ; EP=0,661). Para as fêmeas de *Pimelodus maculatus* a reprodução inicia-se aos 18,0 cm ( $L_{MIN}$ ) de comprimento total. Em *Parapimelodus nigribarbis* o tamanho de primeira maturação ocorre aos 8,0 cm de comprimento total ( $L_{MIN}$ ). Para as fêmeas do tamboatá *Hoplosternum littorale* a reprodução inicia-se aos 14,1 cm de comprimento total ( $L_{MAT}$ ; EP=0,199). O tamanho de primeira maturação para *Loricariichthys anus* foi estimado em 27,0 cm ( $L_{MAT}$ ; EP=1,151). Para *Pachyurus bonariensis* a atividade reprodutiva tem início aos 17,2 cm de comprimento total ( $L_{MAT}$ ; EP=2,024). Finalmente, para as fêmeas do bagre-sapo *T. lucenai* a primeira maturação foi estimada em 13,7 cm ( $L_{MAT}$ ; EP=0,537).

**Palavras-chave:** Peixes, primeira maturação, Guaíba, Laguna dos Patos, Lagoa do Casamento.

## INTRODUÇÃO

Estimativas precisas do tamanho de primeira maturação ( $L_{50}$ ), o comprimento no qual 50% da população encontra-se no estágio adulto, são necessárias para o manejo e conservação das espécies de peixes (HUNTER & MACEWICZ, 2003).

Diferentes métodos têm sido propostos para estimar o tamanho de primeira maturação. TRIPEL & HARVEY (1991) realizaram uma revisão neste sentido, avaliando seis diferentes abordagens. Entretanto, na maior parte dos métodos em uso, cada indivíduo, tem que, primeiramente, ser classificado como reprodutivo ou não-reprodutivo. Este reconhecimento é usualmente realizado de forma visual, e descrições subjetivas de aspectos macroscópicos de ovários e testículos, em diferentes estágios de desenvolvimento, têm sido publicadas (ex. GERRITSEN & MCGRATH, 2006). Uma abordagem, tal como a aplicação do Índice Gonadossomático (IGS), tem tido uso exclusivo para a definição de ciclos sazonais de reprodução.

Embora estejam disponíveis diferentes métodos, a grande maioria se utiliza a função logística para estimativa do tamanho de primeira maturação (ex: QUAATEY & MARAVELIAS, 1999; GONÇALVES & ERZINI, 2000; DADEBO *et al.*, 2003, LEWIS & FONTOURA, 2005; GERRITSEN & MCGRATH, 2006). Equações logísticas são amplamente utilizadas, pois estas funções matemáticas relativamente simples, podem simular uma curva normal cumulativa, onde o  $L_{50}$  corresponde à média da distribuição normal. Isto é, o  $L_{50}$  corresponde ao tamanho médio de um grupo etário quando este inicia a atividade reprodutiva pela primeira vez (comprimento médio do grupo etário no meio do período reprodutivo). O problema central é que, equações logísticas regulares, apresentam comportamento assintótico, isto é, estabilizam em um ou 100%. Ou seja, a partir de um

determinado tamanho todos os indivíduos devem ser corretamente identificados como adultos, sendo que isto, não se verifica para um conjunto considerável de espécies (TRIPPEL & HARVEY, 1991).

BRAUN (2005) aplicou uma metodologia expedita para estimativa de tamanho de primeira maturação de diversas espécies de peixes da Laguna dos Patos, considerando como adultos os animais cujos tamanhos fossem maiores ou iguais ao menor animal capturado com IGS individual superior a 30% do maior IGS registrado para a espécie. No trabalho referido acima, são apresentadas estimativas de tamanho de primeira maturação para *Oligosarcus jenynsii* (GÜNTER, 1864); *Oligosarcus robustus* MENEZES, 1969; *Hoplias malabaricus* (BLOCH, 1794); *Cyphocharax voga* (HENSEL, 1870); *Astyanax fasciatus* (CUVIER, 1819); *Pimelodus maculatus* LA CEPÈDE, 1803; *Parapimelodus nigribarbis* (BOULENGER, 1889); *Hoplosternum littorale* (HANCOCK, 1828); *Loricariichthys anus* (VALENCIENNES, 1836); *Trachelyopterus lucenai* BERTOLETTI *et al.*, 1995; e *Pachyurus bonariensis* STEINDACHNER, 1879.

O presente trabalho tem por finalidade aplicar uma nova abordagem para a estimativa do tamanho de primeira maturação de peixes, através do uso de IGS como marcador de status reprodutivo, mas aplicando-se uma curva logística de assíntota variável. Para fins comparativos serão utilizadas as mesmas espécies de peixes consideradas como dominantes da Laguna dos Patos segundo BRAUN (2005).

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado através de amostragens realizadas no Saco das Mulatas, situado na margem oeste do Lago Guaíba (figura 1). Para efeito de análise, foram incorporados os dados de BRAUN (2005), obtidos na Lagoa do Casamento.

A Laguna dos Patos pode ser dividida em cinco unidades biológicas, representadas pelo corpo central lagunar, o lago Guaíba, enseada de Tapes, lagoa do Casamento, e a região estuarina.

O lago Guaíba é o maior contribuinte de água doce ao sistema Patos, porém a dinâmica de fluxo e a qualidade da água do lago flutuam de forma significativa. A região norte do lago Guaíba é delimitada por um delta, como resultado da deposição de grande quantidade de sedimento transportado por seus principais tributários (rios Jacuí, Sinos, Caí e Gravataí) que têm a sua energia de fluxo dissipada ao entrar na bacia (ASMUS, 1998).

O lago Guaíba ocupa uma superfície alagada de aproximadamente 468 km<sup>2</sup> e profundidades registradas de até 64 metros no canal de navegação, sendo que na maior parte de sua extensão, as profundidades não ultrapassam 3 metros. Possui extensão de 50 km de comprimento e largura variando de 1 a 20 km. Sua bacia de drenagem é de 88.000 km<sup>2</sup> abrangendo cerca de 30% do Estado do Rio Grande do Sul (BENDATI, 1994; LERSCH *et al.*, 1999; KNIPPLING, 2002).

A Lagoa do Casamento, onde foram efetuadas as amostragens de BRAUN (2005), apresenta uma superfície alagada de aproximadamente 272 km<sup>2</sup>, possuindo profundidades de até 4,1 metros (VILLWOCK, 1977). Recebe as drenagens dos rios Capivari e Palmares,

através de sua porção norte, bem como possui comunicação com três lagoas marginais: lagoa da Bonifácia, lagoa Araçá e lagoa dos Gateados.

Foram efetuadas coletas mensais ao longo de 17 meses (novembro de 2002 a abril de 2004, exceto outubro de 2003) na Lagoa do Casamento (dados de BRAUN, 2005) e ao longo de 12 meses (junho de 2005 a maio de 2006) no lago Guaíba, em localidade denominada de Saco das Mulatas (figura 1).

Em ambas as localidades, os peixes foram capturados através de um conjunto variado de redes de espera com 30 metros de comprimento e malhas de 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60 e 70 mm, entre nós adjacentes. As redes foram colocadas às 16 horas e retiradas às 10 horas do dia seguinte, permanecendo na água durante 18 horas. Os indivíduos capturados foram selecionados por arte de pesca e malha, sendo fixados em formol 4% depois de mortos por asfixia. Indivíduos de maior porte (> 25cm) receberam injeções (5mL) de formol a 40% diretamente na cavidade visceral.

Em laboratório os animais foram triados por espécie, medidos (comprimento total) com ictiômetro de precisão 1 mm e pesados em balança semi-analítica Marte de precisão 0,01g. Cada animal capturado foi aberto com incisão abdominal para a extração das gônadas, as quais foram pesadas em balança analítica Bel de precisão 0,0001g. Para cada indivíduo eviscerado foi calculado o Índice Gonadossomático (IGS):  $IGS = (Wg/Wt) \cdot 100$ , onde  $Wg$  é o peso da gônada (g);  $Wt$  é o peso total do indivíduo. Os indivíduos de cada espécie foram agrupados por intervalos de classe de comprimento total (1cm), calculando-se, para cada intervalo, o comprimento total médio e o IGS médio.

O tamanho de primeira maturação ( $L_{MAT}$ ) de cada espécie analisada foi estimado através de metodologia original, envolvendo a aplicação direta de uma função logística

modificada aos dados de comprimento total médio ( $L_{TOT}$ ) e IGS médio ( $IGS_{MED}$ ), através do algoritmo de Levenberg-Marquardt (SPSS 11.5):

$$IGS_{MED} = IGS_{MIN} + (IGS_{MAX} - IGS_{MIN}) / (1 + \exp(-Tax * (L_{TOT} - L_{MAT})))$$

onde:

$IGS_{MED}$  é o IGS médio para fêmeas em cada intervalo de classe de comprimento;

$IGS_{MIN}$  é o IGS médio das fêmeas jovens;

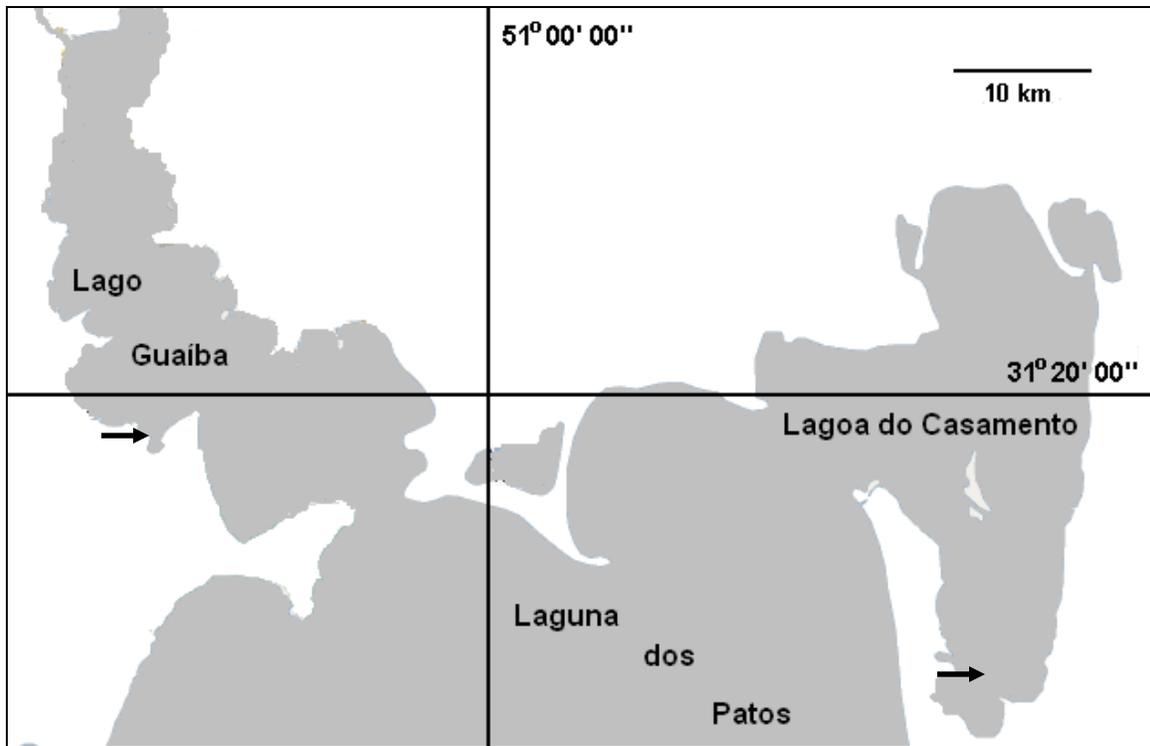
$IGS_{MAX}$  é o IGS médio das fêmeas adultas;

$Tax$  é a velocidade com que as fêmeas passam do estágio jovem para o estágio adulto;

$L_{TOT}$  é o comprimento total médio de cada classe de comprimento;

$L_{MAT}$  é o tamanho de primeira maturação.

Para espécies com insuficiência amostral para aplicação da função acima, o tamanho de primeira maturação foi determinado como o comprimento total do menor indivíduo capturado com IGS igual ou superior a 30% do maior valor de IGS registrado para as fêmeas de cada espécie ( $L_{MIN}$ ), atualizando-se as estimativas propostas por BRAUN (2005).



**Figura 1:** Mapa parcial da bacia da Laguna dos Patos. As setas indicam os locais de amostragem no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento. Fonte: GOOGLEMAP (2006)

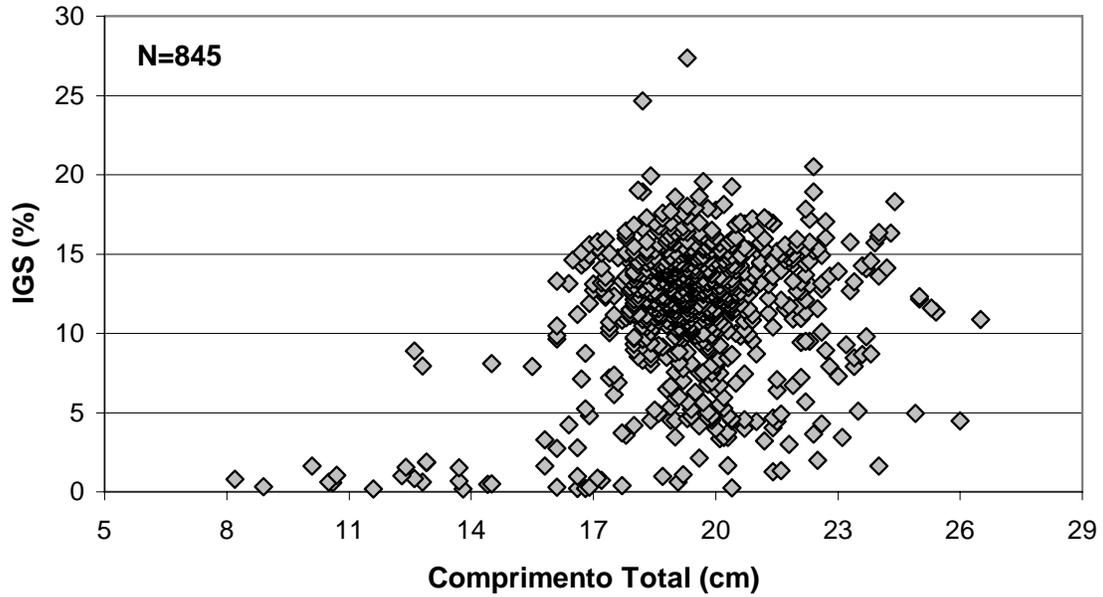
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Oligosarcus jenynsii* (GÜNTER, 1864)

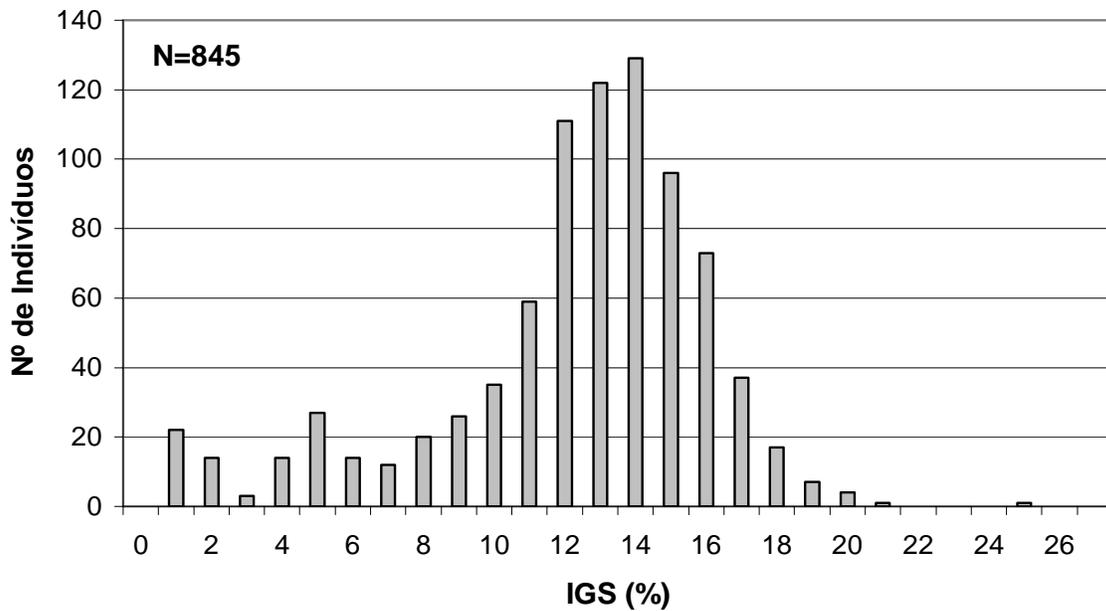
Foi capturado um total de 721 fêmeas no Lago Guaíba e 124 na Lagoa do Casamento, com comprimentos totais variando de 8,2cm a 26,5cm. O maior valor de IGS verificado para as fêmeas da espécie foi de 27,3% do peso total (figura 2). O tamanho do menor animal considerado como reprodutivo segundo critério proposto por BRAUN (2005), foi de 12,6 cm de comprimento total.

Através da distribuição de freqüências de valores de IGS por classe de comprimento, observamos uma concentração de capturas de fêmeas com valores de IGS entre 11% e 16% (figura 3), indicando que grande parte das fêmeas da espécie estavam em atividade reprodutiva durante o processo amostral.

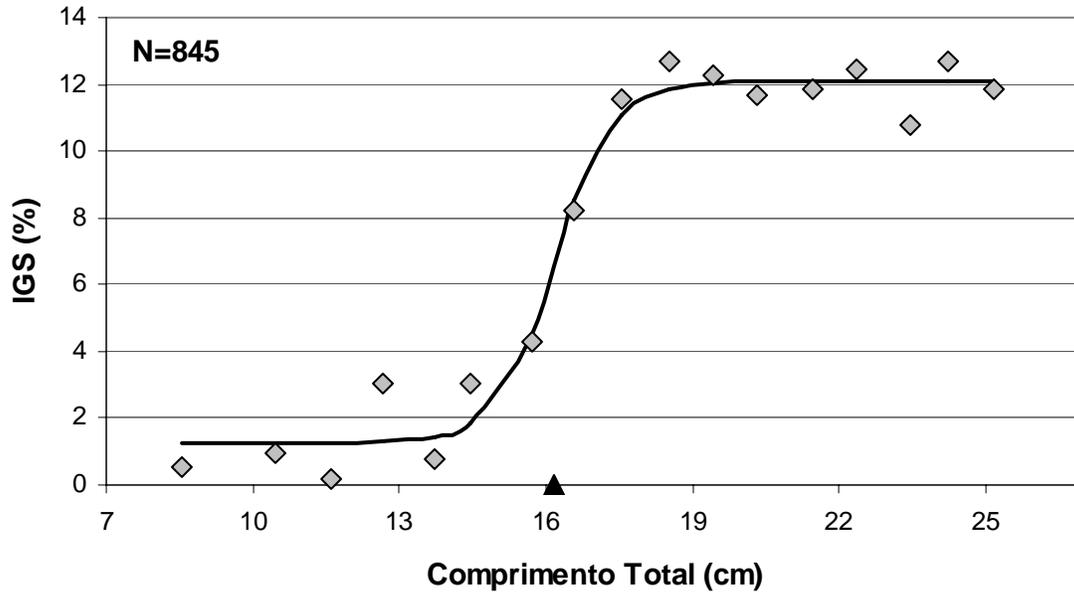
A curva de IGS médio por classe de comprimento (figura 4) apresenta um comportamento perfeitamente sigmóide, estimando-se o tamanho de primeira maturação ( $L_{MAT}$ ) em 16,2cm (SE=0,167) com um IGS médio das fêmeas adultas ( $IGS_{MAX}$ ) de 12,1% (SE=0,321). Ou seja, 16,2 cm compreende o comprimento total médio com que os indivíduos da população atingem um IGS equivalente à metade do IGS médio máximo de animais adultos. O IGS médio de animais jovens ( $IGS_{MIN}$ ) foi estimado em 1,2% (SE=0,398) e o valor da taxa de mudança de estado ( $Tax$ ) para a espécie foi estimado em 1,7 (SE=0,449), representando a velocidade relativa com que as fêmeas passam do estágio jovem para o estágio adulto.



**Figura 2:** Distribuição de valores individuais de IGS em função do comprimento total das fêmeas de *Oligosarcus jenynsii* no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul.



**Figura 3:** Distribuição de frequências por intervalo de classe de IGS das fêmeas de *Oligosarcus jenynsii* no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul.



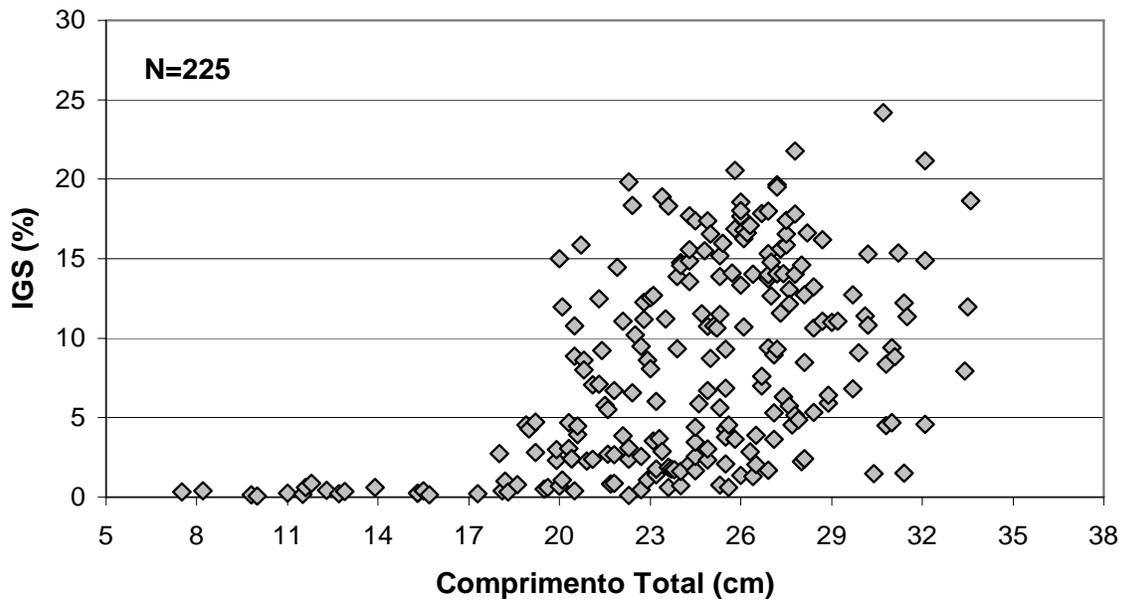
**Figura 4:** Distribuição dos valores médios de IGS em função do comprimento total médio das fêmeas de *Oligosarcus jenynsii* no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul, com ajuste de função logística para estimativa do tamanho de primeira maturação ( $L_{MAT}$ , ▲).

### *Oligosarcus robustus* MENEZES, 1969

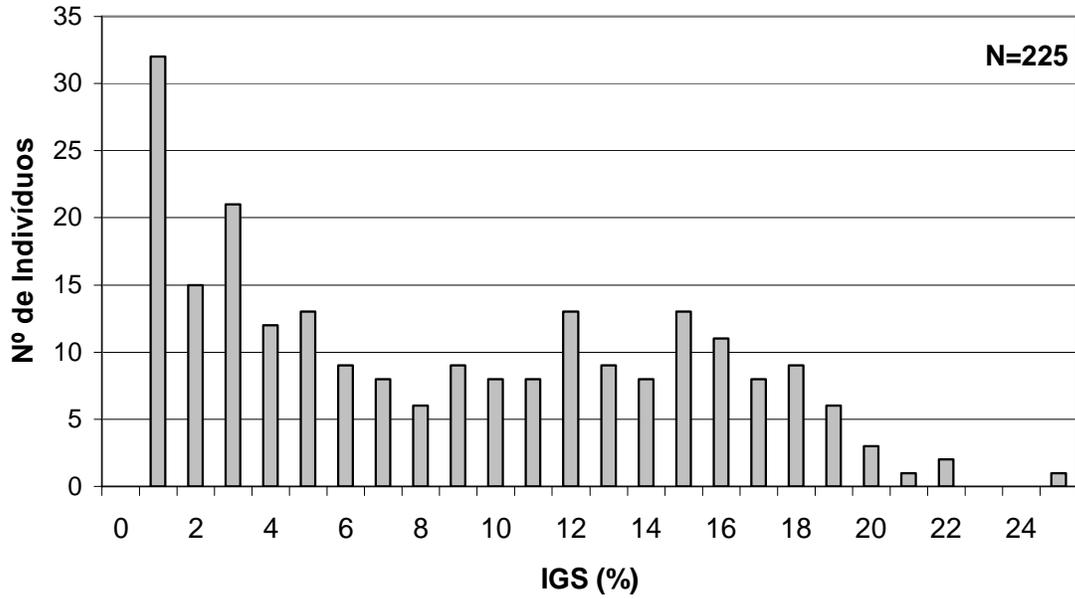
Foram coletadas 75 fêmeas no Lago Guaíba e 150 na Lagoa do Casamento, sendo o menor indivíduo capturado com 7,5cm e o maior com 33,6cm (figura 5). A menor fêmea adulta capturada ( $L_{MIN}$ ) de *O. robustus* apresentava 20cm de comprimento total, e fêmeas com IGS a partir de 7,3% foram consideradas como reprodutivas segundo critério de BRAUN (2005).

A distribuição de frequência em função dos valores de IGS das fêmeas mostrou certa variabilidade na captura dos indivíduos, mas com frequências de captura semelhantes em praticamente todas as classes de IGS (figura 6).

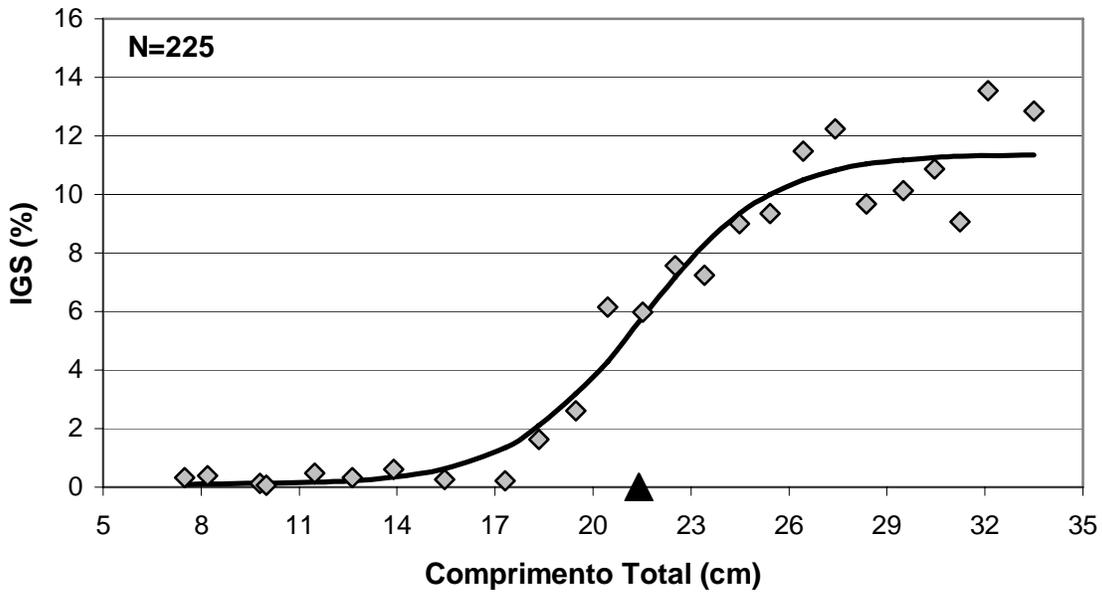
Aplicado o método proposto para estimativa de tamanho de primeira maturação, encontrou-se  $L_{MAT}$  em 21,4cm (SE=0,463; figura 7). O IGS médio para as fêmeas adultas da espécie é de 11,3% ( $IGS_{MAX}$ ; SE=0,496). O IGS médio de animais jovens foi estimado em 0,10% ( $IGS_{MIN}$ ; SE=0,439) e o valor que expressa a rapidez com que as fêmeas da espécie transitam do estágio jovem para o estágio adulto, ( $Tax$ ), foi de 0,50 (SE = 0,100).



**Figura 5:** Distribuição de valores individuais de IGS em função do comprimento total das fêmeas de *Oligosarcus robustus* no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul.



**Figura 6:** Distribuição de freqüências por intervalo de classe de IGS das fêmeas de *Oligosarcus robustus* no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul.



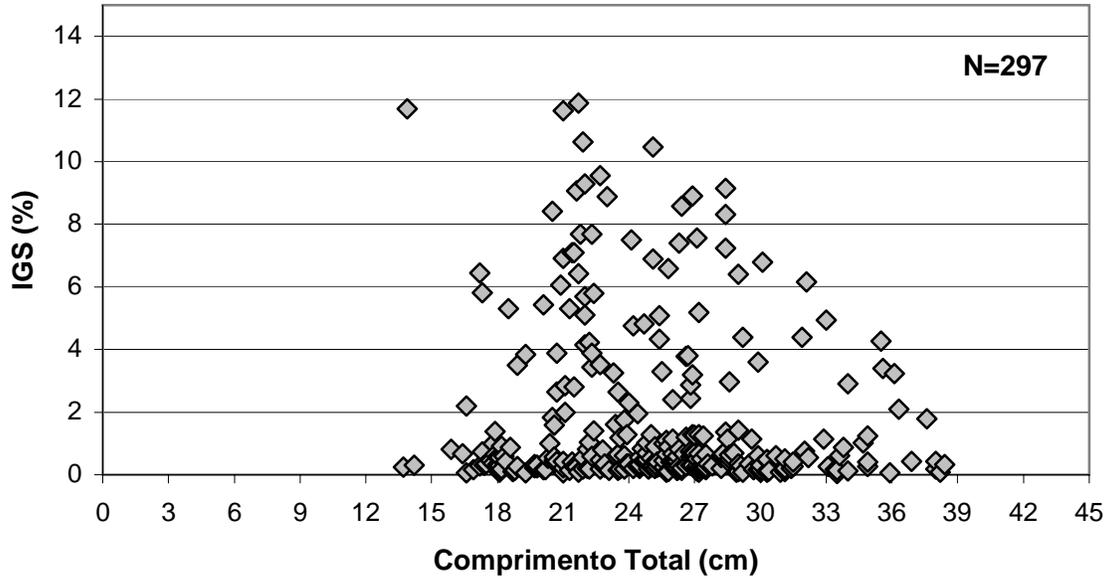
**Figura 7:** Distribuição dos valores médios de IGS em função do comprimento total médio das fêmeas de *Oligosarcus robustus* no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul, com ajuste de função logística para estimativa do tamanho de primeira maturação ( $L_{MAT}$ , ▲).

### *Hoplias malabaricus* (BLOCK, 1794)

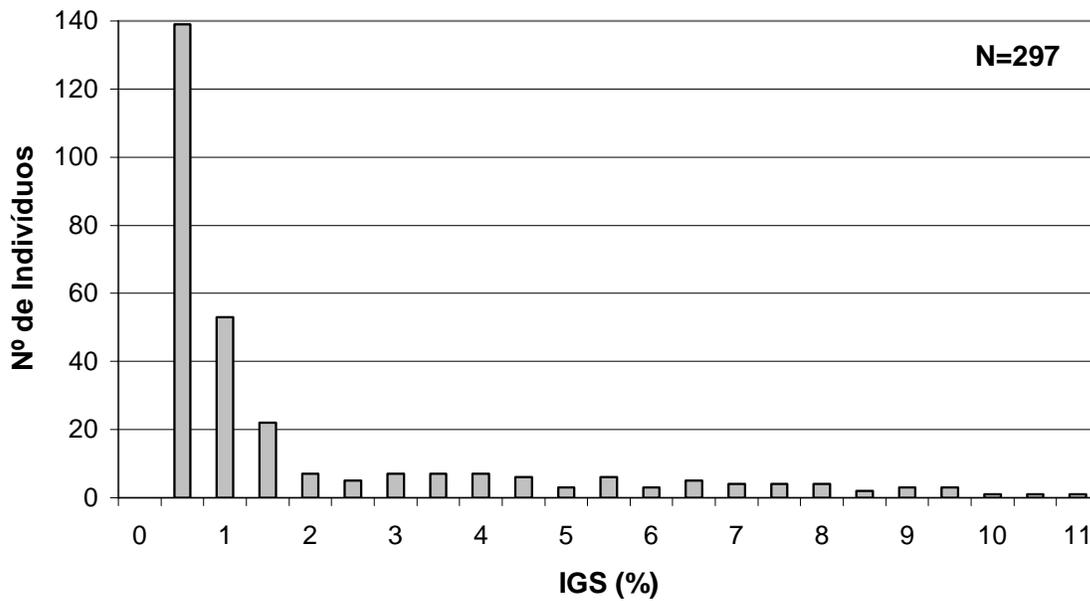
Foram capturadas fêmeas com comprimentos totais entre 13,7cm e 38,4cm, em um total de 214 indivíduos coletados na Lagoa do Casamento e 83 no Lago Guaíba. Os maiores índices de IGS registrados para as fêmeas da traíra *H. malabaricus* foram de aproximadamente 12% (figura 8).

Ao observarmos o gráfico de distribuição de frequência de indivíduos IGS por classe de IGS das fêmeas de *H. malabaricus* (figura 9), verificamos que a maior parte das capturas incidiu sobre animais não reprodutivos, com valores de IGS de até 1,5%. Entretanto, mesmo a menor fêmea capturada, com 13,9cm de comprimento total, já apresentava IGS de 11,8%, sendo este o tamanho estimado para a primeira maturação através do método  $L_{MIN}$  (BRAUN, 2005).

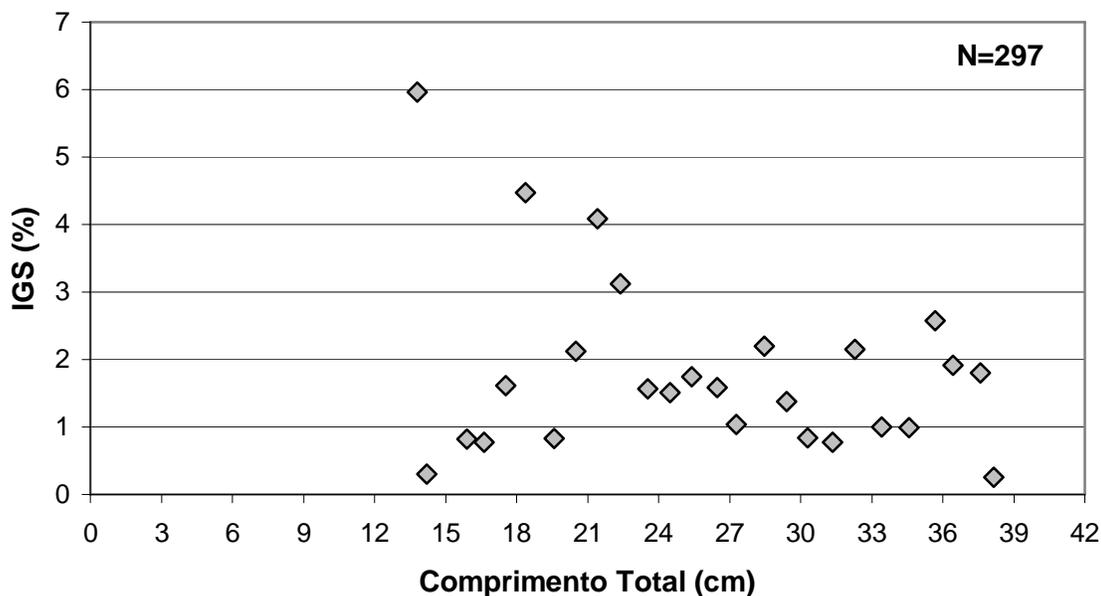
Em face da grande captura de fêmeas não reprodutivas e da seletividade do processo amostral, sendo que não foram capturadas fêmeas menores que 13,9cm, não se identificou um padrão sigmóide na distribuição dos valores de IGS médio em função do comprimento total (Figura 10). Desta forma, não foi possível a estimativa de  $L_{MAT}$  segundo o modelo proposto.



**Figura 8:** Distribuição de valores individuais de IGS em função do comprimento total das fêmeas de *Hoplias malabaricus* no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul.



**Figura 9:** Distribuição de freqüências por intervalo de classe de IGS das fêmeas de *Hoplias malabaricus* (n=297) no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul.



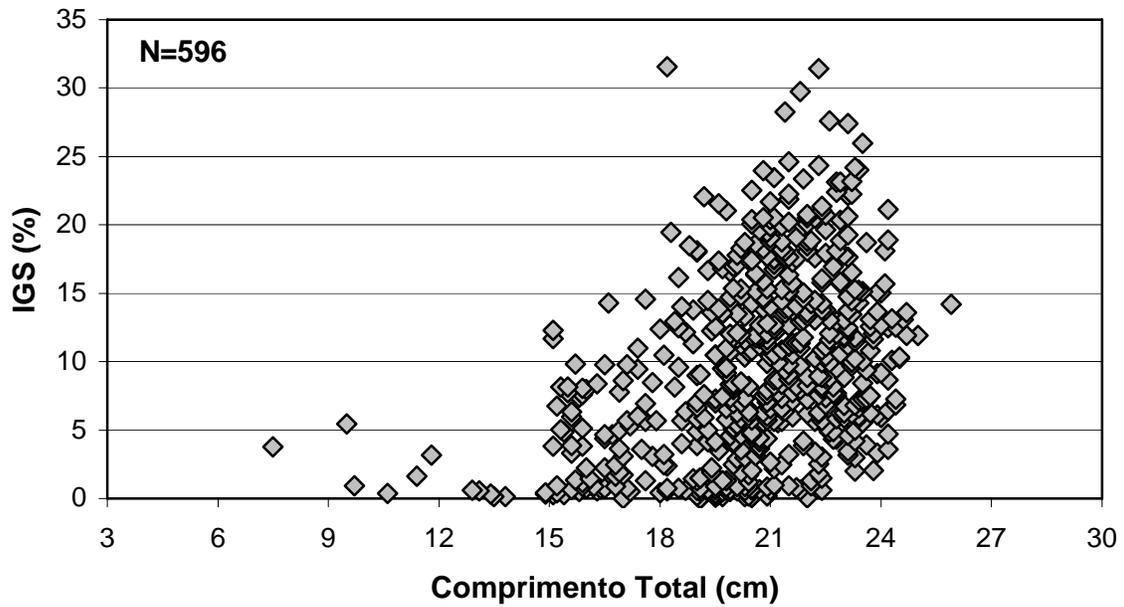
**Figura 10:** Distribuição dos valores médios de IGS em função do comprimento total médio das fêmeas de *Hoplias malabaricus* (n=297) no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul, sem o ajuste de função logística para estimativa do tamanho de primeira maturação ( $L_{MAT}$ ).

### *Cyphocharax voga* (HENSEL, 1870)

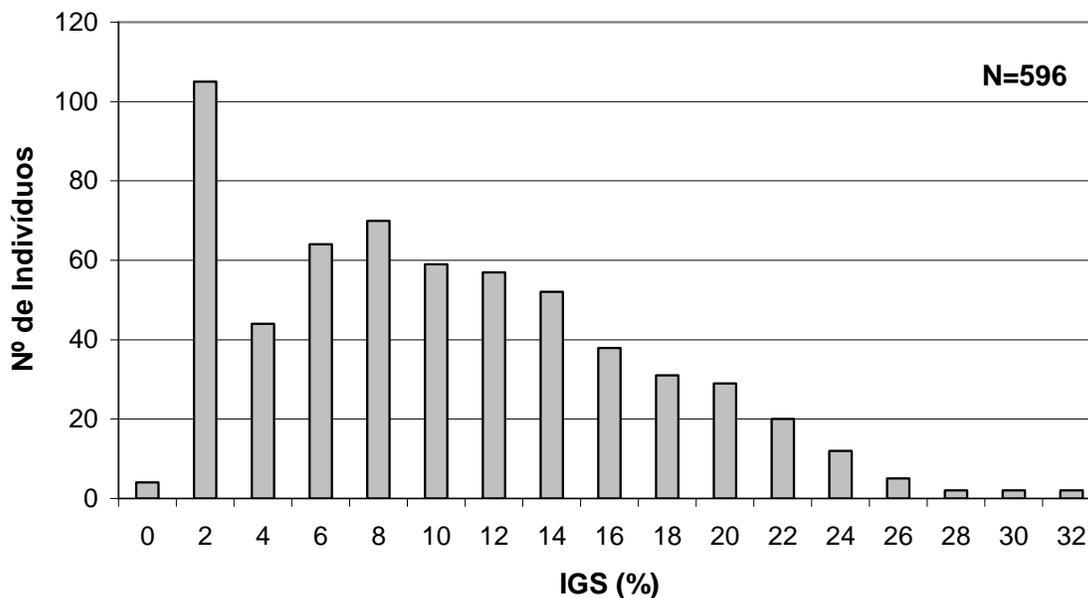
Fêmeas do birú *C. voga* foram capturadas com comprimentos totais entre 7,5cm e 25,9cm, totalizando 370 fêmeas capturadas na Lagoa do Casamento e 226 no Lago Guaíba. O maior valor encontrado de IGS para as fêmeas da espécie foi de 31,5%. Foram consideradas como reprodutivas, através da estimativa de tamanho de primeira maturação pelo método  $L_{MIN}$  (BRAUN, 2005), as fêmeas com IGS acima de 9,4%. Segundo este método, as fêmeas da espécie iniciam sua maturação com 15,1cm (figura 11).

Através da análise da frequência de indivíduos por classes de IGS (figura 12), observamos que foram capturadas fêmeas, em frequências relativamente altas, em todas as fases de desenvolvimento gonadal. Aplicando-se o método proposto, estimou-se  $L_{MAT}$

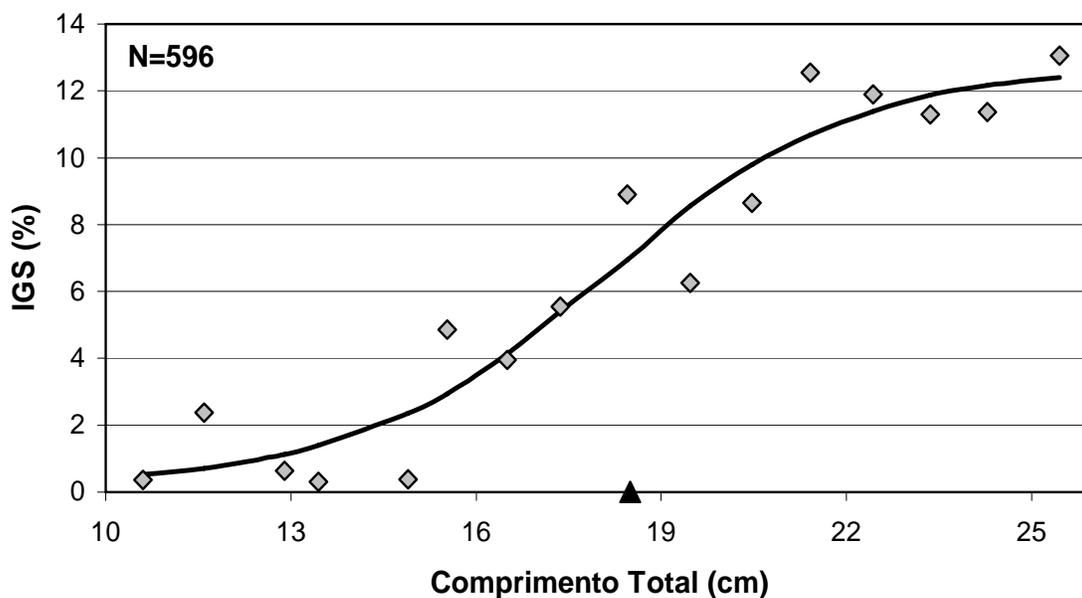
em 18,5cm (SE=0,738). O IGS médio das fêmeas adultas (**IGS<sub>MAX</sub>**) foi o maior encontrado entre todas as espécies analisadas (12,3%; SE=1,225) e o IGS médio dos animais jovens (**IGS<sub>MIN</sub>**) foi estimado em 1,6% (SE=0,801; **Tax**=0,60; SE=0,257; figura 13).



**Figura 11:** Distribuição de valores individuais de IGS em função do comprimento total das fêmeas de *Cyphocharax voga* (n=596) no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul.



**Figura 12:** Distribuição de frequências por intervalo de classe de IGS das fêmeas de *C. voga* (n=596) no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul.



**Figura 13:** Distribuição dos valores médios de IGS em função do comprimento total médio das fêmeas de *C. voga* (n=596) no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul, com o ajuste de função logística para estimativa do tamanho de primeira maturação ( $L_{MAT}$ , ▲).

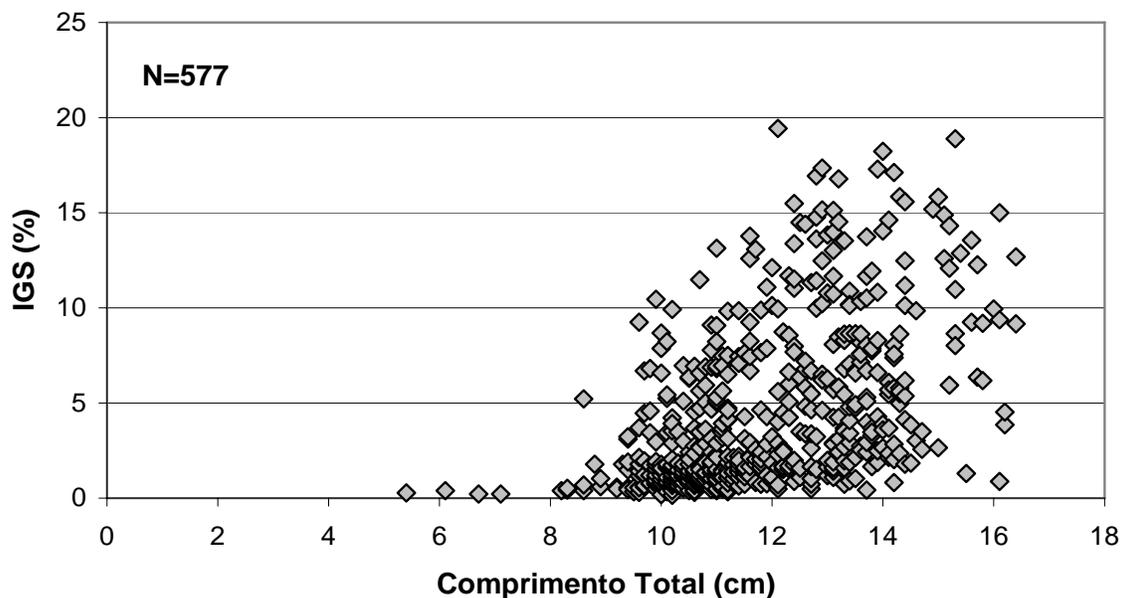
### *Astyanax fasciatus* (CUVIER, 1819)

Foram capturadas fêmeas de *Astyanax fasciatus* com comprimentos totais variando entre 5,4cm e 16,4cm, com captura total de 116 indivíduos no Lago Guaíba e 461 na Lagoa do Casamento.

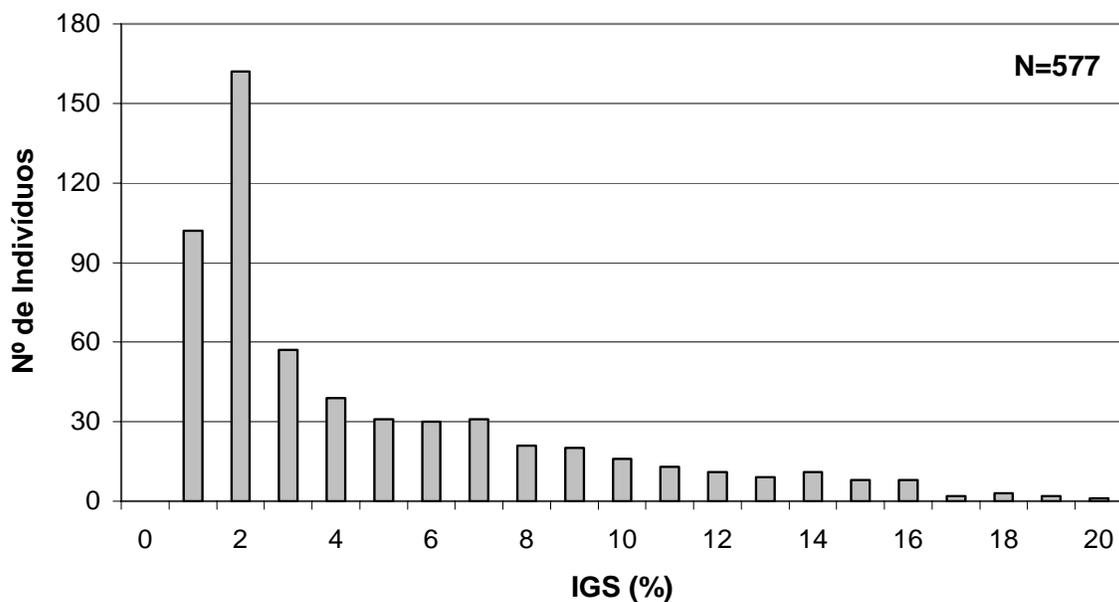
O valor máximo de IGS identificado para as fêmeas da espécie foi de 19,4% do peso corporal total. O tamanho de primeira maturação ( $L_{MIN}$ , BRAUN, 2005), considerando como o comprimento da menor fêmea com IGS igual ou superior a 30% do IGS máximo registrado para a espécie foi estimado em 9,6cm (figura 14).

Analisando-se a distribuição de frequência por classe de IGS (figura 15), podemos observar uma captura preponderante de animais não reprodutivos, com IGS entre 1% e 2%, embora animais em todas as fases de desenvolvimento gonadal tenham sido capturados.

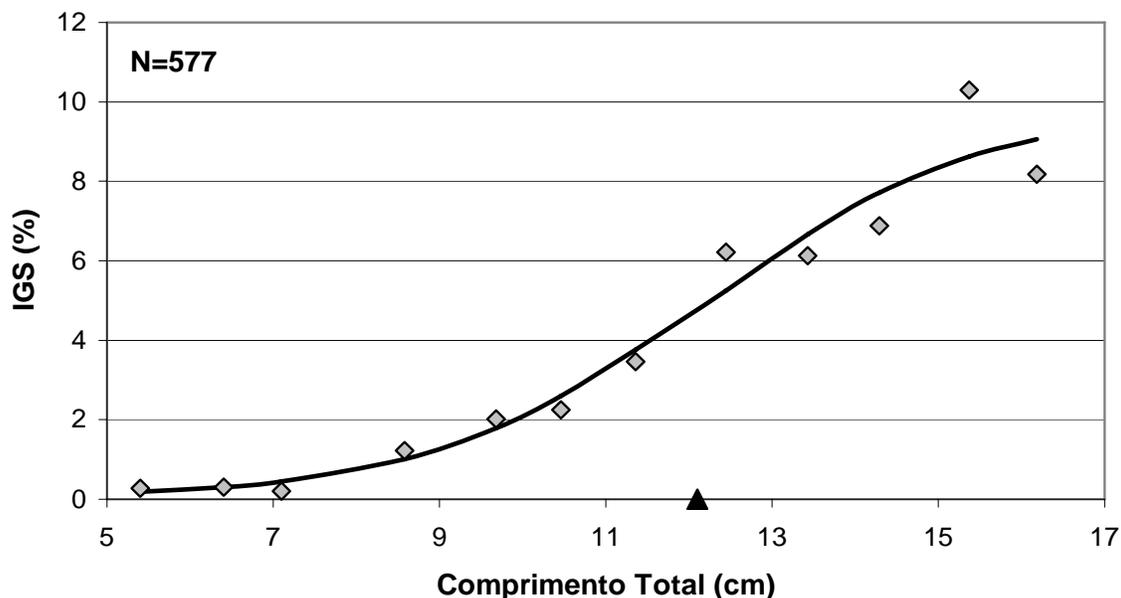
Através do método proposto ( $L_{MAT}$ ), estimou-se a primeira maturação em 12,2cm (SE = 0,661) (figura 16). O IGS médio das fêmeas consideradas adultas ( $IGS_{MAX}$ ) foi de 9,8% (SE=1,538). O IGS médio das fêmeas jovens ( $IGS_{MIN}$ ) foi determinado em 3,6% (SE=0,728). O **Tax** encontrado para a espécie foi de 0,60 (SE=0,236).



**Figura 14:** Distribuição de valores individuais de IGS em função do comprimento total das fêmeas de *Astyanax fasciatus* (N=577) no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul.



**Figura 15:** Distribuição de freqüências por intervalo de classe de IGS das fêmeas de *Astyanax fasciatus* (n=577) no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul.



**Figura 16:** Distribuição dos valores médios de IGS em função do comprimento total médio das fêmeas de *Astyanax fasciatus* (n=577) no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul, com ajuste da função logística para estimativa do tamanho de primeira maturação ( $L_{MAT}$ , ▲).

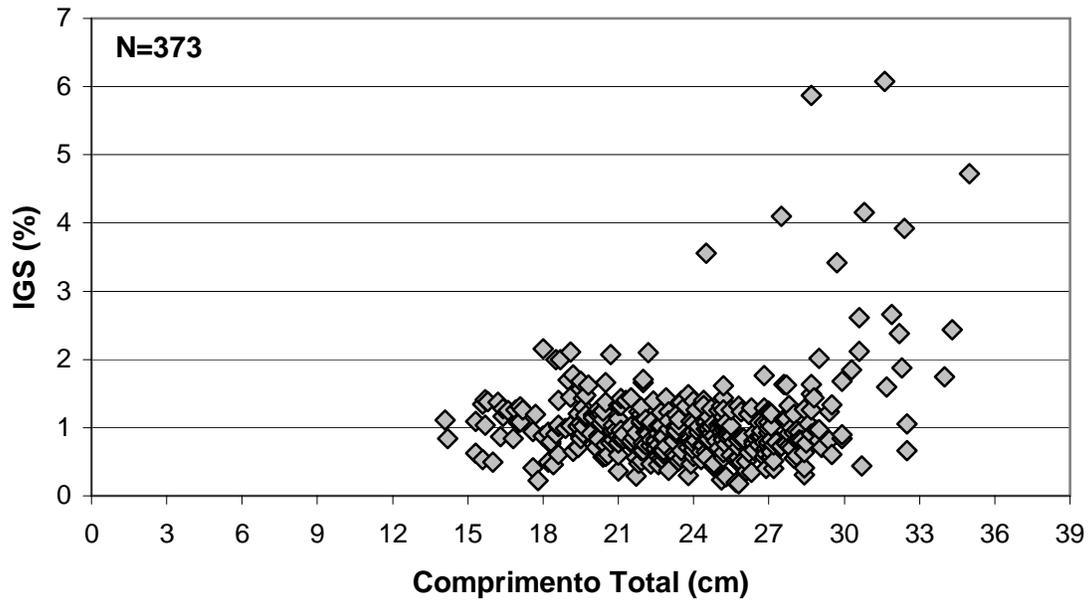
### *Pimelodus maculatus* LA CEPÈDE, 1803

Foram capturadas um total de 213 fêmeas de *P. maculatus* na Lagoa do Casamento e 160 no Lago Guaíba, com comprimentos totais entre 14 e 35cm.

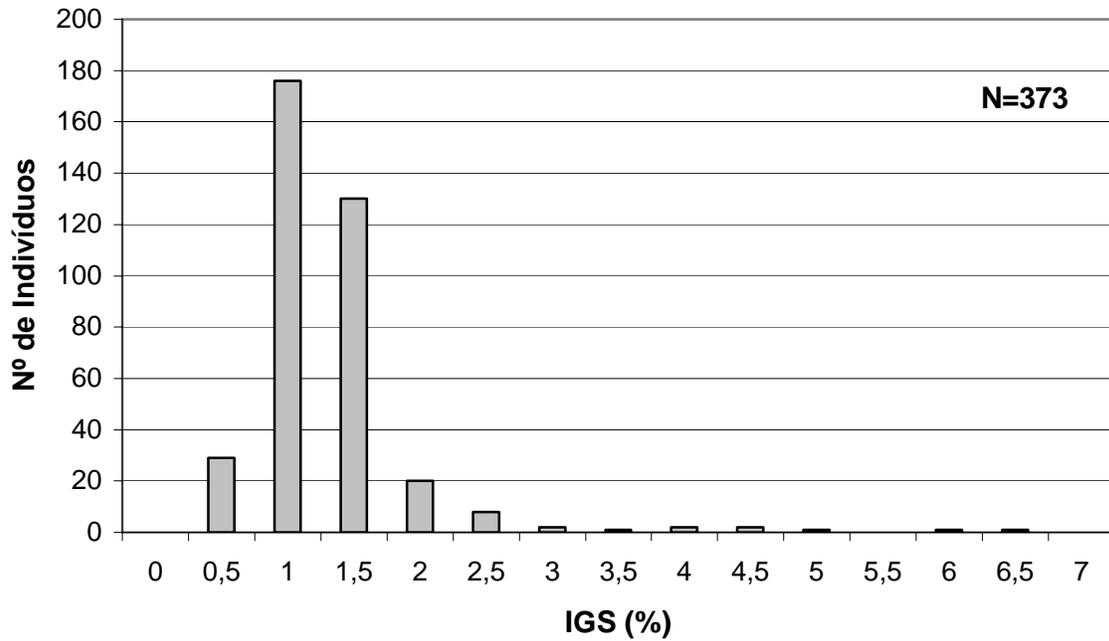
O maior valor de IGS registrado para as fêmeas do Pintado foi de 6,1%. Considerando como  $L_{MIN}$  o tamanho da menor fêmea com IGS igual ou superior a 30% do maior IGS verificado para a espécie (1,8%; BRAUN, 2005), o tamanho proposto para a primeira maturação foi de 18cm de comprimento total (figura 17).

Ao analisarmos a figura 18 observamos que 95% dos indivíduos coletados apresentaram valores de IGS de até 2%, caracterizando a amostragem preponderante de indivíduos jovens ou imaturos. Face ao pequeno número de indivíduos reprodutivos

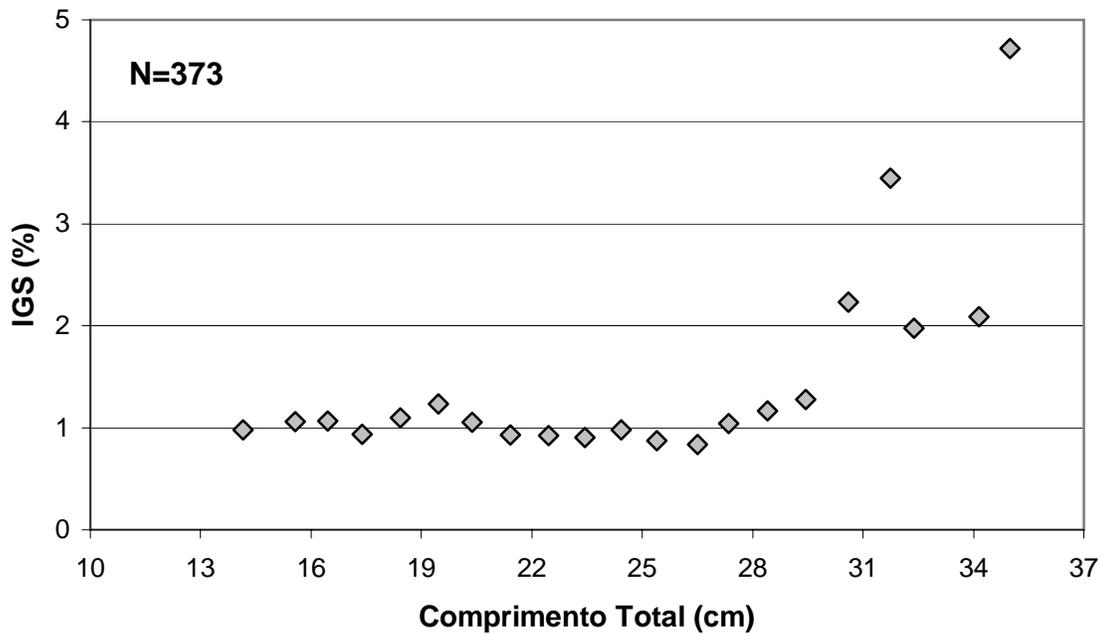
capturados, não foi possível a aplicação da metodologia proposta para estimativa do tamanho de primeira maturação de *P. maculatus* ( $L_{MAT}$ ), já que não houve padrão sigmóide na distribuição do IGS médio por classe de comprimento total (figura 19).



**Figura 17:** Distribuição de valores individuais de IGS em função do comprimento total das fêmeas de *Pimelodus maculatus* no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul.



**Figura 18:** Distribuição de freqüências por intervalo de classe de IGS das fêmeas de *Pimelodus maculatus* no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul.



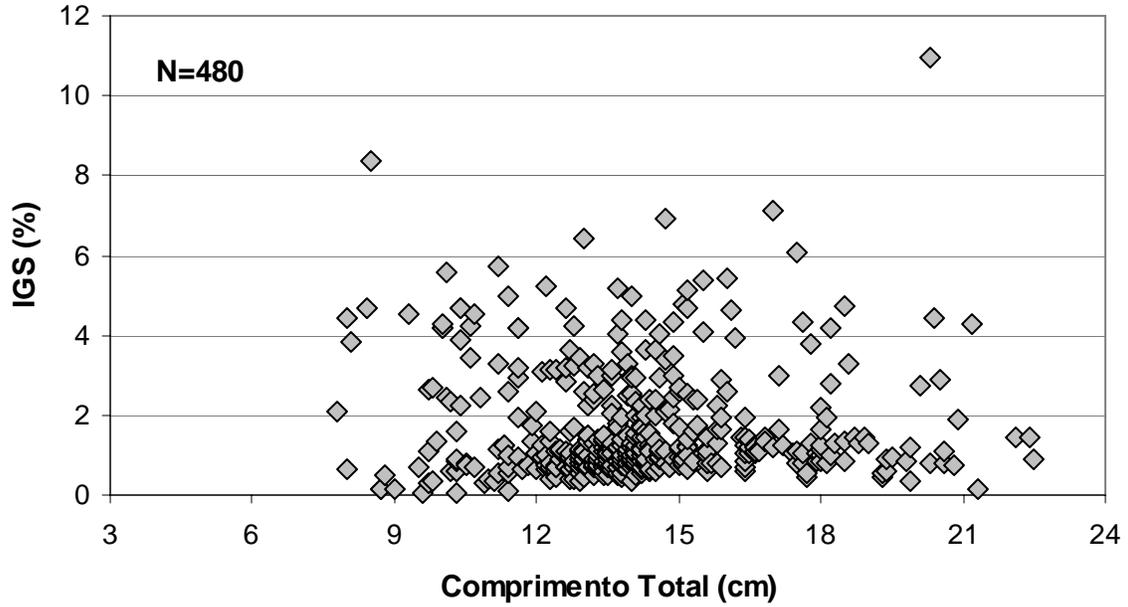
**Figura 19:** Distribuição dos valores médios de IGS em função do comprimento total médio das fêmeas de *Pimelodus maculatus* no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul, sem o ajuste de função logística para estimativa do tamanho de primeira maturação ( $L_{MAT}$ ).

***Parapimelodus nigribarbis* (BOULENGER, 1889)**

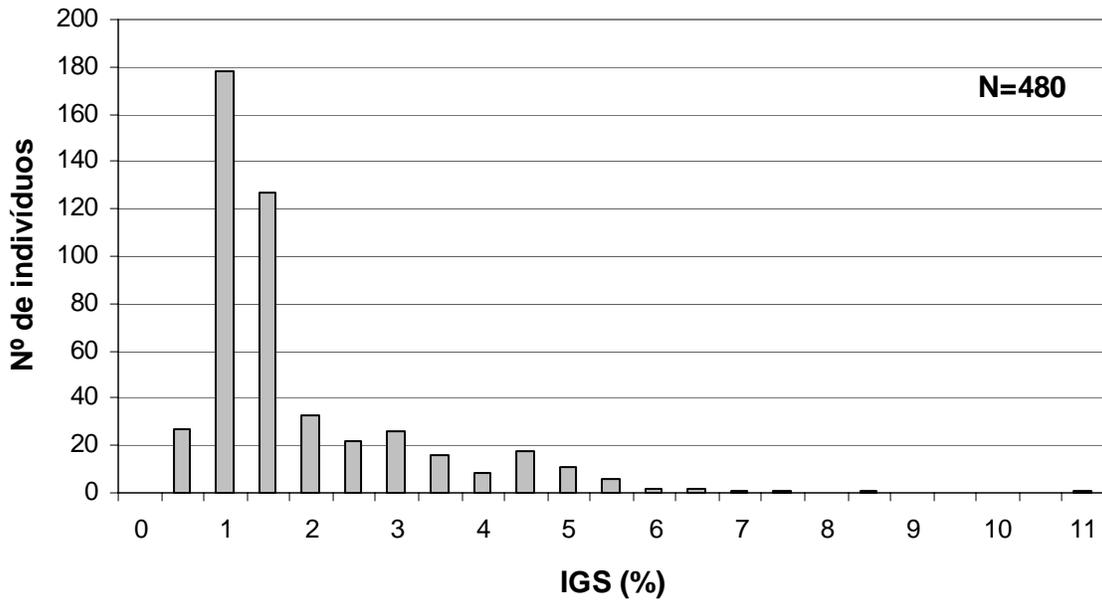
Ao todo foram coletadas 291 fêmeas no Lago Guaíba juntamente com 189 na Lagoa do Casamento. Estas fêmeas possuíam comprimentos totais que variavam de 7,8cm a 22,5cm. O maior valor de IGS registrado para as fêmeas do Mandi *P. nigribarbis* foi de 11% do peso corporal total. Utilizando-se o critério do  $L_{MIN}$  (BRAUN, 2005) para definição do tamanho de primeira maturação gonadal, estimou-se o início da atividade reprodutiva aos 8,0cm de comprimento total (figura 20).

Analisando-se o gráfico de distribuição de frequências por intervalo de classe de IGS (Figura 21), observou-se uma baixa abundância de indivíduos com valores de IGS mais elevados.

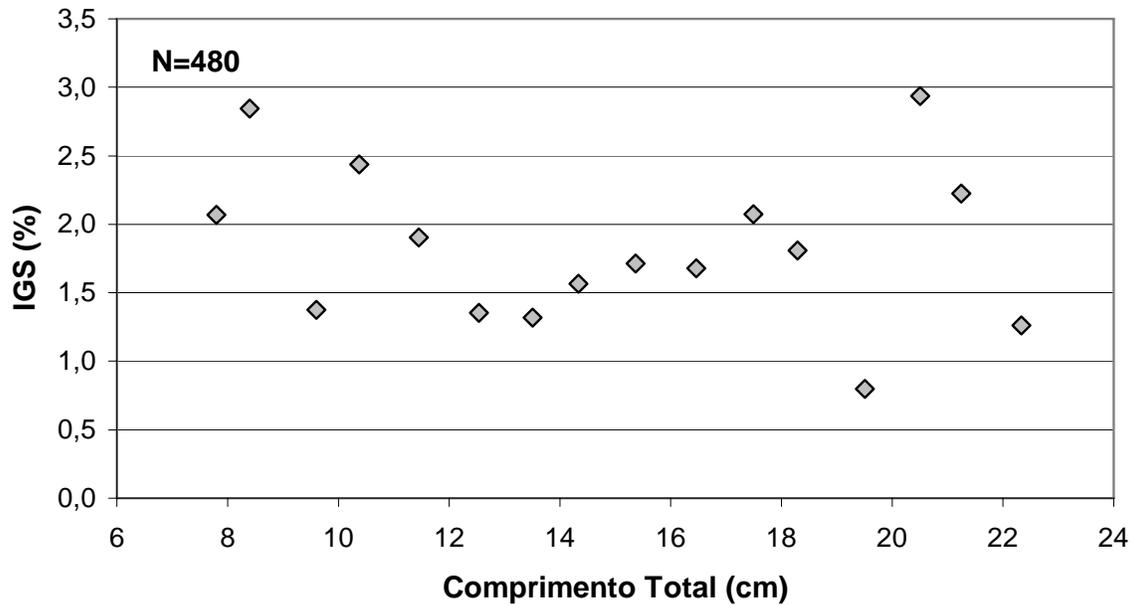
Como ocorrido com *H. malabaricus*, não foi possível aplicar o método  $L_{MAT}$  de estimativa para tamanho de primeira maturação, já que os menores animais capturados pelas artes de pesca empregadas já estavam em processo reprodutivo (figura 22).



**Figura 20:** Distribuição de valores individuais de IGS em função do comprimento total das fêmeas de *Parapimelodus nigribarbis* no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul.



**Figura 21:** Distribuição de freqüências por intervalo de classe de IGS das fêmeas de *Parapimelodus nigribarbis* no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul.



**Figura 22:** Distribuição dos valores médios de IGS em função do comprimento total médio das fêmeas de *Parapimelodus nigribarbis* no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul, sem o ajuste de função logística para estimativa do tamanho de primeira maturação ( $L_{MAT}$ ).

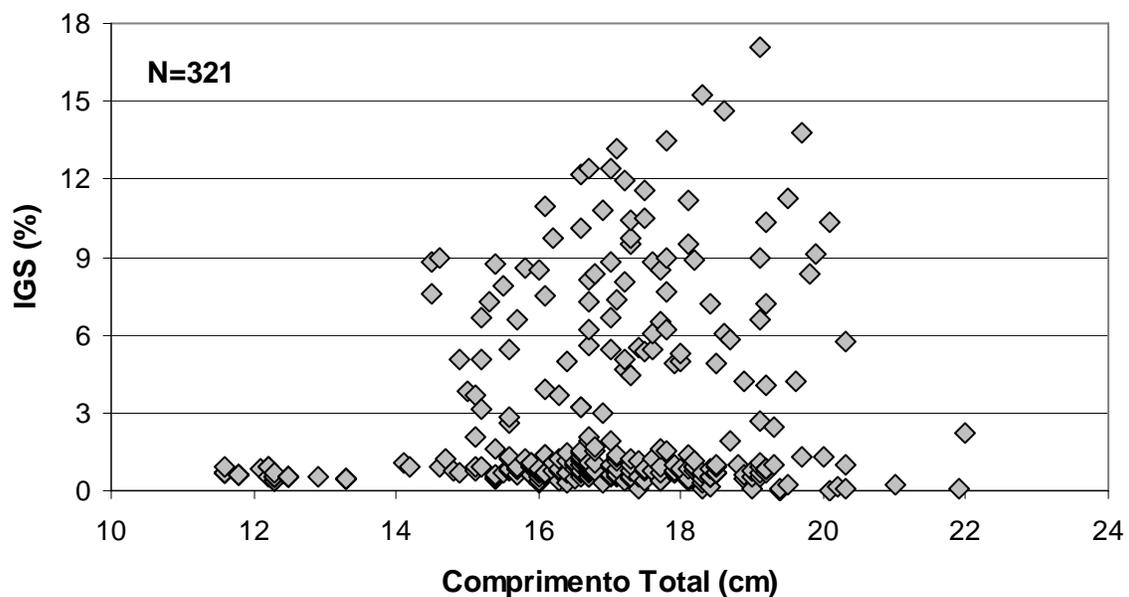
### *Hoplosternum littorale* (HANCOCK, 1828)

Foram coletadas 196 fêmeas de *H. littorale* na Lagoa do Casamento e 125 no Lago Guaíba. A menor fêmea apresentava 11,6cm e a maior 22,0cm de comprimento total (figura 23). O valor de IGS mais alto registrado para a espécie foi de 17,1% do peso corporal total, sendo o tamanho da primeira maturação estimado em 14,5cm, através do método  $L_{MIN}$  (BRAUN, 2005).

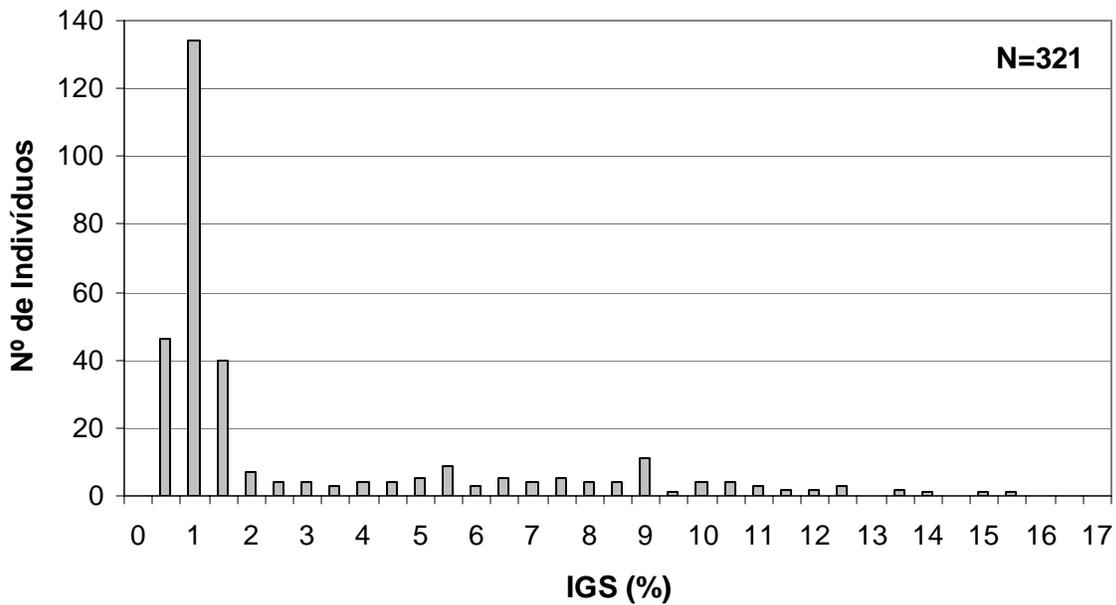
Ao analisarmos a figura 24 podemos observar que a maior parte das fêmeas foi capturada em estado não reprodutivo, com valores de IGS de até 1,5%.

Ao aplicarmos o método proposto, estimou-se  $L_{MAT}$  em 14,1cm de comprimento total (SE=0,199). O IGS médio encontrado para as fêmeas adultas ( $IGS_{MAX}$ ) foi de 3,1%

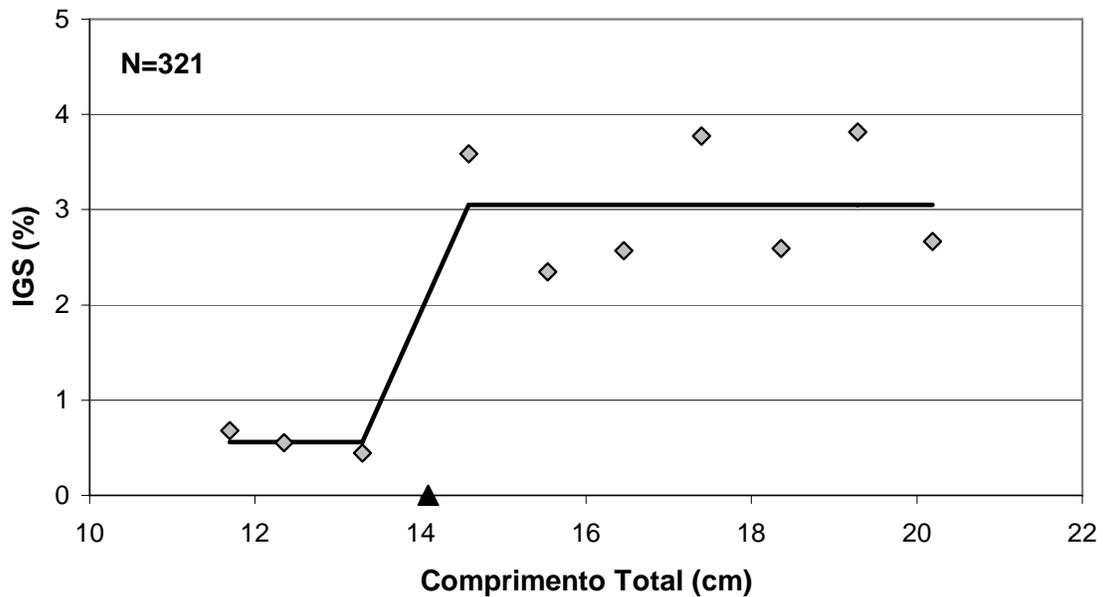
(SE=0,181), índice bastante baixo se comparado às demais espécies analisadas (figura 25). Este valor deve-se ao grande número de fêmeas não reprodutivas distribuídas em todas as classes de tamanho tal como demonstrado na figura 23. O IGS médio das fêmeas jovens ( $IGS_{MIN}$ ) foi estimado em 0,56% (SE=0,057). O **Tax** encontrado para a espécie foi de 52 (SE=90,437). Um valor muito elevado devido a poucos indivíduos capturados na classe de comprimento entre 13cm e 15cm, justamente na faixa de tamanho de início de maturação, ocasionando uma súbita mudança do estado jovem para adulto.



**Figura 23:** Distribuição de valores individuais de IGS em função do comprimento total das fêmeas de *Hoplosternum littorale* no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul.



**Figura 24:** Distribuição de frequências por intervalo de classe de IGS das fêmeas de *Hoplosternum littorale* no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul.



**Figura 25:** Distribuição dos valores médios de IGS em função do comprimento total médio das fêmeas de *Hoplosternum littorale* no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul, com ajuste de função logística para estimativa do tamanho de primeira maturação ( $L_{MAT}$ , ▲).

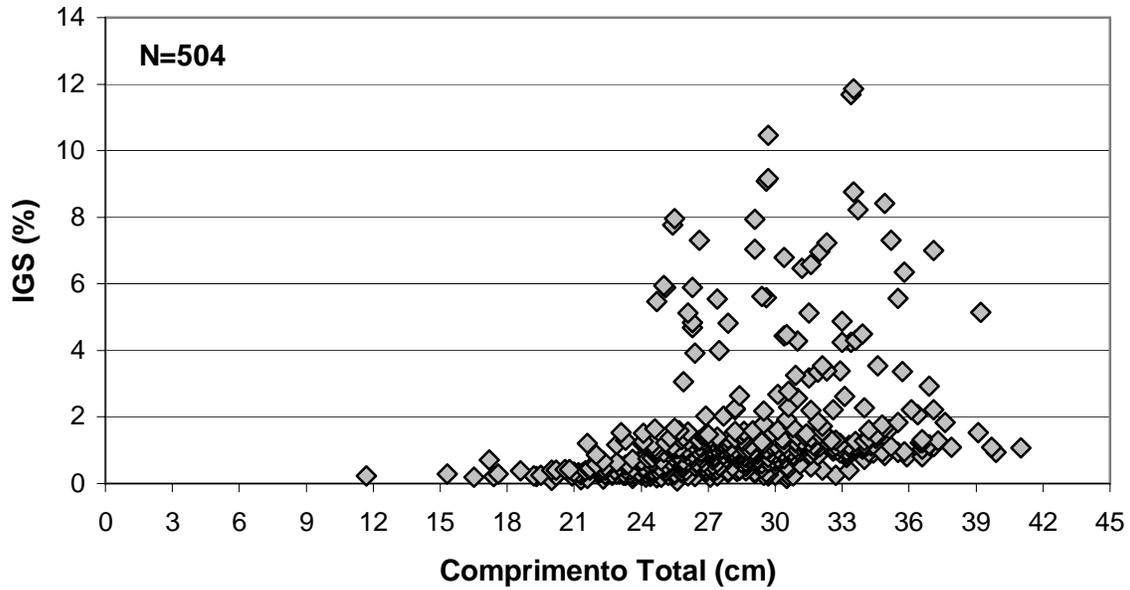
### *Loricariichthys anus* (VALENCIENNES, 1836)

A espécie apresentou 301 fêmeas capturadas na Lagoa do Casamento e 203 no Lago Guaíba, as quais apresentaram comprimentos entre 11,7cm e 41,0cm de comprimento total (figura 26).

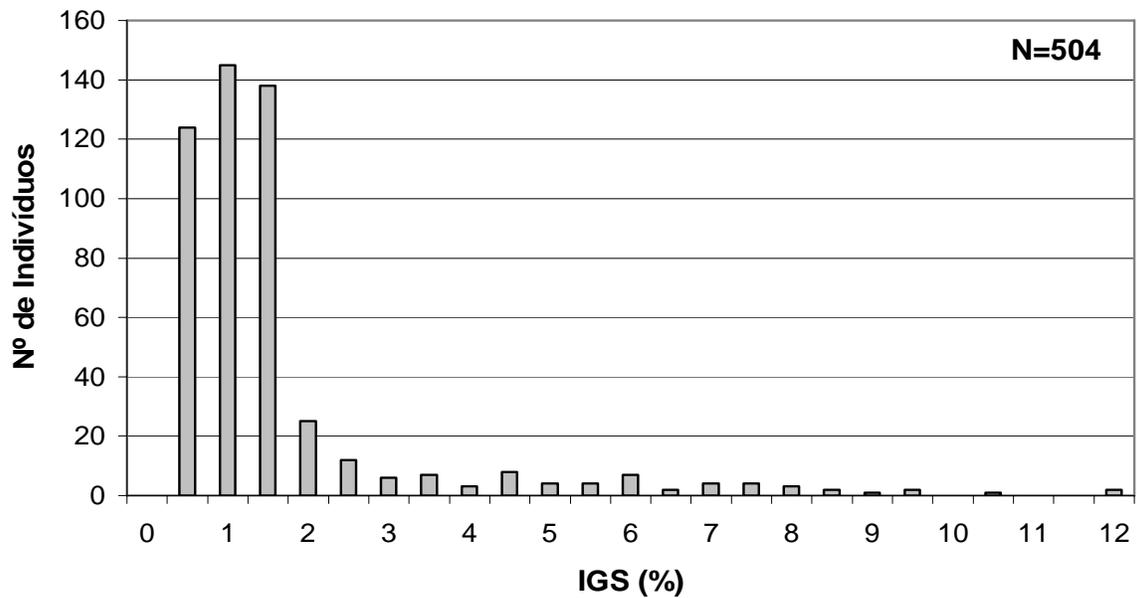
O IGS máximo registrado para as fêmeas da viola *L. anus* foi de 12% do peso corporal total. Utilizando-se o critério do  $L_{MIN}$  como demarcação de início de atividade reprodutiva (BRAUN, 2005), estimou-se um tamanho de primeira maturação de 24,7cm.

A distribuição de freqüências por intervalo de classe de IGS nos mostrou que houve grande captura de indivíduos em estado não reprodutivo, com valores de IGS entre 1,5% e 2% do peso corporal (figura 27).

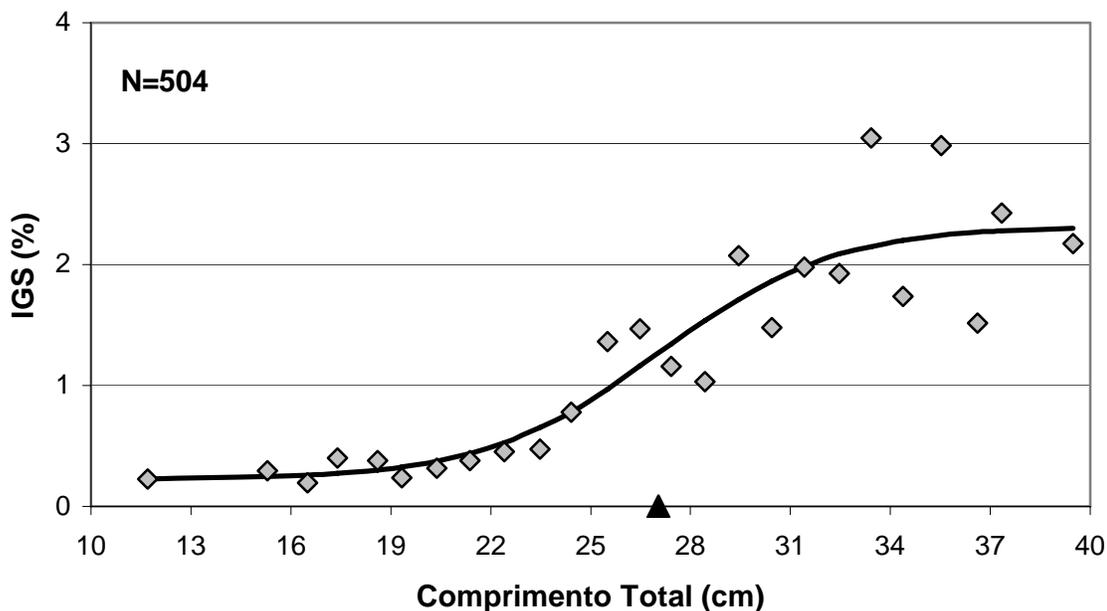
Utilizando-se o método proposto, obtivemos um tamanho de primeira maturação ( $L_{MAT}$ ) estimado em 27,0cm (SE=1,151; figura 28). O IGS médio dos indivíduos adultos ( $IGS_{MAX}$ ) foi estimado pelo método em 2,3% (SE=0,225) e o IGS médio das fêmeas jovens ( $IGS_{MIN}$ ) em 0,22 (SE=0,198). O  $Tax$ , velocidade de transição das fêmeas do estado jovem para adulto, foi de 0,30 (SE=0,163), valor bastante baixo se comparado às demais espécies e possivelmente influenciado pela baixa captura de animais em processo avançado de maturação gonadal.



**Figura 26:** Distribuição de valores individuais de IGS em função do comprimento total das fêmeas de *Loricariichthys anus* no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul.



**Figura 27:** Distribuição de freqüências por intervalo de classe de IGS das fêmeas de *Loricariichthys anus* no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul.



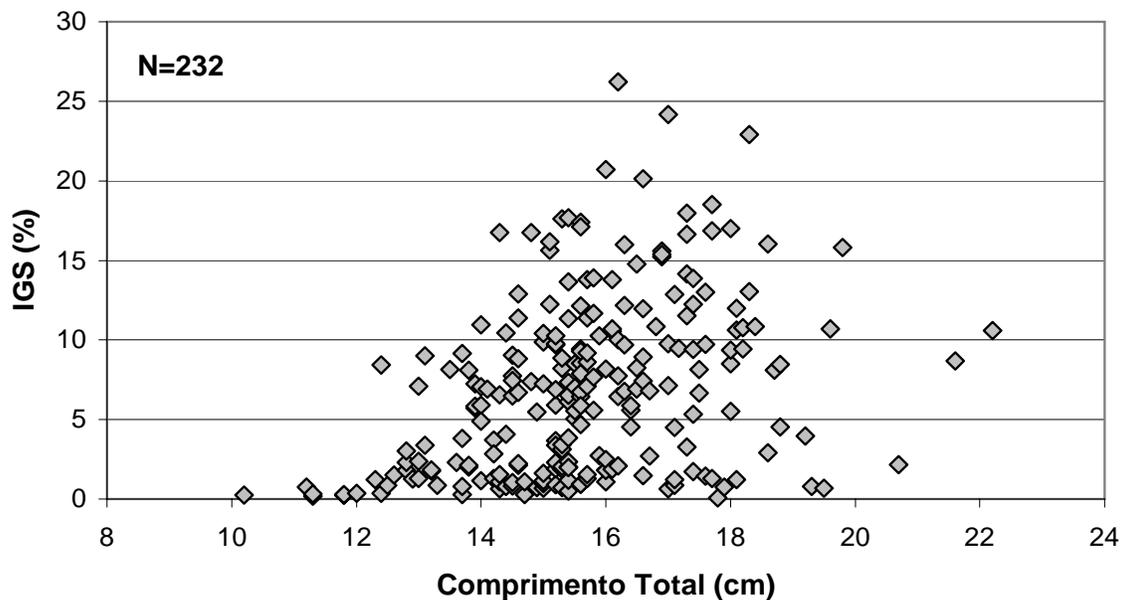
**Figura 28:** Distribuição dos valores médios de IGS em função do comprimento total médio das fêmeas de *Loricariichthys anus* no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul, com ajuste de função logística para estimativa do tamanho de primeira maturação ( $L_{MAT}$ , ▲).

*Trachelyopterus lucenai* BERTOLETTI *et al.*, 1995

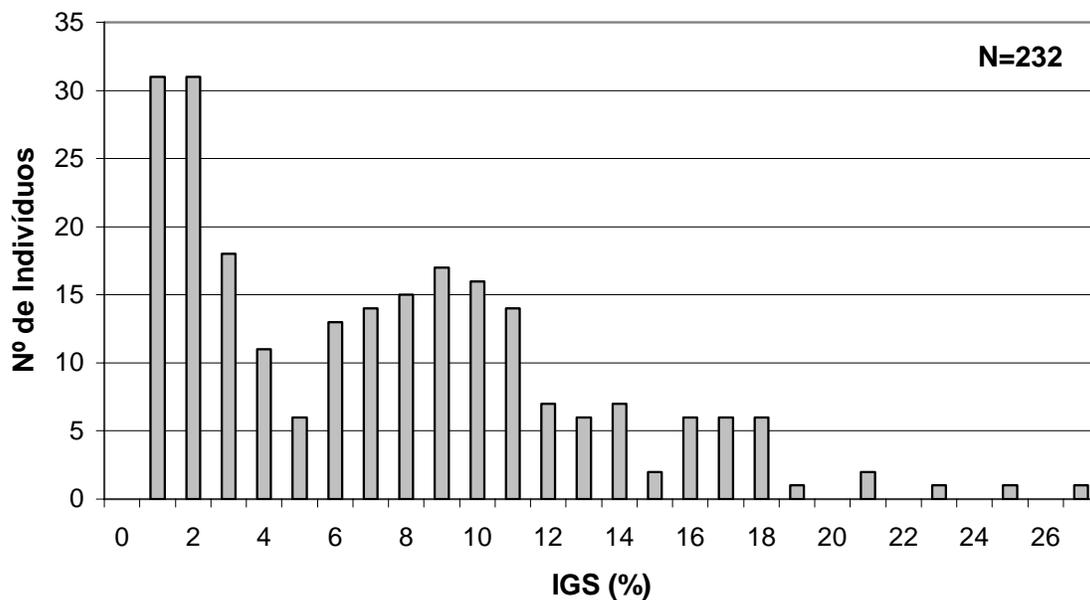
Foram capturadas 187 fêmeas de *T. lucenai* na Lagoa do Casamento e apenas 45 no Lago Guaíba. Os animais capturados apresentaram comprimentos totais entre 10,2cm e 22,2cm. O maior valor de IGS encontrado para a espécie foi de 26,2% da massa corporal total (figura 29). O tamanho da primeira maturação para fêmeas, através do método  $L_{MIN}$  (BRAUN, 2005) foi estimado em 12,4cm, sendo considerada como reprodutivas as fêmeas com IGS superior a 7,86%.

A distribuição de freqüências por intervalo de classe de IGS demonstrou que houve captura razoável de indivíduos em praticamente todos os estágios de maturação gonadal (figura 30).

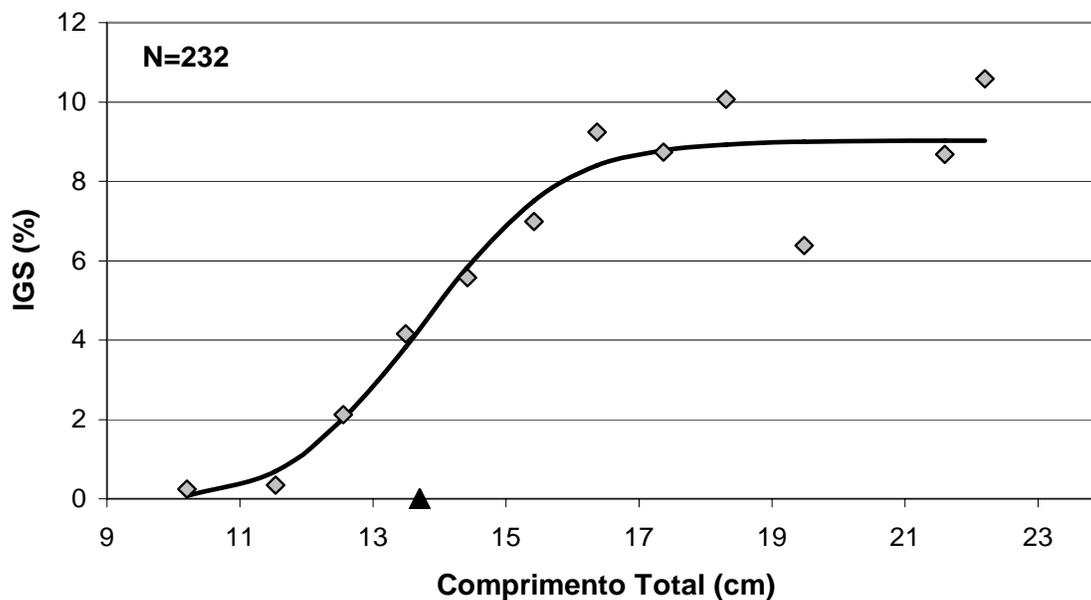
Ao estimarmos o tamanho de primeira maturação ( $L_{MAT}$ ) através do método proposto, encontramos um tamanho de 13,7cm de comprimento total (SE=0,537; figura 31). O IGS médio encontrado para as fêmeas adultas ( $IGS_{MAX}$ ) foi de 9,0% (SE=0,598), e o valor do IGS médio estimado para as fêmeas imaturas ( $IGS_{MIN}$ ) foi de 0,20 (SE=1,437). O **Tax** foi estimado em 1,0 (SE=0,455), representando a velocidade relativa com que as fêmeas transitam do estado jovem para o estado adulto.



**Figura 29:** Distribuição de valores individuais de IGS em função do comprimento total das fêmeas de *Trachelyopterus lucenai* no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul.



**Figura 30:** Distribuição de freqüências por intervalo de classe de IGS das fêmeas de *Trachelyopterus lucenai* no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul.



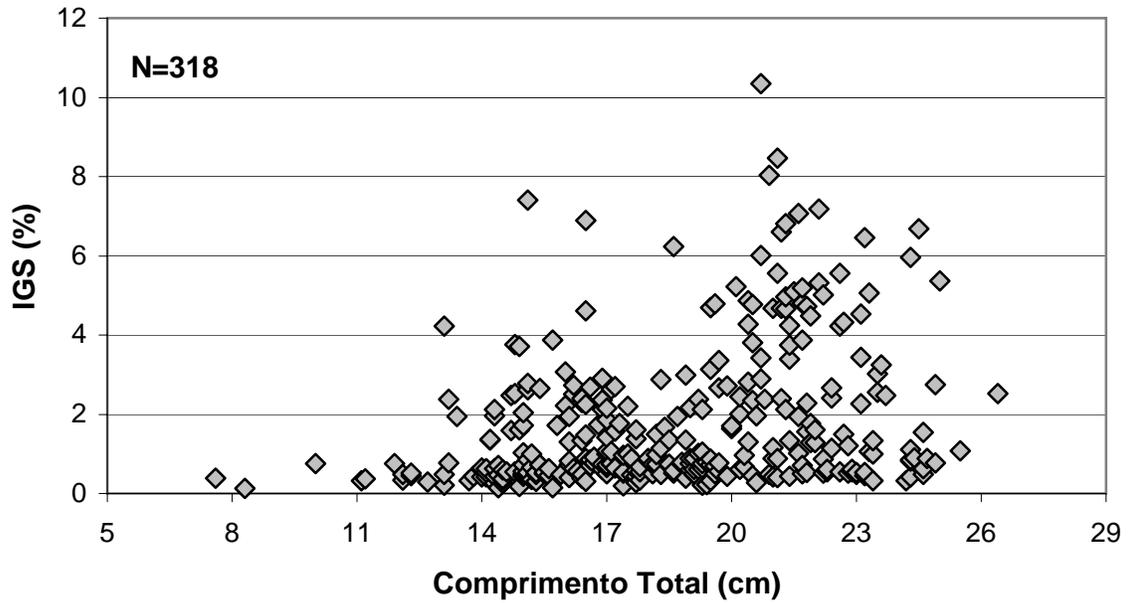
**Figura 31:** Distribuição dos valores médios de IGS em função do comprimento total médio das fêmeas de *Trachelyopterus lucenai* no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul, com ajuste de função logística para estimativa do tamanho de primeira maturação ( $L_{MAT}$ , ▲).

*Pachyurus bonariensis* STEINDACHNER, 1879

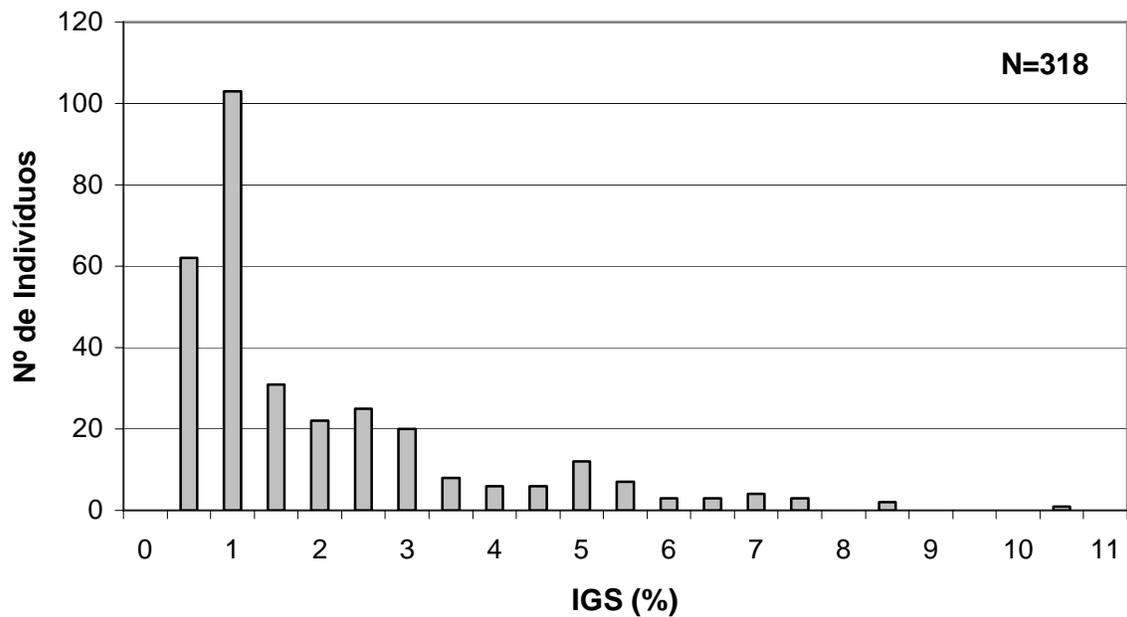
Foram coletadas um total de 261 fêmeas de *P. bonariensis* na Lagoa do Casamento e apenas 57 no Lago Guaíba. A maior fêmea da Corvina-de-rio ou Maria Luíza foi capturada com 26,4cm e a menor com 7,6cm de comprimento total (figura 32).

O maior valor encontrado para o IGS das fêmeas da Maria-Luiza foi de 10,3% do peso corporal total e a primeira maturação estimada em 13,1cm através do método do  $L_{MIN}$  (BRAUN, 2005).

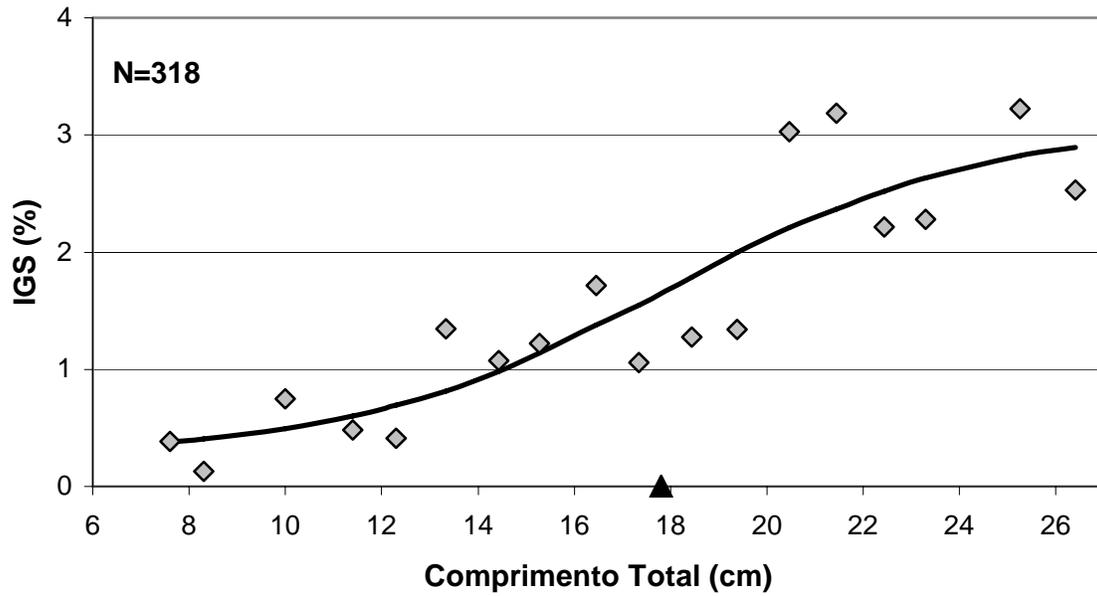
Embora tenha havido predomínio de captura de animais não reprodutivos (figura 33), foram capturadas fêmeas de *P. bonariensis* em todo o espectro de desenvolvimento gonadal. Aplicando-se o método proposto, estimou-se a primeira maturação ( $L_{MAT}$ ) com comprimento total de 17,8cm (SE=2,024; figura 34). O IGS médio das fêmeas adultas da espécie ( $IGS_{MAX}$ ) foi de 3,0% (SE=0,738) e o IGS médio das fêmeas juvenis ( $IGS_{MIN}$ ) foi estimado em 0,28 (SE=0,536). O **Tax** encontrado foi de 0,30 (SE=0,217).



**Figura 32:** Distribuição de valores individuais de IGS em função do comprimento total das fêmeas de *Pachyurus bonariensis* no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul.



**Figura 33:** Distribuição de freqüências por intervalo de classe de IGS das fêmeas de *Pachyurus bonariensis* no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul.



**Figura 34:** Distribuição dos valores médios de IGS em função do comprimento total médio das fêmeas de *Pachyurus bonariensis* no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul, com ajuste de função logística para estimativa do tamanho de primeira maturação ( $L_{MAT}$ , ▲).

Os resultados apresentados através de onze espécies diferenciadas podem demonstrar claramente a aplicabilidade e as limitações do método empregado. Apesar das capturas significativas em termos numéricos, em algumas espécies, como *H. malabaricus* e *P. nigribarbis*, mesmo os menores animais capturados já apresentavam valores expressivos de IGS, indicando seletividade de captura dos petrechos de pesca.

A seletividade do processo amostral pode manifestar-se de diferentes formas, seja pela incapacidade física da arte de pesca em capturar determinados tamanhos, ou em função da espécie apresentar padrões complexos de ocupação de hábitat, de modo que os indivíduos não se encontram na área amostral em determinada fase do seu ciclo de vida. Neste segundo caso enquadra-se *P. maculatus*, que em função de seus hábitos reprodutivos migratórios (AGOSTINHO *et al.*, 1995), abandona áreas lânticas nos meses de reprodução, subindo os rios em procura de locais adequados para desova. Desta forma, para *H. malabaricus*, *P. nigribarbis* e *P. maculatus*, a incapacidade de se estimar o tamanho de primeira maturação através de IGS não se deu pela aplicação do método em si, mas pelo desenho amostral inadequado para o estudo da biologia reprodutiva destas espécies.

A figura 35 sintetiza graficamente os resultados obtidos, na qual é efetuada uma comparação entre as estimativas de literatura (utilizou-se a média dos resultados publicados), o tamanho mínimo de maturação,  $L_{MIN}$ , segundo BRAUN (2005) e as estimativas obtidas pela metodologia empregada. A linha de referência apresenta a estimativa de tamanho de primeira maturação ( $L_m$ ) efetuada através do modelo geral proposto por FROESE & BINOHLAN (2000), a partir de registros de tamanho máximo

convertidos para Comprimento Assintótico. A síntese dos resultados numéricos, assim como as fontes de informação, encontram-se na tabela I.

Neste estudo, utilizaremos a estimativa de  $L_m$  de FROESE & BINOHLAN (2000) apenas como referência para efeitos de comparação geral, cientes de que estratégias de vida específicas podem diferenciar-se significativamente de modelos gerais.

Através da análise da figura 35 identifica-se um padrão interessante. Como tendência geral, as estimativas de tamanho de primeira maturação efetuadas através do modelo empregado ( $L_{MAT}$ ) distribuíram-se próximo ao previsto no modelo geral (FROESE & BINOHLAN, 2000), ou redundaram em estimativas um pouco maiores. De modo oposto, a maior parte das estimativas de  $L_{MIN}$  e  $L_{50}$  distribuíram-se, ou próximo à linha de referência, ou abaixo desta.

Do ponto de vista de regulamentação pesqueira, é importante que o estabelecimento de portarias de pesca proteja efetivamente a parcela da população que ainda não se engajou no estoque reprodutivo. Sem considerar a acurácia dos resultados para as espécies analisadas, o valor de  $L_{50}$  disponível na literatura constituiu-se na menor estimativa de tamanho de maturação em três das 11 espécies (*O. jenynsii*, *T. lucenai* e *P. maculatus*). Embora nossos resultados sejam inconclusivos para *P. maculatus*, as estimativas de  $L_{MIN}$  e  $L_{MAT}$  para *O. jenynsii* e *T. lucenai* resultaram de amostras significativas em número de indivíduos, os quais foram capturados em dois ciclos reprodutivos distintos e em localidades afastadas (85km). A discrepância de resultado poderia ser devido a amostragens de populações diferenciadas, como no caso de *O. jenynsii*, que teve o valor de  $L_{50}$  estimado em outra bacia hidrográfica, embora geograficamente próxima (NUNES *et al.*, 2004). Entretanto, o mesmo não foi verificado

para *T. lucenai*, na medida que, o resultado publicado, resulta de amostragens efetuadas no próprio Lago Guaíba (BECKER, 2001).

Considerando a importância da correta estimativa de tamanho de primeira maturação para a proteção de estoques pesqueiros comerciais, embora não seja o caso de *O. jenynsii* e *T. lucenai*, subestimativas de  $L_{50}$  devem ser evitadas, sendo os resultados publicados com cautela. Aí reside o maior inconveniente do método  $L_{MIN}$  proposto por BRAUN (2005), já que o balizamento de tamanho reprodutivo pode estar ancorado em um único indivíduo anômalo, um erro de medida ou de identificação. Neste mesmo sentido, na falta de informação biológica confiável, o modelo proposto por FROESE & BINOHLAN (2000) forneceu estimativas relativamente conservadoras, sendo superior ao  $L_{50}$  em oito das dez espécies com informações disponíveis na literatura.

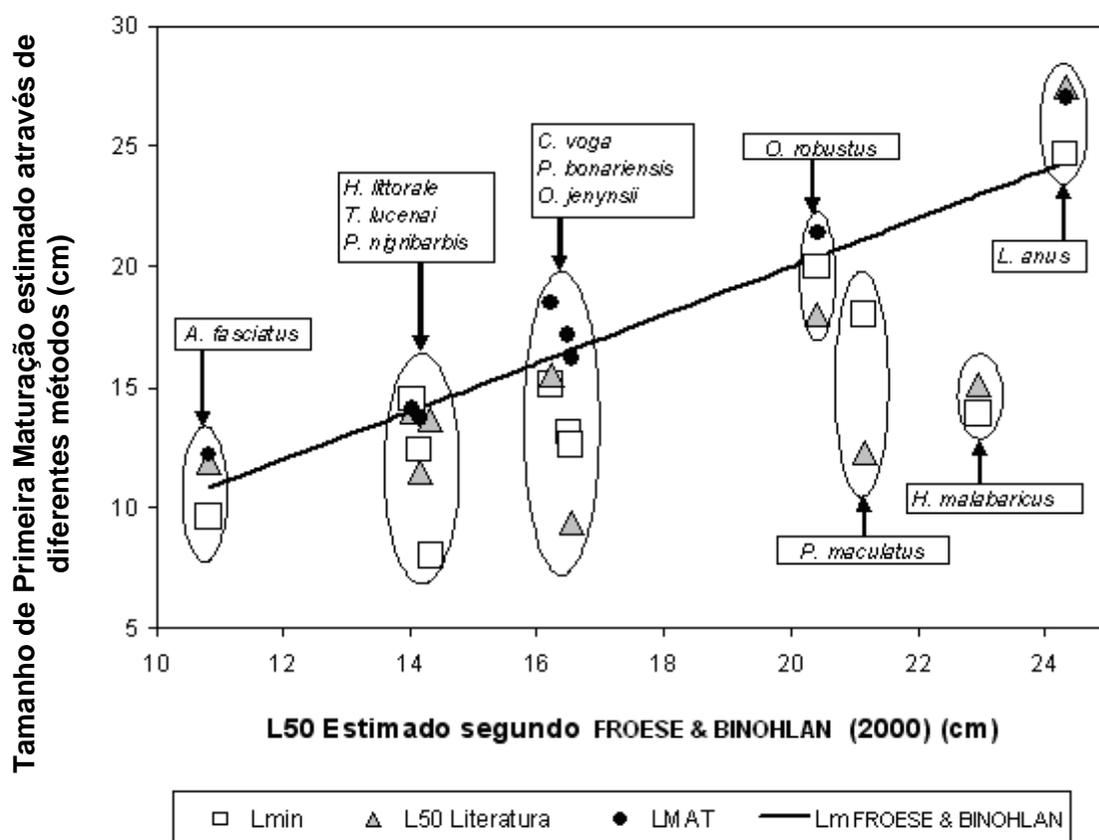
Entretanto, em duas espécies de importância comercial – *H. malabaricus* e *P. maculatus* – o tamanho de primeira maturação previsto pelo modelo de FROESE & BINOHLAN (2000) mostrou-se bastante superior ao descrito na literatura. Infelizmente não obtivemos amostragens satisfatórias para estas espécies, de modo que, não se estimou o valor de  $L_{MAT}$ . Apenas três indivíduos de *H. malabaricus* foram capturados, na Lagoa do Casamento e Lago Guaíba, com menos de 15 centímetros. VAZZOLER & MENEZES (1992), sugerem tamanhos de primeira maturação para a espécie entre 13,5 e 16,6cm para a bacia do Paraná. No presente trabalho, a estimativa de  $L_{MIN}$  em 13,9cm baseou-se em um único indivíduo isolado (Figura 8). Entretanto, após 18,0cm, um número significativo de fêmeas com altos valores de IGS foram capturadas. O Modelo de FROESE & BINOHLAN (2000) propõe 23,0cm como tamanho de maturação para *H. malabaricus*, de forma que, considerando a importância comercial da espécie (MILANI, 2005), estudos complementares devem ser desenvolvidos em diferentes bacias hidrográficas. Com

relação a *P. maculatus*, a grande discrepância de resultados pode também ser devido ao fato de que os resultados são de populações amostradas em bacias muito diferenciadas: Patos e Paraná, podendo resultar inclusive, de espécies diferenciadas sob a mesma designação nominal. Estudos complementares também são necessários para esta espécie.

Embora os resultados obtidos pela metodologia empregada no presente trabalho ( $L_{MAT}$ ) tenham fornecido estimativas conservadoras de tamanho de primeira maturação, o que em termos teóricos, o torna elegível para fins de regulamentação pesqueira, uma avaliação das condições de aplicação se faz necessária.

No presente trabalho, para efeito de análise, foram incluídos todos os animais capturados, independentemente do mês de captura. Esta abordagem apresenta aspectos favoráveis e desfavoráveis. Capturar animais apenas em seu período reprodutivo confere real significado biológico ao parâmetro  $IGS_{MAX}$ , o qual significaria o IGS médio de animais adultos no período reprodutivo. Se incluídos animais capturados ao longo de todo o ano, o significado biológico deste parâmetro não faz muito sentido, a menos que a reprodução seja contínua. Em animais com reprodução marcadamente sazonal, como *L. anus* (MARQUES *et al.*, 2007), a análise conjunta de todos os animais, nos mostrou um excesso de animais não reprodutivos (figura 27), mesmo entre as fêmeas adultas capturadas. Como decorrência, obteve-se um valor de  $IGS_{MAX}$  artificialmente baixo (2,3%), grande variabilidade de valores em torno da assíntota (Figura 28), determinando um erro importante na estimativa de  $L_{MAT}$  ( $SE=1,151$ ). Por outro lado, considerando que as espécies podem apresentar ciclos complexos de ocupação de hábitat, a restrição temporal do esforço de captura ao período de reprodução pode fazer com que animais jovens não sejam suficientemente amostrados para a correta estimativa de  $IGS_{MIN}$ .

De qualquer modo, o método aplicado parece suficientemente robusto para contemplar diferentes desenhos amostrais, desde que, animais jovens e adultos, estejam presentes na amostra, e que, preferencialmente, mas não exclusivamente, os animais adultos sejam predominantemente reprodutivos, tal como em *O. jenynsii* e *O. robustus* (figs 2 a 7).



**Figura 35:** Comparação entre as estimativas de literatura (utilizou-se a média dos resultados publicados), o tamanho mínimo de maturação,  $L_{MIN}$ , segundo BRAUN (2005) e as estimativas obtidas pela metodologia proposta. A linha de referência representa a estimativa de tamanho de primeira maturação ( $L_m$ ), efetuada através do modelo geral proposto por FROESE E BINOHLAN (2000), a partir de registros de tamanho máximo convertidos para Comprimento Assintótico. A síntese dos resultados numéricos, assim como as fontes de informação, encontram-se sumarizadas na tabela I.

**Tabela I:** Síntese das informações relativas ao emprego de quatro métodos de estimativa de primeira maturação ( $L_{MIN}$ ,  $L_{MAT}$ ,  $L_m$  e  $L_{50}$ ) das 11 espécies analisadas.

Espécie	Tamanho Máximo capturado (cm)	Maior IGS	$L_{MAT}$ (cm)	$L_{MIN}$ (cm)	Lm FROESE & BINOHLAN (cm)	Literatura		
						$L_{50}$ (cm)	Local	Autor
<i>A. fasciatus</i>	16,40	19,4	12,2	9,60	10,83	11,90	Alto Paraná	VAZZOLER (1996)
<i>C. voga</i>	25,90	31,6	18,5	15,10	16,22	15,50	Camaquã-RS	RAMOS <i>et al.</i> (2001)
<i>H. littorale</i>	22,00	17,1	14,1	14,50	14,04	14,00	Alto Paraná	VAZZOLER (1996)
<i>H. malabaricus</i>	38,40	11,9		13,90	22,98	15,10	Alto Paraná	VAZZOLER & MENEZES (1992)
<i>L. anus</i>	41,00	11,9	27,0	24,70	24,34	27,50	L. Emboaba - RS	BRUSCHI-JUNIOR <i>et al.</i> (1997)
<i>O. jenynsii</i>	26,50	27,3	16,2	12,60	16,55	9,40	L. da Fortaleza - RS	NUNES <i>et al.</i> (2004)
<i>O. robustus</i>	33,60	24,2	21,4	20,00	20,42	18,00	L. dos Quadros - RS	LEIS <i>et al.</i> (2001)
<i>P. bonariensis</i>	26,40	10,3	17,2	13,10	16,50			
<i>P. maculatus</i>	35,00	6,1		18,00	21,17	12,30	Alto Paraná	VAZZOLER (1996)
<i>P. nigribarbis</i>	22,50	11,0		8,00	14,33	13,70	Camaquã-RS	KONRAD <i>et al.</i> 2001
<i>T. lucenai</i>	22,20	26,2	13,7	12,40	14,16	11,50	Lago Guaíba-RS	BECKER 2001

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, A.A.; VAZZOLER, A.E.A.M. & THOMAZ, S.M. 1995. The high Paraná river basin: limnological and ichthyological aspects. *In*: TUNDISI, J.G.; BICUDO, C.E.M. & MATSUMURA-TUNDISI, T. eds. **Limnology in Brazil**. Rio de Janeiro, Brazilian Academy of Sciences/Brazilian Limnological Society. p.59-103.
- ASMUS, M.L. 1998. A Planície Costeira e a Lagoa dos Patos. *In*: SELLIGER, U.; ODEBRECHT, C. & CASTELLO, J.P. eds. **Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil**. Rio Grande, Editora Ecoscientia. p.9-12.
- BECKER, F.G. 2001. Observations on the reproduction, sex ratio and size composition of *Trachelyopterus lucenai* (Teleostei, Auchenipteridae) in lake Guaíba, RS, Brasil. **Biociências** 9(2): 85-96.
- BENDATI, M.M. 1994. Avaliação da Concentração de Metais em Moluscos no Lago Guaíba. **Revista Ecos** 17:28-31.
- BRAUN, A.S. 2005. **Biologia reprodutiva e identificação do uso de lagoa marginal como sítio de reprodução para espécies dominantes da ictiofauna da Lagoa do Casamento, sistema nordeste da Laguna dos Patos, RS**. Porto Alegre. Curso de Pós-graduação em Biociências, 145p. il. Tese (Doutorado em Zoologia). Instituto de Biociências, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.
- BRUSCHI JR, W.; PERET, A.C.; VERANI, J.R. & FIALHO, C.B. 1997. Reprodução de *Loricariichthys anus* (VALENCIENNES, 1840) da lagoa Emboaba, Osório, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 57(4): 677-685.
- DADEBO, E.; AHLGREN, G. & AHLGREN, I. 2003. Aspects of reproductive biology of *Labeo horie* Heckel (Pisces: Cyprinidae) in Lake Chamo, Ethiopia. **African Journal of Ecology** 41(1): 31-38.
- FROESE, R. & BINOHLAN, C. 2000. Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. **Journal of Fish Biology** 56:758-773.
- GERRITSEN, H.D. & MCGRATH, D. 2006. Variability in the assignment of maturity stages of plaice (*Pleuronectes platessa*) and whiting (*Merlangius merlangus*) using macroscopic maturity criteria. **Fisheries Research** 77: 72-77.
- GONÇALVES, J.M.S. & ERZINI, K. 2000. The reproductive biology of the two-banded sea bream (*Diplodus vulgaris*) from the southwest coast of Portugal. **Journal of Applied Ichthyology** 16:110-116.
- GOOGLEMAP. 2006. **Map Data. Tele Atlas**. Disponível em: <<http://maps.google.com/>>. Acessado em: 01.12.2006

- HUNTER, J.R. & MACEWICZ, B.J. 2003. Improving the accuracy and precision of reproductive information used in fisheries. *In*: KJESBU, O.S.; HUNTER, J.R. & WITTHAMES, P.R. eds. **Report of the working group on modern approaches to assess maturity and fecundity of warm-and-cold-water fish and squids**. Fisker og Havet. v.12, p.57-68.
- INMET. 2006. **Gráficos das Normais Meteorológicas**. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <[http://www.inmet.gov.br/html/clima.php?lnk=/conab/climatologia/dimap/selecao\\_spi\\_X.php](http://www.inmet.gov.br/html/clima.php?lnk=/conab/climatologia/dimap/selecao_spi_X.php)>. Acessado em: 28.11.2006.
- KNIPPLING, G.W. 2002. **O Guaíba e a Lagoa dos Patos**. Porto Alegre, Gráfica e editora Pallotti. 176p.
- KONRAD, H.G.; PALOSKI, N. & RAMOS, L.A. 2001. Considerações sobre a biologia reprodutiva de *Parapimelodus nigribarbis* (Siluriformes, Pimelodidae), do delta do rio Camaquã, São Lourenço do Sul, RS, Brasil. **XIV Encontro Brasileiro de Ictiologia** Cd-rom.
- LEIS, C.M.; SOUTO, C.M. & SCHULZ, U.H. 2001. Contribuição ao estudo da biologia reprodutiva de *Trachelyopterus lucenai* na região inferior da bacia do rio Camaquã-RS. **XIV Encontro Brasileiro de Ictiologia** Cd-rom.
- LERSCH, E.C.; HOFFMANN, C.X.; SOARES, P.R.; STARUCK, J. & ZABADAL, J. 1999. Sistema Híbrido de Simulação para Propagação de Poluentes no Lago Guaíba. **Revista Ecos** 14: 25-27.
- LEWIS, D.S. & FONTOURA, N.F. 2005. Maturity and Growth of *Paralonchurus brasiliensis* females in southern Brazil (Teleostei, Perciformes, Sciaenidae). **Journal of Applied Ichthyology** 21(2): 94-100.
- MARQUES, C.S.; BRAUN, A.S. & FONTOURA, N.F. 2007. **Biologia Reprodutiva das espécies dominantes da ictiofauna da Laguna dos Patos: Proposição de uma nova metodologia baseada em dados de IGS**. Porto Alegre. Curso de Pós-graduação em Biociências, 69p. il. Dissertação (Mestrado em Zoologia). Instituto de Biociências, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.
- MILANI, P.C.C. 2005. **Diagnóstico da Pesca Artesanal na lagoa do Casamento, sistema nordeste da laguna dos Patos: uma proposta de manejo**. Porto Alegre. Curso de Pós-graduação em Biociências, 71p. Dissertação (Mestrado em Zoologia). Instituto de Biociências, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.
- NUNES, D.M.; PELLANDA, M. & HARTZ, S.M. 2004. Dinâmica reprodutiva de *Oligosarcus jenynsii* e *Oligosarcus robustus* na lagoa Fortaleza, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia série Zoologia** 94(1): 5-11.
- QUAAATEY, S.N.K. & MARAVELIAS, C.D. 1999. Maturity and spawning pattern of *Sardinella aurita* in relation to water temperature and zooplankton abundance off Ghana, West Africa. **Journal of Applied Ichthyology** 15:63-69.

- RAMOS, L.A.; KONRAD, H.G. & PALOSKI, N.I. 2001. Aspectos sobre a biologia reprodutiva de *Cyphocharax voga* na foz do rio Camaquã-RS. **XIV Encontro Brasileiro de Ictiologia** Cd-rom.
- TRIPPEL, E.A. & HARVEY, H.H. 1991. Comparison of methods used to estimate age and length of fishes at sexual maturity using populations of white sucker (*Catostomus commersoni*). **Canadian Journal of Fish Aquatic Science** 48:1446-1459.
- VAZZOLER, A.E.A.M. & MENEZES, N.A. 1992. Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysii). **Revista Brasileira de Biologia** 52(4): 627-640.
- VAZZOLER, A.E.A.M. 1996. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: Teoria e Prática**. São Paulo, Eduem. 169p.
- VILLWOCK, J.A. 1977. **Aspectos da Sedimentação na Região Nordeste da Lagoa dos Patos: Lagoa do Casamento e Saco do Cocoruto, RS, Brasil**. Porto Alegre. Curso de Pós-graduação em Geociências, 189p. il. Tese (Doutorado em Geociências). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

**Período Reprodutivo de *Oligosarcus jenynsii*, *Oligosarcus robustus*, *Hoplias malabaricus*, *Cyphocharax voga*, *Astyanax fasciatus* (Characiformes), *Parapimelodus nigribarbis*, *Trachelyopterus lucenai*, *Hoplosternum littorale*, *Loricariichthys anus* (Siluriformes) e *Pachyurus bonariensis* (Perciformes) no Lago Guaíba e Laguna dos Patos, RS.**

MARQUES, Camilla da S.<sup>1</sup>; BRAUN, Aloisio S.<sup>2</sup>& FONTOURA, Nelson F<sup>3</sup>.

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Faculdade de Biociências,  
Laboratório de Ecologia Aquática, Av. Ipiranga, 6681, Prédio 12, Bloco C, sala 173, CEP  
90619-900, Porto Alegre, RS, Brasil.

camilla.marques@ig.com.br<sup>1</sup>; alubraun@puers.br<sup>2</sup>; nfontoura@puers.br<sup>3</sup>

**Abstract**

This research results from a monthly sampling program carried in Lagoa do Casamento (November 2002 to April 2004) and Lago Guaíba (June 2005 to May 2006), Rio Grande do Sul. Fish were sampled using gillnets of different mesh sizes net (30 meters long; 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60 e 70 mm between knots, 36 hours/month). The reproductive period was determined according to the monthly variation of the gonadosomatic index (GSI). The months with registered reproduction was designed by the presence of at least one female with GSI equal or larger than 30% of the maximum registered GSI for the species. Months characterized as reproductive peak were those when 50% of females were presenting GSI equal or larger than 30% of the maximum registered GSI value. The reproductive period of *Oligosarcus jenynsii* was estimated from March to November and the period of maximum reproduction was identified from April to August. *Oligosarcus robustus* reproduces during almost the whole year with the maximum activity from February to August. For *Hoplias malabaricus*, the reproductive period was determined from November to March, with reproductive peak from November to December. The reproductive activity of *Cyphocharax voga* occurred during the whole year with the maxim reproduction from February to September. The same occurred with *Astyanax fasciatus*, although the period of maximum reproduction was estimated from September to May. For *Parapimelodus nigribarbis*, the reproductive period was estimated from September to March. The species, however, didn't show a period of reproductive peak following the proposed criteria. The reproductive period of *Hoplosternum littorale* was determined as from October to February and the period of maximum reproduction was estimated from November to December. For *Loricariichthys anus*, the reproductive period was estimated from November to February and the specie does not show a period reproductive peak as proposed. The reproductive period of *Trachelyopterus lucenai* was estimated from November to February and the period of maximum reproduction was registered from November to January. Finally, the reproductive period of *Pachyurus bonariensis* was estimated from November to February and the period of maximum reproduction was registered in November and December months.

**Key-words:** Fish, reproduction, Guaíba, Laguna dos Patos, Lagoa do Casamento.

## Resumo

O presente trabalho foi desenvolvido através de um programa de amostragens mensais na Lagoa do Casamento (nov/2002 a abr/2004) e no Lago Guaíba (jun/2005 a mai/2006). Os animais foram capturados através de redes de espera com 30 metros de comprimento e malhas de 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60 e 70 mm entre nós adjacentes, com esforço de 36 horas/mês. O período reprodutivo foi definido através da variação mensal dos valores do Índice Gonadossomático (IGS) de fêmeas, sendo considerados meses de reprodução registrada aqueles meses em que houve pelo menos uma fêmea com IGS igual ou superior a 30% do valor máximo de IGS registrado para as fêmeas da espécie. Os meses de pico reprodutivo foram caracterizados como aqueles em que metade da população de fêmeas possuía no mínimo 30% do IGS máximo registrado. *Oligosarcus jenynsii* inicia sua atividade reprodutiva no mês de março com término em novembro. O pico reprodutivo ocorre de abril a agosto, de modo que a reprodução ocorre preferencialmente nos meses mais frios. Para *Oligosarcus robustus*, o período reprodutivo estende-se ao longo de quase todos os meses do ano, com pico reprodutivo ocorrendo de fevereiro a agosto. Para *Hoplias malabaricus* o período reprodutivo foi definido de novembro a março, com picos nos meses de novembro e dezembro. As fêmeas de *Cyphocharax voga* possuem atividade reprodutiva durante todos os meses do ano e o pico reprodutivo ocorre de fevereiro a setembro. As fêmeas de *Astyanax fasciatus* reproduzem-se praticamente durante todos os meses do ano. Os meses de pico reprodutivo encontram-se entre setembro a maio. *Parapimelodus nigribarbis* apresenta reprodução de setembro a março, sendo que em nenhum destes meses há a presença de picos de IGS conforme o critério empregado. *Hoplosternum littorale* reproduz-se de outubro a fevereiro sendo que os meses de novembro e dezembro caracterizam-se como pico reprodutivo da espécie. Para *Loricariichthys anus* o período de reprodução está compreendido entre novembro e fevereiro, sendo que em nenhum destes meses a espécie teve mais de 50% de sua população de fêmeas atingindo valores de IGS iguais ou superiores ao valor máximo encontrado para a espécie. Para *Trachelyopterus lucenai* a atividade reprodutiva inicia no mês de novembro e estende-se até o mês de fevereiro. Neste período, em fevereiro a espécie não está com 50% de sua população com pelo menos 30% do maior valor de IGS verificado para a espécie. Entre novembro e fevereiro registra-se a presença de fêmeas reprodutivas de *Pachyurus bonariensis*, sendo que em novembro e dezembro metade da população apresenta no mínimo 30% do IGS máximo identificado para a espécie.

**Palavras-chave:** Peixes, reprodução, Guaíba, Laguna dos Patos, Lagoa do Casamento.

## INTRODUÇÃO

As respostas que as espécies apresentam às pressões seletivas impostas pelo ambiente podem ser evidenciadas pelas estratégias exibidas nas mais diferentes funções vitais. Entre elas, inclui-se a maximização da eficiência reprodutiva, sendo que seu sucesso pode ser aferido pela capacidade individual de se fazer representar geneticamente nas próximas gerações (AGOSTINHO & JÚLIO-JÚNIOR, 1999).

Nas grandes bacias hidrográficas brasileiras, os fatores ambientais com maior influência nos processos reprodutivos parecem ser aqueles relacionados com as estações de grande vazão (LOWE-MCCONNELL, 1987). AGOSTINHO *et al.* (1995) relatam, entretanto, que variações anuais no ciclo de cheias afetam de maneira diferente, e às vezes, de modo contrário, o sucesso reprodutivo de peixes. Desta maneira, os modos reprodutivos são extremamente diversificados entre os peixes, os quais incluem variações no meio pelo qual eles encontram e atraem os parceiros, locais onde ocorre a desova e nos cuidados que dispensam à prole.

Além dos processos reprodutivos, outras funções vitais estão sujeitas a variações sazonais, tais como as preferências espaciais das espécies (LUCAS *et al.*, 1998). O movimento de migração dos peixes dentro de grandes bacias hidrográficas é importante em seus ciclos de vida, influenciando as interações tróficas, padrões de distribuição, processos reprodutivos e as taxas de sobrevivência (SMITH, 1991; LUCAS *et al.* 1998). Tais deslocamentos podem ser influenciados por diversas variáveis, incluindo fatores físicos tais como temperatura, vazão e luminosidade (LUCAS & BATLEY, 1996) e fatores químicos como pH (GAGEN *et al.*, 1994), assim como fatores bióticos tais como disponibilidade de alimento, competição e predação (DOWNHOWER *et al.*, 1990).

Em se tratando de migrações reprodutivas, a distribuição espacial das áreas de desova determina tanto a distância percorrida, como a periodicidade dos movimentos. Peixes que vivem em riachos poucos extensos apresentam migrações de curta distância. Para peixes de grandes rios a subida é freqüentemente longa e a entrada em um rio a partir de um lago pode demorar várias semanas. Muitos peixes lacustres retêm o hábito de deslocar-se para rios a fim de desovar, processo realizado sazonalmente. Mas entre os que desovam em lagos, a reprodução pode ser mais ou menos contínua durante o ano ou ser afetada por eventos hidrológicos ou bióticos do lago (LOWE-MCCONNELL, 1999).

A fauna ictiológica da maior bacia lagunar brasileira, a Laguna dos Patos, encontra-se relativamente conhecida do ponto de vista taxonômico (MALABARBA, 1989; LUCENA *et al.*, 1994; KOCH *et al.*, 2000; REIS *et al.*, 2003; BENVENUTI & MORESCO, 2005). Porém, informações relativas às épocas de reprodução, mesmo de espécies dominantes no sistema, encontram-se pouco disponíveis, sendo que tais informações têm importância fundamental para a implementação de medidas de orientação e proteção da ictiofauna (COULTER, 1991).

Considerando a importância quanto ao esclarecimento dos processos reprodutivos, este estudo tem por objetivo fornecer informações relativas ao período reprodutivo de onze espécies da bacia da Laguna dos Patos: *Oligosarcus jenynsii* (GÜNTER, 1864), *Oligosarcus robustus* MENEZES, 1969, *Hoplias malabaricus* (BLOCH, 1794), *Cyphocharax voga* (HENSEL, 1870), *Astyanax fasciatus* (CUVIER, 1819), *Parapimelodus nigribarbis* (BOULENGER, 1889), *Trachelyopterus lucenai* BERTOLETTI, *et al.* 1995, *Hoplosternum littorale* (HANCOCK, 1828), *Loricariichthys anus* (VALENCIENNES, 1836), e *Pachyurus bonariensis* STEINDACHNER, 1879.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado através de amostragens realizadas no Saco das Mulatas, situado na margem oeste do Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, braço nordeste da Laguna dos Patos (figura 1).

O Lago Guaíba ocupa uma superfície alagada de aproximadamente 468 km<sup>2</sup> e profundidades de até 63 metros no canal de navegação, sendo que em grande parte de sua extensão, as profundidades não ultrapassam 3 metros. Possui extensão de 50 km de comprimento e largura variando de 1 a 20 km (BENDATI, 1994; LERSCH *et al.*, 1999). Sua bacia de drenagem é de 88.000 km<sup>2</sup> abrangendo cerca de 30% do Estado do Rio Grande do Sul através dos rios Jacuí, Caí, Sinos e Gravataí.

A Lagoa do Casamento apresenta uma superfície alagada de aproximadamente 272 km<sup>2</sup>, possuindo profundidades de até 4,1 metros (VILLWOCK, 1977). Recebe as drenagens dos rios Capivari e Palmares, através de sua porção norte, bem como possui comunicação com três lagoas marginais: Bonifácia, Araçá e Gateados.

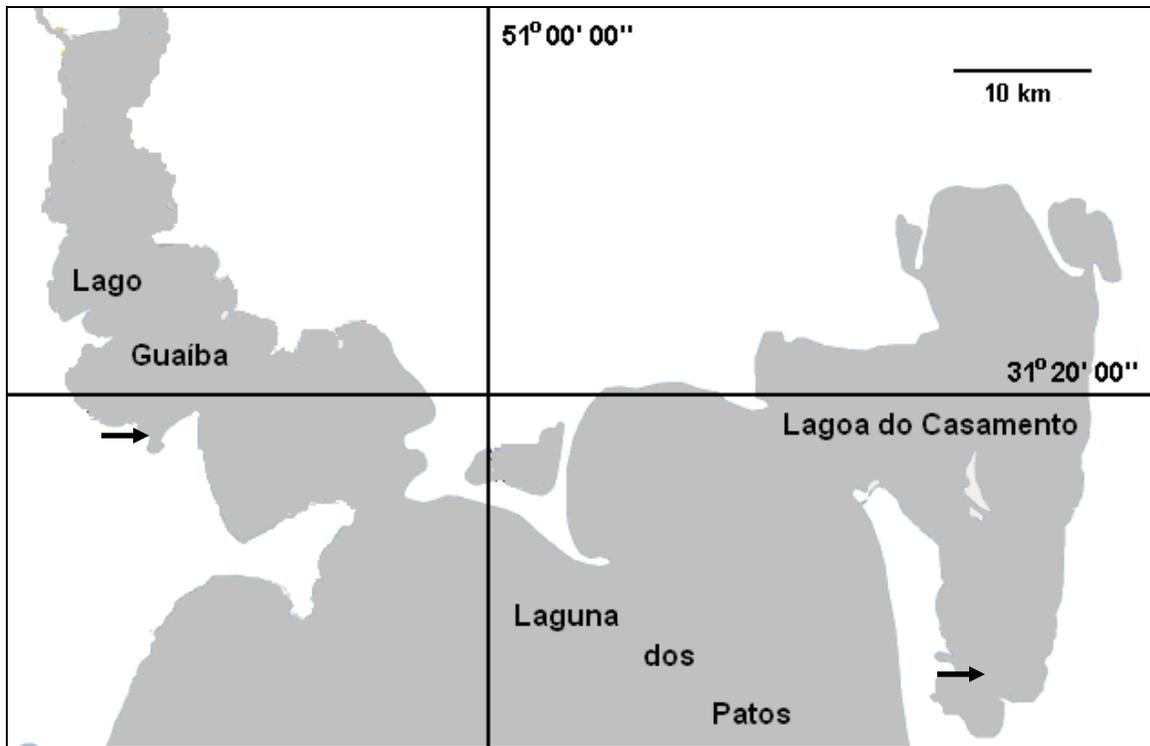
Foram efetuadas coletas mensais ao longo de 17 meses (novembro de 2002 a abril de 2004, exceto outubro de 2003) na Lagoa do Casamento e ao longo de 12 meses (junho de 2005 a maio de 2006) no Lago Guaíba (porção denominada Saco das Mulatas).

Em cada ponto amostral, os peixes foram capturados através de um conjunto variado de redes de espera com 30 metros de comprimento e malhas de 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60 e 70 mm, entre nós adjacentes. As redes foram colocadas às 16 horas e retiradas às 10 horas do dia seguinte, permanecendo na água durante 18 horas. Os indivíduos capturados foram fixados em formol 4% depois de estarem mortos e

indivíduos de maior porte (> 25cm) receberam injeções (5mL) de formol a 40% diretamente na cavidade visceral.

Cada animal capturado foi medido (1mm) e pesado (0,01g), tendo sua cavidade abdominal eviscerada para a extração das gônadas, as quais foram pesadas (0,0001g). Para cada indivíduo eviscerado foi calculado o Índice Gonadossomático (IGS):  $IGS = (Wg/Wt) \cdot 100$ , onde Wg é o peso da gônada (g); Wt é o peso total do indivíduo.

O período reprodutivo foi determinado através da variação mensal dos valores individuais de IGS das fêmeas adultas. Para efeito de análise, considerou-se como adultas as fêmeas com comprimentos totais superiores ao tamanho de primeira maturação estimado por MARQUES *et al.* (2006). O ciclo anual de atividade reprodutiva foi dividido em três momentos distintos: (1) meses de pico reprodutivo, nos quais metade ou mais da população possuía valor individual de IGS igual ou superior a 30% do IGS máximo registrado para a espécie; (2) meses com reprodução registrada, aqueles em que houve pelo menos um indivíduo com IGS igual ou superior a 30% do maior IGS registrado para a espécie; e (3) meses não reprodutivos, em que nenhuma fêmea apresentou IGS superior a 30% do maior IGS registrado para a espécie.



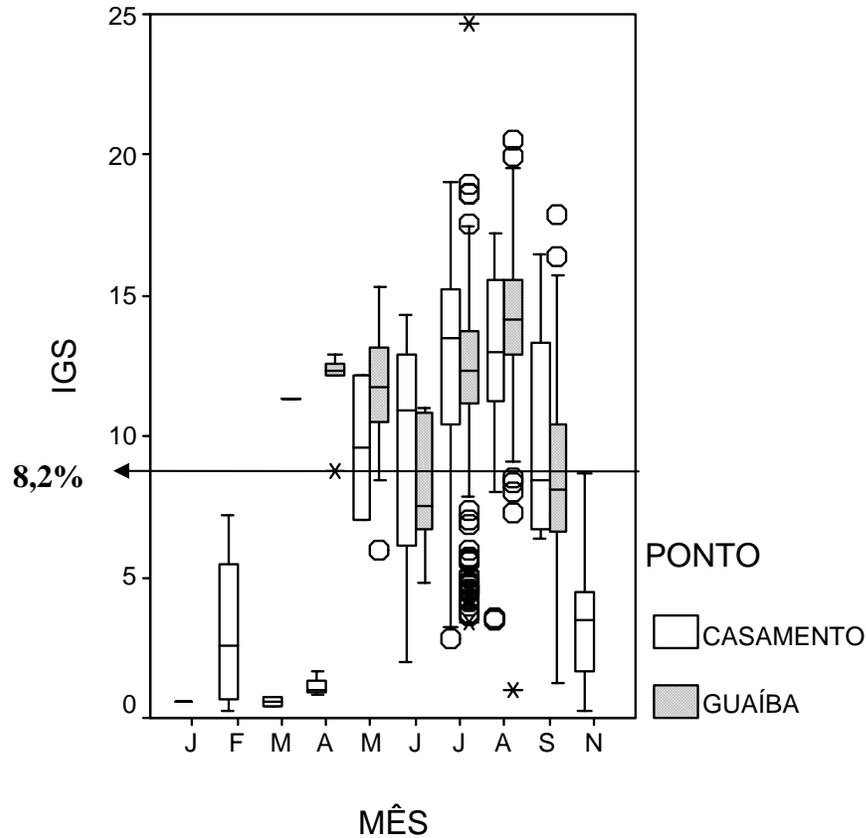
**Figura 1:** Mapa parcial da bacia da Laguna dos Patos. As setas indicam os locais de amostragem no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento. Fonte: GOOGLEMAT (2006)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Oligosarcus jenynsii* (GÜNTER, 1864)

Foi capturado um total de 845 fêmeas com comprimentos totais variando de 8,2cm a 26,5cm. O maior valor de IGS identificado para as fêmeas foi de 27,3%, sendo que indivíduos com valores de IGS a partir de 8,2% foram considerados como adultos, ou seja, participavam da atividade reprodutiva.

O período reprodutivo, considerando os meses em que pelo menos uma fêmea possuía IGS igual ou superior a 30% do maior IGS registrado (8,2%), foi definido como de março a novembro (figura 2), sendo que de abril a agosto, mais da metade da população possui IGS com valores iguais ou superiores a 30% do maior IGS registrado, caracterizando o período de pico reprodutivo.

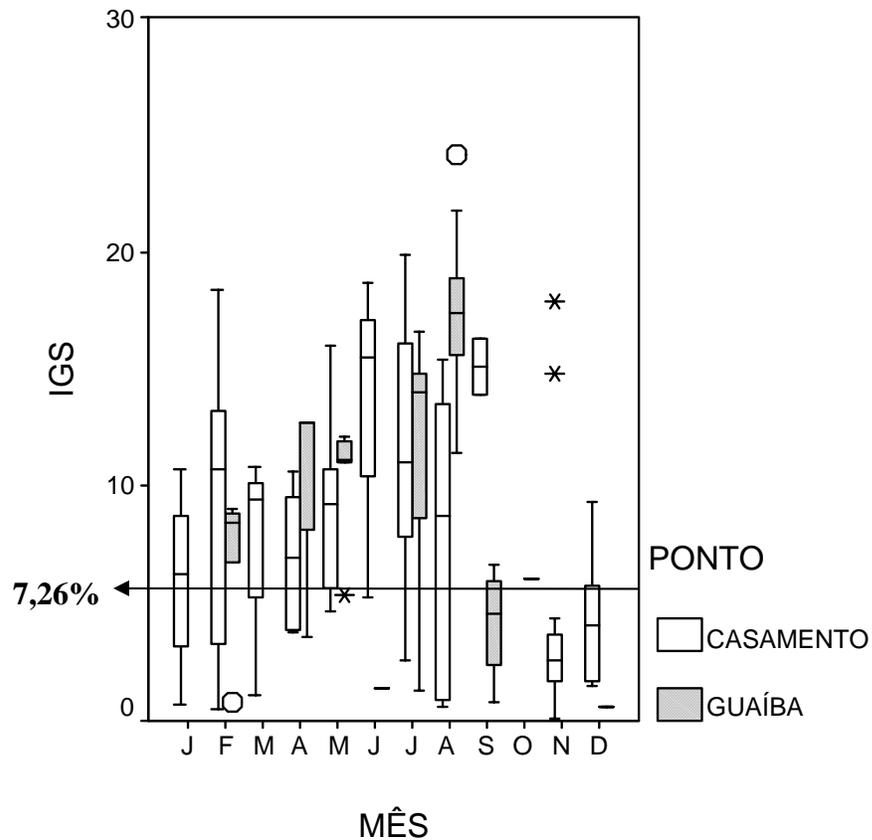


**Figura 2:** Distribuição mensal dos valores individuais de IGS (%) das fêmeas adultas de *Oligosarcus jenynsii* (n=845) no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul. O retângulo representa os limites do primeiro quartil (Q1) e terceiro quartil (Q3). As linhas representam até uma vez e meia a diferença entre Q1 e Q3 a partir da mediana, terminando obrigatoriamente em um dado válido. Os “outliers” são representados através do símbolo ○ e os valores extremos são representados através do símbolo \*.

### *Oligosarcus robustus* MENEZES, 1969

Foram coletadas 225 fêmeas, sendo o menor indivíduo capturado com 7,5cm e o maior com 33,6cm. As fêmeas com valores de IGS igual ou superior a 7,3% foram consideradas aptas à reprodução, uma vez que o maior valor de índice gonadosomático encontrado para a espécie foi de 24,2%.

Foram encontradas fêmeas reprodutivas em todos os meses do ano, com exceção de outubro quando houve a captura de apenas um único indivíduo. Sendo assim, a reprodução da espécie se dá ao longo de todo o ano, mas de fevereiro a agosto mais da metade da população atinge 30% do maior IGS registrado para a espécie, caracterizando-se como pico reprodutivo (figura 3).

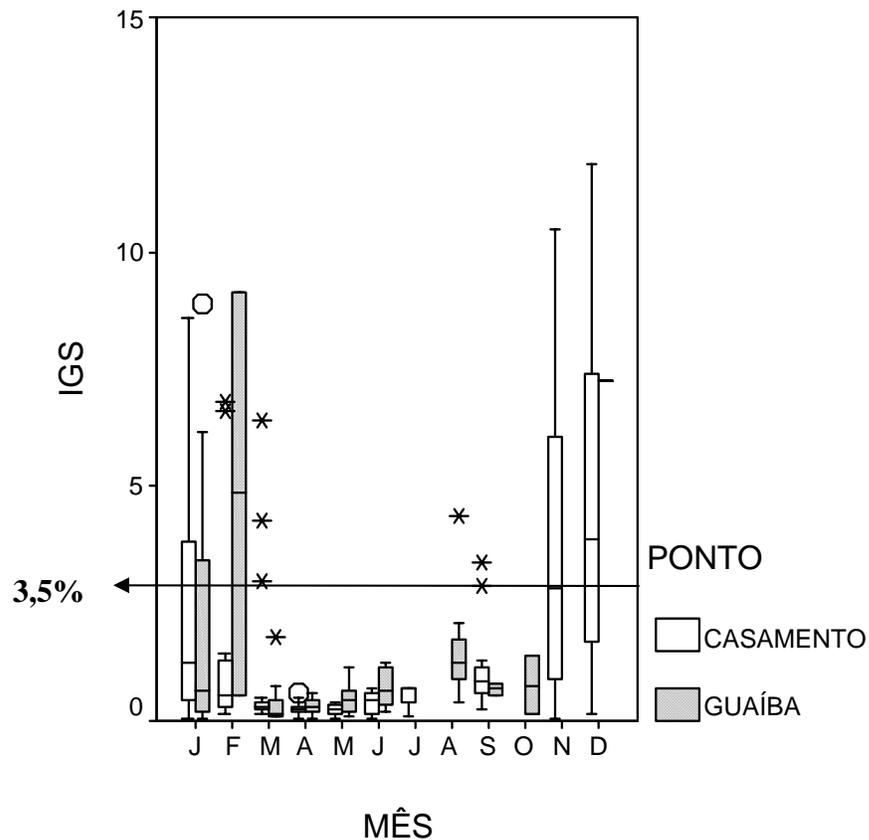


**Figura 3:** Distribuição mensal dos valores individuais de IGS (%) das fêmeas adultas de *Oligosarcus robustus* (n=225) no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul. O retângulo representa os limites do primeiro quartil (Q1) e terceiro quartil (Q3). As linhas representam até uma vez e meia a diferença entre Q1 e Q3 a partir da mediana, terminando obrigatoriamente em um dado válido. Os “outliers” são representados através do símbolo ○ e os valores extremos são representados através do símbolo \*.

*Hoplias malabaricus* (BLOCH, 1794)

Foram capturadas fêmeas com comprimentos totais entre 13,7cm e 38,4cm, em um total de 297 indivíduos coletados. O maior valor de IGS registrado para as fêmeas da traíra *H. malabaricus* foi de 11,9%, de modo que fêmeas com valores de IGS igual ou superior a 3,6% foram consideradas como aptas a reproduzir.

Os meses caracterizados como de reprodução registrada compreenderam de novembro a março, sendo os meses de novembro e dezembro definidos como meses de pico reprodutivo (figura 4).

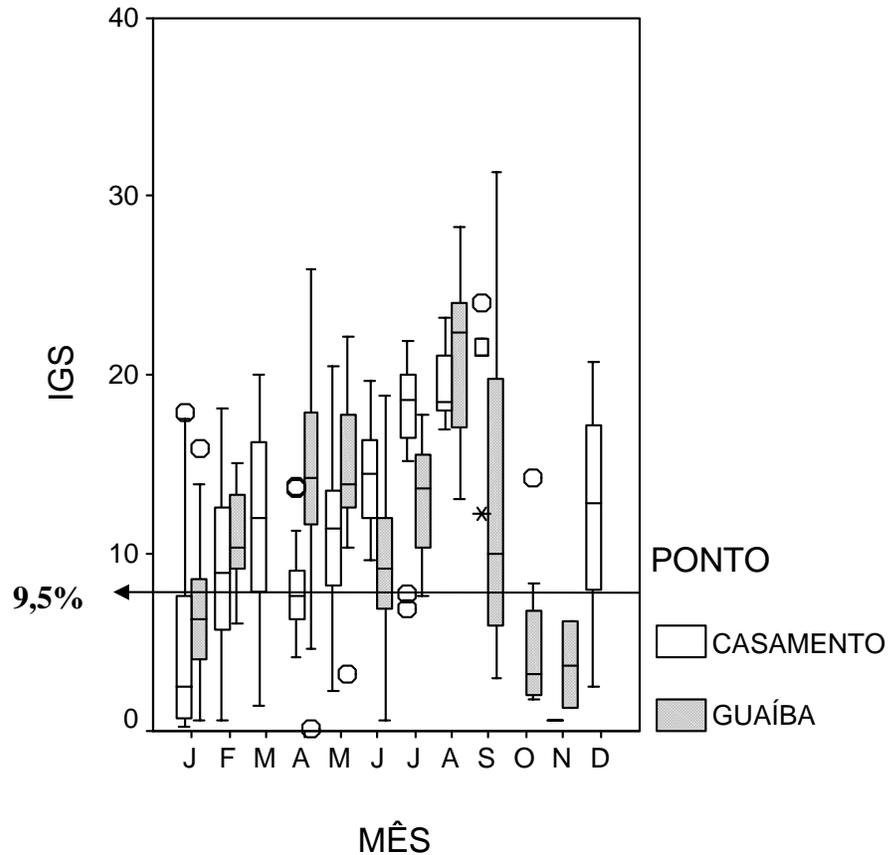


**Figura 4:** Distribuição mensal dos valores individuais de IGS (%) das fêmeas adultas de *Hoplias malabaricus* (n=297) no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul. O retângulo representa os limites do primeiro quartil (Q1) e terceiro quartil (Q3). As linhas representam até uma vez e meia a diferença entre Q1 e Q3 a partir da mediana, terminando obrigatoriamente em um dado válido. Os “outliers” são representados através do símbolo ○ e os valores extremos são representados através do símbolo \*.

*Cyphocharax voga* (HENSEL, 1870)

Fêmeas do birú *C. voga* foram capturadas com comprimentos totais entre 7,5cm e 25,9cm, totalizando 596 indivíduos coletados. O maior valor encontrado de IGS para as fêmeas da espécie foi de 31,5%, sendo consideradas como recrutadas à reprodução as fêmeas com IGS acima de 9,45%.

Foram observadas fêmeas reprodutivas em todos os meses do ano, com exceção do mês de novembro, no qual apenas três indivíduos foram capturados. Os meses de pico reprodutivo compreenderam de fevereiro a setembro, sendo que em agosto a atividade reprodutiva apresentou-se com maior intensidade, quando todas as fêmeas capturadas apresentaram valores de IGS iguais ou superiores a 30% do valor máximo encontrado (Figura 5).

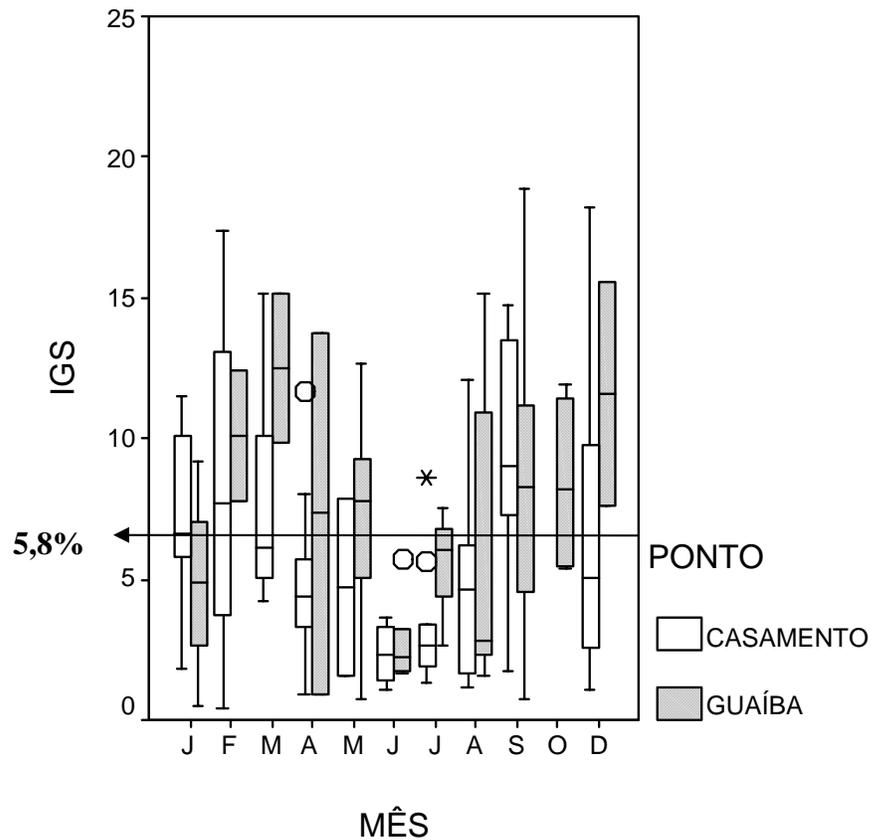


**Figura 5:** Distribuição mensal dos valores individuais de IGS (%) das fêmeas adultas de *Cyphocharax voga* (n=596) no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul. O retângulo representa os limites do primeiro quartil (Q1) e terceiro quartil (Q3). As linhas representam até uma vez e meia a diferença entre Q1 e Q3 a partir da mediana, terminando obrigatoriamente em um dado válido. Os “outliers” são representados através do símbolo ○ e os valores extremos são representados através do símbolo \*.

### *Astyanax fasciatus* (CUVIER, 1819)

Foram capturadas fêmeas de *A. fasciatus* com comprimentos totais variando entre 5,4cm e 16,4cm, com captura total de 577 fêmeas. O valor máximo de IGS identificado foi de 19,4% do peso corporal total, sendo consideradas reprodutivas as fêmeas com valores de IGS a partir de 5,8%.

Para as fêmeas de *A. fasciatus*, com exceção do mês de junho, em todos os demais meses foram capturadas fêmeas consideradas engajadas no processo reprodutivo (em novembro não foram capturados animais), caracterizando uma reprodução praticamente contínua. Os meses considerados como de pico reprodutivo, quando metade ou mais da população encontrou-se com valores de IGS igual ou superior a 30% do valor máximo registrado, ocorreram entre setembro e maio (figura 6).

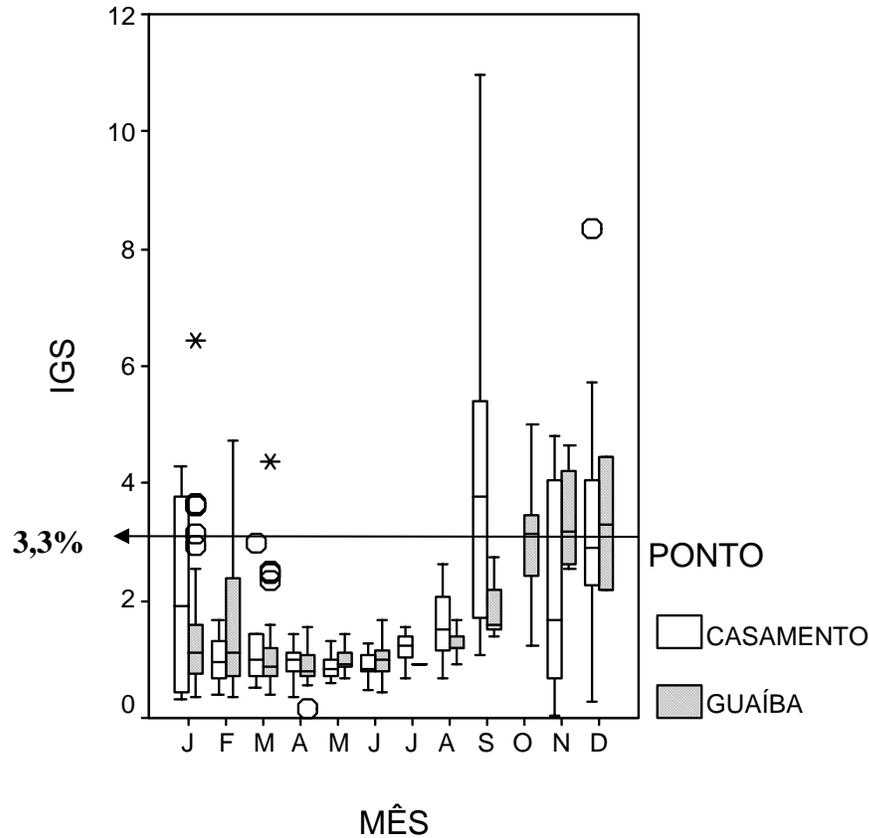


**Figura 6:** Distribuição mensal dos valores individuais de IGS (%) das fêmeas adultas de *Astyanax fasciatus* (n=577) no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul. O retângulo representa os limites do primeiro quartil (Q1) e terceiro quartil (Q3). As linhas representam até uma vez e meia a diferença entre Q1 e Q3 a partir da mediana, terminando obrigatoriamente em um dado válido. Os “outliers” são representados através do símbolo ○ e os valores extremos são representados através do símbolo \*.

***Parapimelodus nigribarbis*** (BOULENGER, 1889)

Ao todo foram coletadas 480 fêmeas de *P. nigribarbis* no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento. Estas fêmeas possuíam comprimentos totais que variavam de 7,8cm a 22,5cm. O maior valor de IGS registrado para as fêmeas de *P. nigribarbis* foi de 11% do peso corporal total, sendo que fêmeas as quais possuíam IGS iguais ou superiores a 3,3% (30% do IGS máximo registrado) foram consideradas aptas à atividade reprodutiva.

Os meses nos quais se identificou ao menos uma fêmea adulta, caracterizando os meses de reprodução registrada, foram de setembro a março. Torna-se importante salientar que em nenhum destes meses mais da metade da população de fêmeas de *P. nigribarbis* apresentou valores de IGS igual ou superior a 30% do índice máximo registrado, não sendo caracterizado pico reprodutivo segundo o critério de corte aqui proposto (figura 7).

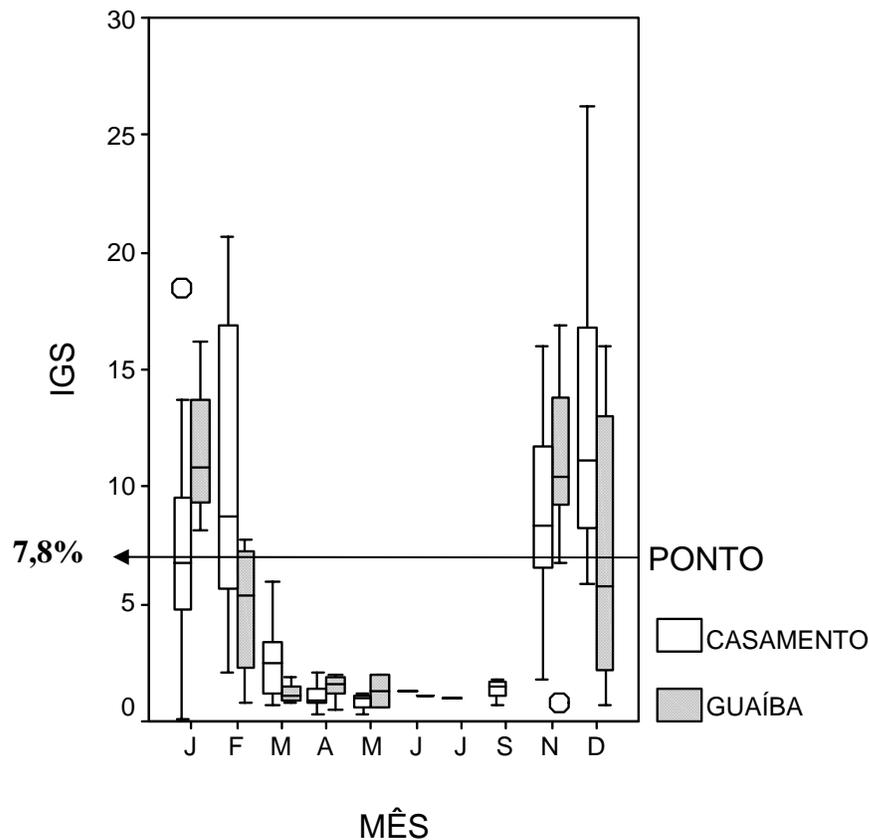


**Figura 7:** Distribuição mensal dos valores individuais de IGS (%) das fêmeas adultas de *Parapimelodus nigribarbis* (n=480) no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul. O retângulo representa os limites do primeiro quartil (Q1) e terceiro quartil (Q3). As linhas representam até uma vez e meia a diferença entre Q1 e Q3 a partir da mediana, terminando obrigatoriamente em um dado válido. Os “outliers” são representados através do símbolo ○ e os valores extremos são representados através do símbolo \*.

***Trachelyopterus lucenai* BERTOLETTI et al. 1995**

Foram capturados indivíduos de *T. lucenai* entre 10,2cm e 22,2cm de comprimento total dentre 232 fêmeas coletadas. O maior valor de IGS encontrado para a espécie foi de 26,2% da massa corporal total, sendo que as fêmeas que possuíam valores de IGS igual ou superior a 7,9% foram consideradas engajadas no processo reprodutivo.

A distribuição mensal dos valores individuais de IGS demonstrou um ciclo reprodutivo com marcada sazonalidade, compreendido entre os meses de novembro e fevereiro, não descartando a possibilidade deste período ser antecipado por outubro, já que neste mês nenhum indivíduo foi coletado por nossa amostragem. Mais da metade da população apresentou valores de IGS acima de 7,9% durante os meses de novembro a janeiro, caracterizando a época de pico reprodutivo da espécie (figura 8).

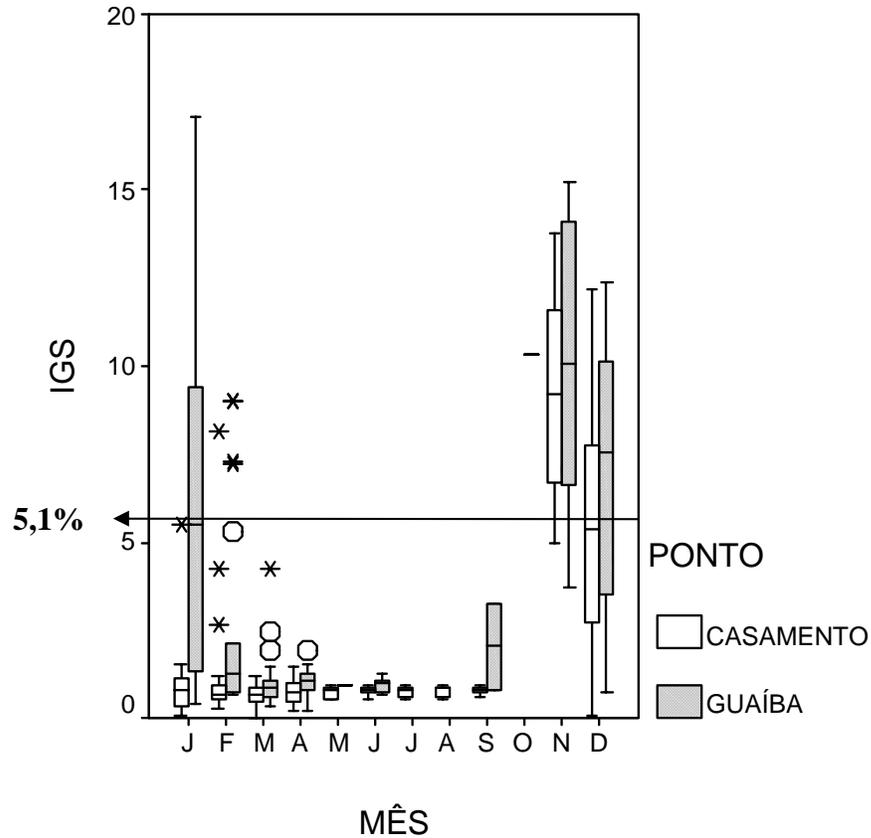


**Figura 8:** Distribuição mensal dos valores individuais de IGS (%) das fêmeas adultas de *Trachelyopterus lucenai* (n=232) no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul. O retângulo representa os limites do primeiro quartil (Q1) e terceiro quartil (Q3). As linhas representam até uma vez e meia a diferença entre Q1 e Q3 a partir da mediana, terminando obrigatoriamente em um dado válido. Os “outliers” são representados através do símbolo ○ .

*Hoplosternum littorale* (HANCOCK, 1828)

Foram coletadas 321 fêmeas de *H. littorale* sendo a menor possuindo 11,6cm e a maior 22cm de comprimento total. O maior valor de IGS registrado para a espécie foi de 17,1% do peso corporal total. Fêmeas com valores de IGS igual ou superior a 5,13% foram consideradas como reprodutivas.

Os meses caracterizados como de reprodução registrada compreenderam o período entre outubro e fevereiro, sendo que somente nos meses de novembro e dezembro mais da metade da população de fêmeas de *H. littorale* possuíam valores de IGS igual ou superior a 5,13%, sendo estes definidos como meses de pico reprodutivo (figura 9).

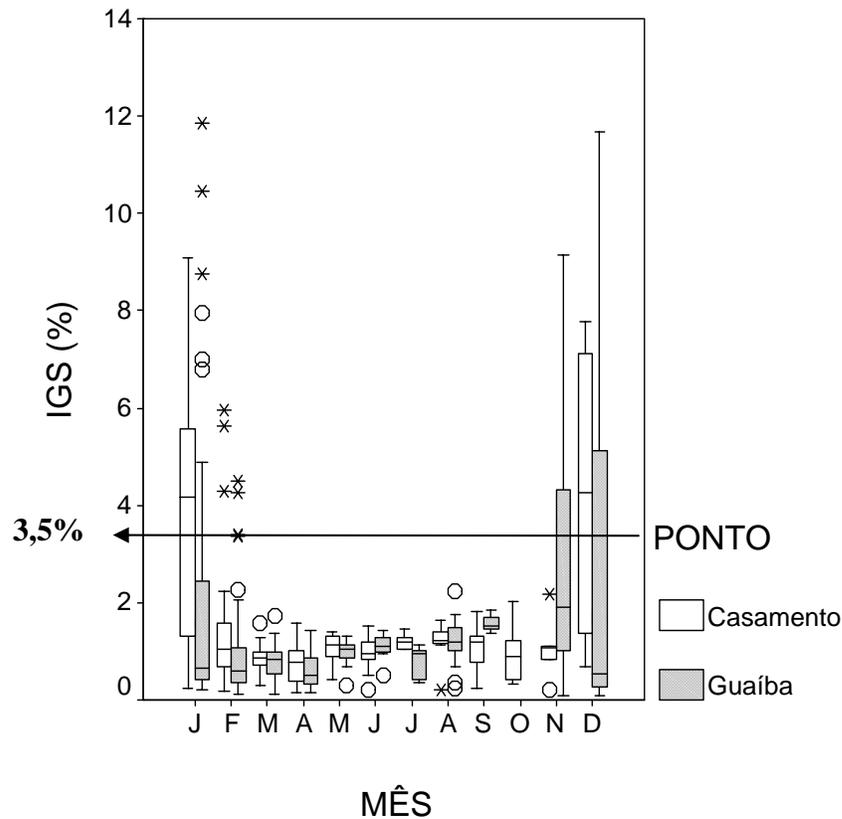


**Figura 9:** Distribuição mensal dos valores individuais de IGS (%) das fêmeas adultas de *Hoplosternum littorale* (n=321) no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul. O retângulo representa os limites do primeiro quartil (Q1) e terceiro quartil (Q3). As linhas representam até uma vez e meia a diferença entre Q1 e Q3 a partir da mediana, terminando obrigatoriamente em um dado válido. Os “outliers” são representados através do símbolo ○ e os valores extremos são representados através do símbolo \*.

### *Loricariichthys anus* (VALENCIENNES, 1836)

A espécie teve 504 fêmeas capturadas com comprimentos entre 11,7cm e 41cm de comprimento total. O IGS máximo registrado para as fêmeas de *L. anus* foi de 12% do peso corporal total. Foram consideradas recrutadas ao estoque reprodutivo as fêmeas com IGS igual ou superior a 3,5%.

A distribuição mensal dos valores de IGS de fêmeas de *L. anus* indicou uma reprodução marcadamente sazonal, iniciando-se em novembro e finalizando em fevereiro. Destacamos, entretanto, que como apenas um único indivíduo tenha sido capturado em outubro, o início do período reprodutivo possa ser anterior ao registrado. Cabe ressaltar que, nenhum dos meses de reprodução registrada apresentou mais da metade da população com valores de IGS igual ou superior a 3,5%, não ficando evidenciado nenhum pico reprodutivo segundo o critério de corte aqui aplicado (figura 10).

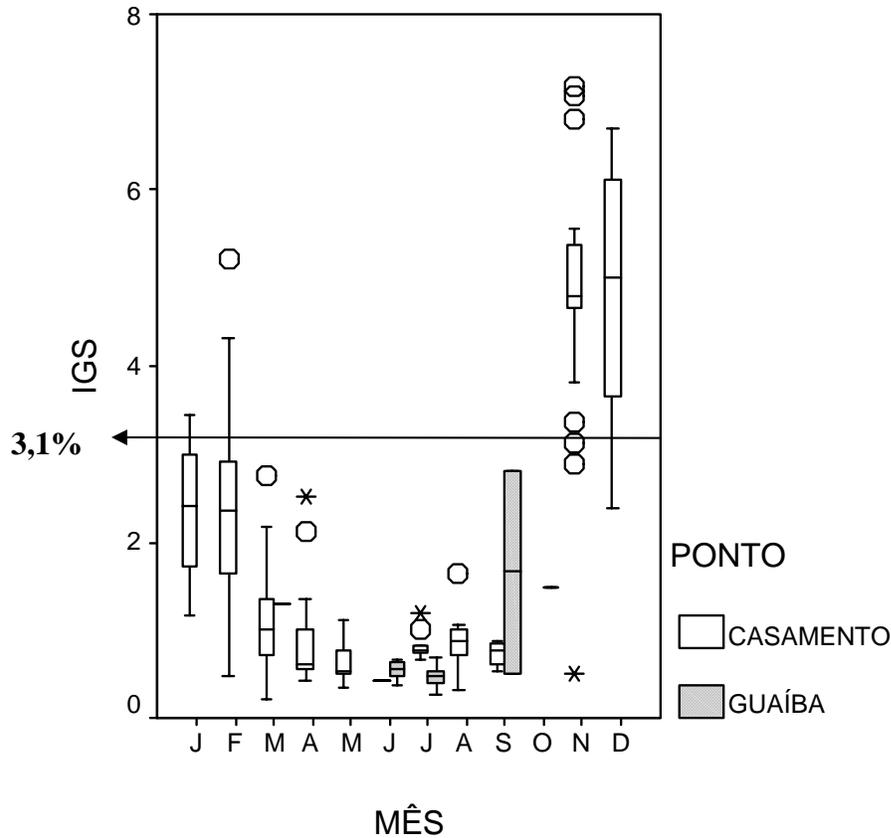


**Figura 10:** Distribuição mensal dos valores individuais de IGS (%) das fêmeas adultas de *Loricariichthys anus* (n=504) no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul. O retângulo representa os limites do primeiro quartil (Q1) e terceiro quartil (Q3). As linhas representam até uma vez e meia a diferença entre Q1 e Q3 a partir da mediana, terminando obrigatoriamente em um dado válido. Os “outliers” são representados através do símbolo ○ e os valores extremos são representados através do símbolo \*.

***Pachyurus bonariensis*** STEINDACHNER, 1879

Foram coletadas um total de 318 fêmeas no Lago Guaíba e Lagoa do Casamento. A maior fêmea de *P. bonariensis* foi capturada com 26,4cm e a menor com 7,6cm de comprimento total. O maior valor de IGS registrado para as fêmeas da espécie foi de 10,3%, de modo que fêmeas com valor de IGS de 3,1% foram consideradas reprodutivas.

Identificou-se como meses de reprodução registrada o período entre novembro e fevereiro. Acredita-se que o mês de outubro também possa estar incluído no período reprodutivo da espécie, apesar de que neste mês apenas um único indivíduo tenha sido capturado durante toda a campanha amostral. Os meses de novembro e dezembro caracterizaram-se como meses de pico reprodutivo da espécie, já que metade da população possuía IGS igual ou superior a 30% do valor máximo encontrado (Figura 11).



**Figura 11:** Distribuição mensal dos valores individuais de IGS (%) das fêmeas adultas de *Pachyurus bonariensis* (n=318) no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, Rio Grande do Sul. O retângulo representa os limites do primeiro quartil (Q1) e terceiro quartil (Q3). As linhas representam até uma vez e meia a diferença entre Q1 e Q3 a partir da mediana, terminando obrigatoriamente em um dado válido. Os “outliers” são representados através do símbolo ○ e os valores extremos são representados através do símbolo \*.

No presente trabalho não se pretende, de forma alguma, propor a substituição dos estudos mais minuciosos os quais adotam uma abordagem histológica de gônadas, que resultam, necessariamente, em dados mais precisos e confiáveis. Antes disso, propõe-se o uso de metodologia expedita, mas ao mesmo tempo padronizada, para estudos simultâneos de diversas espécies, quando um maior detalhamento é menos viável e a disponibilidade de resultados aproximados seja necessária.

O primeiro aspecto a ser avaliado é a aplicabilidade da metodologia empregada para definição do período reprodutivo. Considerar como meses de reprodução registrada aqueles em que pelo menos uma fêmea apresente valor de IGS igual ou superior a 30% do máximo verificado para a espécie, embora se constitua em critério objetivo e de fácil verificação, é completamente arbitrário quanto ao ponto de corte estabelecido.

A grande vantagem do método reside em evitar-se a necessidade de avaliação subjetiva do estágio de maturação gonadal, sendo esta substituída por um critério numérico de obtenção relativamente fácil e precisa: o IGS. A potencial fragilidade da metodologia proposta deriva de três aspectos básicos: (1) o quão representativo é o maior IGS identificado para a espécie; (2) se 30% do IGS máximo é um ponto de corte adequado para definir se um animal encontra-se engajado ou não no processo reprodutivo; e (3) se basta apenas um animal estar sinalizando atividade reprodutiva recente ou próxima para caracterizar um determinado mês como de reprodução registrada.

O maior IGS observado para uma determinada espécie depende obviamente do tamanho amostral: quanto maior for a amostra maior a probabilidade de identificar-se um valor maior de IGS. Para testar a sensibilidade desta metodologia em função do tamanho amostral, simulamos quantas fêmeas de *C. voga* seriam necessárias para que se identificasse um valor de IGS que fosse pelo menos 80% do nosso maior valor registrado dentre as 596 fêmeas capturadas. Escolhemos *C. voga* para esta simulação em função do tamanho amostral além de ser uma espécie particularmente sensível ao método, já que fêmeas da espécie foram consideradas reprodutivas em quase todos os meses do ano. Em cinquenta simulações efetuadas (figura 12), com os dados aleatorizados a cada simulação, amostras de 100 indivíduos capturados ao longo do ano incluíam fêmeas com IGS de

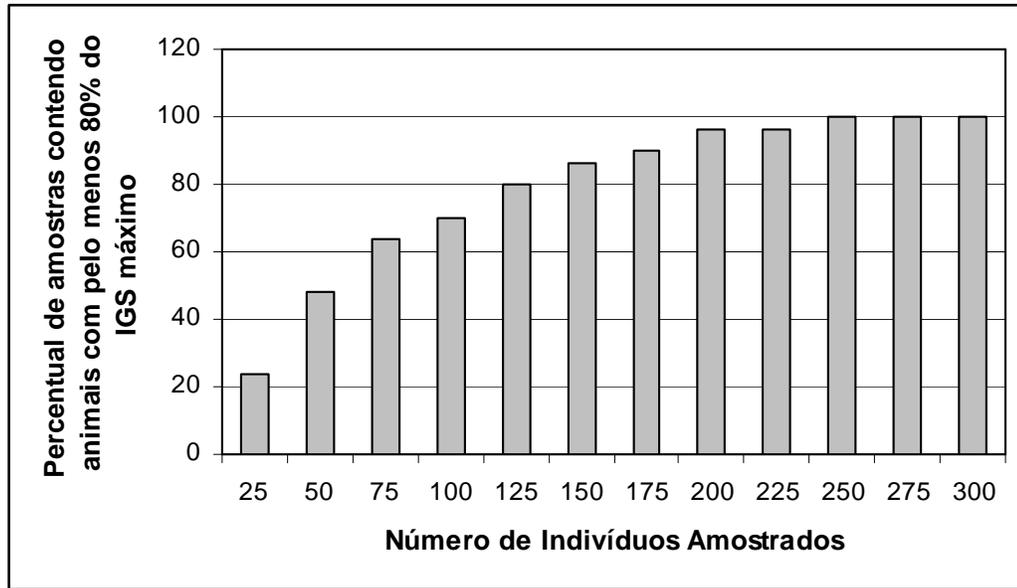
pelo menos 80% do maior registrado em 70% das simulações. Amostras de 200 indivíduos incluíram pelo menos um indivíduo com IGS de 80% do máximo em 96% das simulações efetuadas, e todas as amostras superiores a 250 indivíduos incluíram pelo menos uma fêmea com IGS superior a 80% do máximo registrado. Embora estes resultados não sejam conclusivos, apontam que, em amostras superiores a 100 ou 200 indivíduos, valores relativamente próximos ao IGS máximo da espécie podem ser alcançados, de forma que resultados relativamente estáveis e reprodutíveis podem ser obtidos para espécies moderadamente abundantes.

Um outro aspecto a ser avaliado reside no ponto de corte de 30% do IGS máximo como critério para se classificar um animal como engajado ou não em processos reprodutivos. A figura 13 apresenta, para duas espécies de biologia reprodutiva distinta, a distribuição de frequências de indivíduos capturados em função do valor individual de IGS relativo ao máximo. Enquanto *A. fasciatus* caracteriza-se como espécie de reprodução praticamente anual, *L. anus* apresenta uma reprodução restrita aos meses de novembro a fevereiro. *Astyanax fasciatus* apresenta ovócitos pequenos e relativamente numerosos, sem cuidado parental, enquanto que machos de *L. anus* incubam um número relativamente pequeno de ovos grandes em seu sifão bucal. Apesar das biologias reprodutivas distintas, observa-se através da figura 13 um nítido grupamento modal com valores de IGS de até 15% do máximo, caracterizando claramente os animais imaturos ou adultos não reprodutivos. Qualquer indivíduo com IGS individual superior a 25% encontra-se nitidamente fora do estoque maduro: ou desovou recentemente ou encontra-se em processo de maturação gonadal. Ao estabelecer-se um ponto de corte de 30%, aumenta-se a confiabilidade de que os animais classificados como engajados no processo

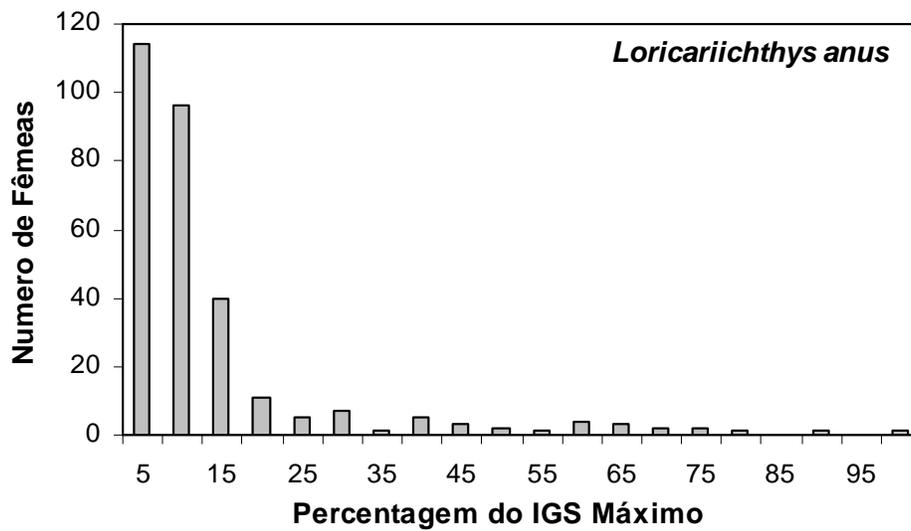
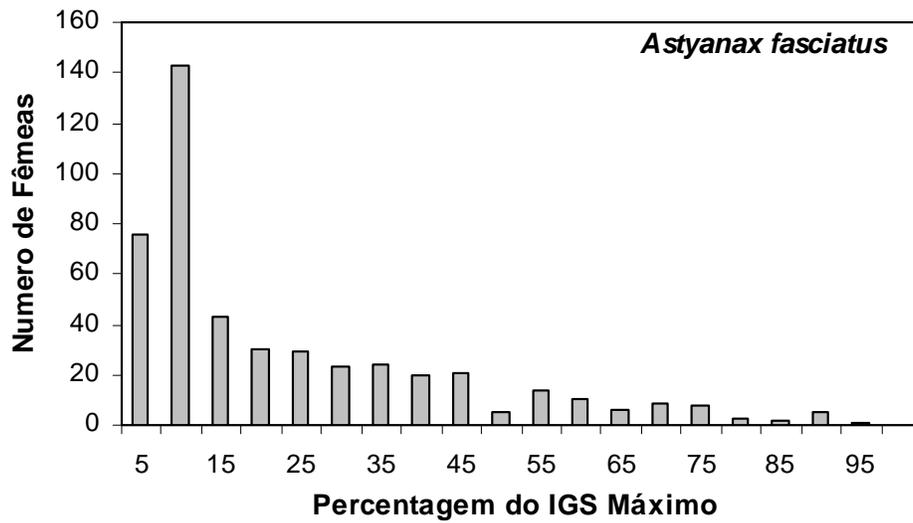
reprodutivo de fato o sejam, independentemente da variabilidade do valor de IGS máximo utilizado como referência.

O terceiro aspecto a ser considerado constitui-se na conveniência de caracterizar-se como “de reprodução registrada” um mês em que apenas um animal foi classificado como engajado em processo reprodutivo. É opinião dos autores que, embora meses com reprodução esporádica de alguns indivíduos possam não ser importantes do ponto de vista de contribuição numérica para o recrutamento anual, este tipo de informação revela a plasticidade fenotípica das espécies, devendo ser registrada pela literatura. De forma a caracterizar os meses efetivamente importantes para o processo reprodutivo, optamos por definir claramente o período de “pico reprodutivo”, também caracterizado em termos numéricos objetivos, embora arbitrários. O ponto de corte de que, para ser caracterizado como “de pico reprodutivo”, metade dos indivíduos capturados devam ser identificados como engajados em reprodução, nos parece razoável, embora não tenhamos argumentos explícitos para defender 50% ao invés de 40% ou 60%. Assim, propõem-se 50% como ponto de corte a título de convenção, a ser discutida e validada pela comunidade acadêmica, a partir de um conjunto maior de espécies analisadas.

A despeito da relativa arbitrariedade dos critérios de corte propostos, os mesmos redundaram em resultados congruentes com a literatura (Tabela I). Os períodos reprodutivos identificados para as dez espécies analisadas puderam ser caracterizados dentro de três grupos diferenciados: (1) espécies com reprodução praticamente contínua, embora com ciclos variáveis de abundância: *C. voga* e *A. fasciatus*; (2) espécies com reprodução pré-primaveril: *O. robustus* e *O. jenynsii*; (3) espécies com reprodução primaveril-veranil: *H. malabaricus*, *P. nigribarbis*, *T. lucenai*, *L. anus*, *H. littorale* e *P. bonariensis*.



**Figura 12:** Percentual de amostras contendo pelo menos uma fêmea de *Cyphocharax voga* com IGS superior a 80% do IGS máximo registrado (31,5%). Resultado simulado a partir de cinquenta ordenamentos aleatórios de 596 animais capturados ao longo de todos os meses do ano amostrados.



**Figura 13:** Frequência de fêmeas capturadas de *A. fasciatus* e *L. anus* por classe de IGS individual como percentual do maior IGS registrado para a espécie.

**Tabela I:** Síntese das informações relativas ao período reprodutivo das 10 espécies de peixes capturadas no Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento comparando-as com as informações já disponibilizadas na literatura.

Espécie	Presente Trabalho		Literatura		
	Reprodução Registrada	Pico Reprodutivo	Reprodução Registrada	Pico Reprodutivo	Fonte
<i>Oligosarcus jenynsii</i>	Março à Novembro	Abril à Agosto	Julho à Dezembro	Julho e Agosto	HARTZ <i>et al.</i> (1997); NUNES <i>et al.</i> (2004)
<i>Oligosarcus robustus</i>	Janeiro à Dezembro	Fevereiro à Agosto	Julho à Dezembro	Julho	NUNES <i>et al.</i> (2004); LEIS <i>et al.</i> (2001)
<i>Hoplias malabaricus</i>	Novembro à Março	Novembro e Dezembro	*Setembro à Dezembro* Anual	Novembro	*BARBIERI (1989); *QUEROL & QUEROL (1993); ARAÚJO-LIMA & BITTENCOURT (2001); MARQUES <i>et al.</i> (2001)
<i>Cyphocharax voga</i>	Janeiro à Dezembro	Fevereiro à Setembro	Anual	Setembro e Outubro	HARTZ <i>et al.</i> (1994); SCHIFINO <i>et al.</i> (1998); RAMOS <i>et al.</i> (2001)
<i>Astyanax fasciatus</i>	Janeiro à Dezembro	Setembro à Maio	Anual	-	BERTACO <i>et al.</i> (1998)
<i>Parapimelodus nigribarbis</i>	Setembro à Março	-	Primavera - Verão	-	KONRAD <i>et al.</i> (2001)
<i>Hoplosternum littorale</i>	Outubro à Fevereiro	Novembro e Dezembro	Novembro e Dezembro	-	VAZZOLER (1996); VERAMESONES <i>et al.</i> (1998)
<i>Loricariichthys anus</i>	Novembro à Fevereiro	-	Novembro à Março	Novembro	BRUSCHI-JUNIOR <i>et al.</i> (1997)
<i>Pachyurus bonariensis</i>	Novembro à Fevereiro	Novembro e Dezembro	Primavera	-	FLORES & HIRT (2002)
<i>Trachelyopterus lucenai</i>	Novembro à Fevereiro	Novembro a Janeiro	Novembro à Fevereiro	Janeiro	BECKER (2001); KONRAD <i>et al.</i> (2001)

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, A.A.; VAZZOLER, A.E.A.M. & THOMAZ, S.M. 1995. The high Paraná river basin: limnological and ichthyological aspects. *In*: TUNDISI, J.G.; BICUDO, C.E.M. & MATSUMURA-TUNDISI, T. eds. **Limnology in Brazil**. Rio de Janeiro, Brazilian Academy of Sciences/Brazilian Limnological Society. p.59-103.
- AGOSTINHO, A.A. & JÚLIO-JÚNIOR, H.F. 1999. Peixes da bacia do alto rio Paraná. *In*: LOWE-MCCONNELL, R.H. ed. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo, Editora da USP. cap.16, p.374-400.
- ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M. & BITTENCOURT, M.M. 2001. A reprodução e o início de vida de *Hoplias malabaricus* na Amazônia Central. **Acta Amazônica** 31(4): 693-697.
- BARBIERI, G. 1989. Dinâmica da reprodução e crescimento de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) na represa de Monjolinho, São Carlos, SP. **Revista Brasileira de Zoologia** 6(2): 223-233.
- BECKER, F.G. 2001. Observations on the reproduction, sex ratio and size composition of *Trachelyopterus lucenai* (Teleostei, Auchenipteridae) in lake Guaíba, RS, Brasil. **Biociências** 9(2): 85-96.
- BENDATI, M.M. 1994. Avaliação da Concentração de Metais em Moluscos no Lago Guaíba. **Revista Ecos** 17:28-31.
- BENVENUTI, M.A. & MORESCO, A. 2005. **Guia Ilustrado de Peixes das Áreas de Banhados e Lagoas Costeiras do Extremo Sul do Brasil**. Pelotas, ABRH. 63p.
- BERTACO, V.A.; LUCENA, Z.M.S.L. & BECKER, F.G. 1998. Variação espacial e temporal na abundância de *Astyanax bimaculatus* e *Astyanax fasciatus* (Characidae) no lago Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. **Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS, série zoologia** 11: 61-89.
- BRUSCHI JR, W.; PERET, A.C.; VERANI, J.R. & FIALHO, C.B. 1997. Reprodução de *Loricariichthys anus* (VALENCIENNES, 1840) da lagoa Emboaba, Osório, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 57(4): 677-685.
- COULTER, G.W. 1991. Pelagic fish. *In*: COULTER, G.W. ed. **Lake Tanganyika and its Life**. New York, Oxford University Press. p.23-38.
- DOWNHOWER, J.F.; LEJEUNE, P.; GAUDIN, P. & BROWN, L. 1990. Movements of the Chabot (*Cottus gobio*) in a small stream. **Polskie Archiwum Hydrobiologii** 37: 119-126.
- FLORES, S.A. & HIRT, L.M. 2002. Ciclo reproductivo y fecundidad de *Pachyurus bonariensis* (STEINDACHNER, 1879), PISCES, SCIANIDAE. **Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo** 28(1): 25-31.

- GAGEN, C.J.; SHARPE, W.E. & CARLINE, R.F. 1994. Downstream movement and mortality of brook trout (*Salvelinus fontinalis*) exposed to acidic episodes in streams. **Canadian Journal of Fish Aquatic Science** 51: 1620-1628.
- GOOGLEMAP. 2006. **Map Data. Tele Atlas.** Disponível em: <http://maps.google.com/>. Acessado em: 01.12.2006
- HARTZ, S.M.; VILELLA, F.S. & BARBIERI, G. 1994. Dinâmica da reprodução de *Cyphocharax voga* (Hensel, 1869) da lagoa Emboaba, RS, Brasil (Characiformes, Curimatidae). **Revista Brasileira de Biologia** 54(3): 459-468.
- HARTZ, S.M.; VILELLA, F.S. & BARBIERI, G. 1997. Reproduction dynamics of *Oligosarcus jenynsii* (CHARACIFORMES, CHARACIDAE) in lake Caconde, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 57(2): 295-303.
- INMET. 2006. **Gráficos das Normais Meteorológicas.** Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <[http://www.inmet.gov.br/html/clima.php?lnk=/conab/climatologia/dimap/selecao\\_spi\\_X.php](http://www.inmet.gov.br/html/clima.php?lnk=/conab/climatologia/dimap/selecao_spi_X.php)>. Acessado em: 28.11.2006.
- KLEIN, J.L. 1997. **Statistical Visions in Time: A history of Time Series Analysis.** Cambridge, Cambridge University Press. 276p.
- KOCH, W.R.; MILANI, P.C. & GROSSER, K.M. 2000. **Guia ilustrado de peixes do Parque Estadual Delta do Jacuí.** Porto Alegre, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. 89p.
- KONRAD, H.G.; PALOSKI, N. & RAMOS, L.A. 2001. Considerações sobre a biologia reprodutiva de *Parapimelodus nigribarbis* (Siluriformes, Pimelodidae), do delta do rio Camaquã, São Lourenço do Sul, RS, Brasil. **XIV Encontro Brasileiro de Ictiologia** Cd-rom.
- LEIS, C.M.; SOUTO, C.M. & SCHULZ, U.H. 2001. Contribuição ao estudo da biologia reprodutiva de *Trachelyopterus lucenai* da região inferior da bacia do rio Camaquã-RS. **XIV Encontro Brasileiro de Ictiologia** Cd-rom.
- LERSCH, E.C.; HOFFMANN, C.X.; SOARES, P.R.; STARUCK, J. & ZABADAL, J. 1999. Sistema Híbrido de Simulação para Propagação de Poluentes no Lago Guaíba. **Revista Ecos** 14: 25-27.
- LOWE-MACCONNEL, R.H. 1987. **Ecological studies in tropical fish communities.** Cambridge, Cambridge University Press. 328p.
- LOWE-MACCONNEL, R.H. 1999. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais.** São Paulo, Edusp. 535p.
- LUCAS, M.C. & BATLEY, E. 1996. Seasonal movements and behavior of adult barbel *Barbus barbatus*, a riverine cyprinid fish: implications for river management. **Journal Applied of Ecology** 33: 1345-1358.
- LUCAS, M.C.; THOM, T.J.; DUNCAM, A. & SLAVIK, O. 1998. **Coarse fish migration: occurrence causes and implications.** R&D Technical Report W152. Bristol, Environment Agency. 147p.

- LUCENA, C.A.S.; JARDIM, A.S. & VIDAL, E.S. 1994. Ocorrência, distribuição e abundância da fauna de peixes da praia de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS, série zoologia** 7: 3-27.
- MALABARBA, L.R. 1989. Histórico sistemático e lista comentada das espécies de peixes de água doce do sistema da laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. **Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS, série zoologia** 2(8): 107-179.
- MARQUES, D.K.S.; GURGEL, H.C.B. & LUCENA, I. 2001. Época de reprodução de *Hoplias malabaricus* na barragem do rio Gramame, Alhandra, Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Zoociências** 3(1): 61-67.
- MARQUES, C.S.; BRAUN, A.S. & FONTOURA, N.F. 2006. Tamanho de primeira maturação dos tambicús (*Oligosarcus jenynsii* e *Oligosarcus robustus*) e do birú (*Cyphocharax voga*) na região do Saco das Mulatas, Lago Guaíba e na Lagoa do Casamento, RS. **I Mostra de Pós-Graduação da PUCRS Resumos**.
- NUNES, D.M.; PELLANDA, M. & HARTZ, S.M. 2004. Dinâmica reprodutiva de *Oligosarcus jenynsii* e *Oligosarcus robustus* na lagoa Fortaleza, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia série Zoologia** 94(1): 5-11.
- QUEROL, M.V.M. & QUEROL, E. 1993. Reprodução da traíra (*Hoplias malabaricus*) (Pisces, Erythrinidae) na região de Uruguaiana, Rio Grande do Sul, Brasil. **Hífen** 18(34): 31-45.
- RAMOS, L.A.; KONRAD, H.G. & PALOSKI, N.I. 2001. Aspectos sobre a biologia reprodutiva de *Cyphocharax voga* da foz do rio Camaquã-RS. **XIV Encontro Brasileiro de Ictiologia** Cd-rom.
- SCHIFINO, L.C.; FIALHO, C.B. & VERANI, J.R. 1998. Reproductive aspects of *Cyphocharax voga* (HENSEL) from Custódias Lagoon, Rio Grande do Sul, Brazil (CHARACIFORMES, CURIMATIDAE). **Revista Brasileira de Zoologia** 15(3): 767-773.
- SMITH, R.J.F. 1991. Social behavior, homing and migration. *In*: WINFIELD, I.J. & NELSON J.S. eds. **Cyprinid fishes: systematics, biology and exploitation**. London, Chapman and Hall. p.509-529.
- VAZZOLER, A.E.A.M. 1996. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: Teoria e Prática**. São Paulo, Eduem. 169p.
- VERA-MESONES, R.; NUEVA, L. & GONZO, G. 1998. Sexual cycle and histological organization of gonads of *Hoplosternum littorale* (Pisces, Siluriformes, Callichthyidae) of Bermejo river, Salta, Argentina. **Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción** 69(0): 211-220.
- VILLWOCK, J.A. 1977. **Aspectos da Sedimentação na Região Nordeste da Lagoa dos Patos: Lagoa do Casamento e Saco do Cocoruto, RS, Brasil**. Porto Alegre. Curso de Pós-graduação em Geociências, 189p. il. Tese (Doutorado em Geociências). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.