

**DINÂMICA POPULACIONAL DO BAGRE GURIBU
(*HEXANEMATICHTHYS HERZBERGII*) (TELEOSTEI, ARIIDAE) DO
ESTUÁRIO DO RIO ANIL (MARANHÃO-BRASIL)**

Evaristo Silva Araújo Júnior¹
Antonio Carlos Leal de Castro²
Milton Gonçalves da Silva Júnior³

RESUMO

O presente estudo aborda a avaliação de estoque do *Hexanematchthys herzbergii* no estuário do rio Anil, com relação às estimativas de crescimento, mortalidade e taxa de exploração da espécie. Foram realizadas capturas bimestrais nos períodos de maio de 2000 a janeiro de 2003, utilizando redes de emalhar em quatro pontos de coleta no estuário. Foram capturados 9.828 indivíduos, com comprimentos variando entre as classes de 10,0 e 49,2 cm, sendo mais frequentes entre as classes de 14,8 e 22,8 cm. As análises foram efetuadas a partir de dados de frequência de comprimento, através das rotinas incluídas no pacote FISAT (FAO/ ICLARM Stock Assessment Tools). Os parâmetros de crescimento da equação de von Bertalanffy foram estimados para todo o período, sendo $L_{\infty} = 51,05$ cm, $K = 0,15$ ano⁻¹, $C = 0,2$ e $W_p = 0,6$. A taxa de mortalidade total (Z), calculada pela curva de captura e por métodos baseados no comprimento médio dos indivíduos capturados, foi de $0,89$ ano⁻¹. A taxa de mortalidade natural (M), estimada pela equação empírica de Pauly, foi de $0,43$ ano⁻¹, e a taxa de mortalidade por pesca (F) foi de $0,46$ ano⁻¹. A taxa de exploração foi de $E = 0,52$ ano⁻¹, mostrando que o estoque está sendo capturado com um certo grau de intensidade. De acordo com a curva de probabilidade de captura foi estimado o comprimento médio de primeira captura (L_{50}) de 13,88 cm.

Palavras - chaves: dinâmica populacional, frequência de comprimento, *Hexanematchthys herzbergii*, rio Anil.

ABSTRACT

**POPULATION DYNAMICS OF THE BAGRE GURIBU (*ANUS HERZBERGII*) (TELEOSTEI,
ARIIDAE), USING THE METHOD OF DISTRIBUTION OF LENGTH-FREQUENCY -
FISAT**

This study does a stock assessment of the *Hexanematchthys herzbergii* in the estuary of Anil River, regarding the structure, growth and species mortality. Captures were made each two months between May/2000 and January/2003, using gill nets in four collect points of the estuary. A total of 9.828 specimens of *Hexanematchthys herzbergii* were sampled, with lengths varying between 10,0 and 49,2 cm. The more frequent of them were about 14,8 and 22,8 cm. The analyses were based on length frequency data using FISAT software. Fitting the seasonalized von Bertalanfy growth function to these data gave the following growth parameters: $L_{\infty} = 510.52$ mm asymptotic length, $K = 0.15$ year⁻¹, $C = 0.2$ and $W_p = 0.6$. Using the seasonalized length converted catch curve, the estimated total mortality (Z) was 0.89 year⁻¹. The natural mortality (M) estimated by Pauly's empirical equation was 0.43 year⁻¹, while the fishing mortality (F) was 0.46 year⁻¹. The exploitation rate was $E = 0.52$ year⁻¹, showed that fishing pressure on the stock has a reasonable intensity degree. The analysis of probability of capture estimated the medium length a first capture (L_{50}) was 13,888 cm.

Keywords: Population dynamics, length frequency, *Hexanematchthys herzbergii*, Anil River.

¹Biólogo do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Maranhão

²Departamento de Oceanografia e Limnologia - UFMA, Av. dos Portugueses s/n, Campus Universitário do Bacanga CEP 65080 - São Luís -MA e-mail: alec@ufma.br

INTRODUÇÃO

Os recursos pesqueiros marinhos e estuarinos do Nordeste brasileiro têm sido considerados de vital importância para a promoção do desenvolvimento integrado da região, principalmente como meio de subsistência e fonte alimentar para as populações ribeirinhas e servindo de matéria-prima para indústrias de pesca (Castro, 1997).

A determinação do potencial de exploração sustentável de um recurso pesqueiro, fundamenta-se em estudos de dinâmica de populações e avaliação de estoques. Estimativas confiáveis dos parâmetros populacionais são essenciais para o entendimento da dinâmica das pescarias, fornecendo a base necessária para as ações de monitoramento e manejo da pesca. Os modelos para avaliação de estoque foram inicialmente desenvolvidos para espécies de regiões temperadas e, a partir dos anos 80, um grande esforço tem sido concentrado no sentido de desenvolver metodologias apropriadas para as espécies de peixes de regiões tropicais, enfocando, principalmente, os métodos que utilizam frequências de comprimento, em virtude da dificuldade na determinação dos anéis etários em estruturas rígidas dessas espécies (Sparre *et al.*, 1991).

Contudo, foram desenvolvidos vários métodos indiretos que permitem a conversão de dados de frequências de comprimento em composição de idades. Embora estes métodos não requeiram a leitura de anéis a interpretação final dos resultados torna-se muito mais confiável se forem corroboradas com a leitura direta de idades. Isto nos sugere que a melhor estimativa de crescimento e idade em espécies de peixes tropicais é, portanto, uma análise associada de dados de frequências de comprimento, com leituras de idades com base em anéis etários.

Dentre os recursos pesqueiros explorados no estuário, destaca-se a família Ariidae que se distribui nas regiões subtropicais e tropicais do Oceano Pacífico, Índico e Atlântico. É estimado que existam 150 espécies nesta ordem sendo que 21 espécies encontram-se no Oceano Atlântico (Betencur, *et al.*, 2004 *apud* Lopes, 2007). Nas reentrâncias maranhenses esta família apresenta grande importância para a produção de pescado da região (Almeida *et al.* 2006), figurando entre seus representantes mais abundantes a espécie *Hexanematichthys herzbergii* (Bloch, 1794), conhe-

cido localmente por bagre guribu (Pinheiro-Jr, 2003; Batista & Rego, 1996).

Hexanematichthys herzbergii é uma espécie eurobionte, povoando estuários, lagoas hipersalinas, águas marinhas e na parte inferior de rios, sendo muito tolerantes a mudanças de salinidade e alimenta-se de uma grande variedade de organismos pelágicos e que vivem no substrato incluindo aqueles encontrados entre as raízes de manguezais. Encontra-se distribuída desde o Caribe, Colômbia e espalhando-se pela costa do Brasil (Cervigon, *et al.* 1993).

O presente trabalho visa estimar os parâmetros populacionais do bagre guribu (*Hexanematichthys herzbergii*) no estuário do rio Anil, a partir de dados de frequência de comprimento, pretendendo também ampliar o conhecimento sobre este recurso pesqueiro e contribuir para a orientação de ações de manejo e de conservação da espécie.

MATERIALE MÉTODOS

Área de estudo

O rio Anil constitui-se basicamente de um braço de mar, sendo seu regime determinado pelo ciclo das marés que se propagam a partir da baía de São Marcos. Localiza-se na porção noroeste da ilha do Maranhão, correspondendo à zona centro sul do sítio urbano de São Luís, entre as coordenadas geográficas: 02°29'14"S - 02°34'47" e 44°12'55" - 44°19'15"W. Seu curso é de aproximadamente 13,8 km e a bacia de drenagem ocupa uma superfície de cerca de 44,7 km² (Figura 1) (GERCO, 1998).

Seguindo um padrão fisiográfico, que caracteriza cerca de 2/3 do seu curso, o regime hidrológico é profundamente influenciado pelas águas marinhas que avançam pela calha, inundando periodicamente a planície flúvio-marinha.

Com o eixo direcional orientado de Sudeste para Noroeste, a partir da nascente, a sua calha se caracteriza por apresentar um perfil meândrico.

Num plano geral, a bacia do rio Anil pode ser considerada como totalmente central, do ponto de vista geográfico, e completamente urbanizada, dada a sua participação no centro histórico e financeiro/administrativo da cidade. Porém, observa-se que apenas 50% da área é de fato ocupada, sendo que 41% das zonas urbanas restantes ainda são cobertas por vegetação e 9% são áreas pertencentes à

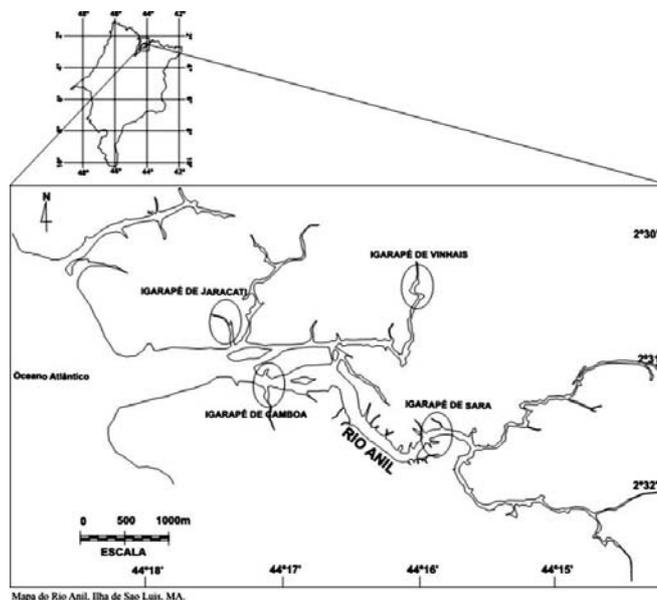


Figura 1. Mapa do estuário do rio Anil, demonstrando os locais de coleta.

calha do rio, o que demonstra o imenso potencial de urbanização ainda a ser explorado dentro dos limites da bacia (GERCO, 1998).

Coleta de dados

Foram realizadas coletas bimestrais entre os meses de maio de 2000 a janeiro de 2003, nas regiões estuarinas do rio Anil, nos igarapés Camboa, Vinhais, Jaracati e Sara, os quais foram estabelecidos em função da salinidade, amplitude da maré e caudal fluvial.

Os dados da captura utilizados para desenvolver este trabalho, foram obtidos de indivíduos coletados com auxílio de redes de emalhe do tipo "Tapagem". Essas redes são aparelhos de pesca fixos que têm como finalidade fechar o igarapé na preamar para recolher os peixes que margeiam o mangue e que penetram parcialmente nele. Variam entre 100 e 200 m, com tamanho de malha de 2 cm entre nós adjacentes para a região lateral e 1cm para o saco, enquanto a altura atinge 4 a 5 m.

Os peixes coletados foram acondicionados em sacos plásticos e etiquetados, contendo o local de amostragem e data de captura.

Em seguida, foram congelados e transportados para o Laboratório de Ictiologia da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), onde foi determi-

nado as características biométricas e identificação dos espécimes com o auxílio de chaves baseadas nos trabalhos de Figueiredo & Meneses (1978), Fisher (1978) e Cervigon *et al* (1992).

Análise dos dados

As distribuições de freqüências de comprimento (cm) foram analisadas através das rotinas do FISAT, para determinação dos parâmetros de crescimento: comprimento assintótico (L_{∞}) e a constante de crescimento (K) da equação de von Bertalanfy e das taxas de mortalidade total (Z), natural (M) e por pesca (F). Nestas análises, levou-se em consideração o conhecimento biológico existente sobre a espécie, constante de bibliografia disponível.

Crescimento

Os parâmetros de crescimento foram estimados para a espécie a partir das distribuições de freqüências de comprimento dos indivíduos amostrados, utilizando o programa ELEFAN I (Pauly & David, 1981). Para a estimativa dos parâmetros de crescimento utilizou-se o comprimento máximo (L_{max}) alcançado pela espécie na área estudada. Segundo Pauly (1980), o uso de um valor pré-determinado para um comprimento assintótico, aqui é codificado como

($L_{i\infty}$), é importante para distingui-lo de valores L_{∞} obtidos dos próprios dados de crescimento. Valores razoáveis de L_{∞} podem geralmente ser obtidos a partir da relação empírica: $L_{\infty} = L_{\max}/0,95$, onde L_{\max} é o comprimento do maior peixe encontrado na amostragem. Esta equação empírica, utilizada por Pauly (1984), foi sugerida por Taylor (1958) baseado na boa concordância existente entre o valor máximo de comprimento com o L_{∞} . Sendo que um bom L_{∞} pode estar entre 5 e 20%, e ainda pode ser menor do que o L_{\max} , quando se trata de espécies com ciclos de vida muito longos.

O método de Bhattacharya (1967) foi aplicado para decompor cada distribuição de frequência de comprimento em distribuições normais, onde cada uma representou um grupo etário (coortes) da população. Posteriormente, usando uma série temporal de distribuições, estimou-se os parâmetros de crescimento e as curvas de crescimento das coortes foram traçadas. Determinadas as modas, bem como o seguimento das mesmas, os parâmetros que descrevem a curva de crescimento de von Bertalanffy, foram estimados usando a progressão modal e o incremento das modas dos comprimentos médios bimestrais, supondo que os valores modais sejam os incrementos de crescimento, em momentos sucessivos das mesmas coortes.

Gulland & Holt (1959), permitem estimar os parâmetros de crescimento K e L_{∞} através dos incrementos de crescimento de dois momentos sucessivos. Assim, é realizada uma análise de regressão, pela seguinte equação:

$$\frac{\Delta L}{\Delta t} = a + b \cdot L_m$$

Onde:

$$\Delta L = L_i - L_{i+1}$$

$$\Delta t = t_i - t_{i+1}$$

L_{i+1} e t_{i+1} : comprimento e idade relativa no início do período de crescimento

L_i e t_i : comprimento e idade relativa no segundo momento

L_{∞} e K foram estimados usando os coeficientes da regressão: $L_{\infty} = -a/b$ e $K = -b$

Fabens (1965) utiliza um ajuste não linear, que minimiza o quadrado das diferenças entre os comprimentos observados e os comprimentos esperados, para calcular os parâmetros de crescimento L e K .

Appeldoorn (1987) e Soriano & Pauly (1989), desenvolveram um ajuste não linear que não só adapta uma função para minimizar o quadrado das diferenças e obter os parâmetros, mas permite o uso de da-

dos de incremento de crescimento para calcular os parâmetros da curva sazonal de von Bertalanffy.

Paralelamente, utilizou-se, ainda, o método de Wetherall (1986), modificado por Pauly (1986), uma vez que se adequa a situações onde pouco ou nada se conhece sobre determinada espécie de peixe, sendo assim muito útil para a estimativa de L_{∞} . Porém o método baseia-se na suposição da existência de um sistema de parâmetros constantes, o que reduz a sua aplicabilidade.

Mortalidade

Para o cálculo da mortalidade total (Z) foi utilizado o método da curva de captura linearizada convertida para comprimento Pauly, (1984). Na curva de captura linearizada demonstra-se através de gráfico o logaritmo natural do número de sobreviventes de uma classe etária contra a idade. A inclinação da parte descendente ($-b = Z$), à direita da curva pode ser assumida como a mortalidade total (Z) da população explorada. Uma listagem dos pontos da curva é apresentada, possibilitando a seleção dos pontos a serem considerados na análise. Por meio desta rotina, estima-se, Z (mortalidade total), F (mortalidade por pesca) e E (taxa de exploração), se M (mortalidade natural) for conhecida.

A mortalidade natural (M) foi calculada pela equação empírica de Pauly (1980), que descreve M como sendo uma função dos parâmetros de crescimento K e L_{∞} e da temperatura ambiente ($T^{\circ}C$). Através desta equação, a taxa de mortalidade natural do bagre guribu foi estimada, para uma temperatura média de superfície da água de $26^{\circ}C$, para o período amostrado. A mortalidade por pesca (F) foi obtida pela diferença entre Z e M e considerada como o F atualmente exercido sobre o estoque. Através da probabilidade de captura foi determinado os comprimentos médios em que 25%, 50% e 75% dos peixes são capturados pela arte de pesca, para traçar-se a curva de seletividade da arte de pesca, que representa a porcentagem de peixes que são retidos pela rede.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parâmetros biológicos da espécie

Na pesca, foram capturados 9.828 indivíduos, com comprimentos variando entre 10,0 e 49,2 cm, sendo os indivíduos mais freqüentes entre 14,0 e 22,8 cm. Os valores obtidos neste trabalho seguem a mesma

tendência dos encontrados por Rego (1988), no estuário do Rio Tibirí para a mesma espécie, onde a classe de comprimento mais freqüente variou entre 16,0 e 17,0 cm, onde o maior indivíduo obteve 36,0 cm; Martins- Juras (1989), em trabalho com a ictiofauna estuarina da ilha do Maranhão, encontrou indivíduos variando entre 10,1 e 46,2 cm sendo que o maior exemplar encontrado atingiu 50 cm.

Apesar da freqüência com que são capturados, muito pouco é conhecido sobre a biologia das espécies da família Ariidae que ocorrem no litoral do estado do Maranhão. Alguns trabalhos de levantamentos faunísticos (Martins-Juras, *et al.*, 1987), de dieta de bagres (Espósito, 2003; Silva . 1986) e distribuição espacial e temporal têm sido realizados com membros desta família na região(Castro, 2001; Araújo-Junior, 2004 *apud* Lopes, 2007).

Hexanematichthys herzbergii, ocorre na costa norte da América do Sul, sendo encontrado desde a Colômbia até o Brasil, onde é considerado o bagre mais comum, podendo atingir 1 m de comprimento (Figueiredo & Menezes, 1978). Registros na literatura considerada também uma das espécies mais freqüentes e abundantes das águas salobras do Delta do Orinoco, onde se encontram em grandes quantidades tanto os indivíduos jovens quanto os adultos de grande porte, sendo uma espécie tipicamente estuarina (Fischer, 1978, Cervigón, 1985 *apud* Martins - Juras, 1989). O estuário do rio Anil apresentou uma boa freqüência de ocorrência da espécie, concordando com as observações dos autores supracitados.

No estuário do rio Anil, o maior exemplar capturado alcançou 48,5 cm, mas com predomínio de indivíduos pequenos, fato que sugere ser este estuário um local de criação de juvenis da espécie. A razão dessa espécie ser comum nos estuários da Ilha de São Luís, deve-se à sua preferência por águas

túrbidas, lagoas associadas a mangues e regiões inferiores de rios (Taylor & Menezes, 1978 *apud* Rego, 1988), situações que proporcionam segurança contra predação, Além disto, a alta disponibilidade de matéria orgânica para alimentação constitui outro fator atrativo, sendo ainda muito tolerante à variação da salinidade (Figueiredo & Menezes, 1978). Segundo Camargo & Isaac (2003), espécies da família Ariidae apresentam-se altamente tolerantes a mudanças bruscas nos teores de salinidade.

Castro (1997), encontrou resultado semelhante para o estuário do rio Paciência, enquadrando essa espécie na categoria de residente. Pinheiro Jr *et al* (2005), registraram que *Hexanematichthys herzbergii* é uma das espécies mais abundantes no rio Anil, correspondendo a 36 % das capturas realizadas, num total de 43 espécies. Em estudo sobre hábitos alimentares de *Hexanematichthys herzbergii*, no estuário do rio Anil, Espósito (2003), considera essa espécie, como onívora, generalista-opportunista, o que pode justificar sua abundância e alta freqüência em todo o estuário.

Dinâmica populacional da espécie

A partir do método de Bhattacharya (1967) foram obtidas sete coortes traçadas a partir dos comprimentos médios mensais, para cada grupo etário (Figura 2). A ocorrência do alto número de modas em *Hexanematichthys herzbergii*, pode indicar que a espécie possui ciclo de vida longo, ou que os indivíduos passam longos períodos de sua vida no estuário.

O modelo mais utilizado para descrever a curva de crescimento em peixes é o de von Bertalanffy (Penna *et al.* 2005). Quando as estruturas calcificadas dos peixes não estão disponíveis ou a leitura dos

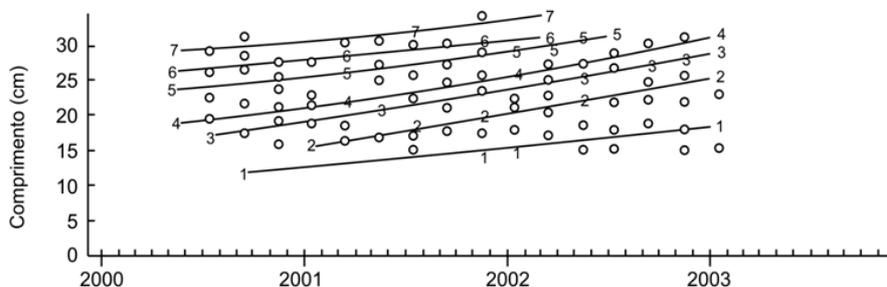


Figura 2. Crescimento assintótico (L_{∞}) e taxa de crescimento (K) do bagre guribu, *Hexanematichthys herzbergii*, obtidos pelo método de Bhattacharya, no período de maio de 2000 a janeiro de 2003.

anéis de crescimento é confusa, sugere-se o método ELEFAN I como uma boa alternativa para a determinação dos parâmetros de crescimento, levando-se em conta a distribuição temporal das modas de frequência de comprimento (Gomiero *et al*, 2007).

A figura 3 apresenta o ajuste das curva de crescimento sazonal correspondente aos parâmetros estimados pelo programa ELEFAN I e traçadas sobre os histogramas de frequência de comprimento, para os dados reestruturados que foram considerados mais adequados aos dados observados, usando o valor de Rn como critério e, portanto escolhidos para os outros cálculos populacionais.

Os parâmetros de crescimento, mortalidade e as melhores combinações obtidas pelo ELEFAN I, em função dos melhores ajustes ou maiores valores de Rn para *Hexanematchthys herzbergii* são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros de crescimento, mortalidade, comprimento máximo (L_{máx}) e mínimo (L_{mín}) dos indivíduos capturados e temperatura média (T°).

Parâmetros	Valores Obtidos
L _∞ (cm)	51,05
k (ano-1)	0,15
C	0,20
Wp	0,60
Rn	0,08
Z (ano-1)	0,89
M (ano-1)	0,43
F (ano-1)	0,46
E (ano-1)	0,52
L _{máx} (cm)	48,50
L _{mín} (cm)	9,20
T° (°C)	26°
N° de coortes	7

Nas análises, o valor de C foi 0,2, obtido para uma temperatura média de superfície da água de 26°C para a região em estudo. Martins - Juras (1989) considera que a espécie tem um longo período de desova com picos em fevereiro, julho e outubro, sendo que de acordo com este estudo o Wp corresponde ao dia 15 de outubro Juras *et al* (1983), em estudo realizado no estuário do Rio Cururuca, caracterizam sua desova como parcial, com picos mais intensos nos meses de junho a agosto e de dezembro a abril.

Neste trabalho o método de Wetherall (1986), modificado por Pauly (1986), serviu como mais uma estimativa para corroborar as variáveis relacionadas ao crescimento. O valor de L_∞ estimado por este método foi de 43,31 cm, o qual não foi considerado porque ficou abaixo do comprimento máximo observado nas capturas (L_t=48,5cm) (Figura 4). Isto ocorre, porque em muitas espécies de peixes as taxas de crescimento variam acentuadamente de acordo com as condições ambientais, a disponibilidade de alimento e fatores que afetam sua utilização, como a temperatura e o adensamento populacional (Gomiero *et al*, 2007), cujas taxas também podem variar durante o ciclo de vida, sazonalmente e em cada hábitat ocupado pela espécie (Lowe-McConnell 1999).

Há uma relação inversa entre k (taxa de crescimento) e o L_∞ (comprimento assintótico), sendo que quanto maior a taxa de crescimento, menor será o comprimento assintótico e o período de vida (Beverton & Holt 1957, Ricker 1975 *apud* Gomiero *et al*, 2007). O comprimento assintótico é afetado por fatores como suprimento alimentar e de densidade populacional enquanto que a taxa de crescimento é determinada genética e/ou fisiologicamente.

Os resultados para as estimativas das taxas de mortalidade total, obtidos através da curva de captura convertida em comprimento, mortalidade natural pela equação empírica de Pauly (1980), e mortali-

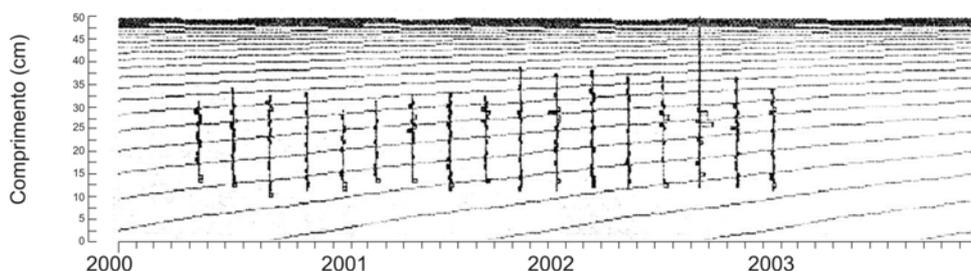


Figura 3. Distribuições de frequência de comprimento através da equação de vom Bertalanffy, utilizadas na rotina ELEFAN I, para o período de maio de 2000 a janeiro de 2003.

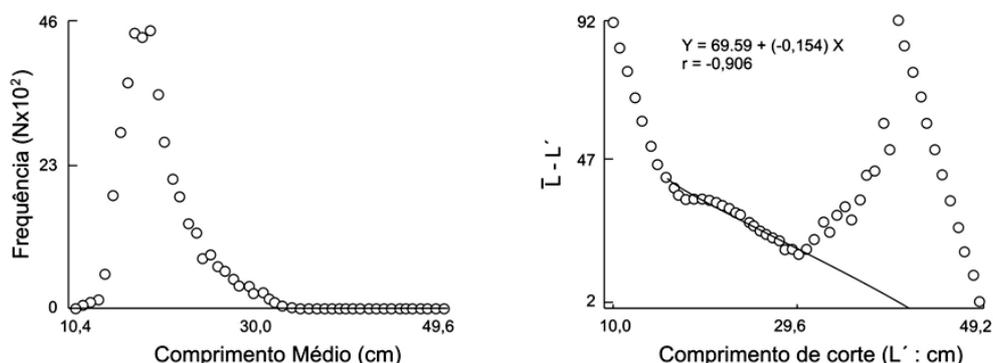


Figura 4. Comprimento assintótico (L_{∞}) obtido pelo método Wetherall (1986), modificado por Pauly (1986), para o bagre guribu, *Arius herzbergii*, no período de maio de 2000 a janeiro de 2003.

dade por pesca para as espécies analisadas, podem ser visualizados na Tabela 1.

Para se estimar a taxa de mortalidade total, o método utilizado necessita que os parâmetros de crescimento sejam conhecidos, pois se não forem condizentes com a realidade, as estimativas de mortalidade natural e por pesca estão sujeitas a erros. Sendo assim, optou-se em usar valores de K e L_{∞} , obtidos neste trabalho, baseado na relação empírica de Pauly (1980) ($L_{\infty} = 51,05$ cm e $K = 0,15$ ano⁻¹). Pela curva de captura obtida, verificou-se que 100% dos indivíduos estão totalmente vulneráveis à arte de pesca com comprimento de 16,4 cm. Os comprimentos em que 25%, 50% e 75% dos indivíduos estão vulneráveis à arte de pesca, obtidos através de curva de probabilidade de captura constam da Figura 5.

A mortalidade natural decresce com a idade, durante os estágios de ovo, larva e pós-larva, sendo

estas mudanças muito marcantes quando comparadas com aquelas que ocorrem durante as idades pós-recrutas ou comparadas a diferenças que ocorrem entre sexos, áreas de coleta, estações, anos, coortes ou estoques dentro de uma mesma espécie. As variações em M durante as idades pós-recrutas são frequentemente assumidas como negligíveis. Entretanto, apesar do fato de que, em muitos modelos de pesca, M é assumida como constante em todas as idades exploradas, em qualquer estoque, há forte evidência do contrário. A mortalidade natural pode mudar com a idade, densidade populacional, suprimento alimentar, abundância de predadores, temperatura da água, pressão de pesca, tamanho, doenças e parasitas (Vetter, 1988; Cergole, 1993).

Apesar das grandes diferenças entre as espécies, em geral, M é extremamente alta durante os estágios iniciais de vida e cai abruptamente durante o perío-

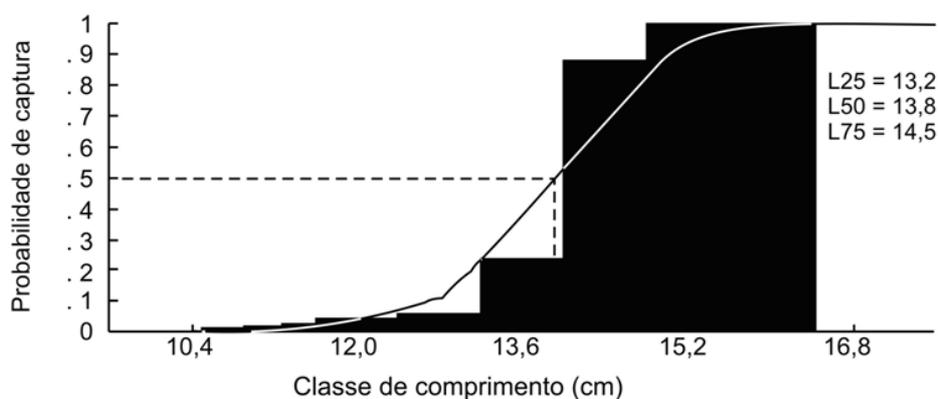


Figura 5. Probabilidade de captura e valores dos comprimentos de seleção L_{25} , L_{50} e L_{75} , para o bagre guribu, *Hexanematichthys herzbergii*, no período de maio de 2000 a janeiro de 2003.

odo juvenil, tornando-se relativamente estável durante as idades adultas intermediárias e aumentando outra vez com a senilidade. Mas mesmo durante aquelas idades em que é relativamente estável, mudanças em M com a idade podem ser substanciais, particularmente em peixes de vida curta. Muitos dos fatores listados acima têm influência indireta sobre M e um fator que afeta diretamente a taxa de mortalidade natural é a predação (Vetter, *op. cit.*).

Os métodos para a estimação da mortalidade natural, em populações de peixes, incluem análises de dados de captura comerciais ou de programas de amostragem especialmente conduzidos para avaliação de estoque, correlações de M com outros parâmetros do ciclo de vida e estimativa da mortalidade devido à predação.

Ao longo do ciclo vital, os indivíduos de uma classe etária ficam sujeitos a níveis e elementos predatórios diversos, em que a mortalidade natural irá se reduzindo à medida que aumentam de tamanho, tornando-se vulneráveis a um número cada vez menor de predadores (Fonteles-Filho 1989).

Os peixes tropicais tendem a ter, para qualquer tamanho assintótico ou de taxa de crescimento, altos valores de mortalidade natural (Pauly, 1998). Os principais fatores naturais de mortalidade são a predação e as doenças, que apresentam intensidade de ação com tendências divergentes em função da idade, isto é, indivíduos maiores e mais velhos sofrem menor mortalidade por predação, mas são mais suscetíveis a doenças devido à degeneração dos tecidos e menor aproveitamento dos elementos nutritivos (Fonteles-Filho *op cit.*).

As taxas de mortalidade e os parâmetros da curva de crescimento de von Bertalanffy são com frequência utilizados em modelos de monitoramento de estoques de peixes (Braga 2001). O crescimento e a mortalidade estão intimamente relacionados com as características intrínsecas da espécie, assim como com as características ambientais de sazonalidade e de disponibilidade alimentar (Gomiero *et al.*, 2007).

A taxa de exploração encontrada ($E = 0,52$ ano⁻¹) sugere que a população de *Hexanematichthys herzbergii* está sendo capturada com certo grau de intensidade (Fagundes *et al.* 2001). No estuário do rio Anil, esta espécie foi considerada altamente constante, com relação à frequência de ocorrência (Pinheiro Jr *et al.* 2005), evidenciando que *Hexanematichthys herzbergii*, permanece durante o ano todo no estuário, passando a maior parte de

sua vida neste ambiente, sendo, portanto, bastante consumido pelas populações ribeirinhas, servindo como fonte de subsistência e principal forma de proteína animal.

O efeito mais visível da pressão sobre o estoque de peixes, é a redução do tamanho da população. Pois populações que nunca foram exploradas ou as que estão expostas a um nível de exploração muito baixo, são constituídas por uma maior proporção de peixes velhos. Com o aumento da taxa de exploração, a proporção de peixes velhos diminui rapidamente e, além das alterações na composição por tamanho, há, também, uma redução no número total de indivíduos com uma diminuição do seu tamanho ou idade média, que fica cada vez mais próxima da idade de primeira captura (Sparre *et al.*, 1991). Essas situações corroboram com o resultado encontrado neste trabalho, onde o comprimento médio de primeira captura (L_{50}) no período estudado foi de 13,88 cm.

Os resultados encontrados sugerem que o bagre guribu reproduz no ambiente estuarino e possui estratégias de vida relacionadas ao crescimento que a torna dependente de um manejo pesqueiro apropriado e eficiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEVERTON, R. J. H., HOLT, S. J. 1956. A review of methods for estimation of mortality rates in exploited fish populations, with special reference to source of bias in catch sampling. Rapp. P. - v. Reun CIEM 140,67-83.
- BHATTACHARYA, C. G. 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics*, 23:115-135.
- BRAGA, F.M.S. 2001. Crescimento e mortalidade de *Leporinus friderici* (Ostariophysi, Anostomidae) na represa de Volta Grande, rio Grande, localizada entre os Estados de Minas Gerais e São Paulo, Brasil. *Acta Scientiarum* 23(2):415-420.
- CASTRO, A. C. L. 1997. *Aspectos ecológicos da Ictiofauna da Ilha de São Luís — MA*. UFMA. (Tese de Professor Titular). 72p.
- CAMARGO, M. & ISAAC, V. J. 2003. *Ictiofauna estuarina In: FERNANDES, M. E. B. (Org). Os manguezais da costa norte brasileira*. Fundação Rio Bacanga, São Luís. 142 p.

- CERGOLE, M. C. 1993. *Avaliação do estoque da sardinha-verdadeira, Sardinella brasiliensis, da costa sudeste do Brasil, período de 1977 a 1990*. São Paulo, SP. 245 p. (Tese de Doutorado. Instituto Oceanografia), USP).
- CERVIGON, F., CIPRIANI, R., FISCHER, W., GARIBALDI, L., HENDRICKX, A. J., LEMUS, R., MARQUEZ, J. M., POUTIERS, G., ROBAINA & RODRIGUES, B. 1992. Guia de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de La costa septentrional de Sul América. Roma: FAO, 513p.
- ESPÓSITO, T. S. 2003. *Estrutura populacional e composição alimentar do bagre guribu Hexanematichthys herzbergii (BLOCH, 1794) (Siluriformes: Ariidae), do rio Anil, ilha de São Luís-MA*. Monografia de conclusão do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Maranhão, São Luís. 28p.
- FAGUNDES, L., ARFELLI, C. A., AMORIM, A. F. 2001. Parâmetros de crescimento e de mortalidade da albacora - bandolim, *Thunnus obesus*, capturada no litoral sudeste-sul do Brasil (1977-1995). *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 27 (2): 175-184.
- FIGUEIREDO, J.L., MENEZES, N. A. 1978. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. II. Teleostei (1). São Paulo, *Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo*.
- FIGUEIREDO, J. L. & MENEZES, N. A., 1978. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil II. Teleostei (1). Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo. 110 p.
- FISCHER, W. 1978. FAO species Identification sheets for fishers purposes. *Western Central Atlantic* (Fishing Área 31). Rome, FAO, v. 1-7.
- FONTELES-FILHO, A.A. 1989. Recursos pesqueiros. *Biologia e dinâmica populacional*. Ed. da Imprensa Oficial do Ceará, Fortaleza.
- GAYANILO Jr., F. C. & PAUL Y, D. 1997. FAO - ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) Reference Manual. *FAO Computerized Information Series (Fisheries)*, 8 (2): 249p.
- GERCO, 1998. *Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro - Hidrologia*. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Coordenadoria de Programas Especiais, Governo do Estado do Maranhão, São Luís, MA.
- GOMIERO, L.M., CARMASSI, A.L. e BRAGA, F.M.S. Crescimento e mortalidade de *Brycon opalinus* (Characiformes, Characidae) no Parque Estadual da Serra do Mar, Mata Atlântica, estado de São Paulo. *Biota Neotrop.* Jan/Apr 2007 vol. 7, no. 1
- JURAS, A. A., MARTINS-JURAS, I. A. G., CASTRO, A. C. L. & COSTA, M. L. 1983. Sub-Projeto. In: *UFMA/LABOHIDRO*. Levantamento ictiofaunístico do estuário do rio Cururuca (Município de Paço de Lumiar, Ilha de São Luís - MA); relatório final São Luís, MA.
- LOPES, G. N. 2007. Análise da ecomorfologia de duas espécies de bagres (TELEOSTEI: SILURIFORMES: ARIIDAE) do rio Paciência (Maranhão, Brasil). Monografia apresentada ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Maranhão - UFMA. São Luís, 30p
- LOPES, M. J. S., LAVÔR-FERNANDES, G. & MELO, O. T. 1994. *Estudo do plâncton (fito e zooplâncton) e de fatores físicos e químicos na região estuarina dos rios Bacanga e Anil - São Luís/MA*; relatório técnico. São Luís, MA.
- LOWE-McCONNELL, R.H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. Ed. da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MARTINS - JURAS, I. de A. G. 1989. *Ictiofauna estuarina da ilha do Maranhão (MA -BRASIL)*. São Paulo, SP. 184 p. (Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico, USP).
- PAUL Y, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. Int. Expl. Mer*, 39(2): 175-192.
- _____. 1983. Length - converted catch curves: a powerful tool for fisheries research in the tropics (Part I). *Fishbyte*, 1(2); 9-13.
- _____. 1984. Fish population dynamics in Tropical waters: a manual for use with programmable calculators. *ICLARM Stud. Rev.*, (8): 17-21.
- _____. 1986. On improving operation and use of the ELEFAN programs: improving the estimation of L_∞. *Fishbyte* 4(1), 18 — 20.
- _____. 1998. Tropical fishes: patterns and propensities. *Journal of Fish Biology*, 53: Supplement A, 1-17.

PAUL Y, D. & N. DAVID. 1981. ELEFAN I, a basic program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. *Meeresforschung*, 28 (4): 205-211.

PENNA, M.A.H., VILLACORTA-CORRÊA, M.A., WALTER, T. & PE- TRERE-JR., M. 2005. Growth of the Tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier) (Characiformes: Characidae): Which is the best model? *Braz. J. Biol.* 65(1):129-139.

PINHEIRO - JR., J. R. CASTRO, A. C. L. GOMES, L. N. 2005. *Estrutura da comunidade de peixes do estuário do rio Anil, ilha de São Luís, MA*. *Arq. Ciên. Mar.*, Fortaleza, 38: 29-38.

REGO, F. A. N. 1988. *Análise ictiofaunística do estuário do rio Tibirí, Ilha de São Luís-MA*. Monografia apresentada ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Maranhão - UFMA. São Luís, 40p.

SPARRE, P., URSIN, E. & VANEMA, S, C. 1991. Introduction to tropical fish stock assessment. Part I: Manual *FAO Fish. Tech. Pap.* 306.1, Ver. 2. Rome, FAO. 407p.

TAYLOR, C.C. 1958. Cod growth and temperature. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 23:366-370.

VETTER, E.F. 1988. Estimation of natural mortality in fish stocks: a review. *Fishery Bulletin*, Seathe, 86 (1): 25-43.

WETHERALL, J. A. 1986. A new method for estimating growth and mortality parameters from length-frequency data. *Fishbyte* 4(1), 12-15.