

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

**ESTRUTURA E ESTADO DE EXPLOTAÇÃO DOS ESTOQUES DO
JURUPOCA, *Hemisorubim platyrhynchos*, E DO JURUPENSÉM,
Sorubim cf. lima, NA BACIA DO RIO CUIABÁ, PANTANAL MATO-
GROSSENSE.**

JERRY MAGNO FERREIRA PENHA

SÃO CARLOS

2003

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

**ESTRUTURA E ESTADO DE EXPLOTAÇÃO DOS ESTOQUES DO
JURUPOCA, *Hemisorubim platyrhynchos*, E DO JURUPENSÉM,
Sorubim cf. lima, NA BACIA DO RIO CUIABÁ, PANTANAL MATO-
GROSSENSE.**

JERRY MAGNO FERREIRA PENHA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ecologia.

SÃO CARLOS

2003

Orientador

Prof. Dr. Geraldo Barbieri

“Este mundo é inconcluso:
Além, há continuação,
Invisível, como a música,
Evidente, como o som.”

Emily Dickinson

Aos meus pais e avós,
por me ensinarem a ser.

AGRADECIMENTOS

Aos colegas do Departamento de Botânica e Ecologia do Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso, pela concordância com o afastamento do cargo para realização do Doutorado.

À CAPES e à PROPG/UFMT, através do programa PICDT, pela concessão da bolsa de estudos.

À Secretaria do Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da UFSCar, pela boa vontade e enorme eficiência com que sempre me atenderam.

Ao Departamento de Biologia do Instituto de Biociências da UNESP, campus de Rio Claro, pelo empréstimo do estereomicroscópio para leitura dos anéis; e ao Técnico Gerson Mello Souza, do Laboratório de Histologia do mesmo Departamento, pelo apoio durante as árduas sessões de leitura.

Ao Departamento de Petrologia do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP, campus de Rio Claro, pelo empréstimo do equipamento para cortar os espinhos; e ao Técnico de apoio acadêmico Nelson Pereira Lopes Júnior, do laboratório de laminação Antônio Carlos B. de Moraes do mesmo departamento, pelo apoio durante as sessões de cortes.

À Fundação de Meio Ambiente (FEMA - MT), pela liberação da Carteira de Pesca Científica.

À Profa. Dra. Maria de Fátima Pereira de Sá, da Universidade Federal de Alagoas, que viabilizou a minha ida para o PPG-ERN.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Geraldo Barbieri, por ter aceitado orientar-me antes que nos conhecêssemos; por ter permitido que eu trabalhasse com liberdade; por ter me orientado com segurança; e pela amizade.

Ao Prof. Dr. Miguel Petrere Júnior, do Departamento de Ecologia da UNESP – campus de Rio Claro, por inumeráveis ensinamentos e fatos, alguns dos quais tentarei elencar. Pela generosidade com que me recebeu em Rio Claro, me disponibilizando sua sala, seu computador, impressora, internet, telefone, livros e periódicos. Por estar sempre disponível para tirar dúvidas, ensinando, a pobres mortais como eu, os segredos da ciência em geral e da estatística e ecologia teórica em particular. Pelo contagiante amor às Ciências e a este maravilhoso país. E pelas deliciosas conversas regadas a boa comida. Valeu Miguelão!

Aos membros da banca examinadora, Professores Miguel Petrere Júnior, Ângelo Agostinho, Carlos Eduardo Matheus e Irineu Bianchini Júnior. Pelas valiosas contribuições que enriqueceram este trabalho.

À Dra. Mônica Vaz, do CETEC/MG, pela leitura minuciosa de uma versão preliminar do terceiro capítulo desta tese.

À Profa. Dra. Lúcia Mateus do Depto. de Produção animal, FAMEV – UFMT, por ter me introduzido aos problemas da avaliação de estoque pesqueiro. Pelas calorosas discussões sobre manejo de pesca no Pantanal. E pelos ensinamentos sobre o programa FiSAT.

Aos pescadores do rio Cuiabá, que facilitaram a minha vida durante as campanhas de campo. Em especial ao Seo Gordo, pescador da cidade de Sto. Antônio de Leverger, MT.

À Federação dos Pescadores do Estado de Mato Grosso, na pessoa do Sr. Lindemberg, por terem facilitado o acesso ao Mercado Varejista do Porto “Antônio Moyses Nadaf”, Cuiabá - MT.

Aos comerciantes de peixe do Mercado Varejista do Porto “Antônio Moyses Nadaf”, por colaborarem durante as tomadas de pesos e medidas dos peixes desembarcados. Em especial ao Seo. Luís, Seo. Saracuí, Seo. Gélim e Seo. Mirto.

Ao Prof. MSc. Heitor Queiroz de Medeiros, da UFMT e da UNIVAG, em Mato Grosso, pelo apoio incondicional oferecido durante minhas idas à cidade de Cuiabá. Por ter me facilitado o contato com a Federação de Pescadores e com os próprios pescadores. Pelas inúmeras vezes em que me emprestou seu carro para trabalhos de campo. E por ter me hospedado em sua casa e partilhado comigo sua água, comida, livros, discos, idéias e generosa amizade. Valeu Heitorzinho!

Aos Professores e aos inúmeros colegas das disciplinas cursadas na UNESP/ Rio Claro, UNICAMP e USP/ São Paulo.

Ao Dr. Agostinho Catella e Janice Peixer, pelas esclarecedoras discussões sobre o manejo de pesca na região do Pantanal.

Aos colegas Agostinho, Alonso, Angelis, Cetra, Cláudia, Daniela, Geraldinho, Geraldinho (Corumbá), Getúlio, Janice, Lúcia, Mônica, Pedrão, Roque, Saúl, Serguei e Soraia, da UNESP (Botucatu, Araraquara e Rio Claro), UNICAMP e PUC-RS, que partilharam comigo esta jornada.

Ao Dalci, Heitor, Mara, Edson, Cláudia, Geraldinho, Soraia, Júlia, Gilmar, Sardinha, Lúcia e Carolina, pelo suporte emocional. Valeu galera!

À minha pequena flôr, Mariana. Que me oportunizou esta maravilhosa experiência de ser pai.

À Lúcia, minha adorável mulher. Pelos deliciosos anos de vida em comum.

À meus pais, Maria e Pedro, e à minha irmãzinha Mara, pelo constante apoio durante as coletas.

Ao meu avô João Gonçalo, por ter montado a biblioteca que me colocou em contato com o mundo.

Ao meu núcleo familiar: pais, avós, tios, irmãos e primos. Por terem sido as referências imediatas que moldaram o meu caráter.

SUMÁRIO

Resumo

Abstract

Introdução Geral

1

Objetivos

5

 Objetivo geral

5

 Objetivos específicos

6

Materiais e métodos

6

 Área de estudo

6

 A bacia do rio Cuiabá

9

 O mercado

10

 Idade e crescimento

11

 Amostragem

11

 Leitura dos anéis de crescimento

11

 Validação

14

 Relações biométricas

15

 Retrocálculo

16

 Estimativa dos parâmetros de crescimento

18

 Estrutura e estado de exploração dos estoques

20

 Amostragem

20

 Estrutura dos estoques

20

 Coeficientes de mortalidade

21

 Análise do rendimento por recruta

22

Resultados e discussão

24

Conclusão	25
Referências	26
CAPÍTULO 1 – Um procedimento para aumentar a confiança na identificação do primeiro anel em espinhos de nadadeiras de peixes velhos.	31
Resumo	32
Abstract	32
Nota	33
Agradecimentos	37
Referências	38
CAPÍTULO 2 – Determinação da idade e crescimento do jurupoca (<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>) no Pantanal Mato-grossense.	39
Resumo	40
Abstract	41
Introdução	42
Materiais e Métodos	42
Área de estudo	42
Amostragem e leitura dos anéis de crescimento	43
Validação	45
Relações biométricas	46
Retrocálculo	46
Estimativa dos parâmetros de crescimento	47
Resultados	48
Determinação da idade	48
Validação	49

Relações biométricas	53
Retrocálculo	55
Estimativa dos parâmetros de crescimento	57
Discussão	59
Referências	63
CAPÍTULO 3 – Determinação da idade e crescimento do jurupensém	67
(<i>Sorubim cf. lima</i>) no Pantanal Mato-grossense.	
Resumo	68
Abstract	69
Introdução	70
Material e métodos	71
Área de estudo	71
Amostragem e leitura dos anéis de crescimento	72
Validação	73
Relações biométricas	74
Retrocálculo	75
Estimativa dos parâmetros de crescimento	75
Resultados	76
Determinação da idade	76
Validação	78
Relações biométricas	82
Retrocálculo	84
Crescimento	86
Discussão	88

Referências	93
CAPÍTULO 4 – Estrutura e estado de exploração dos estoques do jurupoca, 98	
<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>, e do jurupensém, <i>Sorubim cf. lima</i>, na bacia do	
rio Cuiabá, Pantanal Mato-grossense.	
Resumo	99
Abstract	100
Introdução	101
Materiais e métodos	102
Resultados	105
Discussão	112
Referências	114

RESUMO

A pesca é uma importante atividade econômica no Pantanal Mato-grossense. Este estudo descreve e analisa a idade, o crescimento dos indivíduos, a estrutura, o estado de exploração e as opções de manejo para os estoques de duas espécies de bagres pescados na região. O Jurupoca *Hemisorubim platyrhynchos* e o Jurupensém *Sorubim lima* são, respectivamente, o sexto e o sétimo maiores bagres do Pantanal. Os exemplares provieram da pesca comercial e experimental realizadas com linha e anzol no rio Cuiabá, Pantanal Mato-grossense. A idade e o crescimento dos indivíduos das espécies foram estudados a partir dos espinhos de nadadeiras peitorais. As estimativas dos parâmetros de crescimento foram posteriormente utilizadas na obtenção de estimativas dos coeficientes instantâneos de mortalidade para os estoques. As consequências da adoção de diferentes medidas de manejo para os estoques e a pesca foram avaliadas através do modelo de rendimento relativo por recruta. Os resultados indicam que *H. platyrhynchos* e *S. lima* apresentam crescimento lento e coeficiente de mortalidade natural intermediário. A longevidade do *H. platyrhynchos* é de 11,4 anos e a do *S. lima* de 9,6 anos. A pesca se concentra na captura de várias coortes de peixes, em geral, sobre indivíduos acima do comprimento médio de primeira maturação. A inexistência de dados históricos dificulta qualquer avaliação dos efeitos da crescente pressão de pesca sobre os estoques. Porém, os resultados das simulações do modelo de rendimento relativo por recruta indicam que o esforço de pesca atual está abaixo de um ponto de referência biológico conservador – o $F_{0,1}$. Assim, pode-se concluir que o estado atual de exploração dos estoques das duas espécies está aquém do que o estoque teoricamente suportaria, portanto subexplorados. Contudo, um aumento no esforço de pesca atual deve ser visto com cautela uma vez que não se conhece a relação entre o tamanho do estoque e o recrutamento para as espécies.

ABSTRACT

The fishery is an important economic activity at Pantanal. This study describe and analyse the age, the individual growth, the structure, the exploitation and the management alternatives for the two pimelodidae catfish stocks fished in region. The Porthole Shovelnose Catfish, *Hemisorubim platyrhynchos*, and the Duckbill Catfish, *Sorubim lima*, are, respectively, the sixth and the seventh bigger Pantanal pimelodidae catfish. The fishes were caught by comercial and experimental fisheries with hook and line in Cuiabá river, Pantanal. The age and the individual growth were studied from the (a partir dos) pectoral fin-spines. The estimates of growth parameters were used to obtain estimate of instantaneous mortality rates for the stocks. The consequences of different management actions for the fishes and the fisheries were assessed with (através) the Beverton and Holt relative yield per recruit model. The results indicate that *H. platyrhynchos* and *S. lima* show slow growth and intermediate natural mortality coefficient. The longevity of *H. platyrhynchos* is of 11,4 years, and of *S. lima* is of 9,6 yaers. The fisheries catches several fishes cohorts and, in general, individuals above mean lenght of first maturation. Because historical data are not available it is hard to assess the effects of arising (crescente) fisheries pressure on the stocks. Nevertheless, the results of relative yield per recruit model simulations indicate that presente fisheries effort is below of a conservative biological reference point – the $F_{0,1}$. So, the two species stocks are underexploited. However, an arising of presente fisheries effort must be seen with caution because (uma vez que) the relation between stocks size and recruitment for the two species is not knew.

Introdução Geral

A pesca é uma atividade antrópica orientada à captura de um recurso biótico que, como tal, é renovável e limitado. É comparável à ação que os predadores exercem sobre as suas presas, na qual cada captura implica na imediata redução no tamanho do estoque de presas (KREBS, 1994). Para não extinguir o estoque de presas é preciso que a pesca não comprometa a capacidade de renovação do estoque. Assim, com vistas a garantir a sustentabilidade da atividade é preciso que se leve em conta certos limites à redução no tamanho do estoque de peixes que, se ultrapassados, podem levar tanto o estoque quanto a pesca ao colapso.

A condição fundamental para o conhecimento dos limites à redução no tamanho do estoque é o entendimento dos mecanismos responsáveis pela variação espaço-temporal em seu número e/ou biomassa. Para recursos bióticos animais, cujo tamanho do corpo esteja submetido a grande variação ontogenética, três processos influenciam positivamente na variação do tamanho do estoque: natalidade, imigração e crescimento; e dois processos influenciam negativamente: mortalidade e emigração (WOOTTON, 1990). Para simplificar, pode-se considerar que o estoque esteja em equilíbrio, ou seja, que a emigração compense a imigração e que a natalidade compense a mortalidade, limitando a variação em número. Em tal contexto, em que somente a biomassa do estoque varia, o crescimento individual será o único fator responsável pela dinâmica espaço-temporal do estoque.

De fato, a forma do crescimento é uma das mais importantes características de um organismo (WEATHERLEY, 1972). É uma característica chave para o conhecimento do ciclo vital de uma espécie, inclusive fornecendo os subsídios necessários ao entendimento da ação dos outros fatores que causam variações no

tamanho do estoque, já que em teoria a ação destes fatores pode ser dependente do tamanho do corpo (PETERS, 1983; WERNER & GILLIAM, 1984). Como tal é requisito primário para os modelos de dinâmica populacional e estimativas de captura máxima sustentável para um dado estoque (HILBORN & WALTERS, 1992; SPARRE & VENEMA, 1997; QUINN II & DERISO, 1999).

O estudo do crescimento de peixes de um dado estoque é ancorado na correta determinação da idade de seus componentes individuais (WEATHERLEY & GILL, 1987). Há dois grupos de métodos utilizados para se determinar idades: métodos diretos e métodos indiretos (LAI et al., 1996). Métodos diretos buscam determinar a idade a partir de marcas periódicas presentes em estruturas ósseas como escamas, raios e espinhos de nadadeiras, opérculos, otólitos, vértebras, entre outros (LAI et al., id *ibid.*). As marcas indicam desacelerações, com periodicidade conhecida, nas taxas de crescimento decorrentes de mudanças nas condições ambientais (CASSELMAN, 1983; WOOTTON, 1990). Os métodos indiretos incluem, além da marcação e recaptura, uma ampla gama de ferramentas estatísticas utilizadas com vistas a separar distribuições de frequência de comprimento (LAI et al., *op. cit.*).

A despeito do grande número de artigos, publicados na década de 80, relatando estimativas de crescimento derivadas de contagens de anéis em estruturas calcificadas de espécies tropicais (ver referências em LIZAMA & VAZZOLER, 1993), cientistas de regiões temperadas consideraram até recentemente que peixes de regiões tropicais não apresentavam anéis de crescimento sazonal facilmente distinguíveis (SPARRE & VENEMA, 1997). Aos olhos destes cientistas, ambientes tropicais, além de sofrerem pouca variação sazonal, seria caracterizado por espécies com período reprodutivo prolongado. Contudo, vários autores têm demonstrado que áreas alagáveis de regiões

tropicais sofrem suficiente variação sazonal para induzir o aparecimento de marcas sazonais de crescimento em estruturas calcificadas de peixes (FABRÉ & SAINT-PAUL, 1998).

Os bagres são importantes componentes nas capturas de peixes de água doce da América do Sul. As estimativas da idade de bagres pimelodídeos têm sido derivadas de contagens de anéis em espinhos de nadadeiras peitorais (BARTHEM, 1990; REINA et al., 1995; MATEUS & PETRERE, submetido) e dorsais (MUÑOZ-SOSA, 1996), vértebras (PÉREZ LOZÁNO, 1999; LOUBENS & PANFILI, 2000) e otólitos (FENERICH et al., 1975; MUÑOZ-SOSA, 1996). Recentemente, cientistas trabalhando em regiões temperadas validaram marcas de crescimento em espinhos de nadadeiras dorsais de algumas espécies marinhas, com uso de oxitetraciclina – OTC (MEGALOFONOU, 2000; MCFARLANE & KING, 2001). Isso reforça a confiança nas estimativas de idade derivadas dessas estruturas.

A pecuária e a pesca são as duas principais atividades econômicas do Pantanal. A importância da pesca vem aumentando com o recente desenvolvimento da pesca desportiva. Anualmente milhares de turistas afluem para a região com o objetivo de pescar. À ascendente pressão de pesca desportiva se soma a secular pressão de pesca por parte dos pescadores artesanais. Assim, a crescente exploração desse recurso natural de propriedade comum, demanda o estabelecimento de regras com vistas a garantir sua exploração sustentável.

As agências ambientais dos dois estados brasileiros que abrigam o Pantanal, o Mato Grosso e o Mato Grosso do Sul, vêm atuando no sentido de regular a atividade da pesca. O manejo dos estoques é praticado por meio das seguintes ações: (i) estabelecimento de tamanho mínimo de captura; (ii) controle do esforço pesqueiro e do

poder de pesca através do estabelecimento de cotas de captura e transporte e de proibição de petrechos; (iii) proibição da pesca durante o período de defeso; e (iv) estabelecimento de reservas nas quais somente a modalidade pesque-e-solte é permitido. Contudo, a ação dessas agências é caracterizado pelo voluntarismo. As decisões sobre manejo vêm sendo tomadas sem nenhum critério científico. Nesse contexto, tais ações podem ser tanto benéficas, quanto prejudiciais á conservação dos estoques pesqueiros.

Considerando a necessidade de se estabelecer uma base de dados que subsidie as ações de manejo para a região avaliou-se o efeito da pesca sobre os estoques de duas espécies de bagres do Pantanal. O Jurupoca, *Hemisorubim platyrhynchos*, é o sexto e o Jurupensém, *Sorubim lima*, o sétimo maior bagre do Pantanal. A pesca dessas espécies é sazonal e vem ganhando importância à medida em que a captura das espécies mais visadas diminui (CATELLA, 2001). Primeiro se descreve o padrão de crescimento dos indivíduos de cada uma das espécies. Este é descrito a partir da leitura de anéis em espinhos de nadadeiras peitorais. As características do crescimento são posteriormente utilizadas para se avaliar o nível atual de mortalidade, tanto natural quanto por pesca, e o estado de exploração dos estoques das duas espécies.

OBJETIVOS

Objetivo geral

1. Avaliar o estado atual de exploração com vistas a subsidiar a definição de estratégias de manejo que assegurem a exploração sustentada dos estoques do *Hemisorubim platyrhynchos* e do *Sorubim lima*, na bacia do rio Cuiabá, Pantanal Mato-grossense.

Objetivos específicos

1. Determinar a idade dos indivíduos a partir da leitura de anéis de crescimento em espinhos de nadadeiras peitorais;
2. Estimar os parâmetros da curva de crescimento de von Bertalanffy;
3. Estimar a longevidade dos indivíduos da espécie;
4. Caracterizar a estrutura em idade e tamanho das capturas comercializadas no mercado local;
5. Estimar os parâmetros de mortalidade total, natural e por pesca dos estoques;
6. Utilizar modelos de rendimento por recruta para avaliar o efeito de diferentes alternativas de manejo sobre a produção das pescarias e a conservação dos estoques.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O Pantanal Mato-grossense é uma extensa planície alagável formada pelo transbordamento sazonal do Rio Paraguai e seus afluentes. A região está localizada na porção central da América do Sul, entre os paralelos 16° e 22° S e os meridianos 55° e 58° W (Figura 1). Compreende uma área de aproximadamente 140.000 km² dos 396.800 km² da bacia do Alto Rio Paraguai. A maior parte do Pantanal está localizada nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, Brasil. Uma porção menor é dividida entre a Bolívia e o Paraguai.

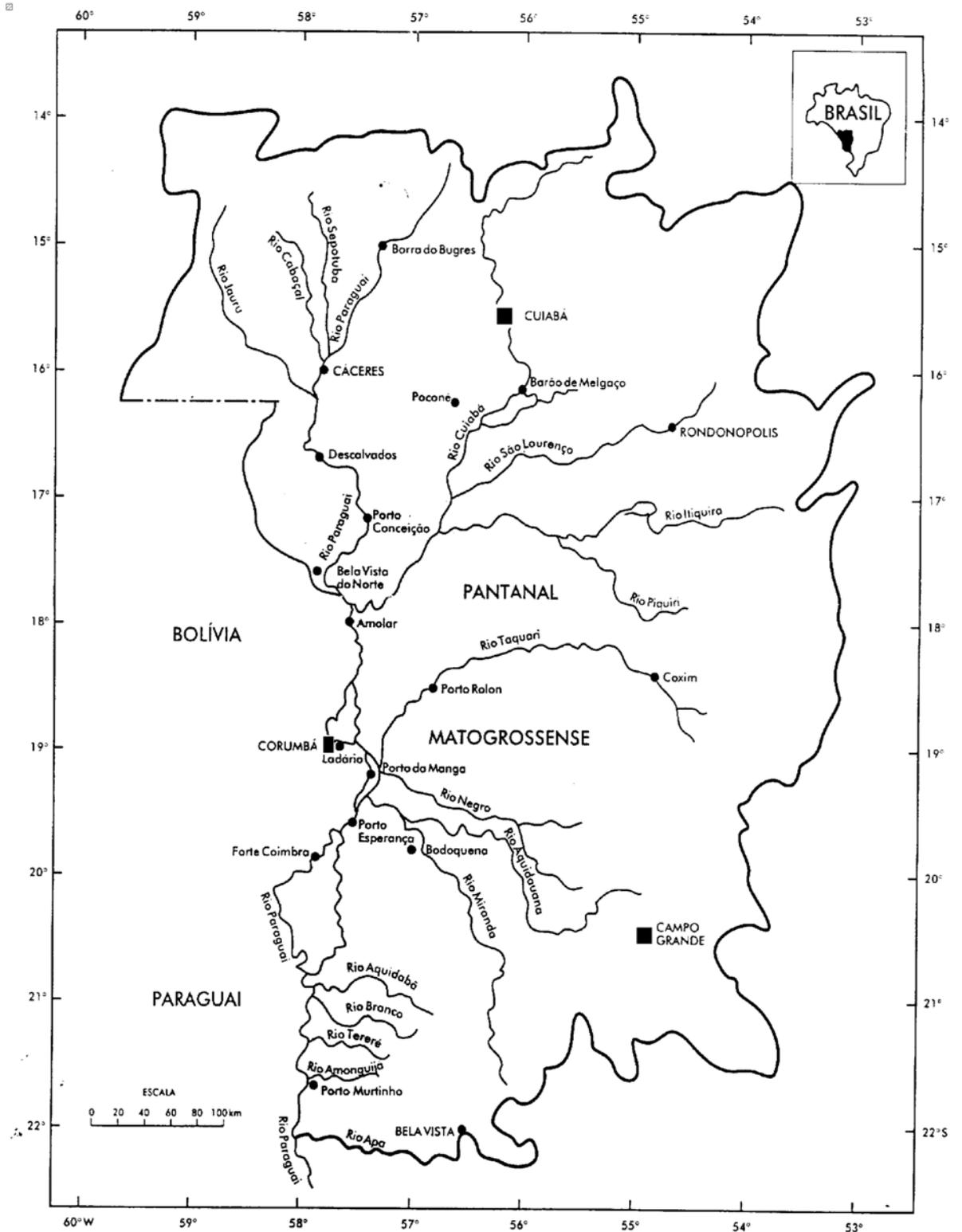


Figura 1 – Mapa do Pantanal Mato-grossense.

A região está sob influência do sistema climático tropical, caracterizado pela alternância entre um verão chuvoso e um inverno seco (TARIFA, 1986). A temperatura média anual da região é de 25,1°C. O mês mais quente em Cuiabá e Cáceres é outubro, com temperaturas médias de 27,2 °C e 26,8 °C, respectivamente; em Corumbá o mês mais quente é dezembro, com temperatura média de 27,4 °C. O mês mais frio em toda a região é julho, com temperatura média em Corumbá de 21,4 °C (TARIFA id ibid.).

A alternância de estações chuvosas e secas define o clima como de caráter estacional (ADÁMOLI, 1986). Além da variabilidade interanual, apresenta ainda uma variabilidade plurianual com alternância de anos muito chuvosos ou relativamente mais secos (HAMILTON et al., 1996). A época mais chuvosa ocorre no trimestre janeiro, fevereiro e março, quando se dá a formação da enchente na região de Cáceres (ADÁMOLI, op. cit.; HAMILTON et al., op. cit.). Como o rio Paraguai escoar lentamente através do Pantanal, devido à baixa declividade e resistência da vegetação, a onda de enchente só alcança Corumbá três ou quatro meses após o fim do período chuvoso (HAMILTON et al., 1996). A defasagem entre o período de chuva e a inundação depende da localização da área na bacia de drenagem (HAMILTON et al., id ibid.). Na parte superior as cheias ocorrem entre janeiro e março, coincidindo com o período das chuvas e terminam 3 a 4 meses antes que alcancem a parte inferior. A amplitude média da flutuação do nível dos rios varia de 2 a 5 metros de altura.

A planície apresenta altitudes inferiores a 200 m, circundada por extensas chapadas sedimentares com altitude variando entre 700 e 900 m e elevadas superfícies cristalinas variando entre 900 e 1200 m (ALVARENGA et al., 1984). Do ponto de vista geológico constitui paisagem recente, que resultou dos processos de soerguimento da cadeia andina (GODOI FILHO, 1986). Segundo AMARAL FILHO (1986) os solos

predominantes são: ao norte, Laterita Hidromórfica; ao centro, Podzol Hidromórfico; ao sul, Solonetz Solodizado; e margeando o rio Paraguai e seus afluentes, o Gleí Pouco Húmico. Em síntese, solos hidromórficos predominam em 92% da região (AMARAL FILHO, id ibid.).

Os maiores afluentes do rio Paraguai na planície pantaneira são os rios Cuiabá, Miranda, Aquidauana, Negro, Taquari, Jauru, Cabaçal e Sepotuba. Áreas influenciadas por diferentes tributários e com diferenças no controle de drenagem apresentam diferentes padrões de enchente (HAMILTON et al., op. cit.). Em função da influência de diferentes tributários o Pantanal é dividido em diversas subregiões. Os dados deste estudo foram obtidos de peixes coletados no rio Cuiabá e desembarcados no mercado Varejista do Porto “Antônio Moyses Nadaf”, no município de Cuiabá, estado de Mato Grosso.

A BACIA DO RIO CUIABÁ

O rio Cuiabá é um dos principais afluentes do Rio Paraguai (figura 1). Suas nascentes localizam-se no município de Rosário Oeste, nas encostas da Serra Azul. A área aproximada da bacia, entre a nascente e o município de Barão de Melgaço, é de 100.000 km² (FEMA, 1995). Situa-se entre as coordenadas geográficas 14°18' e 17°00'S e 54°40' e 56°55'W.

O clima da bacia é classificado como sendo do tipo Aw de Köppen, ou seja Tropical Semi-Úmido (PCBAP, 1997). A temperatura média anual medida em Cuiabá nos anos de 2000 e 2001, segundo o 9º Distrito de Meteorologia, , foi de 26,03°C e 26,3°C, respectivamente. A precipitação média varia entre 1.300-1.700 mm anual com nítida sazonalidade. As chuvas se concentram entre os meses de novembro e abril. A

vazão média do Rio Cuiabá na cidade de Cuiabá é de cerca de 344 m³/s, atingindo até 1800 m³/s na época das chuvas (FEMA, 1995).

De acordo com o nível da água do rio o ciclo hidrológico na região pode ser dividido em quatro períodos (DA SILVA & ESTEVES, 1995): (i) cheia - janeiro, fevereiro e março - período mais chuvoso, em que os rios transbordam e invadem as áreas alagáveis; (ii) vazante - abril, maio e junho - período de águas descendentes, ou seja, época em as águas estão retornando para os leitos dos rios; (iii) seca - julho, agosto e setembro - período de baixa pluviosidade em que os rios correm, praticamente, apenas nos seus leitos; (iv) enchente - outubro, novembro e dezembro - início das chuvas, período no qual o nível dos rios começa a subir.

Entretanto variações anuais neste padrão podem ocorrer, podendo, por exemplo, as chuvas se prolongarem por um período maior, estendendo o período de cheia ou ao contrário, as chuvas podem se restringir a um período menor encurtando a cheia e, conseqüentemente, interferindo na duração dos demais períodos.

O MERCADO

A primeira instalação do Mercado de Peixe de Cuiabá foi construída em 1899, para abrigar o Mercado Público. Entretanto somente em meados da década de 40 é que o comércio de pescado começou a ficar mais freqüente em suas dependências, sendo, pouco a pouco, intensificado (FERRAZ DE LIMA & CHABALIN, 1984). Em 1983 o Mercado foi tombado pelo Patrimônio Histórico do Estado de Mato Grosso. Em 1994, a Prefeitura Municipal de Cuiabá concluiu as obras do Mercado Varejista do Porto “Antônio Moyses Nadaf”, para onde foi transferido o comércio pesqueiro. Hoje este se constitui no principal local de comercialização do pescado fresco em Cuiabá.

Idade e crescimento

AMOSTRAGEM

Entre abril e outubro de 2000 e março e outubro de 2001 foram coletadas medidas de exemplares do jurupoca e do jurupensém desembarcadas no Mercado Varejista do Porto “Antônio Moysés Nadaf”, na cidade de Cuiabá, MT. Devido à lacuna do defeso exemplares adicionais das duas espécies foram coletados entre novembro de 2000 e fevereiro de 2001 por meio de pesca experimental. Todos os exemplares provieram de pescarias com uso de linha e anzol.

De cada peixe coletado foi extraído o espinho da nadadeira peitoral esquerda e registradas as medidas de comprimento total (Lt - cm), comprimento furcal (Lf), peso total (Wt - g) e peso eviscerado (We). Nem sempre foi possível obter todas as medidas de um mesmo exemplar. Os comprimentos foram determinados até o centímetro mais próximo e os pesos até a unidade de grama mais próxima, dependendo da precisão da balança: sendo de 50g para exemplares maiores que 1000g; de 10 gramas para exemplares com peso entre 500 e 1000g; e de 5 gramas para aqueles com peso abaixo de 500g.

Os espinhos foram extraídos com auxílio de uma faca, acondicionados em sacos plásticos numerados e então congelados para posterior análise. O corte para a extração do espinho foi feito o mais próximo possível do corpo do peixe.

LEITURA DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO

Os espinhos foram lavados em água corrente, imersos em acetona comercial por 24 horas e transferidos para água quente (cerca de 50° C). Esse procedimento facilitou a

remoção dos tecidos aderidos. A seguir, o comprimento (cm) e o diâmetro na porção proximal (mm) de cada um dos espinhos foram medidos com auxílio de régua e paquímetro, respectivamente.

Foram obtidos entre 3 e 6 cortes transversais da base de cada espinho, com espessuras variando entre 0,4 e 1 mm. Estes foram feitos com uma serra de corte de rochas com disco diamantado (marca Wolfgang Conrad Clausthal-Zellerfeld), no Laboratório de Laminação Antônio C.B. Moraes, Depto. de Petrologia, IGCE – UNESP, Rio Claro. Os cortes foram imersos em álcool 70% em placa de Petri. As leituras e medidas foram feitas sob estereomicroscópio Carl Zeiss (Jena) com lente micrométrica, aumento de 40x e luz incidente. Cada unidade medida ao estereomicroscópio correspondeu a 0,04 mm. Aqueles cortes com marcas difíceis de serem visualizadas foram polidos com lixa massa especial A257, número 180, para madeira e parede, e lixa d'água para polimento de metais, números 400 e 2000.

Os cortes apresentaram zonas opacas, mais largas, intercaladas por zonas translúcidas, mais estreitas. A faixa opaca foi considerada como indicativa do período de crescimento rápido e a translúcida indicativa do período de crescimento lento (CASSELMAN, 1983). Uma zona translúcida completa e nítida foi considerada um anel de crescimento. Uma zona translúcida pouco nítida, irregular ou incompleta foi considerada uma marca falsa (CASSELMAN, id. *ibid.*). Foram consideradas duplas aquelas marcas translúcidas que eram completas, mas que a distância entre ela e a precedente era menor que a distância entre ela e a marca seguinte (MEGALOFONOU, 2000).

Todos os anéis de crescimento foram contados e tiveram seus raios - distância do centro do espinho até o anel - medidos (Figura 2). Somente foram incluídos nas análises

aqueles espinhos nos quais o número de anéis de crescimento se repetiu em ao menos 2 cortes.

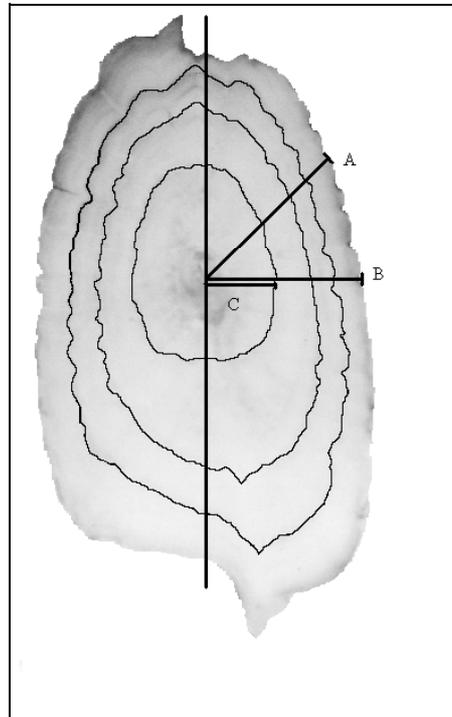


Figura 2 – Desenho esquemático de um corte de espinho da nadadeira peitoral de *H. platyrhynchos*, mostrando as medidas tomadas. A = raio a 45°; B = raio a 0°; C = raio do primeiro anel.

Um problema normalmente encontrado, quando se utiliza espinhos e raios de nadadeiras para se determinar a idade de peixes, é que o núcleo destas estruturas pode ser reabsorvido à medida em que o peixe envelhece (CASSELMAN, op. cit.). Em seu lugar surge um buraco que pode fazer desaparecer os primeiros anéis de crescimento, levando a uma subestimativa da idade do peixe (CASSELMAN, id. Ibid.). Neste estudo, as evidências de reabsorção do primeiro anel, pelo aparecimento do buraco em indivíduos mais velhos, foram avaliadas através de testes de comparações de médias seguidos de testes de comparações *a posteriori* adequados a cada caso (SOKAL & ROHLF, 1995; ZAR, 1996). A análise foi conduzida considerando-se a idade (número

de anéis) como fator e o raio a 0° (Rz) do primeiro anel como variável resposta. As análises foram validadas através de análise gráfica de resíduos, teste de normalidade via estatísticas g_1 e g_2 e teste de homogeneidade de variâncias via teste de Bartlett. Em caso de presença do fenômeno de reabsorção do primeiro anel, indivíduos pertencentes a grupos de idade mais velhos devem apresentar raios do primeiro anel maiores que indivíduos pertencentes a grupos de idade mais jovens.

VALIDAÇÃO

Para as validações dos anéis como indicadores da idade do peixe, os dados obtidos de contagens e as medidas dos anéis foram submetidos a duas análises indiretas (LAI *et al.*, 1996). A primeira consistiu em avaliar se os anéis presentes no espinho podem ser considerados como indicadores do crescimento do peixe. Para ser considerado como indicador do crescimento, o número de anéis deve apresentar uma relação diretamente proporcional ao tamanho do espinho e ao comprimento do peixe. Para avaliar se o número de anéis varia em função do tamanho do espinho, um box-plot relacionando o número de anéis e o Rz do espinho foi inspecionado visualmente. A relação entre o número de anéis e o Rz do espinho é particularmente importante nas análises de retrocálculo. A relação entre o tamanho do espinho e o Lf foi investigada por meio de regressões lineares.

A segunda análise consistiu em determinar o período de formação dos anéis de crescimento. Como o incremento do espinho se dá em direção à borda (margem), pode-se deduzir o período de formação do anel (período de menor crescimento) a partir da análise do incremento da margem do espinho. Considerando as dificuldades encontradas para identificação dos anéis da borda, principalmente para os indivíduos velhos, essa

análise deve ser restrita a grupos de idades mais jovens (CAMPANA, 2001). Neste estudo, o período de formação dos anéis de crescimento foi investigado por meio da análise do Incremento Marginal (IM) (LAI et al., 1996):

$$IM = (R-r_i)/(r_i-r_{i-1}) * 100$$

onde R representa o raio da estrutura, r_i a distância entre o foco e o último anel e r_{i-1} a distância entre o foco e o penúltimo anel.

As diferenças entre os IM's foram avaliadas através de testes de comparações de médias seguidos de testes de comparações *a posteriori* adequados a cada caso (SOKAL & ROHLF, op. cit.; ZAR, op. cit.). As análises foram validadas através de análise gráfica de resíduos, teste de normalidade via estatísticas g_1 e g_2 e teste de homogeneidade de variâncias via teste de Bartlett. Em função do reduzido número de observações, conduziu-se testes de comparações de médias sobre IM's sazonais em indivíduos com 2 e 3 anéis. O período de formação do anel de crescimento foi considerado como aquele em que o IM exibiu o menor valor. É preciso ressaltar que a análise do IM é útil para validar a época de formação dos anéis de crescimento somente para os grupos de idades incluídos na análise (LAI *et al.*, op. cit.; CAMPANA, op. cit.).

RELAÇÕES BIOMÉTRICAS

Para viabilizar comparações com outros estudos foram ajustadas as curvas que descrevem as relações entre o Lf, o Lt, o We e o Wt. A maioria das relações foram descritas por regressões lineares. A relação peso total *versus* comprimento furcal foi ajustada através de regressão não-linear. Este método de ajuste é preferível porque a alternativa de ajuste normalmente utilizada, baseada na linearização da relação através de transformação logarítmica dos dados, introduz uma tendência negativa na estimativa

do peso dos indivíduos maiores (RICKER, 1975). O ajuste não-linear foi feito pelo método dos mínimos quadrados, algoritmo Gauss-Newton, utilizando-se o programa Systat versão 7.

RETROCÁLCULO

O retrocálculo é um procedimento que permite estimar o comprimento do peixe na época de formação dos anéis de crescimento a partir do comprimento atual do peixe e do raio da estrutura utilizada para determinar sua idade. A maioria das fórmulas utilizadas em retrocálculo assume que a diferença entre o tamanho individual e o tamanho médio é uma proporção constante ao longo da vida do peixe. Fórmulas que consideram o corpo como indicador desse tamanho são denominadas de corpo proporcional (Body Proportional Hypothesis - BPH) (FRANCIS, 1990); aquelas que consideram o espinho (ou escama) são denominadas de escama proporcional (Scale Proportional Hypothesis - SPH) (FRANCIS, id. Ibid.). Cada grupo de fórmulas incorpora um intercepto diferente, estimado através de regressão linear entre o tamanho do corpo e o raio do espinho. A BPH o intercepto no eixo do espinho e a SPH utiliza o intercepto no eixo do corpo (RICKER, 1992).

A principal diferença entre esses dois grupos de fórmulas é que no BPH o comprimento de cada peixe é ajustado à média de seus comprimentos, para um dado raio de espinho. No SPH o raio de cada espinho é ajustado à média dos raios, para cada peixe de um dado comprimento (RICKER, id. Ibid.). O resultado é que os comprimentos estimados pelos dois métodos diferem nas idades iniciais, convergindo para valores semelhantes nas idades finais. RICKER (id. Ibid.) mostra que essa diferença é consequência do uso de regressões inadequadas, e que ela diminui

consideravelmente se uma regressão da média geométrica for utilizada. Isto decorre, particularmente, do fato de que a regressão da média geométrica estima uma linha de regressão simétrica com respeito às variáveis X e Y.

Em ordem para realizar o retrocálculo, primeiro foi investigado se a relação entre o raio do espinho a zero graus (Rz) e o comprimento furcal (Lf) era linear. Três modelos de regressão foram testados: modelos potencial ($Lf=a*(Rz)^b$), exponencial ($Lf=a*e^{b*(Rz)}$) e linear ($Lf=a+b*(Rz)$). A decisão sobre qual dos modelos melhor se ajustou aos dados baseou-se na análise conjunta do coeficiente de determinação (r^2) e da variância residual (SQM) dos ajustes. Então, os parâmetros da regressão funcional foram estimados, seguindo o procedimento descrito em RICKER (id. Ibid.).

A seguir, a fórmula de Fraser-Lee, que pertence ao grupo de fórmulas SPH, foi utilizada no retrocálculo dos tamanhos dos peixes (RICKER, id. Ibid.). O modelo Fraser-Lee utiliza a seguinte fórmula (FRANCIS, op. cit.):

$$Li = c + (Lc - c) * (Si / Sc)$$

onde Li é o comprimento na época de formação do anel ($i=1,2,3,\dots,n$); c é o intercepto da regressão entre o tamanho do corpo *versus* o tamanho do espinho, estimado pela regressão funcional; Lc é o comprimento na captura; Si e Sc o raio do anel i e o raio total do espinho na captura, respectivamente. O uso de fórmulas desse grupo é mais adequado porque o intercepto no eixo do corpo sugere um tamanho do corpo a partir do qual o espinho (ou escama) inicia o seu crescimento; enquanto que um intercepto no eixo do espinho (ou escama) sugeriria um grupo de peixes com comprimento médio igual a zero (RICKER, id. Ibid.).

ESTIMATIVA DOS PARÂMETROS DE CRESCIMENTO

A fim de descrever o crescimento da espécie, o modelo de crescimento de von Bertalanffy (BERTALANFFY, 1938) foi ajustado aos comprimentos em cada idade. Esse modelo foi escolhido *a priori* em função do objetivo maior do estudo, qual seja, o de avaliar o estado de exploração do estoque da espécie. Os parâmetros estimados pelo modelo de von Bertalanffy (vBf) podem ser diretamente utilizados nas análises populacionais, incluindo as avaliações de estoques (BEVERTON & HOLT, 1957; RICKER, 1975; HILBORN & WALTERS, 1992; SPARRE & VENEMA, 1997; GALLUCCI et al., 1996; QUINN II & DERISO, 1999).

O modelo de crescimento em comprimento de vBf descreve uma curva que mostra um nivelamento uniforme; taxas de crescimento sendo maiores no início e decrescendo continuamente (BERTALANFFY, op. cit.). O modelo original tinha a seguinte forma (BERTALANFFY, id. Ibid.):

$$l_t = L_\infty - (L_\infty - l_0) e^{-k t}$$

onde l_t é o comprimento na idade t ; L_∞ é o comprimento assintótico (“the final value to which the growth curve asymptotically approaches”); l_0 é o comprimento quando o tempo (t) é igual a zero; e k é uma constante de destruição associada à degradação de proteínas (BERTALANFFY, id. Ibid.). Atualmente, o L_∞ é também interpretado como o comprimento médio dos peixes mais velhos do estoque (RICKER, op. cit.; MOREAU, 1987; SPARRE & VENEMA, op. cit.; LAI et al., op. cit.); o parâmetro k é também interpretado como um coeficiente de crescimento que indica a velocidade com que o comprimento do peixe se aproxima do seu L_∞ (BEVERTON & HOLT, op. cit.; RICKER, op. cit.; HILBORN & WALTERS, op. cit.; SPARRE & VENEMA, op. cit.; QUINN & DERISO, op. cit.).

A forma do modelo de vBf utilizado atualmente é um pouco diferente:

$$l_t = L_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

O parâmetro t_0 foi incluído no modelo por BEVERTON & HOLT (op. cit.) com o objetivo de facilitar a operação matemática envolvida em incorporar a equação em modelos populacionais. Nas palavras de BEVERTON & HOLT, "...as constantes k e W_∞ (ou L_∞) podem ser usadas para especificar uma idade t_0 na qual o organismo, com o mesmo padrão de crescimento como aquele observado posteriormente, teria peso zero." Porém, a constante t_0 deve ser considerada artificial porque o padrão de crescimento do adulto nunca é encontrado em idades prematuras (BEVERTON & HOLT, id. Ibid.), e porque este é apenas um parâmetro de conveniência, utilizado para melhorar o ajuste da curva de crescimento (MOREAU, op. cit.). Considerando que t_0 não pode ser interpretado biologicamente, o comprimento na idade zero, ou o intercepto da curva, não tem significado biológico como, por exemplo, comprimento no nascimento (MOREAU, id. ibid.; SPARRE & VENEMA, op. cit.). Assim, t_0 é apenas um fator de escala para forçar a curva de vBf a passar pela origem, em t_0 .

Os parâmetros da equação foram estimados através de regressão não-linear, utilizando o método dos mínimos quadrados, com algoritmo Gauss-Newton, no programa Systat versão 7.0. Optou-se pelo ajuste não-linear, em lugar do usual método de Ford-Walford, porque este último tende a produzir estimativas viciadas e menos precisas que os primeiros (VAUGHAN & KANCIRUK, 1982). Outro problema com o método de Ford-Walford é que como L_{t+1} não é estocasticamente independente de L_t as variâncias das estimativas não podem ser calculadas (Petrere Jr., comunicação pessoal). Assim, O método de Ford-Walford deve ser usado apenas para calcular os valores iniciais de L_∞ e k à serem fornecidos para o algoritmo não-linear. A escolha do

melhor ajuste baseou-se na análise conjunta dos coeficientes de determinação e da variância residual das regressões.

Os parâmetros da curva de crescimento de vBf foram posteriormente utilizados para produzir estimativa da longevidade dos indivíduos do estoque. Para tal, foi utilizado o método de TAYLOR (1958) que estima o tempo médio requerido para que os indivíduos do estoque atinjam 95% do L_{∞} :

$$A_{0,95} = t_0 + 2,996 / k$$

Estrutura e estado de exploração dos estoques

AMOSTRAGEM

Para caracterizar a estrutura e o estado de exploração dos estoques amostras independentes de medidas de comprimentos furcais de *H. platyrhynchos* e de *S. lima* foram obtidas junto ao Mercado Varejista do Porto “Antônio Moysés Nadaf”, na cidade de Cuiabá, MT. As coletas foram realizadas entre maio e outubro de 2000.

ESTRUTURA DOS ESTOQUES

Os estoques foram caracterizados a partir de suas distribuições de frequências em comprimento e idade, do comprimento na primeira maturação e da idade média dos peixes desembarcados. Para tal, chaves de comprimento *versus* idade não apresentadas neste trabalho, elaboradas conforme SPARRE & VENEMA (op. cit.) foram utilizadas para se converter os dados da distribuição de frequência em comprimentos em distribuição de frequência em idades.

O comprimento médio no qual os peixes dos estoques tornam-se sexualmente maduros pela primeira vez (L_m) - comprimento na primeira maturação, ou L_{50} - foi estimado a partir de sua relação com L_∞ (FROESE & BINOHLAN, 2000):

$$\text{Log}_{10} L_m = 0,8979 * \text{Log}_{10} L_\infty - 0,0782 \quad (r^2 = 0,888)$$

A idade média dos peixes capturados do estoque foi estimado com o uso da equação de von Bertalanffy invertida (SPARRE & VENEMA, op. cit.):

$$t_i = t_0 - (1/k) * \ln (1 - L_{t_i} / L_\infty)$$

onde a idade média (t_m) = $\sum t_i / n$

COEFICIENTES DE MORTALIDADE

Estimativas de L_∞ e k obtidos pelos métodos expostos acima foram utilizadas como parâmetros de entrada para estimativas dos coeficientes de mortalidade para as espécies.

Duas estimativas do coeficiente de mortalidade total (Z) foram obtidas. A primeira utilizando-se o modelo de Beverton & Holt (BEVERTON & HOLT, op. cit.):

$$Z = k * (L_\infty - L_{med}) / (L_{med} - L_c)$$

onde L_c é o comprimento médio dos peixes na primeira captura e L_{med} é o comprimento médio dos peixes acima de L_c (KING, 1995). O coeficiente de mortalidade total (Z) de Beverton & Holt foi estimado assumindo-se L_c como igual ao pico da curva da distribuição de frequência. Para *H. platyrhynchos* L_c foi assumida como igual a 40 cm (L_f) e para *S. lima* igual a 35 cm (L_f).

A segunda estimativa de mortalidade total foi obtida utilizando-se o modelo de Hoenig (HOENIG, 1983):

$$\ln (Z) = 1,44 - 0,984 \ln (t_{max})$$

onde (t_{\max}) é a idade máxima observada dos indivíduos no estoque. Para estimar Z pelo método de Hoenig o valor de t_{\max} foi assumido como igual ao número máximo de anéis de crescimento presentes nos espinhos das duas espécies. Para *H. platyrhynchos* este valor foi de 7 e para *S. lima* de 5.

O coeficiente de mortalidade natural foi estimado utilizando-se a equação empírica de Pauly (PAULY, 1980):

$$\ln M = -0,0152 - 0,279 \ln L_{\infty} + 0,6543 \ln k + 0,4634 \ln T$$

onde L_{∞} é o comprimento assintótico, k é o coeficiente de crescimento e T é a temperatura média anual do ar (°C), assumida ser igual a da água (PAULY, id. Ibid.). O coeficiente de mortalidade natural (M) foi estimado assumindo-se a temperatura média anual do ar como igual a 26°C.

O coeficiente de mortalidade por pesca (F) foi estimado a partir da relação entre Z , M e F . Como $Z = M + F$ então, $F = Z - M$.

ANÁLISE DO RENDIMENTO POR RECRUTA

Estimativas de L_{∞} , k e mortalidade foram utilizadas como parâmetros de entrada em um modelo para avaliar as consequências, para os estoques das espécies e as pescarias, de se adotar diferentes estratégias de manejo. As simulações foram realizadas com o modelo de rendimento relativo por recruta (Y'/R) (BEVERTON & HOLT, 1964) modificado por PAULY & SORIANO (1986):

$$Y'/R = EU^{m/k} * [1 - (3U/1 + m) + (3U^2/1 + 2m) - U^3/1 + 3m]$$

onde:

$$m = (1-E)/(M/k) = k/Z$$

$$U = 1 - (L_c/L_{\infty})$$

$$E = F/Z \text{ (taxa de exploração)}$$

onde L_c é o comprimento médio do peixe na primeira captura, que é equivalente ao L_{50} (comprimento no qual 50% dos peixes estarão vulneráveis ao aparelho de pesca).

A análise foi realizada com o auxílio do software FiSAT – FAO-ICLARM Stock Assessment Tools, utilizando-se a rotina “knife-edge” (GAYANILO et al., 1994; GAYANILO & PAULY, 1997). O modelo gera previsões de longo prazo ou para condições de equilíbrio. A rotina utilizada assume que a partir de uma idade t_r todos os membros da coorte são recrutados para a área de pesca - recrutamento “knife-edge” (GAYANILO & PAULY, 1997). Outra premissa da rotina é que a partir da idade t_c todos os indivíduos da coorte são repentinamente expostos a uma mortalidade por pesca, F , que permanecerá constante pelo resto da vida da coorte – seleção “knife-edge” (GAYANILO & PAULY, 1997). As duas premissas aplicam-se perfeitamente às duas espécies deste estudo. Por um lado as espécies são migradoras, ovos e larvas se dispersando pelas áreas alagáveis no início da enchente e as abandonando ao final da cheia (MOURA, 2000) - recrutamento “knife-edge”. Por outro lado a mortalidade por pesca incide repentinamente sobre a coorte a partir do tamanho mínimo de captura estabelecido por lei para a região - seleção “knife-edge”. Assim, o valor de L_c foi considerado como igual ao tamanho mínimo de captura permitido pela lei de pesca do Mato Grosso, convertido em L_f .

Considerando as incertezas associadas às estimativas de M e o aumento da captura das duas espécies nos últimos anos na porção sul do Pantanal (CATELLA, 2001) foi investigado os efeitos da variação de M e do tamanho de primeira captura (L_{ci}) no rendimento por recruta (Y'/R).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os espinhos de nadadeiras peitorais são estruturas adequadas para a determinação da idade de *H. platyrhynchus* e de *S. lima*. Os espinhos das duas espécies apresentaram anéis visíveis. Espécimens maiores apresentaram espinhos maiores que, por seu turno, apresentaram maior número de anéis. Estes foram formados uma vez ao ano; em *H. platyrhynchus* nos meses de vazante e em *S. lima* nos meses de seca. Essas características permitiram que os anéis fossem utilizados para se determinar a idade dos espécimens.

Os espécimens de *H. platyrhynchus* apresentaram até sete anéis de crescimento e os de *S. lima* apresentaram até cinco anéis. Como o valor das estimativas dos parâmetros de crescimento é sensível ao tipo de dado utilizado para se ajustar o modelo, três tipos de dados foram testados para *H. platyrhynchus* e cinco para *S. lima*. Para *H. platyrhynchus* a melhor estimativa dos parâmetros de crescimento foi obtida fixando-se o valor do L_{∞} como o maior comprimento furcal medido (64 cm). O procedimento gerou uma estimativa de $k = 0,222 \text{ ano}^{-1}$ e de $t_0 = -2,149$ anos. Para *S. lima* a melhor estimativa dos parâmetros de crescimento foi obtida ajustando se o modelo aos comprimentos furcais observados na idade. O procedimento gerou uma estimativa de $L_{\infty} = 56,0 \text{ cm}$, $k = 0,245 \text{ ano}^{-1}$ e $t_0 = -2,605$ anos.

A longevidade dos espécimens de *H. platyrhynchus* foi estimada em 11,4 anos, enquanto a do *S. lima* em 9,6 anos. A grande variação dos comprimentos nas idades para *H. platyrhynchus* indica que o comprimento furcal é um pobre preditor da idade para os indivíduos dessa espécie de peixe. Ao contrário, espécimens de *S. lima* apresentaram menor variação de comprimentos nas idades indicando que o comprimento furcal é um bom preditor da idade para os indivíduos dessa espécie.

O comprimento furcal dos peixes desembarcados no mercado variou entre 38 e 64 cm para *H. platyrhynchos* e entre 33 e 56 cm para *S. lima*. O comprimento furcal médio dos *H. platyrhynchos* desembarcados no mercado foi de 44,8 cm e dos *S. lima* de 41,1 cm. O comprimento furcal médio variou ao longo dos meses, não demonstrando porém, tendências em relação as estações do ano. Os indivíduos das duas espécies começam a ser recrutados para a pesca após o primeiro ano de vida e após terem se reproduzidos ao menos uma vez. A idade média dos *H. platyrhynchos* desembarcados no mercado foi de 3,3 anos e dos *S. lima* 2,8 anos.

A análise das curvas de rendimento por recruta em função do coeficiente de mortalidade por pesca (F), do comprimento de primeira captura (Lci) e da taxa de mortalidade natural (M) indica que o estoque das duas espécies estão sendo pouco explorados pela pesca. Um aumento no esforço de pesca levaria a um aumento do rendimento por recruta. Outra conclusão importante é que mantendo-se o atual esforço de pesca, poderia se aumentar rendimento com a diminuição do tamanho mínimo de captura. Por outro lado, uma medida que aumente o tamanho mínimo de captura resultaria em diminuição considerável do rendimento do estoque. Esses resultados são consistentes através dos vários níveis de mortalidade natural analisados. Os resultados da simulação indicam ainda que um aumento no coeficiente de mortalidade natural (M), em função de quaisquer fatores, resultaria em diminuição do rendimento dos estoques, independente do tamanho mínimo de captura adotado (Lci).

CONCLUSÃO

O estado atual de exploração dos estoques das duas espécies é baixo. Como consequência os estoques encontram-se subexplorados. Porém, embora as simulações

com o modelo de rendimento por recruta indique que um aumento no esforço de pesca aumente o rendimento das pescarias é preciso cautela com tal medida já que não se conhece a forma da curva estoque-recrutamento para as duas espécies. Assim, a melhor estratégia de manejo parece ser a continuidade do atual esforço pesqueiro sobre os estoques do *H. platyrhynchos* e do *S. lima*, no Rio Cuiabá, Pantanal Matogrossense.

REFERÊNCIAS

ADÂMOLI, J.A. A dinâmica das inundações no Pantanal. In: **Anais do primeiro simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos do Pantanal**. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. p. 51-61.

ALVARENGA, S.M. et al. Estudo Geomorfológico aplicado à bacia do Alto Paraguai e Pantanaís Mato-Grossenses. **Boletim técnico do Projeto Radambrasil** (Série Geomorfologia), n. 1, 187 p., 1984.

AMARAL FILHO, Z.P. Solos do Pantanal Mato-Grossense. In: **Anais do primeiro simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos do Pantanal**. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. p. 91-103.

BARTHEM, R. B. **Ecologia e pesca da piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*)**. 1990. 268 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Programa de Pós Graduação em Ecologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

BERTALANFFY, L.V. A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth laws. II). **Human Biology**, v. 10, p. 181-213, 1938.

BEVERTON, R. J. H.; HOLT, S. J. **On the dynamics of exploited fish population**. Ministry of Agriculture Fisheries and Food, Fisheries Investigation, Series 2, volume 19. Fisheries laboratory, Lowestoff, Suffolk, UK, 1957.

BEVERTON, R. J. H.; HOLT, S. J. Tables of yield functions for fishery management. **FAO Fish. Tech. Pap.**, n. 38, 49 p., 1964.

CAMPANA, S.E. Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. **J. Fish Biol.**, v. 59, p. 197-242, 2001.

CASSELMAN, J. M. Age and growth assessment of fish from their calcified structures – Techniques and tools. **NOAA Technical Report NMFS**, v. 8, p. 1-17, 1983.

CATELLA, A. C. **A pesca no Pantanal de Mato Grosso do Sul, Brasil: Descrição, nível de exploração e manejo (1994 - 1999)**. 2001. 351 f. Tese (Doutorado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

DA SILVA, C. J.; ESTEVES, F. A. Dinâmica das características limnológicas das baías Porto de Fora e Acurizal (Pantanal de Mato Grosso) em função da variação do nível da água. **Oecologia Brasiliensis**, v. 1, p. 47-60, 1995.

FABRÉ, N.N.; SAINT-PAUL, U. Annulus formation on scales and seasonal growth of the Central Amazonian anostomid *Schizodon fasciatus*. **J. Fish Biol.**, v. 53, p. 1-11, 1998.

FERRAZ DE LIMA, J. A. & CHABALIN, E. **O mercado de peixes de Cuiabá (Estrutura econômico-social)**. Cuiabá: Prefeitura Municipal: Secretaria Municipal de Serviços Públicos, 1984. 96 p.

FRANCIS, R. I. C. C. Back-calculation of fish length: a critical review. **J. Fish Biol.**, v. 36, p. 883-902, 1990.

FROESE, R.; BINOHLAN, C. 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. **J. Fish Biol.**, v. 56, p. 758-773, 2000.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Caracterização hidrográfica do estado de Mato Grosso**. Relatório preliminar. Cuiabá: FEMA, 1995. 537 p.

GALLUCCI, V. F.; SAILA, S. B.; GUSTAFSON, D. J.; ROTHSCHILD, B. J. (eds.) **Stock assessment: quantitative methods and applications for small-scale fisheries**. Flórida: CRC Press, 1996. 527 p.

GAYANILO, JR. F.C.; PAULY, D. FAO-ICLARM stock assessment tools (FISAT). Reference manual. **FAO Computerized Information Series (Fisheries)**, n. 8, 262 p., 1997.

GAYANILO, JR. F.C.; SPARRE, P.; PAULY, D. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FiSAT) User's Guide. **FAO Computerized Information Series (Fisheries)**, n. 7, 124 p., 1994.

GODOI FILHO, J.D. Aspectos geológicos do pantanal Mato-Grossense e de sua área de influência. In: **Anais do primeiro simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos do Pantanal**. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. p. 63-76.

HAMILTON, S. K.; SIPPEL, S. J.; MELACK, J. M. Inundation patterns in the Pantanal wetland of South America determined from passive microwave remote sensing. **Arch. Hydrobiol.**, v. 137, p. 1-23, 1996.

HILBORN, R.; WALTERS, C. J. **Quantitative fisheries stock assessment: choice dynamics and uncertainty**. London: Chapman and Hall, 1992. 570 p.

HOENIG, J.M. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. **Fishery Bulletin**, v. 82, p. 898-902, 1983.

KREBS, C. J. **Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance**. New York: HarperCollins College Publishers, 4th ed., 1994. 801 p.

LAI, H. L., GALLUCCI, V. F., GUNDERSON, D. R. & DONNELLY, R. F. Age determination in fisheries: methods and applications to stock assessment. In: GALLUCCI, V. F.; SAILA, S. B.; GUSTAFSON, D. J.; ROTHSCHILD, B. J. (eds.) **Stock assessment: quantitative methods and applications for small-scale fisheries**. Flórida: CRC Press, 1996. p. 82-178.

LIZAMA, M. L. A. P.; VAZZOLER, A. E. A. M. Crescimento em peixes do Brasil: uma síntese comentada. **Revista UNIMAR**, v. 15 (suplemento), p. 141-173, 1993.

LOUBENS, G.; PANFILI, J. Biologie de *Pseudoplatystoma fasciatum* et *P. tigrinum* (Teleostei: Pimelodidae) dans le bassin du Mamoré (Amazonie Bolivienne). **Ichthyol. Explor. Freshwaters**, v. 11, n. 1, p. 13-34, 2000.

MATEUS, L. A. F.; PETRERE JR., M. Age, growth and yield per recruit of pintado *Pseudoplatystoma coruscans* in Cuiabá river basin, Pantanal of Mato Grosso, Brazil. **Braz. J. Biol.**, (submetido).

MCFARLANE, G. A.; KING, J. R. The validity of the fin-ray method of age determination for lingcod (*Ophiodon elongatus*). **Fishery Bulletin**, v. 99, p. 459-464, 2001.

MEGALOFONO, P. Age and growth of Mediterranean albacore. **J. Fish Biol.**, v. 57, p. 700-715, 2000.

MOREAU, J. Mathematical and biological expression of growth in fishes: recent trends and further developments. In: SUMMERFELT, R. C.; HALL, G. E. (eds.). **Age and growth of fish**. Ames: Iowa State University Press, 1987. p. 81-113.

MOURA, N. A. **Influência de fatores físico-químicos e recursos alimentares na migração lateral de peixes no lago Chacororé, Pantanal de Barão de Melgaço, Estado de Mato Grosso**. 2000. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas e Universidade do Estado de Mato Grosso, Manaus.

MUÑOZ-SOSA, D. L. **Age structure and exploitation of Giant Catfish populations (*Brachyplatystoma* spp.) in the Lower Caqueta River, Colômbia**. 1996. 100 f. Thesis (Master in Science) – Faculty of Environmental and Forest Biology, College of Environmental Science and Forestry, State University of New York, Syracuse.

PAULY, D. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. **Journal du Conseil**, v. 39, p. 175-192, 1980.

PAULY, D.; SORIANO, M. L. Some practical extensions to Beverton and Holt's relative yield-per-recruit model. In: J. L. MACLEAN; L. B. DIZON; L. V. HOSILLO (eds.) **The first Asian Fisheries Forum**. Manila, Philippines: Asian Fishery Society, 1986. p. 491-496.

PLANO DE CONSERVAÇÃO DA BACIA DO ALTO PARAGUAI – PCBAP/ Projeto Pantanal, 1997, Volume II, Tomo IV, Brasília: PNMA (Programa Nacional de Meio Ambiente), 487 p.

PÉREZ LOZANO, A. P. **Idade e crescimento da piracatinga *Calophysus macropterus*, Lichtenstein, 1819 (Pisces: pimelodidae), na Amazônia Central**. 1999. 87 f. Dissertação (Doutorado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

PETERS, R. H. **The ecological implications of body size**. Cambridge: Cambridge University Press, 1983. 329 p.

QUINN II, T. J.; DERISO, R. B. **Quantitative fish dynamics**. New York: Oxford University Press (Biological resource management series), 1999. 542 p.

REINA, M.P.; RAMÍREZ, H.; VALDERRAMA B., M. Edad y crecimiento de *Paulicea liuetkeni* (Steindachner, 1876) (Pisces: Pimelodidae) basado en la lectura de estructuras duras (espinas de aleta pectoral) en el Alto Rio Meta (Colombia). **Boletín Científico INPA**, v. 3, p. 115-135, 1995.

RICKER, W. E. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. **Bull. Fish. Res. Board Can.**, v. 191, 382 p., 1975.

RICKER, W. E. Back-calculation of fish lengths based on proportionality between scale and length increments. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, v. 49, p. 1018-1026, 1992.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. **Biometry**. Third edition. New York: W. H. Freeman and Company, 1995. 887 p.

SPARRE, P.; VENEMA, S. C. Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais. Parte 1: manual. **FAO Documento Técnico sobre as Pescas**, n. 306/1, Rev. 2., 404 p., 1997.

TARIFA, J.R. O sistema climático do Pantanal: da compreensão do sistema à definição de prioridades de pesquisas climatológicas. In: **Anais do primeiro simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos do Pantanal**. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. p. 9-27.

TAYLOR, C. C. Cod growth and temperature. **Journal du Conseil**, v. 23, p. 366-370, 1958.

VAUGHAN, D. S.; KANCIRUK, P. An empirical comparison of estimation procedures for the von Bertalanffy growth equation. **J. Cons. int. Explor. Mer**, v. 40, p. 211-219, 1982.

WEATHERLEY, A. H. **Growth and ecology of fish populations**. London: Academic Press, 1972. 293 p.

WERNER, E. E.; GILLIAM, J. F. The ontogenetic niche and species interactions in size-structured populations. **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, v. 15, p. 393-425, 1984.

WOOTTON, R. J. **Ecology of teleost fishes**. London: Chapman & Hall, 1990. 404 p.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. Third edition. New Jersey: Prentice Hall, 1996. 662 p.

COMUNICAÇÕES PESSOAIS

PETREIRE JR., Miguel – Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, UNESP – Rio Claro. 13506-900, Rio Claro – SP.

Capítulo 1

Um procedimento para aumentar a confiança na identificação do primeiro anel em espinhos de nadadeiras de peixes velhos.¹

¹ Penha, J. M. F., Mateus, L. A. F. & Petrere Jr., M. A procedure to improve confidence in the identification of the first annulus from fin-spine old fish. **Fish. Management Ecol.** (submetido)

Resumo

Nesta nota é sugerido um procedimento para avaliar a presença do primeiro anel em peixes que apresentam um buraco no núcleo do espinho da nadadeira.

Abstract

In this note is suggested a procedure to assess for the presence of first annulus in fishes that show a hole in the core of fin-spine.

Nota

Os biólogos pesqueiros utilizam raios e espinhos de nadadeiras dorsais, peitorais e anais para determinar a idade de ampla variedade de espécies de peixes. Sob algumas circunstâncias, particularmente sob condições de recursos limitados, em que as coletas provêm de pescarias comerciais, os raios e os espinhos de nadadeiras podem ser as únicas estruturas disponíveis para determinação de idade, já que, sua retirada, diferentemente da de otólitos, opérculos e vértebras, não diminui o valor de venda do peixe.

Contudo, uma advertência comum tanto no uso de raios quanto de espinhos de nadadeiras para a determinação da idade é a de que existe uma tendência de se subestimar a idade verdadeira à medida que o peixe cresce. A razão disso é que em peixes mais velhos o núcleo (core) do espinho pode sofrer reabsorção formando um buraco que pode eliminar os primeiros anéis de crescimento (Casselman, 1983). Isso implicaria em estimativas viciadas dos parâmetros de crescimento da espécie.

Chilton & Beamish (1982) sugeriram que sejam utilizadas as medidas do diâmetro médio do anel de peixes mais jovens para a localização da posição do primeiro e segundo anéis em peixes mais velhos. As medidas podem ser usadas para corrigir a estimativa de idade sempre que se suspeitar a ocorrência de reabsorção dos primeiros anéis pelo crescimento do buraco do espinho (Chilton & Beamish, 1982; McFarlane & King, 2001). Porém, como há variação na taxa de crescimento, a posição dos anéis varia entre coortes. Assim, confiar na posição dos anéis de coortes recentes para se inferir o fenômeno de reabsorção em coortes mais velhas não é nem biológica, nem estatisticamente adequado.

Neste trabalho é sugerido um procedimento mais simples para lidar com o problema do aparecimento do buraco em raios e espinhos de nadadeiras de algumas espécies de peixes, e possível reabsorção dos primeiros anéis.

O procedimento consiste em avaliar visualmente e testar estatisticamente a hipótese de reabsorção dos primeiros anéis, baseando-se na seguinte suposição: se os primeiros anéis de peixes mais velhos estiverem reabsorvidos pelo buraco haverá uma diferença significativa, entre grupos de idade, no raio médio do primeiro anel. Mais explicitamente, grupos de idade mais velhos apresentarão raio médio do primeiro anel maior que grupos de idade mais novos. Essa hipótese pode ser testada através de uma ANOVA unifatorial, com a idade como fator e o raio do anel como variável resposta, seguida de comparações *a posteriori*, quando a ANOVA for significativa.

O procedimento é ilustrado com dois pimelodídeos, o jurupoca, *Hemisorubim platyrhynchos* (Valenciennes, 1840), e o jurupêsem, *Sorubim lima* (Schneider, 1801). Estes são dois predadores com ampla distribuição nos rios da América do Sul (Froese & Pauly, 2002). Ambas espécies exibem reabsorção de núcleo e conseqüente aparecimento de buraco, à medida que o peixe envelhece (figura 1). Espinhos da nadadeira peitoral esquerda das duas espécies foram coletados entre abril de 2000 e outubro de 2001. Os exemplares provieram da pesca comercial e experimental realizadas no rio Cuiabá, Pantanal Mato-grossense, Brasil. Cortes do primeiro terço de espinhos de nadadeiras peitorais foram analisados sob estereomicroscópio com luz incidente. Os anéis foram contados e medidos com uso de lente micrométrica.

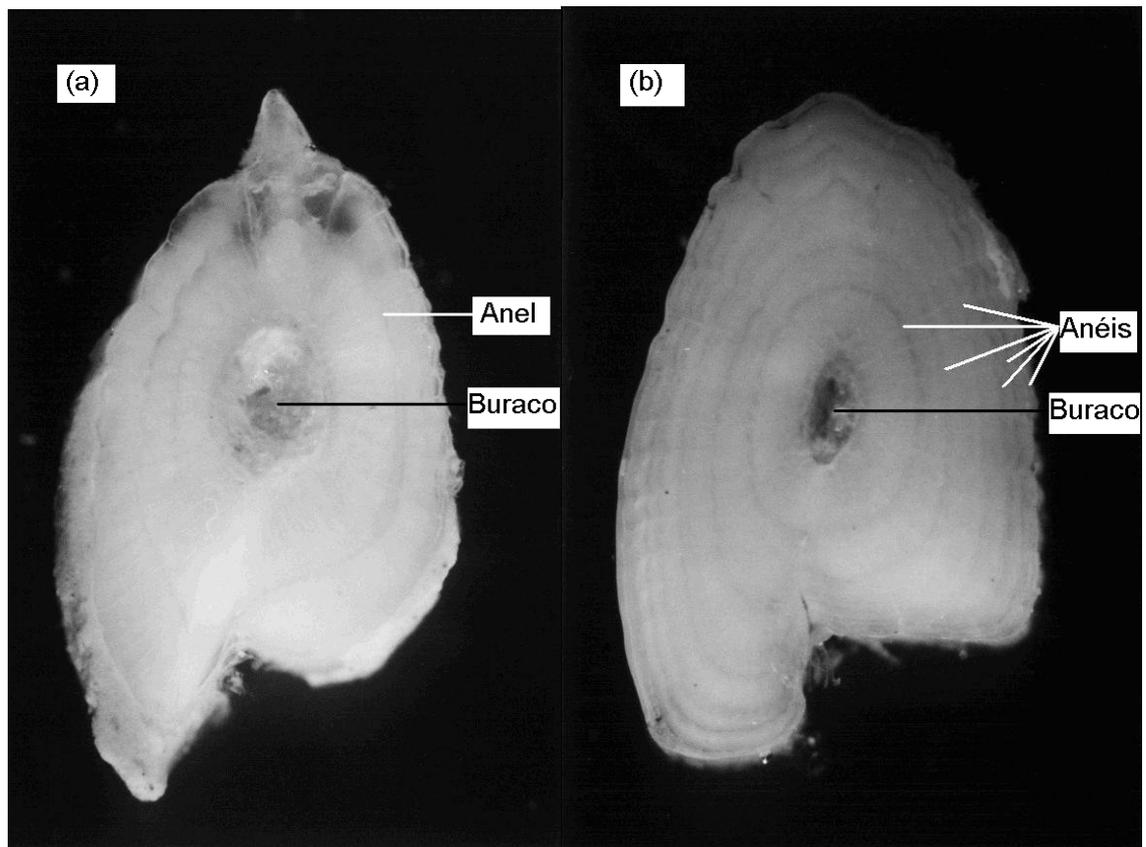


Figura 1 – Fotografias de cortes transversais de espinhos do *H. platyrhynchos* (a) e do *S. lima* (b) em que se pode observar tanto a presença de anéis de crescimento quanto a do buraco no núcleo do espinho.

As figuras 2 a e b apresentam as relações entre os raios do primeiro anel e as idades (número de anéis) para *H. platyrhynchos* e *S. lima*, respectivamente. Um exame visual das figuras sugere que há variação entre coortes na posição da mediana do primeiro anel. Porém, a dispersão dos dados varia pouco entre as coortes, principalmente em *S. lima*, e não parece existir tendência de aumento no raio à medida que o peixe envelhece.

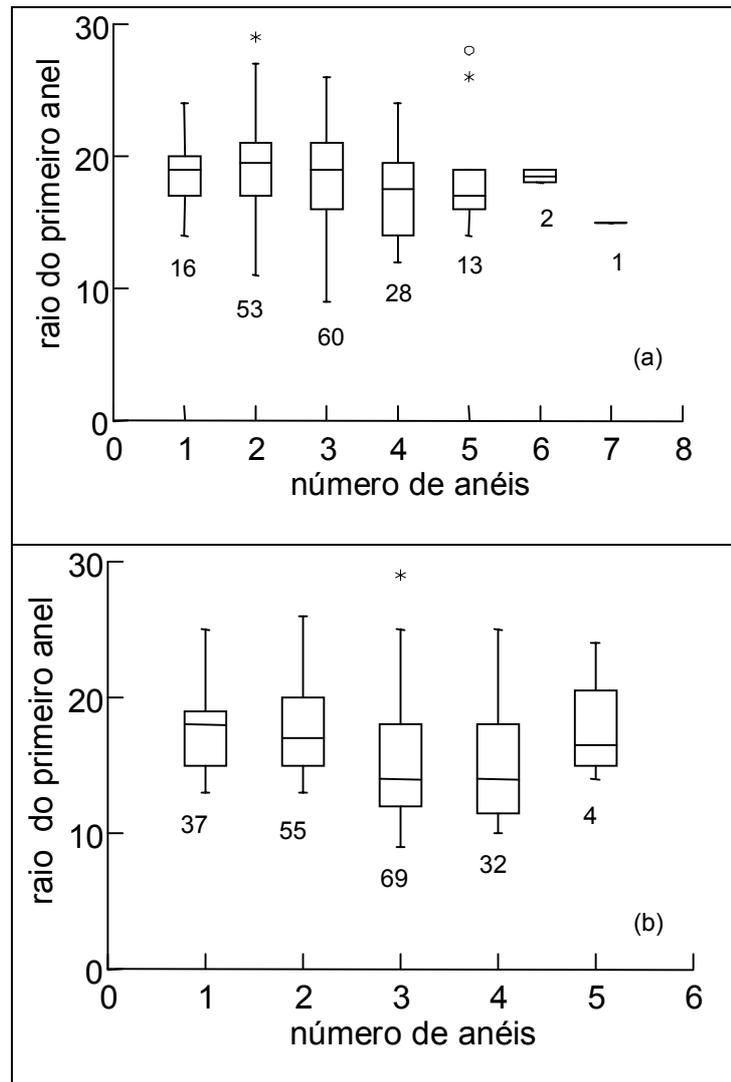


Figura 2 – Box-plot da relação entre o raio do primeiro anel e as idades (número de anéis) para *H. platyrhynchos* (a) e *S. lima* (b). Os números dentro das figuras são número de observações.

Para *H. platyrhynchos* a ANOVA foi conduzida excluindo-se a idade 7, pois há uma única observação para esse grupo de idade o que desbalancearia muito a análise, diminuindo o poder do teste F. A análise de variância confirmou que não existem diferenças significativas entre os grupos de idade na posição do primeiro anel ($F = 1.537$; $df = 5$ and 166 ; $p = 0.181$). A ANOVA foi validada através de análise de

resíduos que indicou normalidade dos dados e do teste de Bartlett, que indicou homogeneidade de variâncias ($X^2=5.77$; $df=4$; $p>0.10$).

Para *S. lima*, a análise de resíduos acusou não-normalidade. Assim, a análise dos dados foi conduzida com o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, que indicou diferenças significativas entre as idades ($H=26.064$; $df = 4$; $p=0.000$). O teste Q para comparações dos ranks *a posteriori* (Zar, 1996; p. 227) indicou que os grupos 1 e 2 têm raios médios do primeiro anel maiores que os grupos 3 e 4 ($n=5$; $p<0.01$). Este resultado é contrário ao esperado em caso de presença do fenômeno da reabsorção do primeiro anel e pode ser atribuído à variação entre as coortes na taxa de crescimento durante o primeiro ano de vida.

Com base nas análises, pode-se concluir que não há evidências de reabsorção do primeiro anel em espinhos de nadadeiras peitorais das duas espécies analisadas. Essa conclusão aumenta a confiança nas leituras de anéis realizadas e, conseqüentemente, na estimativa dos parâmetros de crescimento dela derivados.

Agradecimentos

Agradecemos ao laboratório de laminação Antônio C. B. Moraes, Depto. de Petrologia, IGCE – UNESP, Rio Claro, pelo empréstimo do equipamento para a feita dos os cortes. Ao laboratório de histologia do Depto. de Biologia, IB – UNESP Rio Claro pelo empréstimo da lupa. A FEMA – MT pela licença para coleta de peixes durante o período de defeso. A CAPES pela concessão da bolsa para J.M.F.P. e L.A.F.M.

Referências

- Casselman, J. M. (1983). Age and growth assessment of fish from their calcified structures – techniques and tools. In *Proceedings of the International Workshop on Age determination of Oceanic Pelagic Fishes: Tunas, Billfishes, and Sharks* (Prince, E. D. & Pulos, L. M., eds.), pp. 1-17. NOAA Technical Report NMFS 8, USA: Department of Commerce.
- Chilton, D. E. & Beamish, R. J. (1982). Age determination methods for fishes studied by the Groundfish Program at the Pacific Biological Station. *Can. Spec. Pub. Fish. Aquat. Sci.* 60: 102p.
- Froese, R. & Pauly, D. (eds). (2002). *Fishbase*. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, 18th April 2002.
- McFarlane, G. A. & King, R. (2001). The validity of the fin-ray method of age determination for lingcod (*Ophiodon elongatus*). *Fish. Bull.* 99: 459-464
- Zar, J. H. (1996). *Biostatistical Analysis*. Third edition. New Jersey: Prentice Hall.

Capítulo 2

Determinação da idade e crescimento do Jurupoca (*Hemisorubim platyrhynchos*) no Pantanal Mato-grossense.¹

¹ Penha, J.M.F., Mateus, L.A.F. & Barbieri, G. Age and growth of the Porthole Shovelnose Catfish (*Hemisorubim platyrhynchos*) in Pantanal. **Brazil. J. Biol.** (em preparação)

Resumo

O Jurupoca, *Hemisorubim platyrhynchos*, é o sexto maior pimelodídeo do Pantanal. A idade e o crescimento do Jurupoca foram estudados a partir dos espinhos de nadadeiras peitorais de exemplares coletados no Rio Cuiabá, Pantanal Mato-grossense. Os exemplares provieram da pesca comercial e experimental com linha e anzol. A análise do índice de incremento marginal não permitiu que se distinguísse a periodicidade e época de formação dos anéis de crescimento ($H = 4,142$; $p = 0,247$). Porém, o declínio acentuado nos valores do índice de incremento marginal registrado na vazante sugere que, provavelmente, este seja o período de formação dos anéis. A estimativa dos parâmetros que descrevem a curva de crescimento de von Bertalanffy, ajustada através de regressão não-linear aos comprimentos observados e com o valor do L_{∞} fixado em 64,0 cm (comprimento furcal) foram: $k = 0,222 \text{ ano}^{-1}$; $t_0 = -2,149$ anos. A longevidade dos indivíduos foi estimada em 11,4 anos. Os resultados indicam que o comprimento furcal é um bom preditor da idade para os indivíduos dessa espécie de peixe.

Abstract

The Porthole Shovelnose Catfish, *Hemisorubim platyrhynchos*, is a sixth major pimelodidae of Pantanal. The age and growth of Porthole Shovelnose Catfish were studied using pectoral fin-spine from fishes collected in Cuiabá river, Pantanal, Brasil. The fishes came from comercial and experimental fisheries. All the fishes were caught with line and hook. The marginal increment analysis not distinguished the time of the growth rings formation ($H = 4,142$; $p = 0,247$). Nevertheless, the decrease of marginal increment index during the receding water suggests that, probably, this is the time of growth rings formation. The estimating of parameters of von Bertalanffy growth curve, ajusted with nonlinear regression on observed furcal lenght at age, with L_{∞} fixed at 64 cm, were: $k = 0,222 \text{ year}^{-1}$; $t_0 = -2,149$ years. The individuals life span was estimated in 11,4 years. The results suggested that furcal lenght is a good predictor of age to this species's individuals.

INTRODUÇÃO

O gênero *Hemisorubim* é um membro monoespecífico da família Pimelodidae. *H. platyrhynchos* ocorre nas zonas lentas e profundas dos grandes rios da bacia hidrográfica do Amazonas, Maroni, Orenoco e Paraná (Froese & Pauly, 2002). É um organismo de médio porte (comprimento padrão máximo = 52,5 cm; peso = 1470 g), predador de macrofauna bentônica e peixes (Froese & Pauly, 2002).

A carne de *H. platyrhynchos* é bastante apreciada pelos ribeirinhos do rio Cuiabá. Sua pesca ocorre principalmente nos períodos de vazante e enchente. Não há estimativas de desembarque para a bacia, mas nos meses de março, abril, setembro e outubro ela é presença constante no mercado do peixe de Cuiabá. O desembarque pela pesca profissional e esportiva para o ano de 1999 na porção sul do Pantanal foi de 7,8 toneladas. O desembarque acumulado entre 1994 e 1999 foi de 50 toneladas (Catella, 2001).

Apesar de sua ampla distribuição, mediana abundância e de sua importância para o funcionamento do ecossistema e a pesca nas regiões em que ocorre, pouco se conhece acerca da biologia da espécie. Aqui se relata a idade e o crescimento de *H. platyrhynchos*, derivados de contagem de anéis em espinhos de nadadeira peitoral. O objetivo do estudo foi o de determinar a idade, ajustar a curva de crescimento de Von Bertalanffy e estimar a longevidade dos indivíduos da espécie.

MATERIAIS E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

O Pantanal é uma área alagável formada pelo transbordamento sazonal do Rio Paraguai e seus afluentes. Compreende uma faixa de terra de aproximadamente 140.000

km² localizada entre os paralelos 16° e 22° S e os meridianos 55° e 58° W. A maior parte do Pantanal está localizada nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, Brasil. Uma porção menor localiza-se na Bolívia e Paraguai.

Os peixes foram coletados no Rio Cuiabá, que é um dos maiores afluentes do Rio Paraguai na porção norte do Pantanal. O clima da região é do tipo Tropical Semi-Úmido, ou Aw de Köppen, com verão chuvoso e inverno seco (PCBAP, 1997). O padrão de precipitação determina o surgimento de 4 períodos hidrológicos: o período de enchente (outubro a dezembro), o de cheia (janeiro a março), o de vazante (abril a junho) e o de seca (julho a setembro) (Da Silva & Esteves, 1995). Porém, à medida em que se distancia do rio, esses períodos podem se atrasar em até 2 meses (Heckman, 1994).

AMOSTRAGEM E LEITURA DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO

Entre julho de 2000 e outubro de 2001 foram registradas as medidas de 207 exemplares do jurupoca. A maioria dos exemplares (n=163) foi coletada mensalmente entre julho e outubro de 2000 e em março, abril e outubro de 2001, no Mercado Varejista do Porto “Antônio Moysés Nadaf”, na cidade de Cuiabá, MT. Devido à lacuna do defeso, em que a pesca é proibida, exemplares adicionais (n=44) foram coletados entre novembro de 2000 e fevereiro de 2001, por meio de pesca experimental. Todos os exemplares provieram de pescarias com uso de linha e anzol.

De cada peixe coletado foi extraído o espinho da nadadeira peitoral esquerda e registradas as medidas de comprimento total (Lt - cm), comprimento furcal (Lf), peso total (Wt - g) e peso eviscerado (We). Os espinhos foram lavados em água corrente, imersos em acetona comercial por 24 horas e transferidos para água quente (cerca de

50° C). Esse procedimento facilitou a remoção do tecido aderido. A seguir, o comprimento e o diâmetro na porção proximal de cada um dos espinhos foram medidos com auxílio de régua e paquímetro, respectivamente. Foram obtidos entre 3 e 6 cortes transversais da base de cada espinho, com espessuras variando entre 0,4 e 1 mm. Os cortes foram imersos em álcool a 70% em placa de Petri. As leituras e medidas foram feitas sob estereomicroscópio Carl Zeiss (Jena) com lente micrométrica, aumento de 40x e luz incidente. Todos os anéis de crescimento presentes nos espinhos foram contados e tiveram seus raios - distância do centro do espinho até o anel - medidos (figura 1). Somente foram incluídos nas análises aqueles espinhos nos quais o número de anéis de crescimento se repetiu em ao menos 2 cortes.

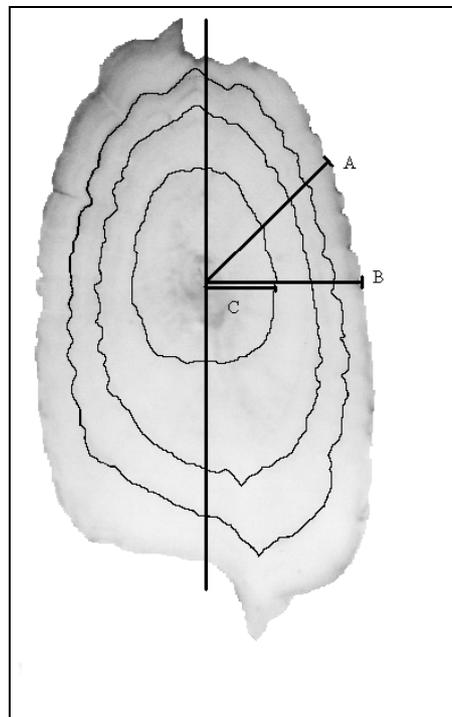


Figura 1 – Corte esquemático de espinho da nadadeira peitoral de *H. platyrhynchos*, mostrando as medidas tomadas. A = raio a 45°; B = raio a 0°; C = raio do primeiro anel.

As evidências de reabsorção do primeiro anel, pelo aparecimento do buraco em indivíduos mais velhos, foram avaliadas através de uma ANOVA do tipo I (Sokal & Rohlf, 1995). A análise foi conduzida considerando-se a idade (número de anéis) como fator e o raio a 0° (Rz) do primeiro anel como variável resposta. Em caso de presença do fenômeno de reabsorção do primeiro anel, indivíduos pertencentes a grupos de idade mais velhos devem apresentar raios do primeiro anel maiores que indivíduos pertencentes a grupos de idade mais jovens (capítulo 1).

VALIDAÇÃO

Para validação dos anéis como indicadores da idade do peixe, os dados obtidos de contagens e as medidas dos anéis foram submetidos a duas análises indiretas (Lai *et al.*, 1996). A primeira consistiu em avaliar se os anéis presentes no espinho podem ser considerados como indicadores do crescimento do peixe. Para ser considerado como indicador do crescimento, o número de anéis deve apresentar uma relação diretamente proporcional ao tamanho do espinho e ao comprimento do peixe. Para avaliar se o número de anéis varia em função do tamanho do espinho, um box-plot relacionando o número de anéis e o Rz do espinho foi inspecionado visualmente. A relação entre o número de anéis e o Rz do espinho é particularmente importante nas análises de retrocálculo. A relação entre o tamanho do espinho e o Lf foi investigada por meio de regressões lineares.

A segunda análise consistiu em determinar o período de formação dos anéis de crescimento. Neste estudo, o período de formação dos anéis de crescimento foi investigado por meio da análise do Incremento Marginal (IM) (Lai *et al.*, 1996):

$$IM = (R-r_i)/(r_i-r_{i-1}) * 100$$

onde R representa o raio da estrutura, r_i a distância entre o foco e o último anel e r_{i-1} a distância entre o foco e o penúltimo anel. As diferenças entre os IM foram avaliados através de ANOVA do tipo I (Sokal & Rohlf, 1995). Em função do reduzido número de observações, conduziu-se testes de comparações de médias sobre IM sazonais em indivíduos com 2 e 3 anéis. As comparações *a posteriori* foram realizadas com o teste de Tukey (Sokal & Rohlf, 1995). O período de formação do anel de crescimento foi considerado como aquele em que o IM exibiu o menor valor.

RELAÇÕES BIOMÉTRICAS

Para viabilizar comparações com outros estudos foram ajustadas as curvas que descrevem as relações entre Lf, Lt, We e Wt. A maioria das relações foi descrita por regressões lineares. A relação peso total *versus* comprimento furcal foi ajustada através de regressão não-linear. O ajuste não-linear foi feito pelo método dos mínimos quadrados, algoritmo Gauss-Newton.

RETROCÁLCULO

Em ordem para realizar o retrocálculo, primeiro foi investigado se a relação entre o Rz do espinho e o Lf era linear. Três modelos de regressão foram testados: modelos potencial ($Lf=a*(Rz)^b$), exponencial ($Lf=a*e^{b*(Rz)}$) e linear ($Lf=a+b*(Rz)$). A decisão sobre qual dos modelos melhor se ajustou aos dados baseou-se na análise conjunta do coeficiente de determinação (r^2) e da variância residual (SQM) dos ajustes. Então, os parâmetros da regressão funcional foram estimados, seguindo o procedimento descrito em Ricker (1992). A seguir, a equação de Fraser-Lee foi utilizada para

retrocalcular os tamanhos dos peixes a época de formação dos anéis de crescimento (Francis, 1990):

$$L_i = c + (L_c - c) * (S_i / S_c)$$

onde L_i é o comprimento na época de formação do anel ($i=1,2,3,\dots,n$); c é o intercepto da regressão entre o tamanho do corpo *versus* o tamanho do espinho, estimado pela regressão funcional; L_c é o comprimento na captura; S_i e S_c o raio do anel i e o raio total do espinho na captura, respectivamente.

ESTIMATIVA DOS PARÂMETROS DE CRESCIMENTO

A fim de descrever o crescimento da espécie, o modelo de crescimento de von Bertalanffy (Bertalanffy, 1938) foi ajustado aos comprimentos em cada idade, tanto observados quanto retrocalculados. Os parâmetros da equação foram estimados através de regressão não-linear, utilizando o método dos mínimos quadrados, com algoritmo Gauss-Newton. Os parâmetros da curva de crescimento de vBf foram posteriormente utilizados para produzir estimativa da longevidade dos indivíduos do estoque. Para tal, foi utilizado o método de Taylor (1958) que estima o tempo médio requerido para que os indivíduos do estoque atinjam 95% do L_∞ :

$$A_{0,95} = t_0 + 2,996 / k$$

onde L_∞ (comprimento assintótico), t_0 (parâmetro de ajuste do modelo) e k (coeficiente de crescimento) são parâmetros do modelo de Von Bertalanffy.

RESULTADOS

DETERMINAÇÃO DA IDADE

Os resultados indicam que os espinhos das nadadeiras peitorais de *H. platyrhynchos* são estruturas adequadas para contagem de anéis de crescimento. Dos 208 espinhos analisados, 195 (94%) apresentaram anéis de crescimento visíveis. Em alguns casos o corte apresentou-se estriado, com marcas que cruzavam os anéis partindo do núcleo para a borda do espinho. Às vezes as zonas de crescimento rápido mostraram-se mais translúcidas. Porém, mesmo nestas situações os anéis de crescimento se destacaram. Do total de espinhos com anéis visíveis (n=195) 72% apresentaram apenas anéis de crescimento simples; 28% apresentaram, além dos anéis simples, marcas duplas; 40% dos espinhos apresentaram também marcas falsas. As marcas falsas foram mais comuns entre o segundo e o quinto anéis; as marcas duplas entre o primeiro e segundo anéis.

Embora anéis de crescimento tenham sido detectadas em 195 espinhos, em 173 (89%) destes o número de anéis se repetiu em pelo menos 2 cortes. Assim, somente dados oriundos das leituras realizadas nestes 173 espinhos foram considerados confiáveis e utilizados nas análises subsequentes.

A amostra utilizada neste estudo incluiu indivíduos com Lf variando entre 26 e 64 cm. O tamanho médio dos indivíduos da amostra ($Lf_{\text{médio}}$) foi de 43,1 cm (erro padrão = 0,49) e a moda foi de 41 cm (figura 2). Os cortes apresentaram até 7 anéis, representando 7 grupos de idade; a classe etária com 3 anéis foi dominante (figura 2). A idade média ($t_{\text{médio}}$) foi de 2,9 anéis (erro padrão = 0,087) e a moda (t_{moda}) de 3 anos.

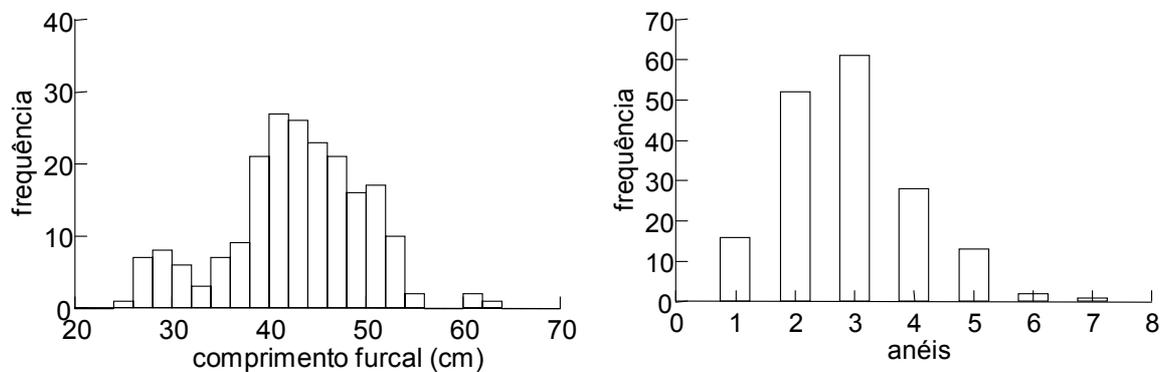


Figura 2 – Distribuição de frequência do comprimento furcal e idade (número de anéis) de *H. platyrhynchos*, no rio Cuiabá, Pantanal.

Não foram encontradas evidências de reabsorção do primeiro anel de crescimento em indivíduos mais velhos devido ao aparecimento do buraco no núcleo do espinho. Devido ao pequeno número de observações, o que desbalancearia fortemente a análise diminuindo o poder do teste F, a ANOVA foi conduzida excluindo-se a idade 7. A análise não detectou diferenças significativas entre os grupos de idades ($F = 1.537$; d.f. = 5 e 166; $p = 0.181$). Este resultado aumenta a confiança nas leituras de anéis realizadas.

VALIDAÇÃO

As análises das relações entre o número de anéis, o tamanho do espinho e o Lf indicaram que os anéis presentes nos espinhos são indicadores do crescimento do peixe. A análise visual do box-plot entre o raio do espinho e o número de anéis indicou que espinhos maiores continham mais anéis (figura 3).

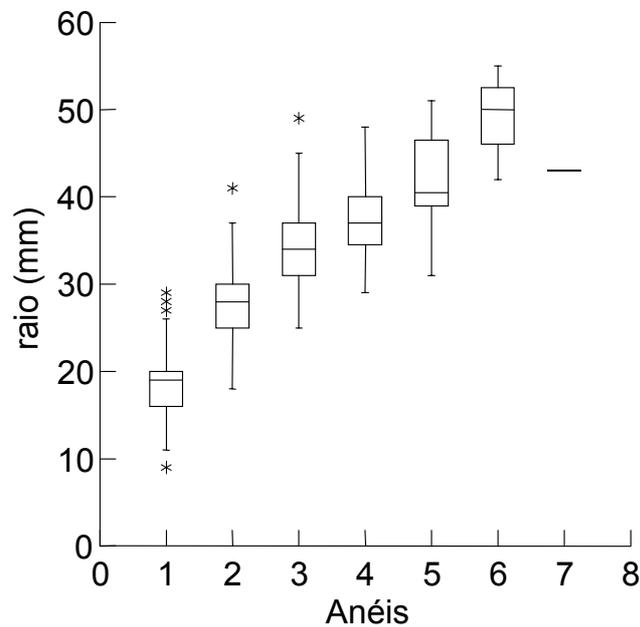


Figura 3 – Box-plot para os raios dos anéis (distância foco-borda) nos espinhos de *H. platyrhynchos*.

A segunda evidência é que há uma correlação positiva entre o tamanho do corpo e o tamanho do espinho. Modelos lineares descreveram a relação entre essas variáveis satisfatoriamente (figura 4). A variação em comprimento furcal explicou 94 % da variação em comprimento e 74% em diâmetro do espinho; 59% da variação do raio a 0° e 60,5% do raio a 45° também foi explicada pela variação no comprimento furcal (tabela I). Em síntese, há uma relação positiva entre o número de anéis presentes nos espinhos e o tamanho dos indivíduos dos quais estes foram extraídos.

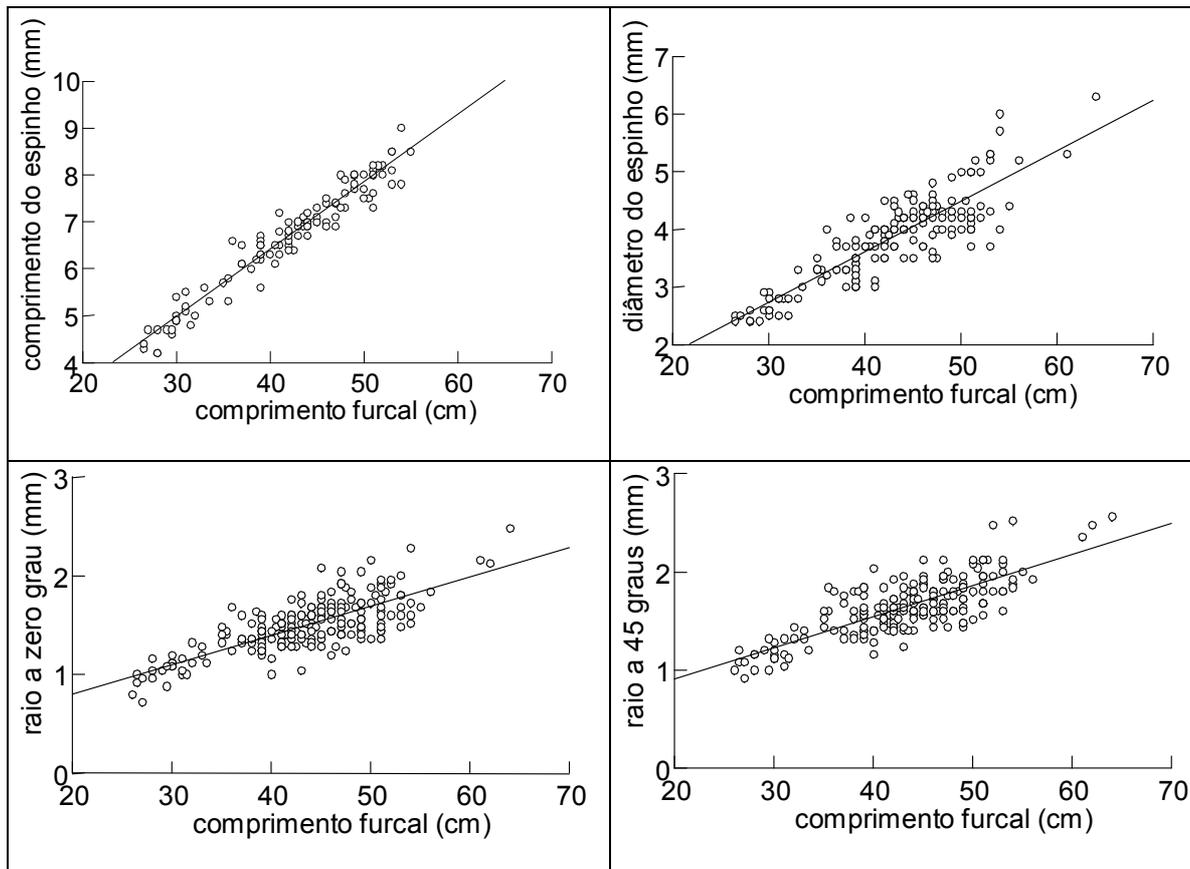


Figura 4 – Regressão linear da relação entre diferentes medidas do espinho da nadadeira peitoral e comprimento furcal de *H. platyrhynchos*.

Tabela I – Relação entre características do espinho e o comprimento furcal de *H. platyrhynchos* na bacia do rio Cuiabá.

v. dependente	a	b	r^2	n	g.l.	F	p
Comprimento	0,644	0,144	0,94	106	(1;104)	1633,107	<0,001
Diâmetro	0,089	0,088	0,75	163	(1;161)	482,561	<0,001
Raio 0°	0,21	0,030	0,589	204	(1;202)	289,149	<0,001
Raio 45°	0,273	0,032	0,605	206	(1;204)	312,595	<0,001

Os dados de crescimento da borda do espinho não permitiram que se detectasse a periodicidade com que os anéis de crescimento se formam (figura 5). Em função do reduzido número de observações, o teste de comparação de médias foi conduzido sobre IM's sazonais, em indivíduos com 2 e 3 anéis. Como a distribuição dos resíduos não atendeu ao pressuposto de normalidade ($g_1=0,912$; $g_2=0,666$; $p<0,05$) e a transformação dos dados não resolveu o problema, a análise foi realizada com o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis. O teste indicou não haver diferenças significativas entre os períodos hidrológicos considerados ($H = 4,142$; $p=0,247$).

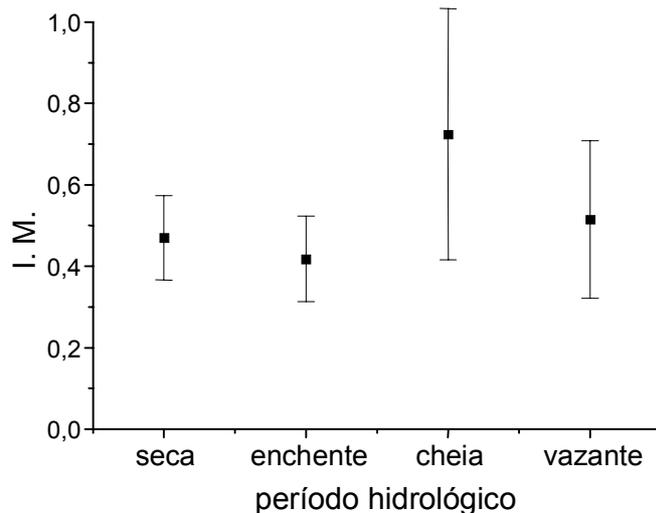


Figura 5 – Variação sazonal do incremento marginal relativo para *H. platyrhynchus*. Valores são as médias e intervalos de confiança (95%). Número de observações: seca (39), enchente (26), cheia (12) e vazante (14).

Apesar do resultado do teste de Kruskal-Wallis não ter detectado diferenças entre as seções, a figura 5 indica que há uma queda acentuada nos valores do IM entre o período de cheia e o de vazante. Portanto, é provável que os anéis de crescimento se formem durante a vazante, aproximadamente 1 ano após o nascimento da coorte.

RELAÇÕES BIOMÉTRICAS

Os modelos lineares descreveram satisfatoriamente a relação entre a maioria das variáveis (tabela II e figura 6). Porém, os resíduos da relação entre Lt e Lf e, em menor grau, entre Wt e We, apresentaram um estranho comportamento de formar linhas (figura 6). Além disso, os resíduos da relação entre o Wt e o We exibiram variância crescente - heterocedasticidade (figura 6). A retirada de dois valores “leverage” e dois outliers não alterou muito a regressão ($We = 0,888 * Wt - 6,33$; $r^2 = 0,997$; $F = 29693,023$; $p < 0,001$).

Tabela II – Modelos descrevendo relações biométricas para *H. platyrhynchos*. # As estatísticas não podem ser fornecidas porque o Lt e o Lf, e o We e o Wt, não são estocasticamente independentes (Petreire Jr, Comunicação pessoal). * O Systat não forneceu o valor do F.

Modelo	r^2	g.l.	N	F	p
$Lt = 1,348 + 1,042 * Lf$	#		147	#	#
$We = 0,894 * Wt - 8,825$	#		90	#	#
$Wt = 13,046 + 1,114 * We$	#		90	#	#
$Wt = 0,006 * Lf^{3,165}$	0,974	(2;105)	107	*	*

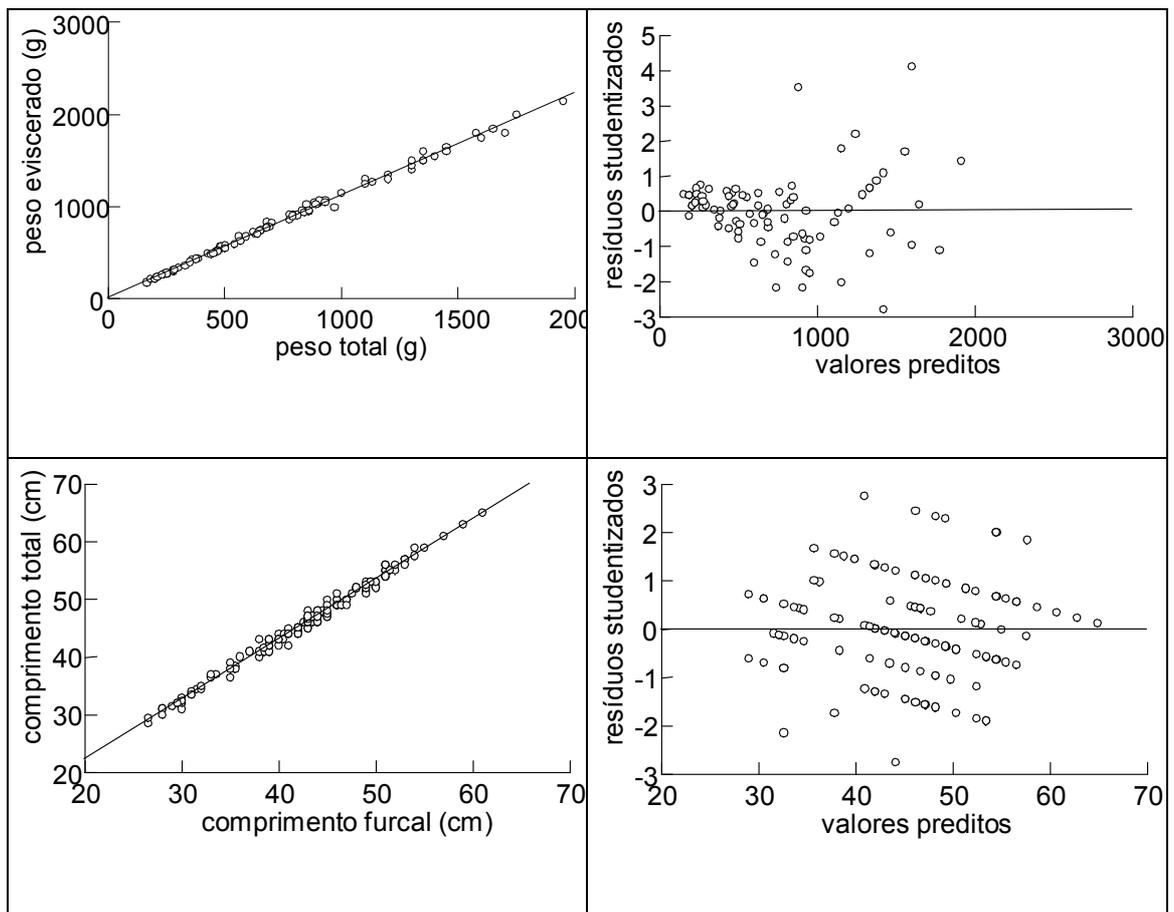


Figura 6 – relação entre comprimento total e comprimento furcal, peso eviscerado e peso total para *H. platyrhynchus*, com a respectiva distribuição dos resíduos.

A relação entre o Wt e o Lf foi descrita pela seguinte função potência ($Wt = 0,001 * Lf^{3,457}$). A variação em Lf explicou 97,4% da variação em Wt (figura 7). O valor do b da relação entre Wt e Lf, estimado em 3,165 é significativamente maior que 3 (intervalo de confiança para o b estimado = 3,054 a 3,276). Esse dado indica que *H. platyrhynchus* aumenta em peso a uma taxa maior que a requerida para manter uma proporção corporal constante.

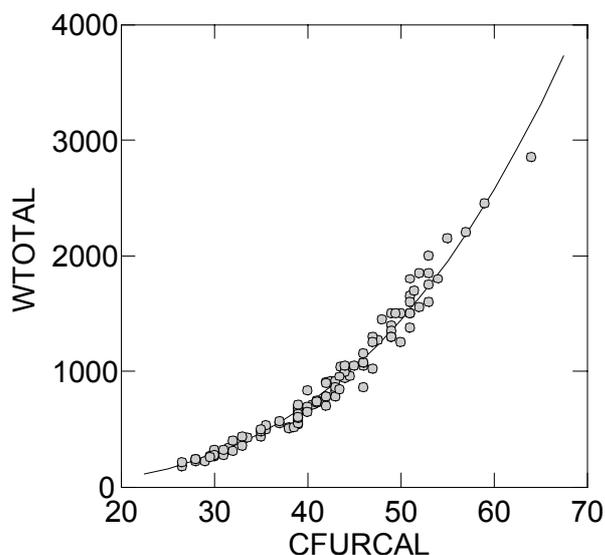


Figura 7 – Relação entre peso total e comprimento furcal para *H. platyrhynchus*.

RETROCÁLCULO

As análises das variâncias residuais e dos coeficientes de determinação indicam que todos os modelos descreveram com consistência a relação entre o Lf e o Rz do espinho (tabela III). Assim sendo, o modelo mais simples, o linear, foi escolhido como o que melhor descreve tal relação em *H. platyrhynchus*.

Tabela III – Resultados do ajuste da relação entre raio zero do espinho e comprimento furcal de *H. platyrhynchus*. Modelos potencial ($LF=a*(RZ)^b$), exponencial ($LF=a*e^{b*(RZ)}$) e linear ($LF=a+b*(RZ)$). * O Systat não forneceu os valores.

Modelo	a	b	r ²	n	F	p	g.l.
$LF=a*(RZ)^b$	33,094	0,676	0,598	204	*	*	2;202
$LF=a*e^{b*(RZ)}$	22,626	0,429	0,564	204	*	*	2;202
$LF=a+b*(RZ)$	13,589	19,846	0,589	204	289,149	<0,001	1;202

A equação de Fraser-Lee produziu resultados consistentes. Como esperado, os comprimentos retrocalculados foram menores que os observados, as diferenças diminuindo com a idade (tabela IV).

Tabela IV - Valores médios de comprimento furcal (Lf) na idade retrocalculados pelo método Fraser-Lee para *H. platyrhynchos*. Lf_{obs.}=Lf observados; os números subscritos junto aos Lf's indicam anos. A idade é dada em anos.

n	Lf _{obs.}	Idade	Lf ₁	Lf ₂	Lf ₃	Lf ₄	Lf ₅	Lf ₆	Lf ₇
16	29,7	1	<u>23,2</u>						
53	39,3	2	25,6	<u>35,2</u>					
60	44,4	3	24,0	34,2	<u>40,9</u>				
28	46,4	4	22,9	30,7	37,9	<u>43,4</u>			
13	48,0	5	22,7	31,0	37,2	41,6	<u>44,7</u>		
2	57,5	6	22,5	32,2	41,3	45,7	50,1	<u>55,5</u>	
1	56,0	7	21,0	31,9	38,5	45,1	48,3	50,5	<u>51,6</u>
	Média		24,1	33,6	39,6	43,0	45,6	53,9	51,6
	Incremento		24,1	9,5	6,0	3,4	2,6	8,2	-2,2
	n		173	157	104	44	16	3	1

O comprimento médio alcançado no primeiro ano de vida da coorte, apresentados na coluna Lf₁ da tabela IV, diminuiu com a idade da coorte da qual foram estimados. A única exceção sendo a coorte mais recente. Esse fato sugere a presença do fenômeno Rosa-Lee (Lee, 1912 apud. Ricker, 1969). Quando o fenômeno está presente,

o tamanho médio calculado dos peixes nas idades mais jovens é menor, quanto mais velho o peixe do qual foram estimados (Ricker, 1969; 1979).

ESTIMATIVA DOS PARÂMETROS DE CRESCIMENTO

O modelo de von Bertalanffy foi ajustado tanto aos comprimentos observados na idade quanto aos retrocalculados. O ajuste baseado em dados observados produziu estimativa de L_{∞} maior (51,3 cm) e de k menor ($0,551 \text{ ano}^{-1}$) que aquela baseada em comprimentos retrocalculados ($L_{\infty} = 47,6 \text{ cm}$ e $k = 0,634 \text{ ano}^{-1}$). O uso de dados retrocalculados melhorou a qualidade dos ajustes (r^2 comprimentos retrocalculados = 0,60; r^2 comprimentos observados = 0,52). Como os intervalos de confiança das estimativas se sobrepuseram, estas são estatisticamente iguais (tabela V). Porém, os dois métodos produziram valores de L_{∞} muito abaixo do L_{max} observado (64 cm) e foram consideradas insatisfatórias. Assim, um procedimento alternativo foi utilizado. Este consistiu em fixar o parâmetro L_{∞} como o maior comprimento observado na amostra e, então gerar valores de k e t_0 para o conjunto de comprimentos observados na idade. Esta solução, embora não seja estatisticamente satisfatória, produziu estimativa de k mais realista que as anteriores ($L_{\infty} = 64 \text{ cm}$ $k = 0,222 \text{ ano}^{-1}$) (figura 8).

Tabela V – Parâmetros de crescimento em comprimento de *H. platyrhynchos*. CO = comprimentos observados; CR = comprimentos retrocalculados; L_{∞} fixo = valor de L_{∞} fixado em 64 cm. Os valores entre parênteses são os intervalos de confiança das estimativas a 95%.

Procedimento	k	L_{∞}	t_0	g. l.	n	r^2
CO	0,551 (0,310 a 0,792)	51,3 (47,2 a 55,4)	-0,604 (-1,268 a 0,059)	3; 170	173	0,523
CR	0,634 (0,416 a 0,852)	47,6 (44,3 a 51)	-0,077 (-0,468 a 0,313)	3; 170	173	0,598
L_{∞} fixo	0,222 (0,187 a 0,256)	64	-2,149 (-2,863 a -1,435)	3; 170	173	0,504

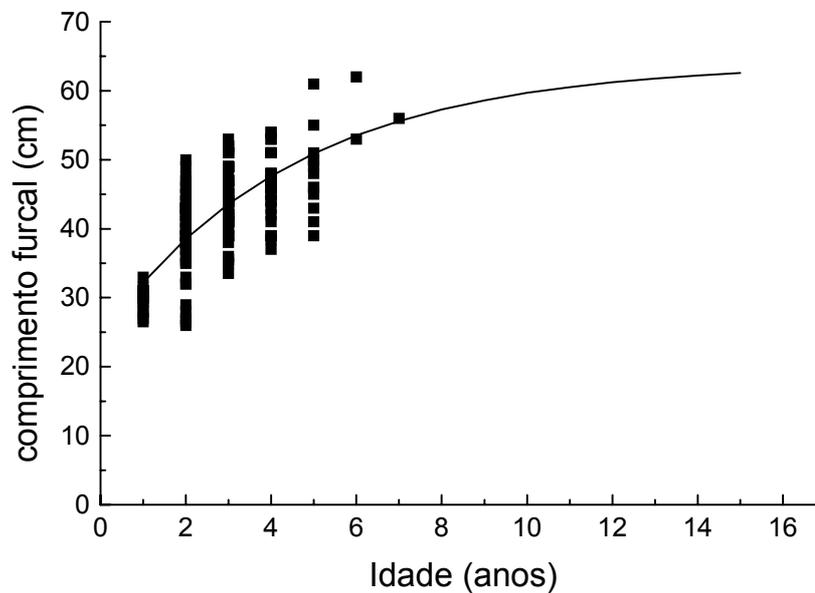


Figura 8 - Curva de crescimento em comprimento para *H. platyrhynchos*, utilizando comprimentos observados na idade.

Os valores das estimativas dos parâmetros de crescimento produzidos pelo procedimento que fixou o L_{∞} gerou uma estimativa de esperança de vida (longevidade) para os indivíduos da espécie de 11,4 anos. Assim, os indivíduos da espécie gastam 11,4 anos para atingirem 95% de seu L_{∞} , ou seja 60,8 cm.

DISCUSSÃO

Várias estruturas ósseas têm sido utilizadas para se determinar a idade de pimelodídeos. Dentre estas, otólitos, vértebras e espinhos de nadadeiras são as estruturas que têm produzido os melhores resultados (Fenerich et al., 1975; Barthem, 1990; Muñoz-Sosa, 1996; Rêgo et al., 1998; Pérez Lozano, 1999; Loubens & Panfili, 2000; Mateus & Petrele, submetido). Embora haja poucos estudos comparando a idade determinada por várias estruturas para um mesmo exemplar, dados preliminares indicam que espinhos de nadadeira peitoral tendem a subestimar a idade em relação a espinhos de nadadeiras dorsais (Layher, 1981) e vértebras (Clay, 1982). Neste estudo, limitações de recursos impossibilitaram um procedimento comparativo entre várias estruturas. Ainda assim, evidências indiretas sugerem que espinhos das nadadeiras peitorais de *H. platyrhynchos* sejam estruturas adequadas para a determinação de sua idade. As evidências incluem: (i) presença de anéis de crescimento anuais bem visíveis; (ii) marcas duplas e falsas discerníveis dos anéis de crescimento; (iii) ausência de evidências de reabsorção dos primeiros anéis de crescimento pelo surgimento do buraco no centro do espinho; e (iv) presença de relação positiva entre número de anéis de crescimento presentes no espinho, seu tamanho e o comprimento do peixe. Entretanto, é preciso destacar que houve certa dificuldade na identificação dos anéis da borda do espinho em indivíduos com mais de cinco anéis. Este fato era esperado já que a partir da

sexta marca de crescimento as dificuldades com a identificação dos anéis da borda tendem a aumentar (Casselman, 1983).

A análise do incremento marginal relativo não indicou claramente o período de formação dos anéis de crescimento do *H. platyrhynchos*. Porém, a queda acentuada do IM registrada entre o período de cheia e o de vazante sugere que os anéis provavelmente se formem durante a vazante. Esse padrão é diferente do normalmente encontrado para Pimelodídeos de sistemas de rios com áreas alagáveis. Por exemplo, a formação de anéis de crescimento anual em Pimelodídeos como o *Pseudoplatystoma corruscans* no Pantanal (Resende et al., 1996; Mateus & Petrere, no prelo), o *P. fasciatum* e *P. tigrinum* no rio Apure (Reid, 1983) e na Amazônia Boliviana (Loubens & Panfili, 2000), o *Pimelodus maculatus* na bacia do Paraná (Fenerich et al. 1975), o *Paulicea luetkeni* no Orinoco (Reina et al. 1995) o *Brachyplatystoma filamentosum* e *B. flavicans* na Amazônia Colombiana (Muñoz-Sosa, 1996) e o *Sorubim lima* no Pantanal (capítulo 3), tem sido detectado durante a fase seca. Por outro lado, *Calophysus macropterus* (Pérez Lozano, 1999) e *B. flavicans* (Alonso, 2002) da Amazônia Brasileira formam dois anéis anuais de crescimento: um na vazante e outro na enchente. O anel formado durante o período de vazante estaria associado à migração e aquele formado durante a enchente, à reprodução (Pérez Lozano, 1999; Alonso, 2002). Em geral, a diminuição do ritmo de crescimento e a conseqüente formação de anéis de crescimento têm sido associados à temperatura, aos efeitos ligados à retração dos ambientes na seca, à reprodução (Welcome, 1992) e à migração (Brett, 1979). Assim, a formação de anéis de crescimento anuais na espécie aqui estudada parece estar associada à migração realizada durante a vazante, na qual os peixes deixam as áreas alagáveis retornando aos canais dos rios (Ferraz de Lima, 1986/1987).

As discussões sobre os períodos de formação de marcas de crescimento nas espécies relacionadas anteriormente são inconclusivas, pois a maioria dos estudos foi validado com o índice de incremento marginal. Como observado por Campana (2001) o índice de incremento marginal é um método de validação impreciso, já que depende de acurada identificação de anéis localizados na borda da estrutura. A identificação de anéis da borda é particularmente difícil, sendo fortemente sujeita a erros (Casselman, 1983). Assim, conclusões definitivas somente poderão ser obtidas a partir de resultados de estudos que utilizem métodos de validação mais robustos, como estudos com marcação química da estrutura óssea.

Os comprimentos retrocalculados indicaram a presença do fenômeno Rosa-Lee na população estudada. Várias hipóteses têm sido sugeridas para explicar esse fenômeno. Amostragem viciada, problemas técnicos (uso incorreto da relação entre o tamanho do espinho *versus* o tamanho do corpo), mortalidade natural (ou por pesca) dependente do tamanho (Ricker, 1969; 1979) e estratificação espacial das diferentes fases ontogenéticas (Stanley, 1980) são as principais. A presença do fenômeno na espécie aqui estudada parece ser consequência de amostragem viciada. Embora existam poucos estudos publicados descrevendo a forma da curva de seletividade de anzóis, alguns autores sugerem que esta seja em forma de sino (Gayanilo & Pauly, 1997; Sparre & Venema, 1997). Nestas condições, se for assumido que os grupos de idade que compõe a população apresentam distribuições de tamanho normais, somente os indivíduos maiores (a cauda direita da curva) estarão incluídos no grupo de idade que apresenta 1 anel. Indivíduos de crescimento lento somente serão incluídos na análise quando tiverem 2 anéis. A consequência é que quanto mais velho o indivíduo, menor o seu tamanho estimado no primeiro ano de vida.

No geral, os ajustes do modelo de vBf baseados em comprimentos retrocalculados foram mais precisos. O retrocálculo diminuiu o ruído dos dados, já que reduziu os comprimentos dos indivíduos capturados ao longo do período de crescimento aos comprimentos teóricos a época de formação de cada anel. Porém, essas estimativas produziram valores de L_{∞} muito abaixo do L_{\max} observado na amostra. Embora a relação entre essas variáveis dependa da variação dos comprimentos na idade, uma diferença de cerca de 20% é exagerada e sugere que o ajuste não foi adequado. Esse resultado não pode ser creditado a impossibilidade de se determinar a idade dos indivíduos maiores já que procedimentos de ajuste iterativos mostram que o uso de procedimentos de ajuste não linear são relativamente insensíveis a ausência das coortes mais velhas (Vaughan & Kanciruk, 1982). Assim, a opção mais sensata foi estimar o valor de k e t_0 fixando-se o parâmetro L_{∞} como o maior comprimento registrado na amostra.

Embora o valor de k estimado para *H. platyrhynchus* indique um crescimento lento, o tamanho alcançado ao final do primeiro ano de vida não é. Altas taxas de crescimento no primeiro ano de vida têm sido determinadas para outras espécies de peixes predadores (todos os Pimelodídeos relacionados anteriormente). Essa estratégia parece permitir que peixes ictiófagos, na medida em que crescem, continuem a pregar sobre as coortes de juvenis de suas presas habituais (Araújo & Haimovici, 2000), que em sistemas rios-planícies de inundação também sofrem pressão de seleção para crescimento rápido (Lowe-McConnell, 1999). Além disso, um crescimento rápido durante o primeiro ano de vida pode garantir que predadores menores escapem dos predadores de maiores tamanhos, já que todos são limitados pelo tamanho da boca.

As estimativas de parâmetros de crescimento aqui apresentadas constituem a base para futura avaliação do estoque do *H. platyrhynchos* no rio Cuiabá.

REFERÊNCIAS

- ALONSO, J. C., 2002, *Padrão espaço-temporal da estrutura populacional e estado atual de exploração pesqueira da dourada *Brachyplatystoma flavicans*, Castelnau, 1855 (Siluriformes: Pimelodidae), no sistema estuário-Amazonas-Solimões*. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e Universidade Federal do Amazonas, 217p.
- ARAÚJO, J.N. & HAIMOVICI M., 2000, Determinação de idades e crescimento do linguado branco *Paralichthys patagonicus* (Jordan, 1889) no sul do Brasil. *Rev. Brasil. Ocean.*, 48: 61-70.
- BARTHEM, R. B., 1990, *Ecologia e pesca da piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*)*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- BERTALANFFY, L.V., 1938, A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth laws. II). *Human Biology*, 10: 181-213.
- BRETT, J. R., 1979, Environmental factors and growth, pp. 599-677. In: W. S. Hoar, D. J. Randall & J. R. Brett (eds.), *Fish Physiology*. Academic Press, London.
- CAMPANA, S.E., 2001, Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *J. Fish Biol.*, 59: 197-242.
- CASSELMAN, J. M., 1983, Age and growth assessment of fish from their calcified structures – Techniques and tools. *NOAA Technical Report NMFS*, 8: 1-17.
- CATELLA, A. C., 2001, *A pesca no Pantanal de Mato Grosso do Sul, Brasil: Descrição, nível de exploração e manejo (1994 - 1999)*. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 351p.
- CLAY, D., 1982, A comparison of different methods of age determination in the sharptooth catfish, *Clarias gariepinus*. *Journal of the Limnological Society of South Africa*, 8: 61-70.

- DA SILVA, C. J. & ESTEVES, F. A., 1995, Dinâmica das características limnológicas das baías Porto de Fora e Acurizal (Pantanal de Mato Grosso) em função da variação do nível da água. *Oecologia Brasiliensis*, 1: 47-60.
- FENERICH, N. A., NARAHARA, M.Y. & GODINHO, H.M., 1975, Curva de crescimento e primeira maturação sexual do mandi, *Pimelodus maculatus* Lac. 1803 (Pisces, Siluroidei). *Bol. Inst. Pesca*, 4: 1-28.
- FERRAZ DE LIMA, J. A., 1986/87, A pesca no Pantanal de Mato Grosso (Rio Cuiabá: importância dos peixes migradores). *Acta Amazônica*, 16/17: 87-94.
- FRANCIS, R. I. C. C., 1990, Back-calculation of fish length: a critical review. *J. Fish Biol.*, 36: 883-902.
- FROESE, R. & PAULY, D. (eds.), 2002, *Fishbase*. World Wide Web eletronic publication: www.fishbase.org, 15 de março de 2002.
- GAYANILO, JR. F.C. & PAULY, D., 1997, *FAO-ICLARM stock assessment tools (FISAT): reference manual*. FAO Computerized Information Series (Fisheries) No. 8, Rome, 262p.
- HECKMAN, C. W., 1994, The seasonal succession of biotic communities in wetlands of the tropical wet-and-dry climatic zone: I. Physical and chemical causes and biological effects in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, 79: 397-421.
- LAI, H. L., GALLUCCI, V. F., GUNDERSON, D. R. & DONNELLY, R. F., 1996, Age determination in fisheries: methods and applications to stock assessment, pp. 82-178. In: V. F. Gallucci, S. B. Saila, D. J. Gustafson & B. J. Rothschild (eds.), *Stock assessment: quantitative methods and applications for small-scale fisheries*. CRC Press, Flórida, 527p.
- LAYHER, W. G., 1981, Comparison of annulus counts of pectoral and dorsal spine in flathead catfish. *Progressive Fish-Culturist*, 32: 218-219.
- LOUBENS, G. & PANFILI, J., 2000, Biologie de *Pseudoplatystoma fasciatum* et *P. tigrinum* (Teleostei: Pimelodidae) dans le bassin du Mamoré (Amazonie Bolivienne). *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 11: 13-34.
- LOWE-McCONNELL, R. H., 1999, *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. EDUSP (coleção base), São Paulo, 534p.

- MATEUS, L. A. F. & PETRERE JR., M., (submetido), Age, growth and yield per recruit of pintado *Pseudoplatystoma coruscans* in Cuiabá river basin, Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Braz. J. Biol.*
- MUÑOZ-SOSA, D. L., 1996, *Age structure and exploitation of Giant Catfish populations (Brachyplatystoma spp.) in the Lower Caqueta River, Colômbia*. Master thesis, College of Environmental Science and Forestry, State University of New York, 100p.
- PÉREZ LOZÁNO, A.P., 1999, *Idade e crescimento da piracatinga Calophysus macropterus, Lichtenstein, 1819 (Pisces: pimelodidae), na Amazônia Central*. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 89p.
- PLANO DE CONSERVAÇÃO DA BACIA DO ALTO PARAGUAI – PCBAP/ Projeto Pantanal, 1997, Volume II, Tomo IV, Brasília: PNMA (Programa Nacional de Meio Ambiente), 487 p.
- RÊGO, H. V., FABRÉ, N. N. & LOZÁNO, A. P., 1998, Estruturas calcificadas de dourada (*Brachyplatystoma flavicans*) para determinação da idade. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi*, sér. Zool., 14(2): 143-173.
- REID, S., 1983, La biología de los bagres rayados *Pseudoplatystoma fasciatum* y *P. tigrinum* en la cuenca del río Apure, Venezuela. *Rev. UNELLEZ Cien. Tecnol.*, 1: 13-41.
- REINA, M.P., RAMÍREZ, H. & VALDERRAMA B., M., 1995, Edad y crecimiento de *Paulicea luetkeni* (Steindachner, 1876) (Pisces: Pimelodidae) basado en la lectura de estructuras duras (espinas de aleta pectoral) en el Alto Rio Meta (Colombia). *Boletín Científico INPA*, 3: 115-135.
- RESENDE, E. K., CATELLA, A. C. NASCIMENTO, F. L. PALMEIRA, S. S. PEREIRA, R. A. C., LIMA, M. S. & ALMEIDA V. L. L., 1996, *Biologia do curimatá (Prochilodus lineatus), pintado (Pseudoplatystoma coruscans) e cachara (Pseudoplatystoma fasciatum) na bacia hidrográfica do rio Miranda, Pantanal do Mato Grosso do Sul, Brasil*. EMBRAPA-CPAP (Boletim de Pesquisa, 02), Corumbá, 75p.
- RICKER, W. E., 1969, Effects of size-selective mortality and sampling bias on estimates of growth, mortality, production and yield. *J. Fish. Res. Board Can.*, 26: 479-451.

- RICKER, W. E., 1979, Growth rates and models, pp. 677-743. In: W. S. Hoar, D. J. Randall & J. R. Brett (eds.), *Fish physiology Vol. VIII: Bioenergetics and growth*, Academic Press, Flórida.
- RICKER, W. E., 1992, Back-calculation of fish lengths based on proportionality between scale and length increments. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 49: 1018-1026.
- RIEN, T. A. & BEAMESDERFER, R. C., 1994, Accuracy and precision of White Sturgeon age estimates from pectoral fin rays. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 123: 255-265.
- SOKAL, R. R. & ROHLF, F. J., 1995: *Biometry*. W. H. Freeman and Company, New York, Third edition, 887p.
- SPARRE, P. & VENEMA, S. C., 1997, *Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais*. FAO (Documento Técnico sobre as Pescas 306/1, Rev. 2. Parte 1: manual), Roma, 404p.
- STANLEY, C. A., 1980, Lee's phenomenon in the western subspecies of the Australian salmon, *Arripis trutta esper*. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 31: 13-19.
- SYSTAT. (1997). Version 7.0. SPSS Science, Chicago, Illinois, USA.
- TAYLOR, C. C., 1958, Cod growth and temperature. *Journal du Conseil*, 23: 366-370.
- VAUGHAN, D. S. & KANCIRUK, P., 1982, An empirical comparison of estimation procedures for the von Bertalanffy growth equation. *J. Cons. int. Explor. Mer*, 40: 211-219.
- WELCOMME, R. L., 1992, *Pesca fluvial*. FAO (Documento Técnico de Pesca 262), Roma, 303p.

Capítulo 3

Determinação da idade e crescimento do Jurupensém

(*Sorubim cf. lima*) no Pantanal Mato-grossense.¹

¹ Penha, J.M.F., Mateus, L.A.F. & Barbieri, G. Age and growth of the duckbill catfish (*Sorubim cf. lima*) in Pantanal. **Brazil. J. Biol.** (no prelo)

RESUMO

O Jurupensém, *Sorubim lima*, é um predador dos grandes rios da América do Sul. A idade e o crescimento do *S. lima* foram estudados a partir dos espinhos de nadadeiras peitorais de exemplares coletados no Rio Cuiabá, Pantanal Mato-grossense. Os exemplares provieram da pesca comercial e experimental com linha e anzol. A análise do índice de incremento marginal sugere que os anéis de crescimento se formam uma vez ao ano, durante a estação da seca, entre julho e setembro (ANOVA tipo I: $F = 4,183$; g.l. = 3 e 104; $p = 0,008$). A estimativa dos parâmetros que descrevem a curva de crescimento de von Bertalanffy, ajustado através de regressão não-linear aos comprimentos observados na idade, foram: $L_{\infty} = 56,0$ cm (comprimento furcal); $k = 0,245 \text{ ano}^{-1}$; $t_0 = -2,605$ anos. A longevidade dos indivíduos foi estimada em 9,6 anos. Os resultados indicam que o comprimento furcal é um bom preditor da idade para os indivíduos dessa espécie de peixe.

ABSTRACT

The Duckbill Catfish, *Sorubim lima*, is a big predator of South America large rivers. The age and growth of *S. lima* were studied using pectoral fin-spine from fishes collected in Cuiabá river, Pantanal, Brasil. The fishes came from comercial and experimental fisheries. All fishes were caught with line and hook. The marginal increment analysis showed that the growth rings were formed once a year, during the dry station, between July and September (one-way ANOVA: $F = 4,183$; g.l. = 3 and 104; $p = 0,008$). The von Bertalanffy growth curve parameters estimated through nonlinear regression on observed furcal lenght at age, were: $L_{\infty} = 56,0$ cm; $k = 0,245$ year⁻¹; $t_0 = -2,605$ years. The individuals life span was estimated in 9,6 years. The results suggest that furcal lenght is a good predictor of age for the species.

INTRODUÇÃO

A família Pimelodidae engloba importantes predadores dos grandes rios da América do Sul. Esses predadores constituem uma parcela considerável das capturas de todas as pescarias fluviais do continente (Novoa, 1982; Ferraz de Lima & Chabalin, 1984; Ferraz de Lima, 1986; Bayley & Petrere, 1989; Petrere, 1989; Ribeiro *et al.*, 1995; Muñoz-Sosa, 1996; Alonso, 1998; Catella, 2001; Petrere *et al.*, 2002).

Como membro da família Pimelodidae, o gênero *Sorubim* engloba quatro espécies de bagres de águas profundas (Froese & Pauly, 2002): *S. elongatus* que ocorre nas bacias dos rios Amazonas, Essequibo e Orinoco (Littmann *et al.*, 2001); *S. cuspicaudus* das bacias dos rios Magdalena, Maracaibo e Sino (Froese & Pauly, 2002); *S. trigonocephalus* dos rios Madeira e Tapajós (Burgess, 1989); e *S. lima*, que é a espécie com a distribuição mais ampla, ocupando as bacias dos rios Amazonas, Orinoco, Paraná e Parnaíba (Froese & Pauly, 2002).

Com um tamanho máximo de 55cm de comprimento padrão, o Jurupensém - *S. lima* - é um dos grandes predadores dos rios do Pantanal Mato-grossense (Britski *et al.*, 1999). Embora a espécie seja comercializada nos mercados da região, não há dados de desembarque para a porção norte do Pantanal. Dados de desembarque para a porção sul informam que a captura total para o ano de 1999 foi de 21 toneladas. A captura acumulada no período entre 1994 e 1999 foi de 99 toneladas (Catella, 2001).

Na bacia do rio Cuiabá, *S. lima* é pescado principalmente nos meses de maio, período de vazante, e de setembro e outubro, período de transição entre seca e enchente. A pesca é realizada com linha e anzol sobre canoas, ou na margem dos rios. Os espécimens são pescados na desembocadura de córregos, riachos e canais secundários, onde os cardumes se concentram para capturar suas presas.

A despeito da importância da espécie para o funcionamento dos ecossistemas e para a economia das regiões em que ocorrem, pouco se conhece acerca de sua biologia. Neste estudo são relatados a estimativa da idade e crescimento de *S. lima*, derivados da contagem dos anéis presentes nos espinhos das nadadeiras peitorais. Espinhos de nadadeiras são estruturas de fácil obtenção nos mercados que comercializam pescado, já que sua extração não diminui o valor do peixe. Portanto, além de ser uma técnica validada para várias espécies de peixes (Brennan & Cailliet, 1989; Rien & Beamesderfer, 1994; McFarlane & King, 2001) tem baixo custo relativo.

As características do crescimento estão entre as mais importantes da ecologia de uma espécie. De seu conhecimento dependem as estimativas da idade de primeira maturação, longevidade, mortalidade,...etc. Também é requisito primário para os modelos de dinâmica populacional e estimativas da captura máxima sustentável de um estoque (Hilborn & Walters, 1992; Sparre & Venema, 1997; Quinn II & Deriso, 1999). Assim, este estudo foi conduzido com os objetivos de se determinar a idade, estimar os parâmetros da curva de crescimento de Von Bertalanffy e a longevidade dos indivíduos da espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

O Pantanal é uma área alagável formada pelo transbordamento sazonal do Rio Paraguai e seus afluentes. Compreende uma faixa de terra de aproximadamente 140.000 km², localizada entre os paralelos 16° e 22° S e os meridianos 55° e 58° W (Da Silva, 2000). A maior parte do Pantanal está localizada nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, Brasil. Uma porção menor localiza-se na Bolívia e Paraguai.

Os peixes foram coletados no Rio Cuiabá, que é um dos maiores afluentes do Rio Paraguai na porção norte do Pantanal. O clima da região é do tipo Tropical Semi-Úmido, ou Aw de Köppen, com verão chuvoso e inverno seco (PCBAP, 1997). O padrão de precipitação determina o surgimento de 4 períodos hidrológicos: o período de enchente (normalmente de outubro a dezembro), o de cheia (normalmente de janeiro a março), o de vazante (normalmente de abril a junho) e o de seca (normalmente de julho a setembro) (Da Silva & Esteves, 1995). Porém, à medida em que se distancia do rio, esses períodos podem se atrasar em até 2 meses (Heckman, 1994).

AMOSTRAGEM E LEITURA DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO

Entre abril de 2000 e outubro de 2001 foram coletadas medidas de 211 exemplares do jurupensém. A maioria dos exemplares (n=166) foi coletada mensalmente entre abril e outubro de 2000 e em março, abril e outubro de 2001, no Mercado Varejista do Porto “Antônio Moysés Nadaf”, na cidade de Cuiabá, MT. Devido à lacuna do defeso, em que a pesca é proibida, exemplares adicionais (n=45) foram coletados entre novembro de 2000 e fevereiro de 2001, por meio de pesca experimental. Todos os exemplares provieram de pescarias com uso de linha e anzol.

De cada peixe coletado foi extraído o espinho da nadadeira peitoral esquerda e registradas as medidas de comprimento total (Lt - cm), comprimento furcal (Lf), peso total (Wt - g) e peso eviscerado (We). Os espinhos foram lavados em água corrente, imersos em acetona comercial por 24 horas e transferidos para água quente (cerca de 50° C). Esse procedimento facilitou a remoção do tecido aderido. A seguir, o comprimento e o diâmetro na porção proximal de cada um dos espinhos foram medidos com auxílio de régua e paquímetro, respectivamente. Foram obtidos entre 3 e 6 cortes

transversais da base de cada espinho, com espessuras variando entre 0,4 e 1 mm. Os cortes foram imersos em álcool a 70% em placa de Petri. As leituras e medidas foram feitas sob estereomicroscópio Carl Zeiss (Jena) com lente micrométrica, aumento de 40x e luz incidente. Todos os anéis de crescimento presentes nos espinhos foram contados e tiveram seus raios medidos conforme especificado no capítulo 2. Somente foram incluídos nas análises aqueles espinhos nos quais o número de anéis de crescimento se repetiu em ao menos 2 cortes.

As evidências de reabsorção do primeiro anel, pelo aparecimento do buraco em indivíduos mais velhos, foram avaliadas através do teste não-paramétrico Kruskal-Wallis (Sokal & Rohlf, 1995). A opção pela análise dos dados com um teste não-paramétrico foi consequência da não-normalidade dos resíduos. A análise foi conduzida considerando-se a idade (número de anéis) como fator e o raio a 0° (Rz) do primeiro anel como variável resposta. As comparações *a posteriori* foram realizadas com o teste Q (Zar, 1996). Em caso de presença do fenômeno de reabsorção do primeiro anel, indivíduos pertencentes a grupos de idade mais velhos devem apresentar raios do primeiro anel maiores que indivíduos pertencentes a grupos de idade mais jovens (capítulo 1).

VALIDAÇÃO

Para a validação dos anéis como indicadores da idade do peixe, os dados obtidos de contagens e as medidas dos anéis foram submetidos a duas análises indiretas (Lai *et al.*, 1996). A primeira consistiu em avaliar se os anéis presentes no espinho podem ser considerados como indicadores do crescimento do peixe. Para ser considerado como indicador do crescimento, o número de anéis deve apresentar uma

relação diretamente proporcional ao tamanho do espinho e ao comprimento do peixe. Para avaliar se o número de anéis varia em função do tamanho do espinho, um box-plot relacionando o número de anéis e o Rz do espinho foi inspecionado visualmente. A relação entre o número de anéis e o Rz do espinho é particularmente importante nas análises de retrocálculo. A relação entre o tamanho do espinho e o Lf foi investigada por meio de regressões lineares.

A segunda análise consistiu em determinar o período de formação dos anéis de crescimento. Neste estudo, o período de formação dos anéis de crescimento foi investigado por meio da análise do Incremento Marginal (IM) (Lai et al., 1996):

$$IM = (R-r_i)/(r_i-r_{i-1}) * 100$$

onde R representa o raio da estrutura, r_i a distância entre o foco e o último anel e r_{i-1} a distância entre o foco e o penúltimo anel. As diferenças entre os IM foram avaliadas através da análise de variância (Sokal & Rohlf, 1995). Em função do reduzido número de observações, conduziu-se testes de comparações de médias sobre IM sazonais em indivíduos com 2 e 3 anéis. As comparações *a posteriori* foram realizadas com o teste de Tukey (Sokal & Rohlf, 1995). O período de formação do anel de crescimento foi considerado como aquele em que o IM exibiu o menor valor.

RELAÇÕES BIOMÉTRICAS

Para viabilizar comparações com outros estudos foram ajustadas as curvas descrevendo as relações entre o Lf, o Lt, o We e o Wt. A maioria das relações foi descrita por regressões lineares. A relação peso total *versus* comprimento furcal foi ajustada através de regressão não-linear. O ajuste não-linear foi feito pelo método dos mínimos quadrados, algoritmo Gauss-Newton.

RETROCÁCULO

À fim de realizar o retrocálculo, primeiro foi investigado se a relação entre o Rz do espinho e o Lf era linear. Três modelos de regressão foram testados: modelos potencial ($Lf=a*(Rz)^b$), exponencial ($Lf=a*e^{b*(Rz)}$) e linear ($Lf=a+b*(Rz)$). A decisão sobre qual dos modelos melhor se ajustou aos dados baseou-se na análise conjunta do coeficiente de determinação (r^2) e da variância residual (SQM) dos ajustes. Então, os parâmetros da regressão funcional foram estimados, seguindo o procedimento descrito em Ricker (1992). A seguir, o modelo Fraser-Lee foi utilizado para retrocalcular os comprimentos dos peixes à época da formação do anel de crescimento (Francis, 1990):

$$Li = c + (Lc - c) * (Si / Sc)$$

onde Li é o comprimento na época de formação do anel ($i=1,2,3,\dots,n$); c é o intercepto da regressão entre o tamanho do corpo *versus* o tamanho do espinho, estimado pela regressão funcional; Lc é o comprimento na captura; Si e Sc o raio do anel i e o raio total do espinho na captura, respectivamente.

ESTIMATIVA DOS PARÂMETROS DE CRESCIMENTO

O crescimento dos peixes foi descrito por meio do modelo de crescimento de von Bertalanffy (Bertalanffy, 1938). Os parâmetros da equação foram estimados através de regressão não-linear, utilizando o método dos mínimos quadrados, com algoritmo Gauss-Newton.

Neste estudo foram utilizados 5 procedimentos diferentes para ajuste do modelo de vBf aos dados: 1. Lf observados; 2. média na idade dos Lf observados; 3. Lf retrocalculados considerando somente o último anel (coorte a qual o indivíduo

pertence); 4. média dos Lf retrocalculados considerando todas as coortes (linha das médias na tabela V); 5. Lf retrocalculados considerando todas as coortes. A escolha do melhor ajuste baseou-se na análise conjunta dos coeficientes de determinação e da variância residual das regressões.

Os parâmetros da curva de crescimento de vBf foram posteriormente utilizados para produzir estimativa da longevidade dos indivíduos do estoque. Para tal, foi utilizado o método de Taylor (1958) que estima o tempo médio requerido para que os indivíduos do estoque atinjam 95% do L_{∞} :

$$A_{0,95} = t_0 + 2,996 / k$$

onde L_{∞} (comprimento assintótico), t_0 (parâmetro de ajuste do modelo) e k (coeficiente de crescimento) são parâmetros do modelo de Von Bertalanffy.

RESULTADOS

DETERMINAÇÃO DA IDADE

Os resultados indicam que os espinhos das nadadeiras peitorais de *S. lima* são estruturas adequadas para contagem de anéis de crescimento. Dos 211 espinhos analisados, 205 (97%) apresentaram anéis de crescimento visíveis. Em alguns casos o corte apresentou-se estriado, com marcas que cruzavam os anéis partindo do núcleo para a borda do espinho. Às vezes as zonas de crescimento rápido mostraram-se mais translúcidas. Porém, mesmo nestas situações os anéis de crescimento se destacaram. Do total de espinhos com anéis visíveis (n=205) 63% apresentaram apenas anéis de crescimento simples; 37% apresentaram, além dos anéis simples, marcas duplas; 44,5%

dos espinhos apresentaram também marcas falsas. As marcas falsas foram mais comuns entre o segundo e o quinto anéis; as marcas duplas entre o primeiro e segundo anéis.

Embora anéis de crescimento tenham sido detectadas em 205 espinhos, somente em 197 (93,5%) destes o número de anéis se repetiu em pelo menos 2 cortes. Assim, apenas dados oriundos das leituras realizadas nestes 197 espinhos foram considerados confiáveis e utilizados nas análises subsequentes.

A amostra utilizada neste estudo compreendeu indivíduos com Lf variando entre 23 e 53,5 cm (figura 1a). O tamanho médio dos indivíduos da amostra ($Lf_{\text{médio}}$) foi de 39,6 cm; erro padrão igual a 0,46. Os cortes apresentaram até 5 anéis, representando 5 grupos de idade; a classe etária com 3 anéis foi dominante (figura 1 b). A idade média ($t_{\text{médio}}$) foi de 2,6 anéis (erro padrão = 0,074) e a modal (t_{modal}) 3 anéis.

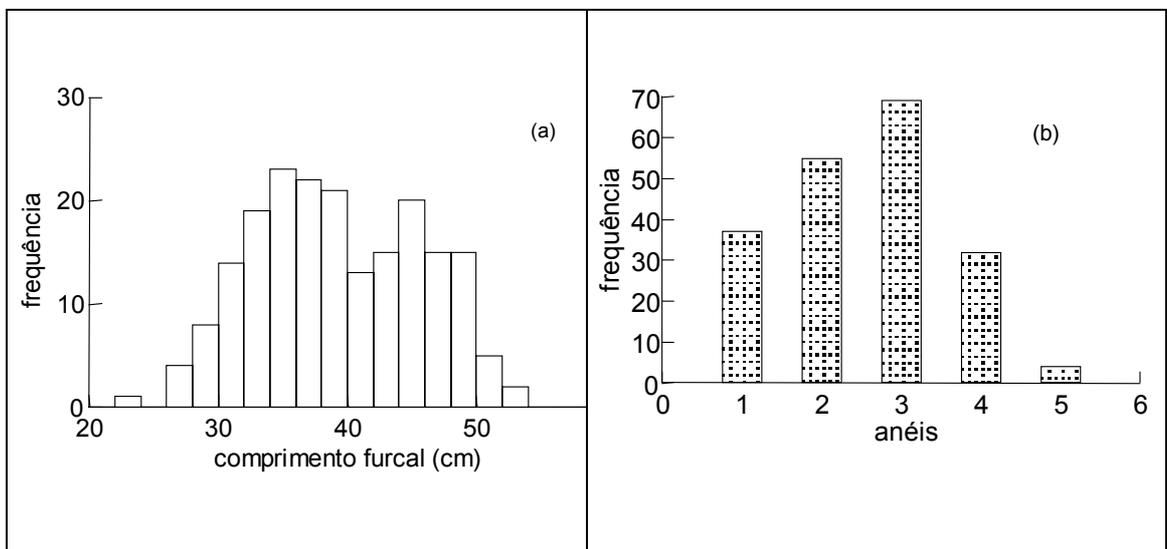


Figura 1 – Distribuição de frequência do comprimento furcal (a) e idade (b), expressa em número de anéis, de *S. lima* do rio Cuiabá, Pantanal Mato-grossense.

Não foram encontradas evidências de reabsorção do primeiro anel de crescimento em indivíduos mais velhos pelo aparecimento do buraco no núcleo do espinho. O teste de Kruskal-Wallis indicou haver diferenças significativas entre os grupos de idades ($H=26.064$; g.l. = 4; $p=0.000$). O teste Q para comparações de ranks *a posteriori* indicou que os grupos de idade 1 e 2 tinham os raios do primeiro anel maiores que os grupos 3 e 4, e que o grupo 5 não é significativamente diferente dos outros grupos. Este resultado é o oposto do esperado na presença do fenômeno de reabsorção do primeiro anel, em grupos de idade mais velhos e, portanto, aumenta a confiança nas leituras de anéis realizadas.

VALIDAÇÃO

As análises das relações entre o número de anéis, o tamanho do espinho e o Lf indicaram que os anéis presentes nos espinhos eram indicadores do crescimento do peixe. A análise visual do box-plot entre o raio do espinho e o número de anéis indicou que espinhos maiores continham mais anéis (figura 2).

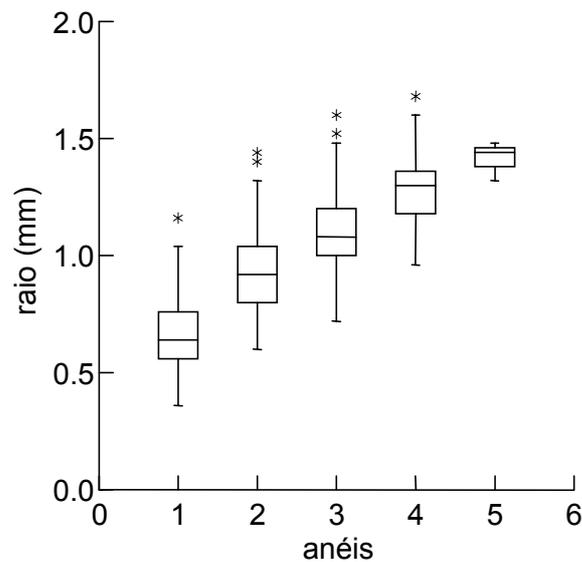


Figura 2 – Box-plot da relação entre raio do espinho a 0° e o número de anéis de crescimento presente nos cortes. O limite superior das caixas é dado pelo terceiro quartil e o inferior pelo primeiro. A barra horizontal cortando a caixa representa a mediana. A barra vertical indica os valores mínimos e máximos. As estrelas indicam observações discrepantes.

Em adição a essa importante conclusão, os modelos lineares indicaram que indivíduos maiores apresentaram espinhos maiores. A variação no comprimento furcal explicou 85% da variação no comprimento do espinho e 84% da variação em seu diâmetro; explicou ainda 69% da variação no Rz do espinho e 63% da variação no raio a 45° (figura 3 e tabela I). Em síntese, verificou-se uma relação positiva entre o número de anéis presentes nos espinhos e o tamanho dos indivíduos dos quais estes foram extraídos.

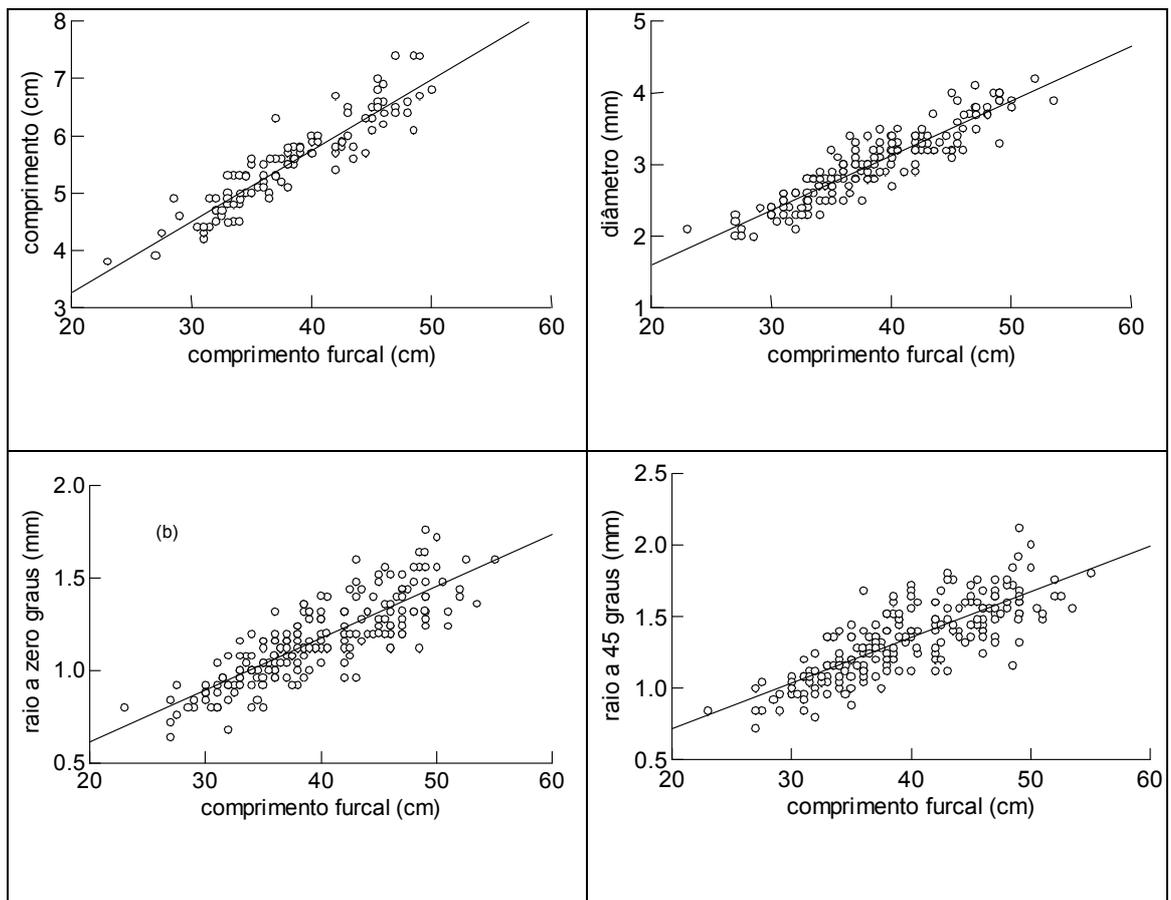


Figura 3 – Relação entre característica associadas ao tamanho do espinho e o comprimento furcal de *S. lima* da bacia do rio Cuiabá, MT.

Tabela I – Regressões entre características do espinho e o comprimento furcal de *Sorubim lima* da bacia do rio Cuiabá, MT. A sigla g.l. indica graus de liberdade.

V. dependente	a	b	r^2	g.l. (regressão e resíduo)	n	p
Comprimento	0,772	0,125	0,85	(1;101)	103	<0,001
Diâmetro	0,066	0,077	0,84	(1;158)	160	<0,001
Raio 0°	0,047	0,028	0,69	(1;204)	206	<0,001
Raio 45°	0,077	0,032	0,63	(1;204)	206	<0,001

Os dados de crescimento da borda do espinho indicaram que as marcas de crescimento se formaram anualmente durante a fase seca (figura 4). Devido a não-normalidade dos resíduos os testes foram conduzidos com a raiz quadrada dos dados. Essa transformação foi utilizada por ter sido a única que normalizou os resíduos. A ANOVA indicou haver diferenças significativas entre o IM sazonais (ANOVA de classificação simples tipo I: $F_{obs} = 4,183$; g.l. = 3 e 104; $p=0,008$). A ANOVA foi validada através da análise dos resíduos que indicou sua normalidade ($g1=0,166$; $g2=-0,266$; $p>0,05$; $n=108$) e do teste de Bartlett, que indicou homocedasticidade de variâncias ($X^2 = 2,375$; g.l. 3; $p>0,05$). Finalmente, o teste de comparação de médias *a posteriori* de Tukey indicou que os IM da fase seca eram significativamente menores que os IM da fase de enchente ($n=108$; $p=0,003$).

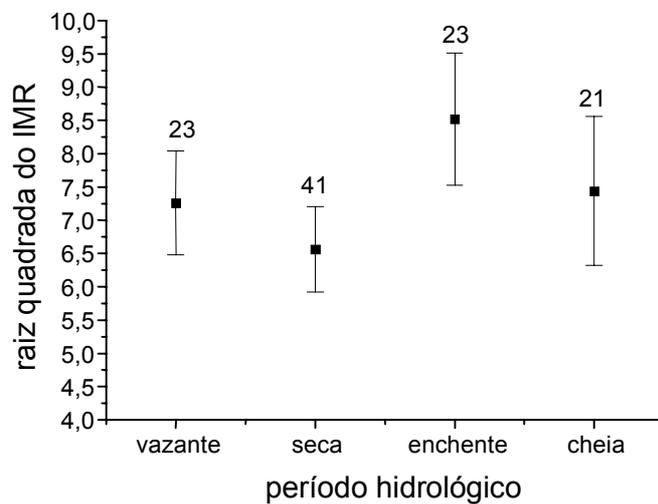


Figura 4 – Variação sazonal do incremento marginal relativo para *S. lima*. Valores são as médias e intervalos de confiança a 95%. Os valores acima das barras indicam o número de observações.

Considerando que *S. lima* desova no início da estação das chuvas em vários rios sulamericanos, portanto, início do período de enchente, (Goulding, 1981; Vazzoler *et al.*, 1997; Mago, 1970 *apud* Lowe-McConnell, 1999) a desova no Pantanal deve ocorrer em algum momento entre outubro e dezembro. Se essa inferência estiver correta o primeiro anel se formaria entre o 7º e 11º mês de vida da coorte. Porém, como as condições ambientais tendem a se extremas ao longo do período de seca, tornando-se mais críticas ao final deste, o mais provável é que a formação do primeiro anel ocorra, em média, 1 ano após o nascimento da coorte.

RELAÇÕES BIOMÉTRICAS

Os modelos lineares descreveram satisfatoriamente a relação entre o Lt e o Lf, e entre o Wt e o We; 97% da variação em Lt foi explicada pela variação em Lf; 99,5% da variação em We foi explicada pela variação em Wt (tabela II e figura 5).

Tabela II – Modelos que descreveram as relações biométricas para *S. lima* no Rio Cuiabá. # As estatísticas não foram fornecidas porque o Lt e o Lf, e o We e o Wt, não são estocasticamente independentes (Petrere Jr, Comunicação pessoal). * Estatística não fornecida pelo SYSTAT.

Modelo	r ²	g.l.	n	p
Lt = 1,101 + 1,016 * Lf	#		175	#
We = 8,517 + 0,877 * Wt	#		76	#
Wt = 0,001 * Lf ^{3,457}	0,93	(2;126)	128	*

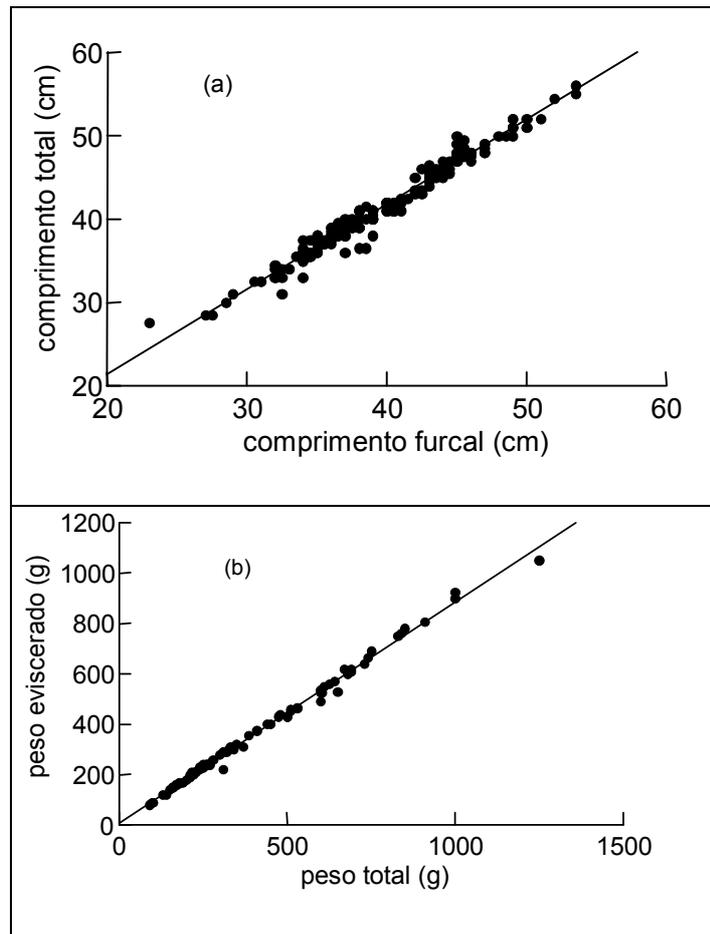


Figura 5 – Relações biométricas entre o comprimento total – Lt - e o comprimento furcal - Lf - (a) e entre o peso eviscerado - We e o peso total - Wt (b) para *S. lima* provenientes do rio Cuiabá, MT.

A relação entre o Wt e o Lf foi descrita por uma função potência ($Wt = a * Lf^b$). A variação em Lf explicou 93% da variação em Wt (tabela II e figura 6). O valor do b da relação entre Wt e Lf, estimado em 3,457, é significativamente maior que 3 (intervalo de confiança para o b estimado = 3,275 a 3,639). Esse dado indica que *S. lima* aumenta em peso a uma taxa maior que a requerida para manter uma proporção corporal constante.

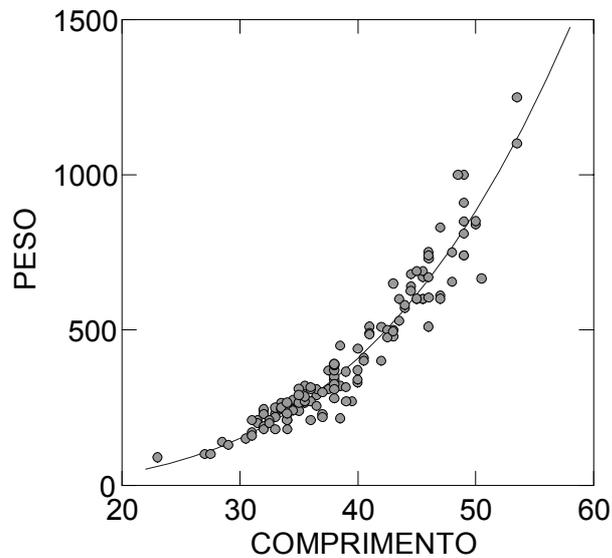


Figura 6 – Relação entre o peso total (em gramas) e o comprimento furcal (em centímetros) para *S. lima* provenientes do Rio Cuiabá, Pantanal Mato-grossense.

RETROCÁLCULO

As análises das variâncias residuais e dos coeficientes de determinação indicam que todos os modelos descreveram com consistência a relação entre o Lf e o Rz do espinho (tabela III). Assim sendo, o modelo mais simples, o linear, foi escolhido como o que melhor descreve tal relação em *S. lima* (figura 7).

Tabela III – Resultados dos ajustes da relação entre o Rz do espinho e o comprimento furcal de *S. lima*. * Estatística não fornecida pelo SYSTAT.

Modelo	a	b	r ²	g.l.	n	p
Multiplicativo	35,758	0,712	0,692	2;204	206	*
Exponencial	19,82	0,59	0,67	2;204	206	*
Linear	11,194	24,483	0,688	1;204	206	<0,001

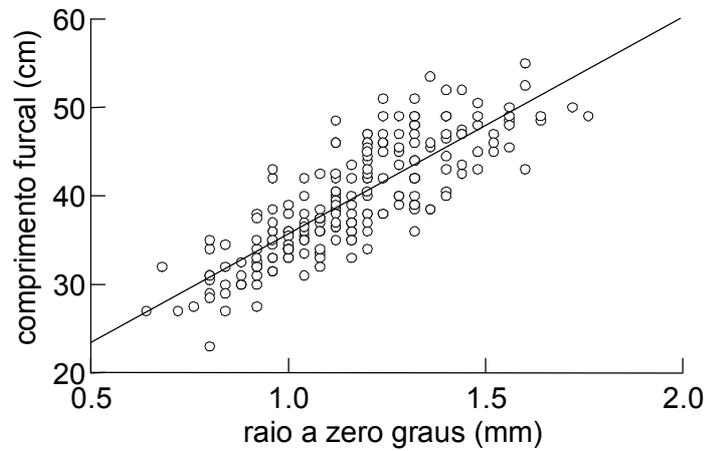


Figura 7 – Relação entre raio do espinho a zero grau e comprimento furcal, para *S. lima*.

A equação de Fraser-Lee produziu resultados consistentes. Como esperado, os comprimentos retrocalculados foram menores que os observados, as diferenças diminuindo com a idade (tabela IV).

Tabela IV - Valores médios de comprimento furcal (Lf) na idade retrocalculados. Os valores grifados são os comprimentos médios das coortes. Lf_{obs.}=Lf observados; os números subscritos junto aos Lf's indicam anos. A idade é dada em anos.

n	Lf _{obs.}	Idade	Lf ₁	Lf ₂	Lf ₃	Lf ₄	Lf ₅
37	32,7	1	<u>26,5</u>				
55	38,2	2	26,4	<u>35,2</u>			
69	41,5	3	23,6	32,2	<u>37,6</u>		
32	45,1	4	22,6	31,4	38,1	<u>42,1</u>	
4	47,5	5	25,7	34,5	39,4	42,7	<u>45,3</u>
Média			24,8	33,1	37,8	42,2	45,3
Incremento			24,8	8,4	4,6	4,4	3,0
n			197	160	105	36	4

O comprimento médio alcançado no primeiro ano de vida da coorte, apresentados na coluna Lf1 da tabela IV, diminuiu com a idade da coorte da qual foram estimados. A única exceção sendo a coorte mais velha, que tem o menor número de observações, portanto estimativas menos confiáveis. Esse fato sugere a presença do fenômeno Rosa-Lee (Lee, 1912 apud. Ricker, 1969). Quando o fenômeno está presente, o tamanho médio calculado dos peixes nas idades mais jovens é menor, quanto mais velho o peixe do qual foram estimados (Ricker, 1969; 1979).

CRESCIMENTO

Neste estudo, vários procedimentos de ajuste não-linear da curva de crescimento foram adotados. Em geral, o uso de comprimentos retrocalculados melhorou o ajuste do modelo (tabela V). Porém, os valores das estimativas dos parâmetros baseados em comprimentos retrocalculados variaram amplamente em função do procedimento de ajuste. Dentre os 5 procedimentos utilizados, os 3 últimos utilizaram comprimentos retrocalculados. Entre estes, o procedimento 3, baseado em comprimentos na coorte, produziu o valor de k mais elevado - $0,458 \text{ ano}^{-1}$ contra $0,407 \text{ ano}^{-1}$ e $0,328 \text{ ano}^{-1}$ para os procedimentos 4 e 5, respectivamente. Em decorrência disto, os valores de L_{∞} estimados foram sempre menores que aqueles estimados a partir de comprimentos observados e que o comprimento máximo observado na amostra. Assim, estes procedimentos foram considerados pobres estimadores dos parâmetros de crescimento da espécie.

Tabela V – Estimativas de parâmetros de crescimento para o *S. lima* da bacia do Rio Cuiabá, Pantanal Mato-grossense. Entre parênteses estão incluídos os valores do erro padrão assintótico (A.S.E.) das estimativas, fornecidos pelo programa SYSTAT.

Procedimento	k	L_{∞}	t_0	g. l.	n	r^2
1	0,245 (0,165)	56,0 (11,032)	-2,605 (1,392)	3; 194	197	0,41
2	0,24 (0,051)	56,5 (3,271)	-2,609 (0,481)	3; 2	5	0,998
3	0,458 (0,140)	46,5 (3,294)	-0,884 (0,42)	3; 194	197	0,549
4	0,328 (0,054)	52,5 (2,544)	-0,958 (0,227)	3; 2	5	0,998
5	0,407 (0,087)	49,0 (3,278)	-0,742 (0,224)	3; 499	502	0,616

Os valores das estimativas dos parâmetros baseados no total (procedimento 1) e no comprimento médio na idade (procedimento 2) observados foram muito semelhantes. As estimativas baseadas nos comprimentos médios foram mais precisas ao custo de um menor grau de liberdade (Tabela V). Além disso, procedimentos de ajuste baseados em valores médios ignoram a variabilidade dos dados. Assim, em função da semelhança no valor das estimativas em relação ao procedimento 2 e do valor mais realista da estimativa do L_{∞} (56,5), o procedimento 1 foi considerado o que produziu as melhores estimativas dos parâmetros de crescimento do *S. lima* para a bacia do Rio Cuiabá (figura 8).

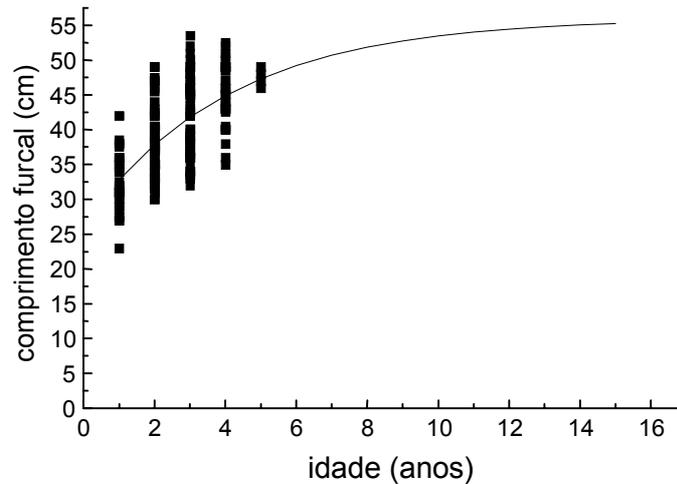


Figura 8 - Curva de crescimento em comprimento para *Sorubim lima*, na bacia do rio Cuiabá, Pantanal Mato-grossense.

As estimativas dos comprimentos alcançados no primeiro ano de vida variaram entre 24,7 cm de Lf, para o procedimento 5, e 32,8 cm de Lf, para o procedimento 1. Assim, embora a espécie se aproxime de seu L_{∞} lentamente ($k = 0,245 \text{ ano}^{-1}$), o crescimento inicial é rápido.

A longevidade ($A_{0,95}$) dos indivíduos do estoque foi estimada em 9,6 anos.

DISCUSSÃO

O tamanho total da amostra utilizada neste estudo é menor que os tamanhos amostrais usualmente reportados em estudos de estimativa de idade e crescimento de peixes. Porém, estudos recentes mostram que tanto os traços demográficos quanto a estrutura da população podem ser estimados com precisão utilizando-se tamanhos amostrais pequenos (Kritzer *et al.*, 2001). Em geral, o retorno em precisão com o tamanho amostral acima de 200 é muito reduzido (Kritzer *et al.*, 2001). Outro estudo mostrou que o coeficiente de determinação das regressões entre comprimento e peso é

geralmente maior que 0,95 para $n > 50$ e que o valor de b pode ser estimado com precisão utilizando-se amostras entre $50 < n < 500$ (Haimovici & Velasco, 2000). Diante destas considerações a amostra utilizada neste estudo pode ser considerada adequada para fornecer boas estimativas dos parâmetros populacionais da espécie estudada.

Os resultados indicam que o espinho da nadadeira peitoral é uma estrutura adequada para avaliação da idade do *S. lima*. A relação positiva entre o número de anéis e o L_f indica que aqueles expressam o crescimento do peixe. Além dessa característica, os anéis presentes nos espinhos podem ser identificados com segurança. Em geral, espinhos de peixes velhos foram mais difíceis de serem lidos. Todavia, embora possa ocorrer reabsorção do núcleo nesse grupo de idade, a maior dificuldade foi com a separação dos anéis recentemente formados. Conforme discutido em Casselman (1983), em certos casos as zonas translúcidas distais podem se apresentar tão próximas que parecem coalescer, tornando a resolução ótica e avaliação correta do número de anéis difícil, ou até mesmo impossível. Entretanto, esse mesmo autor destaca que a identificação de marcas de crescimento em escamas e espinhos se torna mais inconsistente a partir da 6ª marca (Casselman, 1983). Como o número máximo de anéis aqui observados foi 5, as leituras podem ser consideradas confiáveis.

A análise do incremento marginal relativo indicou que os anéis de crescimento em espinhos de *S. lima* são formados uma vez ao ano, durante a fase seca. Esse padrão também foi encontrado para outros Pimelodídeos, como o *Pseudoplatystoma corruscans* no Pantanal (Resende et al., 1996; Mateus & Petreire, no prelo), o *P. fasciatum* e *P. tigrinum* no rio Apure (Reid, 1983) e na Amazônia Boliviana (Loubens & Panfili, 2000), o *Pimelodus maculatus* da bacia do Paraná (Fenerich et al. 1975), o *Paulicea luetkeni* do Orinoco (Reina et al. 1995) e o *Brachyplatystoma filamentosum* e

B. flavicans da Amazônia Colombiana (Muñoz-Sosa, 1996). Por outro lado, *Calophysus macropterus* do Amazonas forma dois anéis anuais de crescimento: um na vazante, em agosto, e outro na enchente, em janeiro (Pérez Lozano, 1999). O anel formado durante o período de vazante estaria associada à migração e aquele formado durante a enchente, à reprodução (Pérez Lozano, 1999). Os estudos citados e outros relacionados em Lowe-McConnell (1999) e Welcome (1992) sugerem que a temperatura baixa, a seca e a atividade reprodutiva são eventos críticos para o crescimento de peixes em sistemas de grandes rios com planície de inundação. Porém, a elucidação das causas da formação dos anéis no espinho da nadadeira do *S. lima* do rio Cuiabá é complicada por causa da sobreposição temporal entre o inverno, a seca e sua migração reprodutiva. Assim, a progressiva deterioração da qualidade da água e provável escassez de alimento durante o período de seca, associado ao investimento energético na migração reprodutiva, parecem ser os principais fatores influenciando a formação de anéis de crescimento dessa espécie.

As discussões sobre o período de formação de marcas de crescimento nas espécies relacionadas acima, inclusive as deste estudo, são inconclusivas. A maioria dos estudos foi validada com o índice de incremento marginal. Como observado por Campana (2001) o índice de incremento marginal é um método de validação problemático, já que depende de acurada identificação de anéis localizados na borda da estrutura. A identificação de anéis da borda é particularmente difícil, sendo fortemente sujeita a erros (Casselman, 1983). Assim, conclusões definitivas somente poderão ser obtidas a partir de resultados de estudos que utilizem métodos de validação mais robustos, como estudos com marcação química da estrutura óssea.

Os comprimentos retrocalculados indicaram a presença do fenômeno Rosa-Lee na população estudada. Várias hipóteses têm sido sugeridas para explicar esse fenômeno. Amostragem viciada, problemas técnicos (uso incorreto da relação entre o tamanho do espinho *versus* o tamanho do corpo), mortalidade natural (ou por pesca) dependente do tamanho (Ricker, 1969; 1979) e estratificação espacial das diferentes fases ontogenéticas (Stanley, 1980) são as principais. A presença do fenômeno na espécie aqui estudada parece ser consequência de amostragem viciada. Embora exista poucos estudos publicados descrevendo a forma da curva de seletividade de anzóis, alguns autores sugerem que esta seja em forma de sino (Gayanilo & Pauly, 1997; Sparre & Venema, 1997). Nestas condições, se for assumido que os grupos de idade que compõe a população apresentam distribuições de tamanho normais, somente os indivíduos maiores (a cauda direita da curva) estarão incluídos no grupo de idade que apresenta 1 anel. Indivíduos de crescimento lento somente serão incluídos na análise quando tiverem 2 anéis. A consequência é que quanto mais velho o indivíduo, menor o seu tamanho estimado no primeiro ano de vida.

No geral, os ajustes do modelo de vBf baseados em comprimentos retrocalculados foram mais precisos. O retrocálculo diminui o ruído dos dados, já que reduz o comprimento de indivíduos capturados ao longo do período de crescimento a um comprimento teórico na época de formação do anel. Porém, essas estimativas variaram amplamente em função do procedimento de ajuste. Isso pode ser consequência do fato de que o crescimento dos peixes não obedece ao pressuposto de que a diferença entre o tamanho individual e o tamanho médio é uma proporção constante ao longo da vida do peixe (Živkov, 1996). Esse pressuposto é assumido por grande parte das fórmulas de retrocálculo (Živkov, 1996). Ele é violado porque a auto-regulação do

crescimento, principalmente em peixes carnívoros, tende a alterar seu curso, tornando o desvio em relação ao tamanho médio variável (Živkov, 1996).

Embora o valor de k estimado para *S. lima* indique um crescimento lento, o tamanho alcançado ao final do primeiro ano de vida não é. Altas taxas de crescimento no primeiro ano de vida tem sido determinadas para outras espécies de peixes predadores (todos os Pimelodídeos listados acima). Essa estratégia parece permitir que peixes ictiófagos continuem a predar sobre as coortes de juvenis de suas presas habituais, à medida em que crescem (Araújo & Haimovici, 2000). Além disso, um crescimento rápido durante o primeiro ano de vida pode garantir que predadores menores escapem dos predadores de maiores tamanhos, já que todos são limitados pelo tamanho da boca.

As estimativas de parâmetros de crescimento aqui apresentadas constituem a base para futura avaliação do estoque do *S. lima* no rio Cuiabá. Não se sabe porém, se estas poderão ser extrapoladas para todo o Pantanal. Afinal, o Pantanal é formado pelo alagamento periódico do Rio Paraguai e seus afluentes. Cada afluente exibe um padrão específico de alagamento (Hamilton et al., 1996). As características e pressão de pesca variam entre os rios (Catella, 2001). Assim, esse complexo de ecossistemas levanta a questão de como são estruturadas as populações de peixes na região. Cada rio teria seu estoque de *S. lima*, ou há um só estoque para o Pantanal como um todo? A resposta à essa questão é urgente e deve auxiliar no delineamento de estratégias de ordenamento pesqueiro mais eficientes para a região.

REFERÊNCIAS

- ALONSO, J. C., 1998, *Pesca e esforço de pesca dos grandes bagres (Siluriformes: pimelodidae) num setor colombiano do Alto Amazonas*. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 78p.
- ARAÚJO, J.N. & HAIMOVICI M., 2000, Determinação de idades e crescimento do linguado branco *Paralichthys patagonicus* (Jordan, 1889) no sul do Brasil. *Rev. Brasil. Ocean.*, 48: 61-70.
- BAYLEY, P.B. & PETRERE JR, M., 1989, Amazon fisheries: assesment methods, current status and management options. *In: D. P. Dodge (ed.), Proceedings of the international large river symposium. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 106: 385-398.
- BERTALANFFY, L.V., 1938, A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth laws. II). *Human Biology*, 10: 181-213.
- BRENNAN, J. S. & CAILLIET, G. M., 1989, Comparative age-determination techniques for White Sturgeon in California. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 118: 296-310.
- BRITSKI, H. A., SILIMON, K. Z. S. & LOPES, B. S., 1999, *Peixes do Pantanal*. EMBRAPA-SPI, Brasília e EMBRAPA-CPAP, Corumbá, 184p.
- BURGESS, W. E., 1989, *An atlas of freshwater and marine catfishes: a preliminary survey of the Siluriformes*. T.F.H. Publications, New Jersey,
- CAMPANA, S.E., 2001, Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *J. Fish Biol.*, 59: 197-242.
- CASSELMAN, J. M., 1983, Age and growth assessment of fish from their calcified structures – Techniques and tools. *NOAA Technical Report NMFS*, 8: 1-17.
- CATELLA, A. C., 2001, *A pesca no Pantanal de Mato Grosso do Sul, Brasil: Descrição, nível de exploração e manejo (1994 - 1999)*. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 351p.
- DA SILVA, C. J., 2000, Ecological basis for the management of the Pantanal – Upper Paraguay river basin, pp. 97-117. *In: A. J. M. Smits, P. H. Nienhuis & R. S. E. W. Leuven (Eds.), New approaches to river management*, Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.

- DA SILVA, C. J. & ESTEVES, F. A., 1995, Dinâmica das características limnológicas das baías Porto de Fora e Acurizal (Pantanal de Mato Grosso) em função da variação do nível da água. *Oecologia Brasiliensis*, 1: 47-60.
- FENERICH, N. A., NARAHARA, M.Y. & GODINHO, H.M., 1975, Curva de crescimento e primeira maturação sexual do mandi, *Pimelodus maculatus* Lac. 1803 (Pisces, Siluroidei). *Bol. Inst. Pesca*, 4: 1-28.
- FERRAZ DE LIMA, J. A., 1986/87, A pesca no Pantanal de Mato Grosso (Rio Cuiabá: importância dos peixes migradores). *Acta Amazônica*, 16/17: 87-94.
- FERRAZ DE LIMA, J. A. & CHABALIN, E., 1984, *O mercado de peixes de Cuiabá (Estrutura econômico-social)*. Secretaria Municipal de Serviços Públicos, Prefeitura Municipal, Cuiabá, 96p.
- FRANCIS, R. I. C. C., 1990, Back-calculation of fish length: a critical review. *J. Fish Biol.*, 36: 883-902.
- FROESE, R. & PAULY, D. (eds.), 2002, *Fishbase*. World Wide Web electronic publication: www.fishbase.org, 15 de março de 2002.
- GAYANILO, JR. F.C. & PAULY, D., 1997, *FAO-ICLARM stock assessment tools (FISAT): reference manual*. FAO Computerized Information Series (Fisheries) No. 8, Rome, 262p.
- GOULDING, M., 1981, *Man and fisheries on an Amazon frontier*. The Hague, Dr. W. Junk, 222p.
- HAMILTON, S. K., SIPPEL, S. J. & MELACK, J. M., 1996, Inundation patterns in the Pantanal wetland of South America determined from passive microwave remote sensing. *Arch. Hydrobiol.*, 137: 1-23.
- HECKMAN, C. W., 1994, The seasonal succession of biotic communities in wetlands of the tropical wet-and-dry climatic zone: I. Physical and chemical causes and biological effects in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, 79: 397-421.
- LAI, H. L., GALLUCCI, V. F., GUNDERSON, D. R. & DONNELLY, R. F., 1996, Age determination in fisheries: methods and applications to stock assessment, pp. 82-178. In: V. F. Gallucci, S. B. Saila, D. J. Gustafson & B. J. Rothschild (eds.), *Stock assessment: quantitative methods and applications for small-scale fisheries*. CRC Press, Flórida, 527p.

- LEE, R., 1912, An investigation into the methods of growth determination in fishes. *Cons. Int. Explor. Mer Publ. Circonstance*, 63: 34 p.
- LITTMANN, M. W., BURR, B. M., SCHMIDT, R. E. & ISERN, E. R., 2001, *Sorubim elongatus*, a new species of catfish (Siluriformes: Pimelodidae) from tropical South America syntopic with *S. lima*. *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 12: 1-16.
- LOUBENS, G. & PANFILI, J., 2000, Biologie de *Pseudoplatystoma fasciatum* et *P. tigrinum* (Teleostei: Pimelodidae) dans le bassin du Mamoré (Amazonie Bolivienne). *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 11: 13-34.
- LOWE-McCONNELL, R. H., 1999, *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. EDUSP (coleção base), São Paulo, 534p.
- MAGO, F. M. L., 1970, Estudios preliminares sobre la ecología de los peces de los llanos de Venezuela. *Acta Biologica Venezuelica*, 7: 71-102.
- MATEUS, L. A. F. & PETRERE JR., M., (submetido), Age, growth and yield per recruit of pintado *Pseudoplatystoma coruscans* in Cuiabá river basin, Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Braz. J. Biol.*
- McFARLANE, G. A. & KING, J. R., 2001, The validity of the fin-ray method of age determination for lingcod (*Ophiodon elongatus*). *Fish. Bull.*, 99: 459-464.
- MEGALOFONO, P., 2000, Age and growth of Mediterranean albacore. *J. Fish Biol.*, 57: 700-715.
- MUÑOZ-SOSA, D. L., 1996, *Age structure and exploitation of Giant Catfish populations (Brachyplatystoma spp.) in the Lower Caqueta River, Colômbia*. Master thesis, College of Environmental Science and Forestry, State University of New York, 100p.
- NOVOA, D. F., 1982, *Los recursos pesqueros del río Orinoco y su explotación*. Corporación Venezolana de Guayana, Caracas,
- PÉREZ LOZÁNO, A.P., 1999, *Idade e crescimento da piracatinga Calophysus macropterus, Lichtenstein, 1819 (Pisces: pimelodidae), na Amazônia Central*. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 89p.
- PETRERE JR, M., 1989, River fisheries in Brazil: a review. *Regulated rivers: research and management*, 4: 1-16.
- PETRERE JR, M., AGOSTINHO, Â. A., OKADA, E. K. & JÚLIO JR, H. F., 2002, Review of the fisheries in the Brazilian portion of the Paraná/Pantanal basin, pp.

- 123-143. In: I. G. Cowx (ed.), *Management and ecology of lake and reservoir fisheries*, Blackwell Science - Fishing News Books, Oxford.
- PLANO DE CONSERVAÇÃO DA BACIA DO ALTO PARAGUAI – PCBAP/ Projeto Pantanal, 1997, Volume II, Tomo IV, Brasília: PNMA (Programa Nacional de Meio Ambiente), 487 p.
- QUINN II, T. J. & DERISO, R. B., 1999, *Quantitative fish dynamics*. Oxford University Press (Biological resource management series), New York, 542p.
- REID, S., 1983, La biología de los bagres rayados *Pseudoplatystoma fasciatum* y *P. tigrinum* en la cuenca del río Apure, Venezuela. *Rev. UNELLEZ Cien. Tecnol.*, 1: 13-41.
- REINA, M.P., RAMÍREZ, H. & VALDERRAMA B., M., 1995, Edad y crecimiento de *Paulicea luetkeni* (Steindachner, 1876) (Pisces: Pimelodidae) basado en la lectura de estructuras duras (espinas de aleta pectoral) en el Alto Rio Meta (Colombia). *Boletín Científico INPA*, 3: 115-135.
- RESENDE, E. K., CATELLA, A. C. NASCIMENTO, F. L. PALMEIRA, S. S. PEREIRA, R. A. C., LIMA, M. S. & ALMEIDA V. L. L., 1996, *Biologia do curimatá (Prochilodus lineatus), pintado (Pseudoplatystoma corruscans) e cachara (Pseudoplatystoma fasciatum) na bacia hidrográfica do rio Miranda, Pantanal do Mato Grosso do Sul, Brasil*. EMBRAPA-CPAP (Boletim de Pesquisa, 02), Corumbá, 75p.
- RIBEIRO, M. C. L. B., PETRERE JÚNIOR, M. & JURAS, A. F., 1995, Ecological integrity and fisheries ecology of the Araguaia-Tocantins River basin, Brazil. *Regulated Rivers: Research & Management*, 11: 325-350.
- RICKER, W. E., 1969, Effects of size-selective mortality and sampling bias on estimates of growth, mortality, production and yield. *J. Fish. Res. Board Can.*, 26: 479-451.
- RICKER, W. E., 1979, Growth rates and models, pp. 677-743. In: W. S. Hoar, D. J. Randall & J. R. Brett (eds.), *Fish physiology Vol. VIII: Bioenergetics and growth*, Academic Press, Flórida.
- RICKER, W. E., 1992, Back-calculation of fish lengths based on proportionality between scale and length increments. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 49: 1018-1026.

- RIEN, T. A. & BEAMESDERFER, R. C., 1994, Accuracy and precision of White Sturgeon age estimates from pectoral fin rays. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 123: 255-265.
- SOKAL, R. R. & ROHLF, F. J., 1995: *Biometry*. W. H. Freeman and Company, New York, Third edition, 887p.
- SPARRE, P. & VENEMA, S. C., 1997, *Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais*. FAO (Documento Técnico sobre as Pescas 306/1, Rev. 2. Parte 1: manual), Roma, 404p.
- STANLEY, C. A., 1980, Lee's phenomenon in the western subspecies of the Australian salmon, *Arripis trutta esper*. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 31: 13-19.
- SYSTAT. (1997). Version 7.0. SPSS Science, Chicago, Illinois, USA.
- TAYLOR, C. C., 1957, Cod growth and temperature. *Journal du Conseil*, 23: 366-370.
- VAUGHAN, D. S. & KANCIRUK, P., 1982, An empirical comparison of estimation procedures for the von Bertalanffy growth equation. *J. Cons. int. Explor. Mer*, 40: 211-219.
- VAZZOLER, A. E. A. M., SUZUKI, H. I., MARQUES, E. E. & LIZAMA, M. A. P., 1997, Primeira maturação gonadal, períodos e áreas de reprodução, pp. 249-265. *In: A. E. A. M. Vazzoler, A. A. Agostinho & N. S. Hahn (eds.), A planície de inundação do Alto Rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*, EDUEM, Maringá, 460p.
- WELCOMME, R. L., 1992, *Pesca fluvial*. FAO (Documento Técnico de Pesca 262), Roma, 303p.
- ZAR, J. H., 1996, *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, New Jersey, Third edition, .
- ŽIVKOV, M., 1996, Critique of proportional hypotheses and methods for back-calculation of fish growth. *Environmental Biology of Fishes* 46, 309-320.

Capítulo 4

Estrutura e estado de exploração dos estoques do Jurupoca, *Hemisorubim platyrhynchos*, e do Jurupensém, *Sorubim cf. lima*, na bacia do rio Cuiabá, Pantanal Mato-grossense.¹

¹ Penha, J.M.F. et al. Structure and exploitation state of the Porthole Shovelnose Catfish, *Hemisorubim platyrhynchos*, and the Duckbill Catfish, *Sorubim cf. lima* in Cuiabá river basin, Pantanal. (em preparação)

RESUMO

A pesca é uma importante atividade econômica no Pantanal. Dentre as espécies pescadas na região os grandes bagres pimelodídeos se destacam como importantes componentes das capturas. Este estudo avalia a estrutura, o estado de exploração e o manejo dos estoques do *H. platyrhynchos* e do *S. lima*, respectivamente o sexto e o sétimo maior pimelodídeo do Pantanal. A análise se baseia em exemplares capturados pela pesca comercial no rio Cuiabá e desembarcados no Mercado Varejista do Porto “Antônio Moisés Nadaf”, na cidade de Cuiabá, MT. Os resultados indicam que a pesca incide sobre várias coortes de peixes e que, em geral, somente indivíduos acima do comprimento médio de primeira maturação são pescados. Estimativas dos coeficientes instantâneos de mortalidade indicam que a mortalidade por pesca atual é baixa. Os resultados das simulações do modelo de rendimento relativo por recruta indicam que o rendimento atual das duas espécies poderia ser aumentado com um aumento no esforço de pesca. Portanto, os estoques encontram-se subexplorados. Porém, um aumento no esforço de pesca atual deve ser visto com cautela, uma vez que não se conhece a relação entre o tamanho do estoque e o recrutamento para as espécies.

ABSTRACT

The fishery is an important economic activity at Pantanal. Among the fished species at region the big pimelodidae catfishes to stand out as important part of catch. This study assess the structure, the exploitation and the stocks management of the *H. platyrhynchos* and of the *S. lima*, respectively the sixth and the seventh larger pimelodidae of Pantanal. The analysis is based on fishes caught by comercial fisheries in Cuiabá river and landed at Porto Market “Antônio Moysés Nadaf” (Mercado Varejista do Porto), Cuiabá city, MT. The results shows that the fisheries falls on (incide sobre) several fishes’s cohorts and that, in general, only individuals above mean length at first maturarion are fished. Estimates of instantaneous mortality coeficient show that actual fishery mortality is low. The results of simulations of relative yield per recruit model show that actual yield of two species could be rise if we arise fisheries effort. So, the stocks are underexploited. However, an arise in actual fisheries effort must be seen with caution, because (uma vez que) the relationship between stock size and recruitment for the two species is not knew.

INTRODUÇÃO

A pesca é uma atividade praticada desde os primórdios da ocupação humana do Pantanal. Atualmente a atividade vem passando por transformações e adquirindo crescente importância para a economia da região. A pesca desportiva vem ganhando importância em detrimento da pesca profissional artesanal. Anualmente, dezenas de milhares de turistas visitam a região com o objetivo de praticar a pesca.

Uma das consequências do atual afluxo de pescadores para a região é o aumento da pressão de pesca sobre seus estoques pesqueiros. Em decorrência disso estudos começam a apontar que algumas espécies estão, ou sobre pescadas, ou ameaçadas de sobre pesca. O estoque do pacu, *Piaractus mesopotamicus*, uma das espécies mais pescadas no pantanal, encontra-se sobre pescado, tanto na porção norte (Vaz, 2001), quanto na porção sul (Catella, 2001). Outra espécie possivelmente ameaçada de sobre pesca é o jaú, *Paulicea luetkeni*, o maior bagre da região (Catella, 2001). Por outro lado, os estoques de várias outras espécies, importantes para a pesca, estão em melhor situação (Catella, op. Cit.; Mateus & Estupiñán, 2002; Mateus & Petrerre, submetido).

Hemisorubim platyrhynchos é o sexto e *Sorubim lima* é o sétimo maior bagre do Pantanal (Britski et al., 1999). As análises da captura por esforço de pesca para a porção sul do Pantanal indicam que os estoques das duas espécies não se encontram ameaçados de sobre pesca (Catella, 2001). Porém, considerando que a importância desses bagres para a pesca vem aumentando à medida em que o esforço de pesca aumenta, é preciso que se aprofunde a análise dos efeitos desse aumento e das possíveis medidas de manejo, tanto sobre o rendimento das pescarias, quanto sobre a dinâmica dos estoques. Este capítulo descreve a estrutura e o estado atual de exploração dos estoques de *H. platyrhynchos* e *S. lima*, para a bacia do rio Cuiabá, porção norte do Pantanal. Os

objetivos do estudo são: caracterizar as capturas e utilizar modelos de rendimento por recruta para avaliar o efeito de diferentes alternativas de manejo sobre os estoques.

MATERIAIS E MÉTODOS

Medidas de comprimento furcal (L_f) de 913 *H. platyrhynchos* e de 817 *S. lima* foram obtidas no Mercado Varejista do Porto “Antônio Moysés Nadaf”, na cidade de Cuiabá, MT. As coletas foram realizadas entre maio e outubro de 2000.

Chaves de comprimento versus idade não apresentadas aqui foram utilizadas para converter os dados da distribuição de frequência de comprimentos em distribuição de frequência de idades.

O comprimento médio no qual o peixe de uma dada população torna-se sexualmente maduro pela primeira vez ($L_m - cm$) - comprimento na primeira maturação, ou L_{50} - foi estimado a partir de sua relação com L_∞ (Froese & Binohlan, 2000):

$$\text{Log}_{10} L_m = 0,8979 * \text{Log}_{10} L_\infty - 0,0782 \quad (r^2 = 0,888)$$

A idade média dos peixes do estoque, em anos, foi estimada com o uso da equação de von Bertalanffy invertida (Sparre & Venema, 1997):

$$t_i = t_0 - (1/k) * \ln (1 - L_{t_i} / L_\infty)$$

onde a idade média (t_m) = $\sum t_i / n$

As estimativas de L_∞ e k apresentadas no segundo e terceiro capítulos foram utilizadas como parâmetros de entrada para as estimativas dos coeficientes de mortalidade e análise do rendimento relativo por recruta (Y'/R) para as espécies.

O coeficiente instantâneo de mortalidade natural foi estimado utilizando-se a equação empírica de Pauly (Pauly, 1980):

$$\ln M = - 0,0152 - 0,279 \ln L_\infty + 0,6543 \ln k + 0,4634 \ln T$$

onde L_{∞} é o comprimento assintótico, k é o coeficiente de crescimento e T é a temperatura média anual do ar ($^{\circ}\text{C}$), assumida ser igual a da água (Pauly, 1980). A taxa instantânea de mortalidade natural (M , ano^{-1}) foi estimada assumindo-se a temperatura média anual da água do rio Cuiabá como igual a 26°C (Mateus, 2003).

Duas estimativas do coeficiente instantâneo de mortalidade total (Z) foram obtidas. A primeira utilizando-se o modelo de Beverton & Holt (Beverton & Holt, 1957):

$$Z = k * (L_{\infty} - L_{\text{med}}) / (L_{\text{med}} - L_c)$$

onde L_c é o comprimento médio dos peixes na primeira captura L_{med} é o comprimento médio dos peixes acima de L_c (King, 1995). O coeficiente de mortalidade total (Z) de Beverton & Holt foi estimado assumindo-se L_c como igual ao pico da curva da distribuição de frequência. Para *H. platyrhynchos* L_c foi assumida como igual a 40 cm (L_f) e para *S. lima* igual a 35 cm (L_f) (ver a figura 1 nos resultados).

A segunda utilizando-se o modelo de Hoenig (Hoenig, 1983):

$$\ln(Z) = 1,44 - 0,984 \ln(t_{\text{max}})$$

onde (t_{max}) é a idade máxima observada dos indivíduos no estoque. Para estimar Z pelo método de Hoenig (1983) o valor de t_{max} foi assumido ser igual ao número máximo de anéis de crescimento presentes nos espinhos das duas espécies. Para *H. platyrhynchos* este valor é 7 e para *S. lima* é de 5 (capítulos 2 e 3).

O coeficiente de mortalidade por pesca (F) foi estimado a partir da relação entre Z , M e F . Como $Z = M + F$ então, $F = Z - M$.

O rendimento por recruta relativo (Y'/R) foi estimado pelo método de Beverton & Holt (1964) modificado por Pauly & Soriano (1986), com auxílio do software FISAT (Gayanilo et al., 1994), de acordo com o seguinte modelo:

$$Y'/R = EU^{m/k} * [1 - (3U/1 + m) + (3U^2/1 + 2m) - U^3/1 + 3m]$$

onde:

$$m = (1-E)/(M/k) = k/Z$$

$$U = 1 - (Lc/L\infty)$$

$$E = F/Z \text{ (taxa de exploração)}$$

onde Lc - cm, o comprimento médio de primeira captura, foi assumido como o tamanho mínimo de captura estabelecido por lei para a região. Este é 40 cm para o *H. platyrhynchos* e 35 cm para o *S. lima* expressos em comprimento total. Estes valores foram convertidos para Lf a partir das seguintes expressões (Penha, cap. 2 e 3): Hp ($Lf = -0,849 + 0,95 Lc$) e Sl ($Lf = 0,15 + 0,954 Lc$); correspondendo a valores de comprimento furcal aproximadamente iguais a 37 cm e 33 cm, respectivamente.

Considerando as incertezas associadas às estimativas de M e o aumento da captura das duas espécies nos últimos anos na porção sul do Pantanal (Catella, 2001) foi investigado os efeitos da variação no coeficiente de mortalidade natural (M) e no tamanho médio de primeira captura (Lc) no rendimento por recruta (Y'/R). Os parâmetros utilizados na simulação estão listados na tabela I. As simulações foram realizadas utilizando-se a rotina “knife-edge”.

Tabela I – Valores das estimativas dos parâmetros utilizados nas simulações sobre o efeito de variações no coeficiente de mortalidade natural (M) e no comprimento mínimo de captura (Lc) sobre o rendimento por recruta.

Parâmetros	<i>H. platyrhynchos</i>	<i>S. lima</i>
k (ano ⁻¹)	0,222	0,245
L _∞ (cm)	64	56
Lc (cm)	27 – 47	23 – 43
F (ano ⁻¹)	0,01-3,5	0,01-3,5
M (ano ⁻¹)	0,47-0,57	0,53-0,63

RESULTADOS

O comprimento furcal dos peixes desembarcados no mercado variou entre 38 e 64 cm para *H. platyrhynchos* e entre 33 e 56 cm para *S. lima* (figura 1). O comprimento furcal médio dos *H. platyrhynchos* desembarcados no mercado foi de 44,8 cm e dos *S. lima* de 41,1 cm.

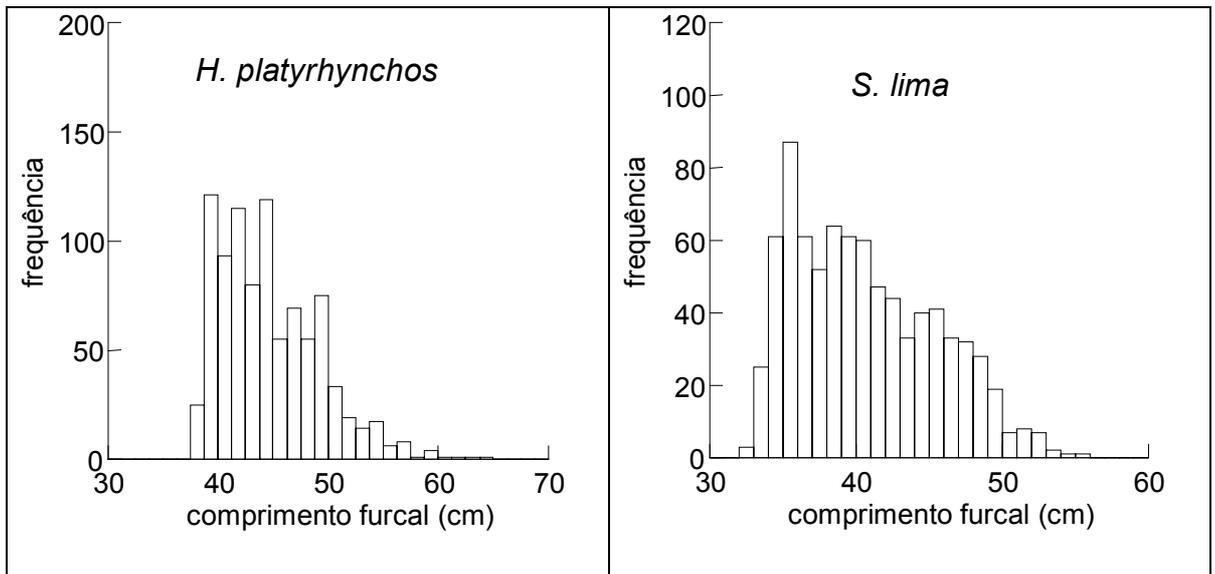


Figura 1 – Distribuição de frequência de comprimentos furcais do *H. platyrhynchos* e do *S. lima* desembarcados no mercado do peixe de Cuiabá, MT. Todos os exemplares provieram da bacia do rio Cuiabá, Pantanal Mato-grossense.

O comprimento furcal médio variou ao longo dos meses. Para *H. platyrhynchos* comprimentos levemente maiores foram desembarcados nos meses de julho e agosto, período seco na região. Já *S. lima* apresentou comprimentos médios maiores nos meses de junho, julho e setembro (figura 2).

Como o esforço de coleta foi aproximadamente constante e sempre concentrados na primeira quinzena dos meses, o número de observações pode ser utilizado como uma aproximação da variação na captura. Estes indicam que a captura é estável até agosto, aumentando abruptamente em setembro e outubro, final da estação seca e início da enchente (figura 2).

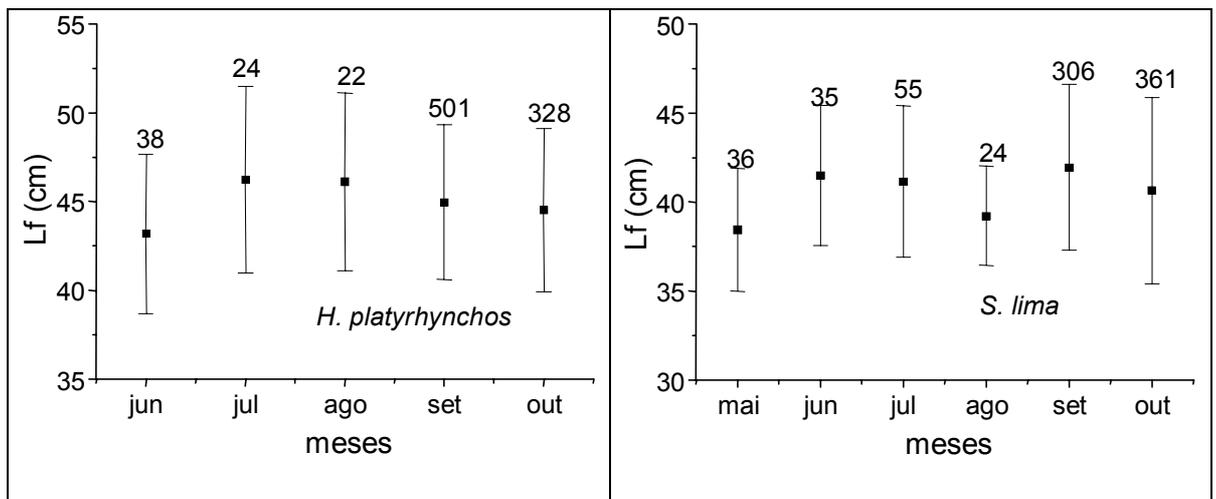


Figura 2 – Comprimento médio mensal e desvio padrão para *H. platyrhynchos* e *S. lima* desembarcado no mercado do peixe de Cuiabá, MT. Todos os exemplares provieram da bacia do rio Cuiabá, Pantanal Mato-grossense. Os números acima das barras indicam o número de observações.

Os indivíduos das duas espécies começam a ser recrutados para a pesca no primeiro ano de vida. No entanto, as capturas de *H. platyrhynchos* foram dominadas por indivíduos com idades entre o segundo e o quinto ano e as de *S. lima* foram dominadas por aqueles com idade entre o primeiro e o quarto anos (figura 3). A idade média dos *H. platyrhynchos* desembarcados no mercado foi de 3,3 anos e dos *S. lima* foi de 2,8 anos.

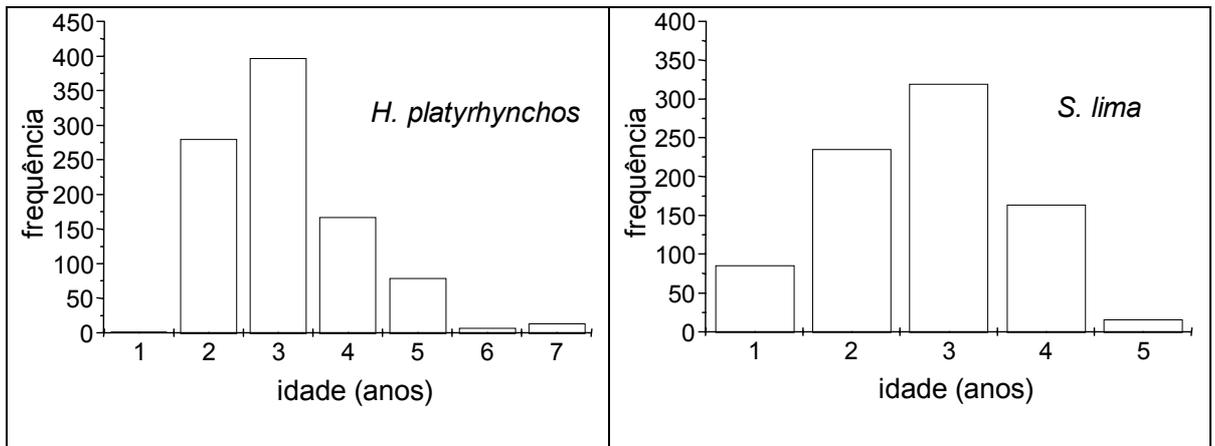


Figura 3 – Estrutura etária da amostra do *H. platyrhynchos* e do *S. lima* desembarcada no mercado do peixe de Cuiabá, MT.

O tamanho médio da primeira maturação do *H. platyrhynchos* foi estimada em 35 cm (Intervalo de Confiança = 32,4 a 37,8) e do *S. lima* em 31 cm (Intervalo de Confiança = 28,8 a 33,5). Comparando esses valores com as distribuições de frequência de comprimentos (figura 1) pode-se concluir que em média os peixes são capturados após terem se reproduzido pelo menos uma vez.

O coeficiente instantâneo de mortalidade total (Z), estimado pelo método de Beverton & Holt, para o *H. platyrhynchos* foi igual a $0,775 \text{ ano}^{-1}$ e para o *S. lima* a $0,563 \text{ ano}^{-1}$. O valor de Z estimado pelo método de Hoenig foi igual a $0,622 \text{ ano}^{-1}$ para *H. platyrhynchos* e de $0,866 \text{ ano}^{-1}$ para *S. lima*. O coeficiente instantâneo de mortalidade natural (M) do *H. platyrhynchos* foi estimado em $0,52 \text{ ano}^{-1}$ e do *S. lima* em $0,58 \text{ ano}^{-1}$ (tabela II).

Tabela II – Estimativa dos parâmetros populacionais de mortalidade (F, Z, M) e das taxas de exploração (E) para o *H. platyrhynchos* e o *S. lima* provenientes da bacia do rio Cuiabá, Pantanal Mato-grossense. Os números subscritos junto às estimativas de Z, F e E referem-se ao modelo utilizado – 1 para o modelo de Beverton & Holt e 2 para o modelo de Hoenig.

Espécie	M (ano ⁻¹)	Z ₁ (ano ⁻¹)	F ₁ (ano ⁻¹)	E ₁	Z ₂ (ano ⁻¹)	F ₂ (ano ⁻¹)	E ₂
Hp	0,52	0,775	0,255	0,33	0,622	0,102	0,164
Sl	0,58	0,563	-	-	0,866	0,286	0,33

O coeficiente instantâneo de mortalidade por pesca (F) do *H. platyrhynchos* foi estimado em 0,255 ano⁻¹ assumindo-se a estimativa de Z de Beverton & Holt e em 0,102 ano⁻¹ para o Z de Hoenig. O coeficiente instantâneo de mortalidade por pesca do *S. lima* foi estimado em 0,286 ano⁻¹ para o Z do Hoenig. Não foi possível obter uma estimativa de F a partir do Z de Beverton & Holt para o *S. lima* já que o valor de Z estimado por este método foi menor que o de M.

A análise das curvas de rendimento por recruta em função de F, Lc e M indicam que os estoques das duas espécies estão sendo pouco explorados pela pesca. Um aumento no esforço de pesca levaria a um aumento do rendimento por recruta. Outra conclusão importante é que mantendo-se o atual esforço de pesca, poderia se aumentar rendimento com a diminuição do tamanho mínimo de captura (figuras 3 e 4). Por outro lado uma medida que aumente o tamanho mínimo de captura resultaria em diminuição considerável do rendimento do estoque. Esses resultados são consistentes através dos vários níveis de mortalidade natural analisados.

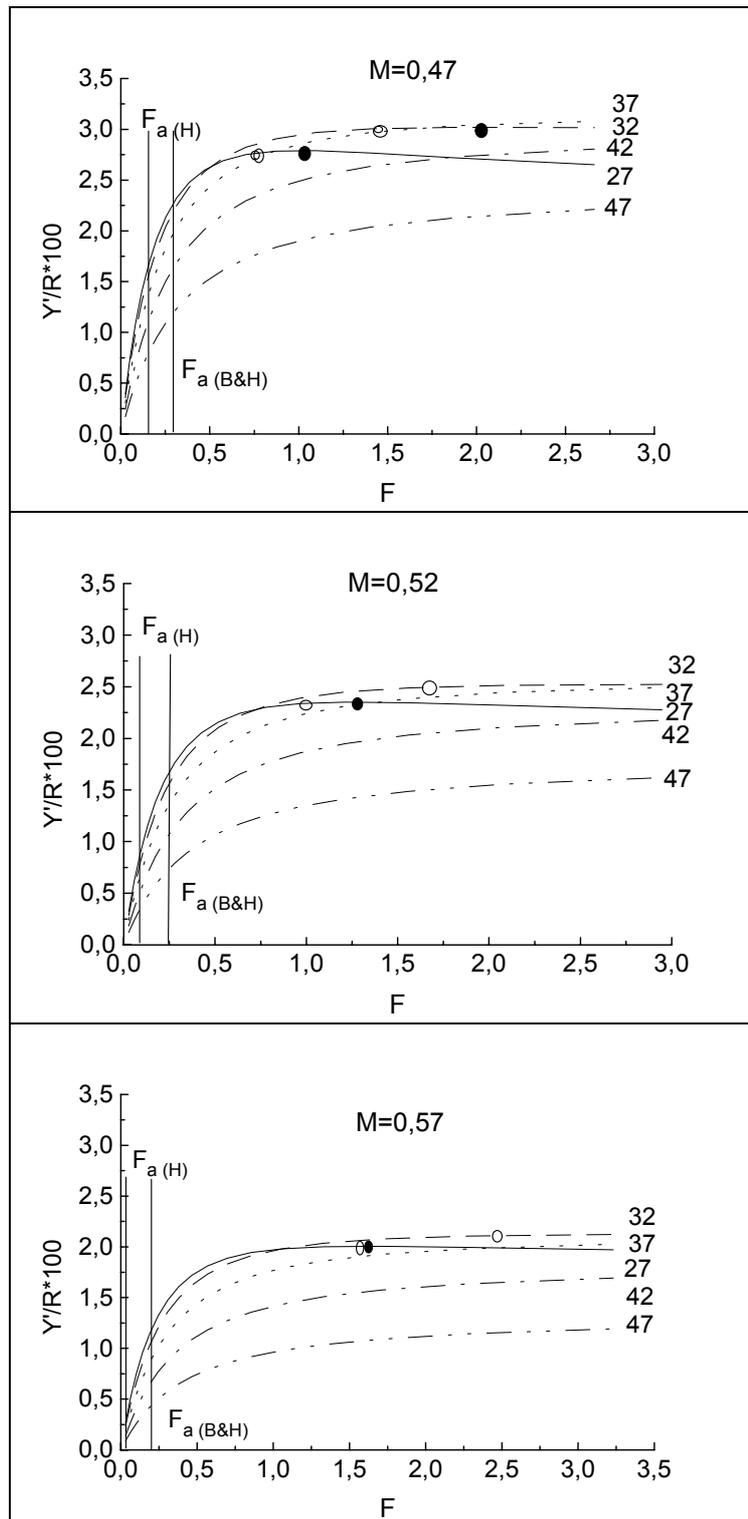


Figura 3 – Rendimento por recruta *versus* mortalidade por pesca (F) para *H. platyrhynchos* desembarcado no mercado do peixe de Cuiabá, MT. Todos os exemplares provieram da bacia do rio Cuiabá, Pantanal Mato-grossense. Os círculos vazios indicam $F_{0,1}$ e os círculos cheios indicam F_{max} . $F_{a(H)}$ e $F_{a(B\&H)}$ indicam os coeficientes atuais de mortalidade por pesca estimados a partir do método de Hoenig e Beverton & Holt, respectivamente. Os números defronte das curvas representam os L_c .

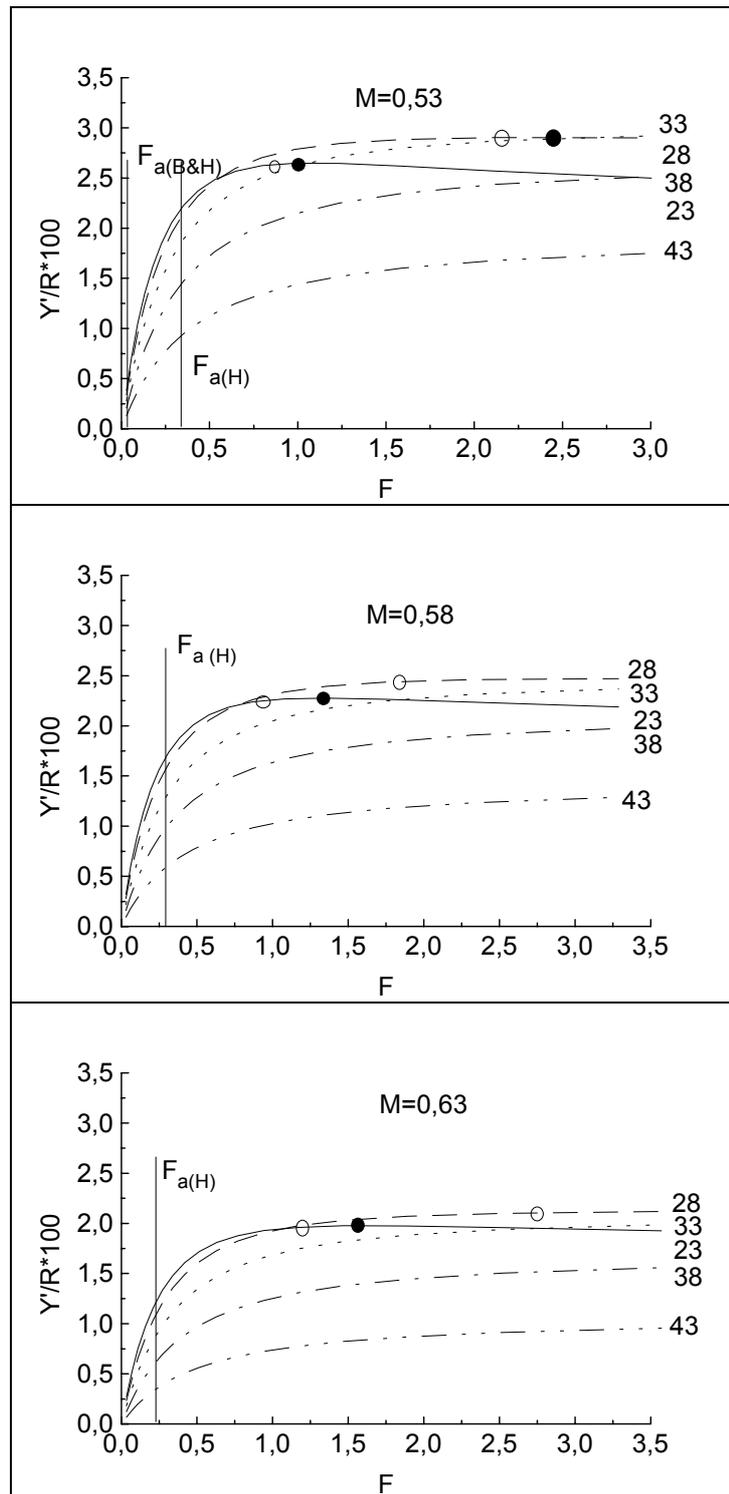


Figura 4 – Rendimento por recruta *versus* mortalidade por pesca (F) para *S. lima* desembarcado no mercado do peixe de Cuiabá, MT. Todos os exemplares provieram da bacia do rio Cuiabá, Pantanal Mato-grossense. Os círculos vazios indicam $F_{0,1}$ e os círculos cheios indicam F_{max} . $F_{a(H)}$ e $F_{a(B\&H)}$ indicam os coeficientes atuais de mortalidade por pesca estimados a partir do método de Hoenig e Beverton & Holt, respectivamente. Os números defronte das curvas representam os Lc.

Os resultados da simulação indicam ainda que um aumento na mortalidade natural (M), em função de quaisquer fatores, resultaria em diminuição do rendimento dos estoques, independente do tamanho mínimo de captura adotado (L_c).

Dentro da área de valores de F analisados somente as curvas para comprimentos abaixo do tamanho mínimo de captura apresentam picos. Curvas de rendimento para indivíduos acima do tamanho mínimo de captura atual mostram um padrão assintótico. Isso implicou na impossibilidade de se determinar valores para $F_{0,1}$, taxa na qual a inclinação da curva de rendimento por recruta cai para 10 % de seu valor na origem (Gulland & Boerema, 1973; Caddy & Mahon, 1995), e F_{max} para os comprimentos a partir do tamanho mínimo de captura.

DISCUSSÃO

Os resultados das análises indicaram que o estoque do *H. platyrhynchos* e do *S. lima* estiveram submetidos a um nível de exploração baixo nos últimos anos. A pesca incidiu sobre uma ampla faixa de comprimentos e idades, em geral, após a primeira experiência reprodutiva dos indivíduos. Isto é consequência, em parte, do tamanho mínimo de captura estabelecido na lei atual, que é maior que o comprimento médio de primeira maturação para ambas as espécies. Outro fator que parece atuar no sentido de manter um nível baixo de esforço de pesca sobre estas espécies é o fato de que os seus valores de mercado são baixos quando comparados com os valores de outros pimelodídeos abundantes como os *Pseudoplatystoma* spp.

As produções das pescarias parecem estar ligadas aos comportamentos reprodutivos dos peixes. Para ambas as espécies as capturas aumentaram abruptamente á partir do final da fase seca – setembro. Esta é a fase em que os peixes de piracema

começam a se reunir em cardumes para realizarem a migração reprodutiva. Esse comportamento é conhecido para várias espécies de grandes pimelodídeos e influencia a pesca em vários rios sulamericanos (Goulding, 1981; Bittencourt & Cox-Fernandes, 1990; Quirós, 1990; Bonetto, 1998; Barthem, 1999).

O tamanho mínimo de captura estabelecido para as duas espécies, embora não se baseie em dados empíricos, é um compromisso adequado entre conservação dos estoques e potencial de rendimento para a pesca. Esse tamanho mínimo é maior que o tamanho médio de primeira maturação e garante que a maioria dos indivíduos sejam capturados após terem passado por ao menos uma experiência reprodutiva. Do ponto de vista do rendimento da pesca, embora a redução do tamanho mínimo de captura possa levar a um aumento no rendimento por recruta, indivíduos pequenos alcançam baixo valor de venda na pesca comercial (obs. pess. JMFP), e são de pouco interesse na pesca esportiva.

Os resultados das simulações de rendimento por recruta em função de variações no esforço de pesca, na mortalidade natural e no tamanho mínimo de captura são convergentes. Mesmo considerando um ponto de referência biológico conservador, o $F_{0,1}$ (Gulland & Boerema, 1973; Caddy & Mahon, 1995), o nível atual de exploração é baixo. Porém, esse resultado deve ser avaliado com cautela. Em sistemas rio-planície de inundação a variabilidade das chuvas afeta a intensidade e a duração da enchente que por sua vez influencia a intensidade do recrutamento (Welcomme & Hagborg, 1977; Gomes & Agostinho, 1997). Essa característica, aliada ao desconhecimento da relação estoque-recrutamento para as duas espécies, encurta a validade temporal das predições do modelo (Gulland, 1983; Clark, 1991). Isso adiciona um pouco de incerteza quanto ao comportamento dos estoques em resposta a um eventual aumento do esforço pesqueiro.

Ainda assim, aumentar o esforço de pesca sobre os estoques dessas espécies deve ser considerado uma alternativa, particularmente em face de que os estoques do *Zungaro zungaro* (Catella, 2001), do *Piaractus mesopotamicus* (Catella, id ibid.; Vaz, 2001; Peixer, em preparação) do *Pseudoplatystoma fasciatum* e do *Pinirampus pinirampu* (Mateus, em preparação) estão, ou sobrepescados, ou ameaçados de sobrepesca na região. Porém, um eventual aumento no esforço de pesca deve ser acompanhado de rigoroso monitoramento da resposta dos estoques.

REFERÊNCIAS

- BARTHEM, R. B., 1999, A pesca comercial no médio Solimões e sua interação com a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, pp. 72-107. In: H. Queiroz, & W. G. R. Crampton (eds.), *Estratégias para manejo de recursos pesqueiros em Mamirauá*, Sociedade Civil Mamirauá: CNPq, Brasília.
- BEVERTON, R. J. H. & HOLT, S. J., 1957, *On the dynamics of exploited fish population*. U. K. Min. Agric. Fish., Fish. Invest., Ser. 2. 19.
- BEVERTON, R. J. H.; HOLT, S. J., 1964, Tables of yield functions for fishery management. *FAO Fish. Tech. Pap.*, n. 38, 49 p.
- BITTENCOURT, M. M. & COX-FERNANDES, C., 1990, Peixes migradores sustentam pesca comercial. *Ciência Hoje*, 11(64): p. 19-24
- BONETTO, A. A., 1998, Panorama sinóptico sobre la ictiofauna, la pesca y piscicultura en los ríos de la cuenca del Plata, con especial referencia al Paraná. *Revista de Ictiología*, 6: 3-16.
- BRITSKI, H. A., SILIMON, K. Z. S. & LOPES, B. S., 1999, *Peixes do Pantanal*. EMBRAPA-SPI, Brasília e EMBRAPA-CPAP, Corumbá, 184p.

- CADDY, J. F. & MAHON, R., 1995, References point for fisheries management. *FAO Fisheries Technical Paper*, n. 347, 83 p.
- CATELLA, A. C., 2001, *A pesca no Pantanal de Mato Grosso do Sul, Brasil: Descrição, nível de exploração e manejo (1994 - 1999)*. Tese de doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 351p.
- CLARK, W. G., 1991, Groundfish exploitation rates based of life history parameters. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 48: 743-750.
- 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. *J. Fish Biol.*, 56, 758-773.
- GAYANILO, JR. F.C., SPARRE, P. & PAULY, D., 1994, The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FiSAT) User's Guide. *FAO Computerized Information Series (Fisheries)*, n. 7, 124 p.
- GOMES L. C. & AGOSTINHO, A. A., 1997, Influence of the flooding regime on the nutritional state and juvenile recruitment of the curimba, *Prochilodus scrofa*, Steindachner, in upper Paraná River, Brazil. *Fisheries Management and Ecology*, 4: 263-274.
- GOULDING, M., 1981, *Man and fisheries on an Amazon frontier*. Developments in Hydrobiology, n. 4, Dr. W. Junk, The Hague.
- GULLAND, J. A., 1983, *Fish stock assessment: a manual of basic methods*. FAO/Wiley series on food and agriculture: v. 1, Chichester, 223 p.
- GULLAND, J. A., 1989, Fish population and their management. *J. Fish Biol.*, 35: 1-9.
- GULLAND, J. A. & BOEREMA, L. K., 1983, Scientific advice on catch levels. *Fishery Bulletin*, 71: 325-335.

- HOENIG, J.M., 1983, Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. *Fishery Bulletin*, 82: 898-902.
- KING, M., 1995, *Fisheries biology, assessment and management*. Fishing News Book (Blackwell Science), Oxford, 341 p.
- MATEUS, L. A. F., (2003), *Ecologia da pesca de quatro grandes bagres (Siluriformes: Pimelodidae) na bacia do rio Cuiabá, Pantanal Matogrossense*. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista - Rio Claro.
- MATEUS, L. A. F. & ESTUPIÑÁN, G.M.B., 2002, Fish stock assessment of Piraputanga *Brycon microlepis* in the Cuiabá river basin, Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 62, 165-170.
- MATEUS, L. A. F. & PETRERE JR., M., (submetido), Age, growth and yield per recruit of pintado *Pseudoplatystoma coruscans* in Cuiabá river basin, Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*.
- PAULY, D., 1980, On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *Journal du Conseil* 39, 175-192.
- PAULY, D. & SORIANO, M. L., 1986, Some practical extensions to Beverton and Holt's relative yield-per-recruit model, pp. 491-496. In: J. L. Maclean, L. B. Dizon & L. V. Hosillo (eds.) *The first Asian Fisheries Forum*, Asian Fishery Society, Manila, Philippines.
- PEIXER, J., (em preparação), *Seletividade de anzol e rendimento por recruta do pacu, Piaractus mesopotamicus (Holmberg, 1887) no Pantanal de Mato Grosso do Sul*. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista - Rio Claro.

- QUIRÓS, R., 1990, The Paraná river basin development and the changes in the lower basin fisheries. *Interciencia*, 15(6): 442-451.
- SPARRE, P. & VENEMA, S. C., 1997, *Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais*. FAO (Documento Técnico sobre as Pescas 306/1, Rev. 2. Parte 1: manual), Roma, 404p.
- VAZ, M. M., 2001, *Problemas no ajuste da curva de crescimento do pacu, Piaractus mesopotamicus (Holmberg, 1887) (Pices: Characidae), e seu manejo no Pantanal Mato-grossense*. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista – Jaboticabal, 98 p.
- WELCOMME, R. L. & HAGBORG, D., 1977, Towards a model of a floodplain fish population and its fishery. *Env. Biol. Fish.*, 2(1): 7-24.