

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**CRESCIMENTO, IDADE E MORTALIDADE DO CONGRO-
ROSA *Genypterus brasiliensis* (Regan 1903) NA
REGIÃO SUDESTE E SUL DO BRASIL.**

Celso Luiz Teixeira Eleutério

Orientador: Acácio Ribeiro Gomes Tomás

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aqüicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aqüicultura e Pesca.

São Paulo

Dezembro - 2008

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**CRESCIMENTO, IDADE E MORTALIDADE DO CONGRO-
ROSA *Genypterus brasiliensis* (Regan 1903) NA
REGIÃO SUDESTE E SUL DO BRASIL.**

Celso Luiz Teixeira Eleutério

Orientador: Acácio Ribeiro Gomes Tomás

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aqüicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aqüicultura e Pesca.

São Paulo

Dezembro - 2008

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Elaborada pelo Núcleo de Informação e Documentação. Instituto de Pesca, São Paulo

E39c

Eleutério, Celso Luiz Teixeira

Crescimento, idade e mortalidade do congro rosa *Genypterus brasiliensis* (Regan, 1903) da região Sudeste e Sul do Brasil / Celso Luiz Teixeira
Eleutério. – São Paulo, 2008.
ix, 60f. ; il. ; graf. ; tab.

Dissertação (mestrado) apresentada ao Programa de Pós-graduação em
Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - Secretaria de Agricultura e
Abastecimento.

Orientador: Acácio Ribeiro Gomes Tomás.

1. Pesca. 2. Teleósteo. 3. Crescimento. 4. Idade. 5. Mortalidade. 6. *Genypterus
brasiliensis*. I. Tomás, Acácio Ribeiro Gomes. II. Título.

CDD 639.3

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

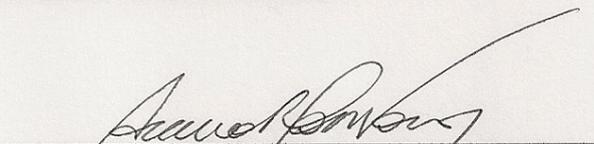
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**CRESCIMENTO, IDADE E MORTALIDADE DO CONGRO-ROSA
GENYPTERUS BRASILIENSIS (REGAN, 1903) NA REGIÃO
SUDESTE E SUL DO BRASIL**

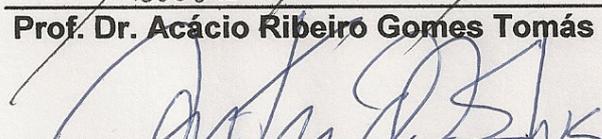
AUTOR: CELSO LUIZ TEIXEIRA ELEUTÉRIO

Orientador: Acácio Ribeiro Gomes Tomás

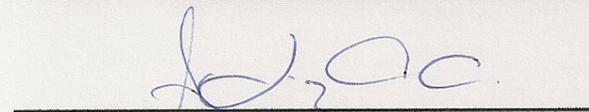
Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM AQUICULTURA E PESCA, área de concentração em Pesca, pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Acácio Ribeiro Gomes Tomás



Prof. Dr. Antônio Olinto Ávila da Silva



Prof. Dr. Sérgio Luiz dos Santos Tutui

Data da realização: 23 de dezembro de 2008

Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dr. Acácio Ribeiro Gomes Tomás

*Aos meus pais, Celso e Maria Luiza (in memoriam),
à minha avó Albaniza e minha tia Malú,
pela dedicação, pelos ensinamentos e
pelo amor que sempre me dedicaram.*

Posso ter defeitos, viver ansioso e ficar irritado algumas vezes, mas não esqueço de que minha vida é a maior empresa do mundo. E que posso evitar que ela vá à falência.

Ser feliz é reconhecer que vale a pena viver, apesar de todos os desafios, incompreensões e períodos de crise.

Ser feliz é deixar de ser vítima dos problemas e se tornar um autor da própria história. É atravessar desertos fora de si, mas ser capaz de encontrar um oásis no recôndito da sua alma. É agradecer a Deus a cada manhã pelo milagre da vida. Ser feliz é não ter medo dos próprios sentimentos. É saber falar de si mesmo. É ter coragem para ouvir um "não". É ter segurança para receber uma crítica, mesmo que injusta.

Pedras no caminho?

Guardo todas, um dia vou construir um castelo...

Fernando Pessoa.

AGRADECIMENTOS

Obrigado ao Senhor Jesus Cristo, por permitir nossa existência e nos guiar pelos caminhos da vida.

São muitos a agradecer, obrigado aos que estiveram ao meu lado ininterruptamente, as minhas duas segundas mães, Maria de Lourdes Eleutério e Albaniza de Toledo Fonseca.

A Nara dos Santos Zanetti, pelo companheirismo e paciência sem limites ouvindo minhas constantes lamentações no decorrer desta jornada. Porque mesmo distante, se faz presente em todos os meus dias.

Ao Jimmy, meu querido, lembrado, insubstituível e fiel “cãopanheiro”.

Ao meu tio Antonio Arnoni Prado, pelas revisões de gramática da Língua Portuguesa e por seus conselhos.

Agradeço a banca examinadora e seus suplentes, por seus comentários e sugestões para a evolução deste trabalho.

Ao meu amigo e pai científico, Professor Dr. Acácio Ribeiro Gomes Tomás, que desde o primeiro dia de acolhimento na família do “Tio Acácio” tem acreditado no meu trabalho. Por me guiar no fascinante mundo da pesquisa científica. Por sua amizade!

Ao Dr. Luiz Miguel Casarini, por sua amizade e auxílio estatístico fundamental indispensável, na construção e finalização deste trabalho.

Pelo auxílio constante de todos os funcionários do Instituto de Pesca, pesquisadores, estagiários, pessoal da limpeza e da cozinha, manutenção, motoristas, porteiros e guardas noturnos.

Aos professores da pós-graduação do Instituto de Pesca que acreditam na pesquisa científica.

Aos amigos de coleta e de laboratório, na pessoa de Cláudia Moreira Dardaque Mucinhato, agradeço todo o carinho, todas as conversas e “orientações”. À Camila Ataliba, sempre pronta a auxiliar na resolução de qualquer problema no âmbito deste trabalho. Ao PqC Marcelo, pelas conversas e parceria. A amiga Graziela Castanhari. Aos amigos: Alessandro, Juliana, Rodolfo, Japa, Biazinha, Pedro e a toda a família do tio Acácio. A Mariana e Juliana. A Lígia, pesquisadora e colega de turma, pelo auxílio indispensável ao montar a banca examinadora.

Ao Dr. Gonzalo Velasco, pelos auxílios e comentários na fase de leitura dos otólitos.

À pesquisadora do Instituto Nacional de Pesca (INAPE) do Uruguai, em Montevideo, Dra. Maria Inês Lorenzo, pelos comentários na difícil fase de leitura dos otólitos.

As pessoas que, direta ou indiretamente, fizeram parte de minha vida no período deste trabalho. Agradeço de coração por acreditarem que a realização viria e principalmente, por acreditarem em mim.

SUMÁRIO

Agradecimentos.....	<i>i</i>
Lista de Tabelas.....	<i>v</i>
Lista de Figuras.....	<i>vi</i>
Resumo	<i>viii</i>
Abstract	<i>ix</i>

1. INTRODUÇÃO	01
1.1 A espécie <i>Genypterus brasiliensis</i>	02
1.2 Espécies congêneres	04
1.3 Estudos de crescimento e idade	05
1.4 Objetivos	07
2. MATERIAIS E MÉTODOS	08
2.1 Cruzeiros Científicos com Espinhel de Fundo	08
2.2 Cruzeiros Científicos de Arrasto de Fundo	08
2.3 Capturas da Frota Industrial	09
2.4 Obtenções de dados para estudos biológicos	09
2.5 Idade e crescimento	10
2.5.1 Preparação dos otólitos	11
2.5.2 Leitura dos otólitos	13
2.5.3 Análise estatística e validação	16
2.6 Retrocálculo	17
2.7 Mortalidade	19
2.8 Recrutamento	21
3. RESULTADOS	23
3.1 Crescimento	23
3.2 Idade e crescimento	24

3.3 Leitura dos otólitos	25
3.4 Análise estatística e validação	29
3.5 Retrocálculo	33
3.6 Mortalidade e rendimento relativo por recruta	37
4. DISCUSSÃO	41
5. CONCLUSÕES	50
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores de comprimento médio (L_{med}) por arte de pesca e os desvios padrão (s) de <i>G. brasiliensis</i>	23
Tabela 2. Análise de covariância do raio total e o comprimento total tendo o gênero como fator e interação de segunda ordem para <i>G. brasiliensis</i>	27
Tabela 3. Análise de covariância entre o comprimento do raio total e o comprimento total tendo o gênero como fator para <i>G. brasiliensis</i>	28
Tabela 4. Chave idade-comprimento para fêmeas de <i>G. brasiliensis</i>	31
Tabela 5. Chave idade-comprimento para machos de <i>G. brasiliensis</i>	31
Tabela 6. Distância entre os raios dos anéis para fêmeas (a) e machos (b) de <i>G. brasiliensis</i> e respectivos desvios padrões (s).....	32
Tabela 7. Representação para as fêmeas, dos valores dos comprimentos médios retrocalculados dos métodos SPH, BPH, FRASER Lee e, o comprimento total médio observado (L_t).....	34
Tabela 8. Representação para as machos, dos valores dos comprimentos médios retrocalculados dos métodos SPH, BPH, FRASER Lee e, o comprimento total médio observado (L_t).....	34
Tabela 9. Parâmetros da função de crescimento de von Bertalanffy para <i>G. brasiliensis</i> do sudeste e sul do Brasil.....	35
Tabela 10. Parâmetros de crescimento retrocalculados para a equação BPH, ajustados a partir do modelo não linear de von Bertalanffy para <i>G. brasiliensis</i> do sudeste e sul do Brasil.....	36
Tabela 11. Valores estimados para o índice de performance de crescimento (Φ') de <i>G. brasiliensis</i> do sudeste e sul do Brasil e de espécies taxonomicamente próximas	36
Tabela 12. Taxas instantâneas de mortalidade natural (M) para <i>G. brasiliensis</i> do sudeste e sul do Brasil por três métodos	37
Tabela 13. Taxas instantâneas de mortalidade total Z (ano^{-1}); desvio padrão $s_{(Z)}$; taxa de sobrevivência (S); taxa de mortalidade por pesca F_{atual} (ano^{-1}); taxa de exploração do recurso (E), rendimento relativo por recruta (Y'/R) e comprimento mínimo da estimativa ($L_{t_{min}}$) (mm) para <i>G. brasiliensis</i> do sudeste e sul do Brasil	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Exemplar juvenil de <i>G. brasiliensis</i>	02
Figura 2. Cápsula auditiva na região da cabeça de <i>G. brasiliensis</i>	11
Figura 3. Retirada dos otólitos da cápsula auditiva de <i>G. brasiliensis</i>	11
Figura 4. Otólitos inteiros de <i>G. brasiliensis</i>	12
Figura 5. Corte transversal de otólito.....	14
Figura 6. Relação peso-comprimento para fêmeas e para machos de <i>G. brasiliensis</i>	24
Figura 7. Distribuição de comprimento total dos otólitos (direito e esquerdo) para gêneros agrupados de <i>G. brasiliensis</i>	25
Figura 8. Par de otólitos <i>sagitta</i> (inteiros) de <i>G. brasiliensis</i>	26
Figura 9. Comparação leituras de otólitos de <i>G. brasiliensis</i>	27
Figura 10. Diagrama de dispersão entre comprimento total do peixe (L_t) e raio total do otólito (R_t) para machos e fêmeas de <i>G. brasiliensis</i>	28
Figura 11. Análise de tipo de borda para os dois gêneros de <i>G. brasiliensis</i> do sudeste e sul do Brasil.....	29
Figura 12. Valores do IM médio para <i>G. brasiliensis</i>	30
Figura 13. Distribuição dos comprimentos de raio médio (mm) para ambos os gêneros de <i>G. brasiliensis</i>	32
Figura 14. Comprimentos médios retrocalculados e comprimento médio total observado de <i>G. brasiliensis</i>	33
Figura 15. Curva de crescimento de von Bertalanffy para machos e fêmeas de <i>G. brasiliensis</i>	35
Figura 16. Valores de rendimento relativo por recruta (Y'/R) segundo a taxa de mortalidade por pesca (F_{atual}), indicam o comprimento de primeira captura para ambos os gêneros de <i>G. brasiliensis</i>	38
Figura 17. Valores de rendimento relativo por recruta (Y'/R) segundo o comprimento de primeira captura (L_{ci}) indicam mortalidade por pesca para ambos os gêneros de <i>G. brasiliensis</i>	39

Figura 18. Valores de biomassa relativa por recruta (B'/R) segundo a taxa de mortalidade por pesca (F_{atual}), indicam os comprimentos máximos e mínimos de primeira captura para ambos os gêneros de *G.brasiliensis*39

Figura 19. Valores de biomassa relativa por recruta (B'/R) segundo o comprimento de primeira captura (L_{ci}) indicam mortalidade por pesca para ambos os gêneros de *G.brasiliensis* 40

Resumo

O congro-rosa *Genypterus brasiliensis* (REGAN, 1903), espécie demersal capturada entre 50 e 510 metros de profundidade, foi estudado para estimativa dos parâmetros de crescimento, idade e mortalidade a partir de coleta de dados de exemplares advindos de cruzeiros científicos com espinhel de fundo e comercial de arrasto de portas. Os comprimentos e as massas médias registradas dos desembarques ($n=724$) foram estatisticamente distintos em cada frota ($p < 0,001$), sendo maiores no espinhel de fundo. A relação massa-comprimento foi estimada para cada gênero em separado: sendo para fêmeas ($Wt = 4 \times 10^{-7} L_t^{3,3799}$; $r^2 = 0,97$; $n = 262$; $s_a=3,37$; $s_b=0,033$; $p < 0,001$) e para machos ($Wt = 4 \times 10^{-7} L_t^{3,3886}$; $r^2 = 0,95$; $n = 190$; $s_a=0,28$; $s_b=0,004$; $p < 0,001$). Os otólitos foram cortados transversalmente, realizadas duas a três leituras e comparadas segundo teste de precisão que indicou consistência para ambos os gêneros, com erro percentual médio de 2% e coeficiente de variação 4,2%. A taxa de crescimento mostrou-se diferente entre os gêneros ($p=0,05$; $r^2=0,889$; $n=153$), com idades entre 2 e 13 anos para as fêmeas, 1 e 11 anos para os machos. A formação do anel se inicia na primavera e completaria um ano no inverno. A espécie possui período anual de reprodução e de crescimento em estações do ano distintas. O retrocálculo estimado pela hipótese do corpo proporcional (BPH) foi utilizado para obter os parâmetros de crescimento de Von Bertalanffy para machos $L_t = 983,07 (1 - e^{-0,155(t + 0,236)})$ e para fêmeas $L_t = 1452,38 (1 - e^{-0,0996(t + 0,2757)})$. A longevidade foi estimada em 19 anos para machos e 29,7 anos para fêmeas. O estimador de performance de crescimento (Φ') estimado foi de 3,320 para fêmeas e 3,175 para machos, semelhante a espécies congêneres. A taxa instantânea de mortalidade natural (M) foi estimada em 0,10/ano para fêmeas e em 0,15/ano para machos, com a mortalidade total (Z) de 0,49/ano para fêmeas e de 0,33/ano para machos, e a mortalidade por pesca (F_{atual}) de 0,34/ano para fêmeas e 0,23/ano para machos. A taxa de sobrevivência (S) de 0,60/ano para fêmeas e de 0,71/ano para machos. A taxa de exploração do recurso (E) foi considerada alta, sendo estimada em 0,69/ano para ambos os gêneros. Considerando os parâmetros citados anteriormente, foi estimado rendimento relativo por recruta (Y'/R) de 0,02 g para fêmeas e de 0,10 g para machos.

Palavras-chave: *Genypterus brasiliensis*, pesca demersal, crescimento, idade, mortalidade, Brasil.

Abstract

The pink-cusk eel *Genypterus brasiliensis* (REGAN, 1903), a groundfish species caught between 50 and 510 meters depth, was studied to be evaluated the population structure and to estimate the growth and age parameters through data collected into scientific longline and commercial otter-trawl fisheries cruises. The average lengths and masses ($n=724$) was statistically different in which fleet ($p<0.001$), being higher in the longline fisheries. The mass-length relationship was estimated for each sex, for females: $Wt=4 \times 10^{-7} L_t^{3.3799}$; $r^2=0.97$; $n=262$; $s_a=3.370$; $s_b=0.033$; $p<0.001$, and for males: $Wt=4 \times 10^{-7} L_t^{3.3886}$; $r^2=0.95$; $n=190$; $s_a=0.280$; $s_b=0.004$; $p<0.001$. The otoliths were transversally cutted, then submitted to two or three readings and compared indicating consistence for both sexes, with an average percent error of 2% and coefficient of variance of 4,2%. The growth was statistically different between sexes ($p =0.05$; $r^2=0.889$; $n=153$), with ages between 2 to 13 years for females, 1 to 11 years for males. The ring formation begins in spring and finishes in winter. The species has annual reproduction and growth periods in different moments. The back-calculation was estimated by the body proportional hypothesis (BPH) used to obtain the parameters of von Bertalanffy expression for males $L_t=983.07(1-e^{-0.155(t+0.236)})$ and for females $L_t=1452.38(1-e^{-0.0996(t+0.2757)})$. The longevity was estimated in 19 years for females and in 29.7 years for females. The growth performance estimator (Φ') obtained was 3.320 for females and 3.175 for males, similar to the other species of the genus. The natural mortality rate (M) was 0.10/year (females) and 0.15/year (males), and the total mortality rate (Z) was 0.49/year and 0.33/year, respectively. The fishery mortality rate (F) was 0.34/year for females and 0.23/year for males, and survival rate (S) was 0.60/year and 0.71/year, respectively. The exploitation rate (E) was considered high (0.69/year for both sexes). Considering those parameters, the relative yield-per-recruit (Y/R) was estimated as 0.02 g for females and 0.10 g for males.

Key-words: *Genypterus brasiliensis*, groundfishes fisheries, growth, age, mortality, Brazil.

1. INTRODUÇÃO

Os recursos pesqueiros vêm sendo explorados desde os primórdios da humanidade (GUERRA e SANCHEZ, 1998). Os produtos pesqueiros são responsáveis por uma parcela importante dentre as fontes de proteína animal para o consumo humano (DIAS-NETO e DORNELLES, 1996) e, portanto, fundamentais também enquanto componentes na contribuição de alimentação e geração de emprego na sociedade (CADIMA, 2000).

Porém, a pesca mundial vem passando por uma crise significativa, na qual cerca de 75% dos seus principais recursos encontram-se sobreexplorados, esgotados ou se recuperando de tal nível de utilização (FAO, 1997). No Brasil, segundo Dias-Neto e Dornelles (*apud* DIAS-NETO, 2002), a situação é ainda mais grave considerando que 80% dos recursos das principais pescarias se encontram sobreexplorados, o que leva a uma diminuição das populações de recursos pesqueiros, trazendo prejuízos ambientais, econômicos e sociais.

Nas últimas décadas, a importância da pesca como atividade econômica e social cresceu consideravelmente, destacando-se como atividade principal em algumas comunidades, regiões e países, conforme indicam Aragão e Dias-Neto (*apud* DIAS-NETO, 2002). As causas para o estado de comprometimento dos principais recursos seriam oriundas de políticas inadequadas, associadas ao imediatismo de parte do setor produtivo, do insuficiente e inadequado envolvimento dos segmentos sociais diretamente envolvidos e da aparente incapacidade do Estado, em promover a reversão desse quadro. A gestão adequada para o uso sustentável dos recursos pesqueiros requer, dos tomadores de decisão, o suporte de conhecimentos básicos (características e conceitos fundamentais) sobre os recursos pesqueiros, o meio ambiente onde ocorrem e o processo de gestão em si (GULLAND, 1983; PAULY, 1984; KING, 1995; SPARRE e VENEMA, 1998; CADIMA, 2000; DIAS-NETO, 2002).

DIAS *et al.* (1998) afirmam que o estudo sobre a biologia dos peixes possibilita o entendimento dos mecanismos que envolvem a perpetuação e modificação dos recursos, das espécies e de ambientes, em um sistema ou área, auxiliando a administração das pescarias e subsidiando o

desenvolvimento na aqüicultura. Assim, pode-se afirmar que as características biológicas constituem a base fundamental para a conservação e gestão dos recursos pesqueiros (CADIMA, 2000).

1.1 A espécie *Genypterus brasiliensis*

O congro-rosa *Genypterus brasiliensis* (REGAN, 1903) é uma espécie demersal da Ordem Ophidiiformes, Família Ophidiidae e Sub-Família Ophidiinae, que se distribui no Atlântico Sul ocidental em águas tropicais, na costa do Brasil, desde o Rio de Janeiro até o extremo sul do país. Também está presente em águas do Uruguai e ao norte da Argentina, em época em que as águas quentes avançam mais para o sul (FIGUEIREDO e MENEZES, 1978, MENEZES *et al.* 2003).

No Brasil é capturado entre 50 e 510 metros de profundidade a partir do Espírito Santo (FROTA *et al.*, 2004), no Rio de Janeiro e em São Paulo (TUTUI *et al.*, 2000; ÁVILA-DA-SILVA *et al.*, 2001), em Santa Catarina (SEVERINO-RODRIGUES *et al.*, 2007), e no Rio Grande do Sul (HAIMOVICI *et al.*, 1994; HAIMOVICI e VELASCO, 2001), sendo conhecida vulgarmente como congro-rosa ou abadejo liso (Figura 1). Possui elevado valor econômico, constituindo importante recurso pesqueiro no litoral sudeste e sul do Brasil (HAIMOVICI *et al.* 1994; TOMÁS, 1996; HAIMOVICI, 1998). Em São Paulo foram relatados valores de primeira venda de até R\$ 12,00/kg, a depender do tamanho (ELEUTÉRIO e TOMÁS, em preparação).

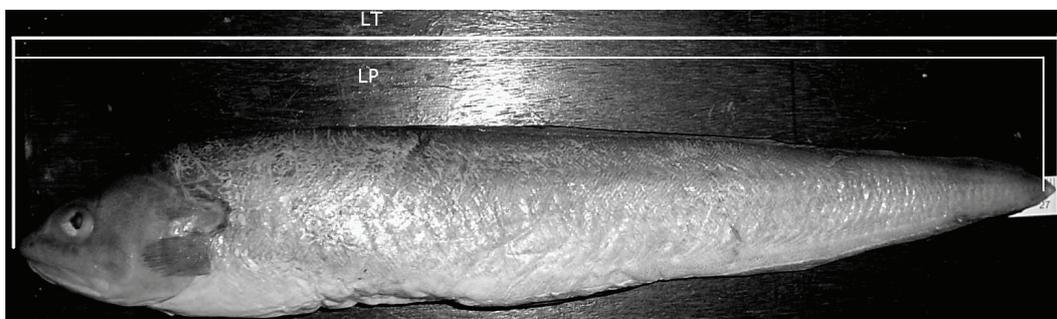


Figura 1. Exemplar juvenil de *G. brasiliensis* Regan, 1903 (Ophidiiformes, Ophidiidae), com comprimento total de 274 mm e comprimento padrão de 269 mm, capturado na pesca de parelhas. !

Os juvenis podem ser confundidos com o falso congro-rosa, *Ophidion holbrooki* (PUTNAN, 1874), embora *G. brasiliensis* se distinga das demais espécies da família existentes no Brasil pela cor rósea sem manchas, corpo cilíndrico com nadadeiras pélvicas localizadas na região gular em forma de barbilhão (dois pares), nadadeiras dorsal e anal longas e unidas a uma curta nadadeira caudal, de cores claras e sem margens negras (FIGUEIREDO e MENEZES, 1978).

Até o momento, o maior comprimento total registrado para a espécie foi de 147 cm (HAIMOVICI e VELASCO, 2001) e o cherne-poveiro *Polyprion americanus* foi considerado seu principal predador (PERES e HAIMOVICI, 2003).

As informações de *G. brasiliensis* são escassas na literatura e relacionadas à anatomia comparada da região cefálica com outras duas espécies da mesma família (CARVALHO e FIGUEIREDO, 1997), ao parasitismo (ALVES *et al.*, 2002), ou a sua ocorrência nas capturas (acompanhante ou acidental) das pescarias demersais (HAIMOVICI *et al.*, 1994; HAIMOVICI *et al.*, 1996; TOMÁS, 1996; TUTUI *et al.*, 2000; GRAÇA-LOPES *et al.*, 2000; GRAÇA-LOPES *et al.*, 2002; HAIMOVICI e VELASCO, 2001; BERNARDES *et al.*, 2005; SEVERINO-RODRIGUES *et al.*, 2007), apesar de sua importância como recurso alimentício no Sudeste e Sul do Brasil (HAIMOVICI *et al.*, 1994).

Recurso demersal de plataforma externa e talude (MARTINS *et al.*, 2005), esta espécie é objeto da pesca de profundidade do sul do Brasil desde a década de 90 (HAIMOVICI, 1997). Ainda assim, são poucas as informações disponíveis sobre a variação em sua captura no Brasil e as que existem merecem ser re-analisadas, pois HAIMOVICI e VELASCO (2001) apontam diminuição de rendimento nas capturas; já VOOREN *et al.* (1988), HAIMOVICI *et al.* (1996) e HAIMOVICI (1998) indicam que a espécie possui baixa abundância. Mais recentemente, VELASCO (2007) registrou aumento de desembarques da espécie, sugerindo que seja em razão do esgotamento das espécies comumente capturadas.

A área de estudo compreendeu a margem continental e a parte superior do talude do sudeste e sul do Brasil, nas isóbatas entre 100 e 500 m de profundidade, entre Cabo Frio (RJ) (22°00'S) e Rio Grande do Sul (RS) (34°40'S), marcada pela transição entre ambientes tropicais e subtropicais, como a passagem de Águas Tropicais da Corrente do Brasil (AT, temperatura >20°C) sob ambientes subtropicais os quais prevalecem às massas d'água denominadas de Água Central do Atlântico Sul (ACAS, temperatura de 6°C a 20°C). Esse fator favorece a produção primária fertilizando o ambiente marinho e possibilitando maior abundância de pescado (HAIMOVICI *et al.*, 1994; HAIMOVICI *et al.*, 1996).

1.2 Espécies Congêneres

O gênero *Genypterus* ainda engloba outras quatro espécies que ocorrem ao sul dos oceanos Atlântico (*G. capensis*), Índico e Pacífico (*G. tigerinus*, *G. chilensis* e *G. blacodes*), que são relativamente mais bem estudadas, sendo as de interesse pesqueiro:

- *G. capensis*, ocorrente na África do Sul, com OLIVAR e SEBASTES (1989) descrevendo seu desenvolvimento larval e confirmando estudos anteriores (PAYNE, 1977, 1985; JAPP, 1989) que indicavam o fim de inverno e o início do verão como os principais períodos de desova; MACPHERSON (1983) estudou a sua alimentação definindo-a como predador noturno com seletividade alimentar; GRANT e LESLIE (2005) analisaram a estrutura de população, demonstrando uma única matriz genética dessa região.
- *G. blacodes*, ocorrente a partir do Uruguai para o sul do continente (35°S e 55°S) (CORDO, 2004) nas profundidades de 45 e 350 m (RENZI, 1986); seu corpo é irregularmente manchado de marrom (FIGUEIREDO e MENEZES, 1978; COUSSEAU e PERROTA, 1998); Diaz-de-Astarola e Figueroa (*apud* CORDO, 2004) relatam a coexistência desta e de *G. brasiliensis* na costa da Argentina, onde é capturada como fauna acompanhante na pesca da merluza

Merluccius hubbsi (VILLARINO, 1997, 1998); MACHINANDIARENA *et al.* (1998) concluíram que tem desova parcial durante o mês de janeiro; WÖHLER *et al.* (1999) estimaram o comprimento de primeira maturação gonadal, pela observação macroscópica das gônadas, em 72 cm (machos) e 75,8 cm (fêmeas); CORDO *et al.* (1999) estimaram esse valor em 70,8 cm, correspondente a idade de 4,7 anos, a partir de estudos histológicos dos ovários; WITHELL e WANKOWSKI (1989) estimaram em 21 anos a longevidade da espécie; SMITH e PAULIN (2003) confirmaram que este táxon é geneticamente idêntico a *G. australis*; NYEGAARD *et al.* (2004) a avaliaram como predador seletivo com preferências por lulas; COLMAN (1995) analisando a variação morfométrica da espécie, concluiu haver diferenças entre as populações na Nova Zelândia.

1.3 Estudos de crescimento e idade

As estimativas dos parâmetros da curva de crescimento de Von Bertalanffy de espécies ou de populações ícticas são de importância fundamental, não apenas para o entendimento de eventos de seus ciclos de vida e aspectos comportamentais, como também na administração e no manejo de recursos pesqueiros, indispensáveis na estimativa da produção potencial (BEVERTON e HOLT, 1957; GULLAND, 1983; LIZAMA e VAZZOLER, 1993).

Os métodos para estudos do crescimento podem ser divididos em dois tipos: indireto e direto. O primeiro utiliza distribuições de frequência de comprimento ou de massa, que permitem acompanhar a progressão das modas dessas distribuições (PAULY, 1984; PAULY e GAYANILO, 1996; SPARRE e VENEMA, 1998) e o segundo, utiliza estruturas de aposição como otólitos, escamas e vértebras onde se podem visualizar linhas de crescimento (BAGENAL e TESCH, 1978; MORALES-NIN, 1985).

O estudo de crescimento por métodos dito diretos implica na determinação do tamanho do corpo em função da idade e analisam-se dados obtidos via contagem de anéis anuais em partes duras, como escamas e otólitos, objetivando a composição de idades (SPARRE e VENEMA, 1998).

As estimativas de idade obtidas a partir da contagem de anéis anuais de crescimento em estruturas duras (por exemplo, os otólitos), são requisitos básicos para a obtenção das taxas de crescimento e de mortalidade natural, das idades individuais, de primeira maturação e de recrutamento, da longevidade da espécie, da produção e da abundância de um estoque pesqueiro (BAGENAL e TESCH, 1978; ICSEAF, 1983; WEATHERLEY e GILL, 1987; ISSAC-NAHUM, 1989; KING, 1995; SPARRE e VENEMA, 1998; VELASCO, 1998; JENNINGS *et al.*, 2001; LEITE *et al.*, 2005), informações essenciais para proposição do gerenciamento de um recurso pesqueiro.

Otólitos são estruturas rígidas de carbonato de cálcio situadas no ouvido interno dos peixes, distribuídas em três pares: *sagitta*, *asteriscus* e *lapillus* (SECOR *et al.*, 1991). Dentre as estruturas de aposição, o otólito é a mais utilizada por possuir algumas propriedades que a distingue de outras estruturas, como o crescimento contínuo que ocorre com algum isolamento do ambiente externo e sem reabsorção, de modo a permitir os registros do ambiente e do crescimento, preservados ao longo da vida do organismo (MORALES-NIN, 2000; CAMPANA e TORROLD, 2001).

O carbonato de cálcio é depositado de acordo com o desenvolvimento do organismo, formando duas zonas: hialina (menor deposição de carbonato de cálcio) e opaca (maior deposição de carbonato de cálcio), com diferentes taxas de deposição relacionadas à dependência das variações inter e intra-específicas que é função das condições ambientais e disponibilidade dos recursos alimentares (VAZZOLER, 1996). Estes são fatores que influenciam a fisiologia e as taxas de crescimento de um organismo (KING, 1995; GUERRA e SÁNCHEZ, 1998), de modo que os anéis de crescimento formados podem ser associados à idade do peixe (VAZZOLER, 1982; CASSELMAN, 1983; MORALES-NIN, 2000).

As propriedades cronológicas dos otólitos permitem seu uso nas estimativas da idade e de crescimento, tanto na escala anual como em escala diária (CAMPANA e TORROLD, 2001). Em todo estudo de determinação de idades se faz necessário estabelecer a periodicidade da formação de marcas de crescimento na estrutura escolhida, via estudos de validação que consistem em relacionar a formação de marcas a uma escala de tempo (ARAÚJO, 1999).

Dados biológicos básicos como os parâmetros reprodutivos, parâmetros de crescimento e as taxas de mortalidade são utilizados em diferentes modelos de dinâmica populacional empregados na avaliação do estado de exploração de recursos pesqueiros. O presente estudo é o primeiro realizado sobre a biologia dessa espécie em todo o mundo e, portanto, essencial para a avaliação do seu estoque e posterior uso na estimação de rendimento máximo sustentável, entre outras aplicações.

1.4 Objetivos

As questões levantadas anteriormente demonstram a necessidade e a urgência de estudos sobre a biologia da população de *G. brasiliensis* da costa sudeste e sul do Brasil. Sendo assim, os objetivos deste estudo foram:

- descrever o crescimento em peso e em comprimento,
- validar um método para determinação de idades em otólitos,
- estimar os parâmetros de crescimento do modelo de von Bertalanffy (1938),
- estimar as taxas instantâneas de mortalidade natural (M), total (Z) e por pesca (F),
- estimar a esperança de vida ($A_{0,95}$),
- estimar a taxa de exploração do recurso,
- estimar a taxa de sobrevivência, e
- estimar o rendimento máximo por recruta.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os exemplares de *Genypterus brasiliensis* deste estudo foram provenientes de capturas nas regiões sudeste e sul do Brasil, realizadas com espinhel-de-fundo e arrasto-duplo de fundo, entre os anos de 1994 a 2007. Abaixo são detalhados os procedimentos das amostragens.

2.1 Cruzeiros de Prospecção Científica Pesqueira com Espinhel de Fundo.

A pesca experimental que introduziu o espinhel de fundo no Estado de São Paulo foi realizada pelo N.Pq. *Orion* em cruzeiros entre Paranaguá (PR) e Cabo Frio (RJ), nos anos 1994 e 1995 atuando entre 100 e 600 m de profundidade (TUTUI *et al.*, 2000), forneceu as primeiras informações para este estudo. Informações complementares foram coletadas no Programa Revizee Score-Sul, advindas de capturas realizadas por cruzeiros executados pela embarcação comercial *Margus II* entre o Arroio Chuí (RS) e o Cabo de São Tomé (RJ), em profundidades entre 100 e 500 m em 1996 e 1997 (HAIMOVICI *et al.*, 2004).

Esses exemplares foram processados tendo seus otólitos extraídos e armazenados, junto com dados sobre gêneros, biometria, massa e local de captura, que foram gentilmente doados para realização deste trabalho.

2.2 Cruzeiros de Prospecção Científica Pesqueira de Arrasto de Fundo.

Também no contexto do Programa Revizee Score-Sul, foram realizados cruzeiros com o N.Pq. *Soloncy Moura* durante o inverno e a primavera de 2001, entre os Estados de Santa Catarina e São Paulo, em profundidades entre 100 e 600 m. Após a despesca, os exemplares foram congelados em câmara frigorífica (até -20°C) até o momento do processamento laboratorial.

2.3 Capturas da Frota Pesqueira de Arrasto de Portas do Município do Guarujá.

No período entre julho de 2003 e junho de 2004 foram realizadas amostragens e coletas periódicas diretamente de embarcações comerciais que estivessem descarregando no município de Guarujá (Estado de São Paulo) e, complementados numericamente com coletas esporádicas entre 2006 e 2007. Todos exemplares das coletas foram selecionados por tamanho (pequeno, médio e grande), considerando que na esteira de despesca ocorria a pré-seleção por tamanho de comercialização sendo acomodados em tabuleiros de aproximadamente 20 Kg.

A realização da pré-seleção possibilitou abranger toda a amplitude em tamanho de cada captura. Estes exemplares foram adquiridos com verbas próprias ou, eventualmente, doados pelos mestres das embarcações ou pelo armador proprietário das respectivas embarcações. Todos os exemplares foram embalados em sacos plásticos resistentes, etiquetados e encaminhados ao laboratório do Instituto de Pesca, em Santos (SP), onde foram congelados em *freezer* ou câmara frigorífica (até -20°C) até o momento de processamento laboratorial.

No momento da descarga da frota comercial também foram obtidos dados de comprimento e de peso de um maior número de exemplares (além dos coletados), e informações sobre a pesca (número de lances, dias de pesca, condições meteorológicas, etc.) em entrevistas com os respectivos mestres.

2.4 Obtenções de dados para estudos biológicos

O total de 580 exemplares das amostras coletadas foram medidos em ictiômetro (precisão de 1 mm) para obter as medidas de comprimento total (*LT*) (distância da ponta do focinho ao término da nadadeira caudal) e, para obtenção e registro em peso total individual (*WT*) foi empregada uma balança digital (precisão de 0,01 g). Esses dados, somados aqueles obtidos no

momento da descarga foram avaliados estatisticamente quanto a eventuais diferenças, de acordo com a arte de pesca, a partir da aplicação de análise de covariância pelo programa SYSTAT (2000).

Estimou-se a relação entre comprimento total e massa total, obtida pela equação de potência:

$$W_t = aL_t^b$$

onde a e b são parâmetros a estimar da relação, L_t representa o comprimento e W_t representa o peso de qualquer indivíduo no tempo t . O ajuste foi feito pelo método não linear iterativo de mínimos quadrados (SYSTAT, 2000).

2.5 Idade e crescimento

A extração do par de otólitos *sagitta* foi realizada pela parte anterior de cada exemplar (item 2.2 e 2.3), realizando uma fratura nos ossos inferiores na região cefálica por via ventral utilizando um alicate de corte. Esses ossos estão ligados aos arcos branquiais na região imediatamente após os ossos pós-orbitais, também extraídos, de modo a expor o tecido de revestimento da cápsula auditiva, que foi seccionado com uma tesoura possibilitando sua visualização (Figura 2). O alicate foi novamente empregado para fracionar a parte infero-posterior da cápsula, favorecendo a retirada do par de otólitos com auxílio de uma pinça (Figura 3).

Na seqüência foram lavados em água, secos e devidamente identificados e armazenados em frascos plásticos de fechamento tipo *eppendorff* para posterior processamento (FAO, 1981; VAZZOLER, 1982).



Figura 2. Cápsula auditiva na região ventral da cabeça de *Genypterus brasiliensis* do Sudeste do Brasil.

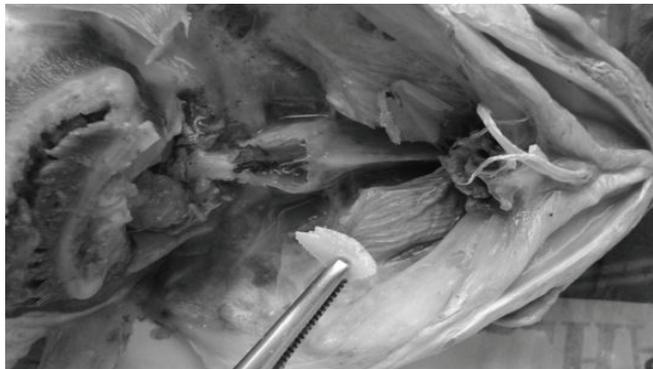


Figura 3. Visualização da retirada dos otólitos da cápsula auditiva de *Genypterus brasiliensis* durante amostragem deste estudo.

2.5.1 Preparação dos otólitos

Para a utilização dos otólitos como estrutura de aposição, os mesmos foram mensurados com paquímetro (precisão de 0,05 mm) no comprimento - L_o e altura - H_o individualmente, tanto o otólito direito como o esquerdo. Seu peso (W_{od} e W_{oe}) foi obtido em balança analítica (precisão de 0,001 g), seguindo metodologia descrita por PAWSON (1990). A averiguação da existência de diferença significativa estatisticamente entre os otólitos (direito e esquerdo), quanto ao comprimento e a altura, foi realizada por meio do teste de *Student* pareado (ZAR, 1999) para ambos os gêneros.

Foram selecionados aleatoriamente de três a cinco pares de otólitos inteiros por classe de comprimento para, sob ação de luz transmitida ou refletida, observar em fundo escuro ou claro, a possibilidade de visualização dos anéis de crescimento. Contudo, face às dificuldades encontradas para visualizar anéis de crescimento, foi escolhida a técnica do corte transversal do otólito na região do eixo de altura, na esperança de eliminar eventuais problemas relativos à caracterização da região nuclear e suas adjacências, tal como a borda/

Na estimativa de idades foram selecionados 263 otólitos que representaram ambos os gêneros e classes de comprimento, sendo os otólitos direito de cada exemplar marcados a lápis na face lateral externa no eixo de altura (Figura 4) e, em seguida, incluídos em resina de poliéster. Após endurecimento, foram cortados em disco diamantado de 0,3 mm de espessura, empregando serra metalográfica de baixa rotação (Isomet[®], Buelher). Na impossibilidade de utilizar o otólito direito devido à quebra na manipulação ou má formação, este foi substituído pelo esquerdo.

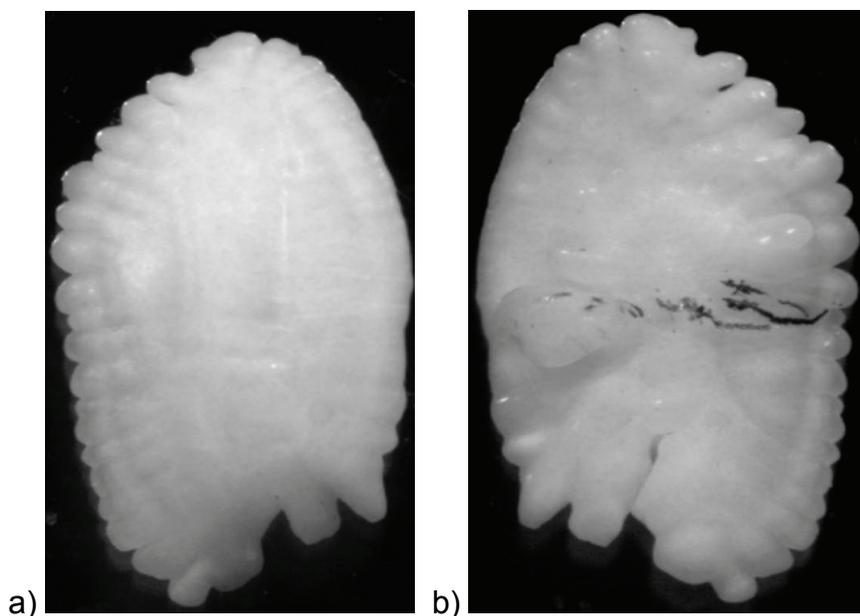


Figura 4. Otólitos inteiros de *G. brasiliensis* com iluminação direta e fundo preto. Aumento de 1.6×10 da ocular. a) face lateral interna; b) face lateral externa, detalhe da região nuclear marcada com grafite no eixo da altura.

De cada otólito foram retirados de dois a três cortes transversais com espessura aproximada de 0,3 mm e imersos em água dentro de uma placa de Petri para limpeza prévia, em seguida foram analisados em um estereomicroscópio sob luz transmitida, segundo técnica descrita em ICSEAF (1983), e aumento de 25 vezes. Acoplado a ocular do estereomicroscópio havia uma câmera fotográfica LEICA DC100, conectada a um monitor de vídeo colorido (resolução de 1146 DPI) permitindo examiná-los por um sistema analisador de imagens e selecionar o corte mais representativo do desenvolvimento do crescimento.

Na seqüência à seleção, os cortes foram montados sobre lâminas de vidro, imersos em bálsamo do Canadá e cobertos com lamínulas. Todas as lâminas, com seus respectivos cortes selecionados foram fotografadas (aumento de 16X) para posterior leitura e identificação dos anéis de crescimento com um sistema de análise de imagens com câmera e monitor para visualização.

2.5.2 Leitura dos otólitos

Para a familiarização na interpretação dos anéis de crescimento foi necessário realizar uma leitura prévia dos otólitos aleatoriamente escolhidos quanto ao gênero. Essa primeira leitura foi descartada, servindo unicamente para treinamento. Contudo, foram consideradas a nitidez dos anéis, o padrão de formação, a presença de anéis intermediários e a duplicidade de anéis, além de ter seus valores de comprimento total conhecidos. Desta forma, foi possível identificar anéis (bandas) de crescimento opaco e hialino depositados alternadamente. As idades foram atribuídas com base na contagem do número de transições entre os anéis hialinos e opacos (TURNER, 1986; BECKMAN e WILSON, 1995). Assim, um anel de crescimento completo foi definido como sendo o conjunto de um anel opaco e um anel hialino, até o final deste, consecutivos e nítidos a partir do núcleo, observado quase que em todo o contorno do otólito.

Os anéis foram contados de modo independente, pelo mesmo leitor, utilizando o eixo *a* e, para confirmação foi empregado o eixo *b* (Figura 5). Entre as leituras foi considerado um intervalo mínimo de tempo de um mês, ignorando o conhecimento de seus respectivos comprimentos e gêneros de modo a padronizar os critérios de interpretação das marcas, seguindo os princípios dos experimentos duplamente cegos que ignoram dados referentes à amostra e a leituras anteriores (VIEIRA e HOFFMANN, 1989).

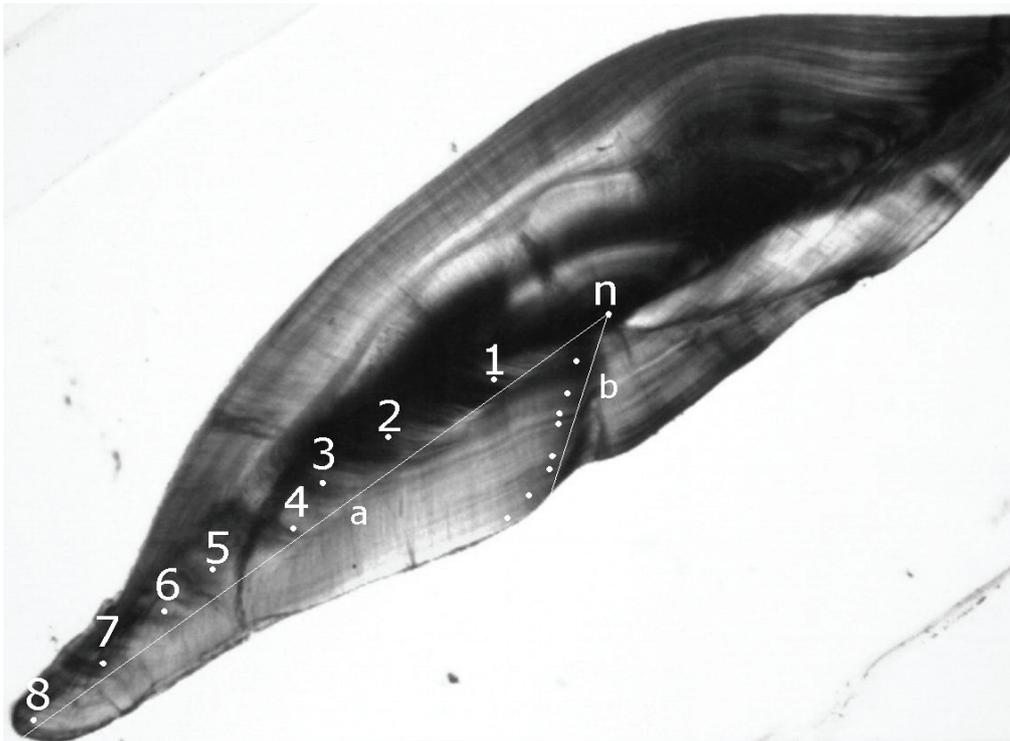


Figura 5. Corte transversal de otólito (0,3 mm de espessura) de uma fêmea de *Genypterus brasiliensis* com 946 mm de comprimento total e de 8 anos de idade, amostrada em outubro de 2002 no sul do Rio de Janeiro na isóbata de 300 m. Observado sob luz refletida e aumento de 1.6×10 da ocular.

Foram considerados legíveis os otólitos para os quais ocorreram pelo menos duas leituras iguais, e caso a contagem do número de anéis não fosse coincidente, realizou-se uma terceira leitura. Persistindo a incoerência, este otólito era rejeitado para as análises subsequentes.

As duas leituras realizadas foram comparadas quanto à acuidade e precisão, considerando as médias por bandas de crescimento (um anel opaco e um anel hialino) e seus respectivos erros padrões. Também para observar a precisão das leituras, o coeficiente de variação (CV%) (ZAR, 1999) foi calculado para os gêneros separadamente, além de efetuar o cálculo do Erro Percentual Médio (EPM) que mede os erros percentuais das leituras em relação a média da contagem dos anéis de crescimento. O EPM pode ser calculado para determinações de idade pelo mesmo leitor ou diferentes leitores e não necessariamente implica que as estimativas de idade são acuradas, mas somente relata a consistência entre as leituras (BEAMISH e FOURNIER, 1981). A combinação de métodos estatísticos e gráficos oferece uma forma eficiente para provar a consistência e precisão das contagens (CAMPANA, 2001).

$$CV = \frac{s}{X_j} * 100$$

onde:

s = desvio padrão;

X_j = a média de leitura do j -ésimo indivíduo;

j = qualquer indivíduo empregado no estudo.

$$EPM = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \left[\frac{1}{R} \sum_{i=1}^R \frac{|X_{ij} - \bar{X}_i|}{\bar{X}_i} \right] * 100$$

onde:

N = número de indivíduos;

j = j -ésimo indivíduo;

X_j = média das leituras para j -ésimo indivíduo;

X_{ij} = i -ésima estimativa de idade do j -ésimo indivíduo;

R = número de leituras comparadas.

Foram obtidas as distâncias do núcleo do otólito ao final de cada anel hialino e início de cada anel opaco (R_n), também, do núcleo ao final da borda (*i.e.*, raio total) dos otólitos considerados legíveis. As medidas foram tomadas com o auxílio do programa computacional “*Image Tool*” (UTHSCSA, 2008) e comparadas.

Para avaliar se, entre machos e fêmeas haveria semelhante na relação entre os comprimentos totais (LT) e os raios totais (R_t), foi utilizada a análise de covariância (ANCOVA) considerando o modelo linear, e como variável dependente, os raios totais (R_t). Nas análises seguintes, foi considerado o crescimento diferencial entre os gêneros.

2.5.3 Análise estatística e validação

Foi testada a leitura da borda (opaco ou hialino) considerando agrupamento nas quatro estações do ano (primavera – setembro, outubro e novembro; verão – dezembro, janeiro e fevereiro; outono – março, abril e maio; inverno – junho, julho e agosto). A validação do período de formação dos anéis de crescimento foi testada pela análise do incremento marginal (IM), que teve suas medianas interpretadas pela técnica gráfica de *box plot*, tendo os gêneros sido separados e os cálculos realizados segundo a equação de BAGENAL e TESCH (1978):

$$IM = (R_t - R_u) / (R_u - R_{u-1})$$

onde R_t representa o raio total, R_u o raio do último anel, e R_{u-1} o raio do penúltimo anel.

Para observar a ocorrência do IM os dados foram agrupados por estações do ano como descrito anteriormente, no teste de leitura da borda, e empregado o teste de Kruskal-Wallis (ZAR, 1999). A ocorrência de padrões de espaçamento entre os anéis para cada gênero e a relação da distância entre

cada raio e o anel, pela distribuição de freqüências dos raios nos anéis, foram testadas (LAI *et al.*, 1996).

A formação das marcas de crescimento avaliadas pelos valores médios mensais do incremento marginal pode estar relacionada a eventos sazonais do ciclo de vida e foram confrontadas com informações de reprodução obtidas por ELEUTÉRIO e TOMÁS (2004).

2.6 Retrocálculo

Segundo FRANCIS (1990), a aplicação do retrocálculo é indicada para a verificação da época de formação de cada anel etário por indivíduo e seus comprimentos médios por classe de idade, também para encontrar possíveis lacunas na leitura de idades nos otólitos. Os três modelos revistos por este autor foram testados:

- Fraser-Lee (BAGENAL e TESCH 1978), que utiliza a regressão entre o raio do otólito e o comprimento total do peixe, seguindo a expressão:

$$L_i = a + \frac{(L_t - a)}{R_t} R_i$$

onde L_i é comprimento total retrocalculado na época de formação do anel, L_t o comprimento total observado, R_t o raio total do otólito observado, a o intercepto da regressão linear entre o R_t e L_t , e R_i o raio do otólito na idade i ;

- Hipótese de Proporcionalidade da Estrutura (sigla em Inglês - SPH), que pressupõe que o raio do otólito seja função do comprimento total do corpo, seguindo a expressão:

$$L_i = -(a/b) + (L_t + a/b)(R_i / R_t)$$

- Hipótese de Proporcionalidade Corporal (sigla em Inglês - BPH) que pressupõe que o comprimento total do corpo seja função do raio do otólito, seguindo a expressão:

$$L_i = [(c + dR_i)/(c + dR_t)]L_t$$

onde o L_i é o i -ésimo do comprimento total retrocalculado do peixe em cada anel, a e b são constantes da regressão linear entre R_t e L_t , L_t é o comprimento total observado, R_i o raio de cada anel i , e R_t o raio total, com c e d as constantes da regressão linear entre R_t e L_t .

Buscando o melhor ajuste de retrocálculo, foi possível estimar os parâmetros da expressão de crescimento do modelo clássico de von Bertalanffy e construir a curva de crescimento para a espécie, além da tabela de comprimento médio por idade.

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-K(t-t_0)}]$$

sendo L_∞ o comprimento assintótico (comprimento que a espécie alcançaria se crescesse indefinidamente na forma prevista pelo modelo em questão), k a constante de crescimento, t_0 a idade teórica quando o organismo teria comprimento igual a zero; t é a idade e L_t o comprimento total do peixe na idade t (PAULY, 1984; MOREAU, 1987; VELASCO, 1998).

Foi empregada a rotina do programa SYSTAT (2000) de modo a obter as variâncias para estimativa dos parâmetros de crescimento K , L_∞ e t_0 pelo ajuste não linear das variáveis, utilizando métodos iterativos. As demais análises também foram realizadas com o programa supracitado.

O parâmetro Φ' é conhecido como um estimador de performance de crescimento que permite comparar o crescimento de espécies taxonômicas próximas de modo a estimar um dos parâmetros de crescimento a partir do outro (K ou L_∞) e de Φ' (PAULY e MUNRO, 1984; VELASCO e ODDONE, 2004; GAYANILO *et al.*, 2005). Para cada par de dados (K e L_∞) a partir da expressão de von Bertalanffy, foi calculado um Φ' para comparar com as

estimativas desses parâmetros aos de outras espécies disponíveis na literatura. A expressão do Φ' é dado por:

$$\phi' = \log(K) + 2 \log(L_{\infty})$$

A longevidade do estoque (t_{max}), que pela expressão de Taylor (*apud* SPARRE e VENEMA, 1998) pode ser assumida como a esperança de vida ($A_{0,95}$, estimada em anos), foi calculada segundo a expressão:

$$A_{0,95} = t_0 + (2,996 / K)$$

2.7 Mortalidade

O processo de mortalidade corresponde à diminuição da abundância de uma coorte ao longo do tempo (RICKER, 1975; GULLAND, 1983). Para estimar a taxa instantânea mortalidade natural (M) foram utilizados três modelos empíricos (SPARRE e VENEMA, 1998), de acordo as expressões abaixo:

ALAGARAJA:

$$M = -\ln(0,01) / A_{0,95}$$

TAYLOR:

$$M = 2,996 / A_{0,95}$$

PAULY :

$$M = -0,0152 - 0,279 * \log L_{\infty} + 0,6543 * \log K + 0,4634 * \log T$$

sendo T a temperatura média anual da água do local onde vive a espécie (PAULY, 1980). Admite-se, neste caso, os valores de 16°C, estimativa empregada por CASARINI (2006) e, arbitrariamente 20°C.

O rendimento máximo possível seria alcançado assumindo que toda a coorte seja capturada ao atingir um tamanho ótimo L_{top} (BEVERTON, 1992), o qual foi estimado segundo a equação:

$$L_{top} = L_{\infty} + \left[\frac{2,966}{3 + \frac{M}{k}} \right]$$

A taxa de mortalidade total (Z) foi calculada a partir de SSENTONGO e LARKIN (1973) e sua variância, segundo a expressão:

$$Z = n * \frac{k}{n + 1} * \left[\ln \frac{(L_{\infty} - L_{\min})}{(L_{\infty} - L_{\text{méd}})} \right]$$

e

$$Var(Z) = K^2 * (n * (n + 1))^{-2} * \left[\ln \frac{(L_{\infty} - L_{\min})}{(L_{\infty} - L_{\text{méd}})} \right]^{-2}$$

sendo n o tamanho da amostra; L_{\min} o menor comprimento na amostra, considerado como o limite inferior do primeiro intervalo de classes do comprimento padrão dos peixes representados nas capturas (KING, 1995); $L_{\text{méd}}$ o comprimento médio dos exemplares maiores que L_{\min} ; K a constante de crescimento (ano^{-1}) e L_{∞} o comprimento máximo teórico (mm) ou assintótico.

A taxa de sobrevivência a partir de:

$$S = e^{-Z}$$

A taxa instantânea de mortalidade por pesca (F) foi estimada pela relação:

$$F = Z - M$$

Assim, a taxa de exploração (E) foi estimada por:

$$E = F / Z$$

2.8 Recrutamento

Na análise de diferenças relativas de rendimento por recruta (Y/R) para diferentes valores de mortalidade por pesca (F) foi empregado o modelo relativo de rendimento por recruta de Beverton e Holt (*apud* SPARRE e VENEMA, 1998) que possibilita estimar o rendimento potencial do estoque em função da mortalidade por pesca e do comprimento de primeira captura (L_{ci}) e a resposta do rendimento por recruta a variações na pesca, avaliados em F e em L_{ci} , segundo SPARRE e VENEMA (*op cit.*). Dessa forma, o rendimento relativo por recruta (Y'/R) e a biomassa relativa por recruta (B'/R) podem ser estimados pelas expressões abaixo, segundo GAYANILO *et al.* (2005):

$$Y'/R = E * U^{M/K} * \left[1 - \frac{3 * U}{(1 + m)} + \frac{3 * U^2}{(1 + 2 * m)} - \frac{U^3}{(1 + 3 * m)} \right]$$

e

$$B'/R = (1 - E)(a/b)$$

onde:

$$U = 1 - (L_{ci} / L')$$

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

$$E = F / Z$$

$$a = 1 - (3U / 1 + m) + (3U^2 / 1 + 2m) - (U^3 / 1 + 3m)$$

$$b = 1 - (3U' / 1 + m') + (3U'^2 / 1 + 2m') - (U'^3 / 1 + 3m')$$

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

Esses modelos são de importância para a avaliação de estoques em pescas com poucas informações, ainda que seja exigido que a população esteja em equilíbrio (PITCHER, 1999).

3. RESULTADOS

3.1 Parâmetros de crescimento

As médias dos comprimentos e dos pesos dos exemplares coletados e registrados e dos que foram somente registrados nas fontes de dados (n=724) para cada arte de pesca, se mostraram estatisticamente distintos (ANCOVA: $p < 0,001$), sendo maiores no espinhel de fundo e menores na pesca de arrasto de portas (Tabela 1).

Os exemplares de *Genypterus brasiliensis* coletados entre os anos de 1994 e 2007 estavam distribuídos em 262 fêmeas, 190 machos e 128 outros não identificados. Foi estimada a relação peso-comprimento para machos e fêmeas aplicando a equação de potência (Figura 6), tendo as fêmeas apresentado curva leptocúrtica, com desvio à esquerda, em relação aos machos, mais platicúrtica.

Tabela 1. Comprimento médio (L_{med}) e respectivos desvios-padrão (s), amplitude e número amostral para *Genypterus brasiliensis* coletados para cada arte de pesca, no Sudeste do Brasil.

Parâmetro	Orion Espinhel de Fundo	Margus II Espinhel de Fundo	Soloncy Moura Arrasto de portas	Pesca comercial Arrasto de portas
L_{med} (mm)	720,6	737,5	550,1	503,6
$S(L_{med})$ (mm)	13,3	20,8	15,1	5,9
Amplitude (mm)	380 - 1100	498 - 1100	235 - 876	279 - 988
Num. amostral	170	49	80	425

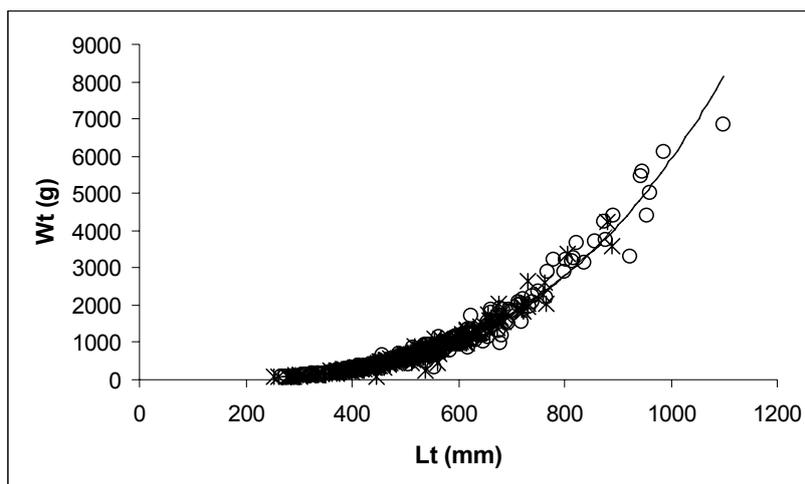


Figura 6. Relação peso-comprimento para fêmeas, representadas por círculos ($Wt=4 \times 10^{-7} Lt^{3,3799}$; $r^2 = 0,97$; $n = 262$; $s_a = 3,37$; $s_b = 0,033$; $p < 0,001$), e para machos, representados por asteriscos ($Wt=4 \times 10^{-7} Lt^{3,3886}$; $r^2 = 0,95$; $n = 190$; $s_a = 0,28$; $s_b = 0,004$; $p < 0,001$) de *G. brasiliensis* do sudeste e sul do Brasil no período entre 1994 e 2007, para arrasto de portas e espinhel.

3.2 Idade e crescimento

Nessa espécie, o par de otólitos *sagitta* é uma estrutura elíptica com a face interna convexa e parcialmente lisa, sendo possível observar duas linhas paralelas ao centro, região conhecida como *sulcus acusticus*. Já a face externa, se apresenta côncava e repleta de vilosidades a depender do tamanho e/ou idade do exemplar, ou seja, muita vilosidade nos indivíduos jovens e pouca nos indivíduos maduros, e praticamente lisos nos de maior porte (Figuras 4 a e b).

Do total coletado, 365 indivíduos de ambos os gêneros tiveram os otólitos (direito e esquerdo) medidos e avaliados num gráfico de distribuição que indicou a linearidade de suas respectivas medidas (Figura 7). O teste *t* de *Student* pareado (ZAR, 1999) não indicou diferença significativa ($p > 0,05$) entre o crescimento de ambos os lados do otólito, direito e esquerdo. Deste modo, se adotou o otólito direito para dar seqüência aos procedimentos de

análise, sendo substituído pelo esquerdo quando necessário (i.e. quebrado ou má formação).

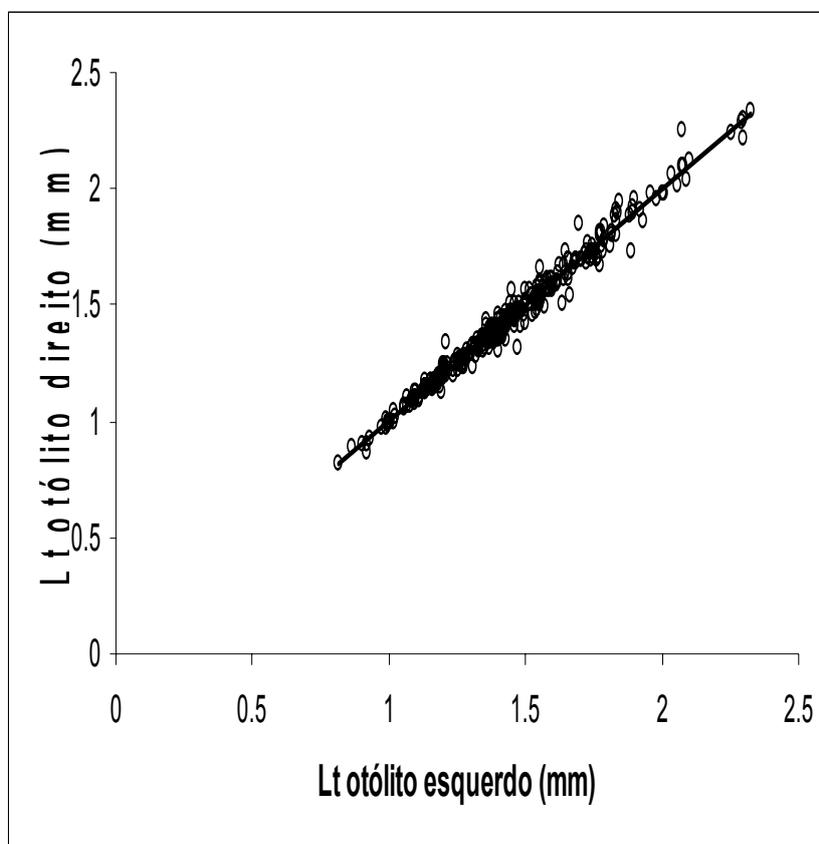


Figura 7. Distribuição de comprimento total dos otólitos (direito e esquerdo) para gêneros agrupados de *G. brasiliensis*.

$$L_{tOD} = 0,0049 + 0,9951L_{tOE} \quad (r^2 = 0,982; n = 365, p = 0,25).$$

3.3 Leitura dos otólitos

A tentativa de leitura do otólito inteiro no estereomicroscópio (Figura 8) foi considerada possível em indivíduos de três e quatro anos de idade (i.e., com 3 ou 4 anéis). Contudo, observou-se sobreposição de anéis de crescimento e descontinuidade dos mesmos, além de possíveis falsos anéis. Portanto, essa técnica não foi aceita para o presente estudo.

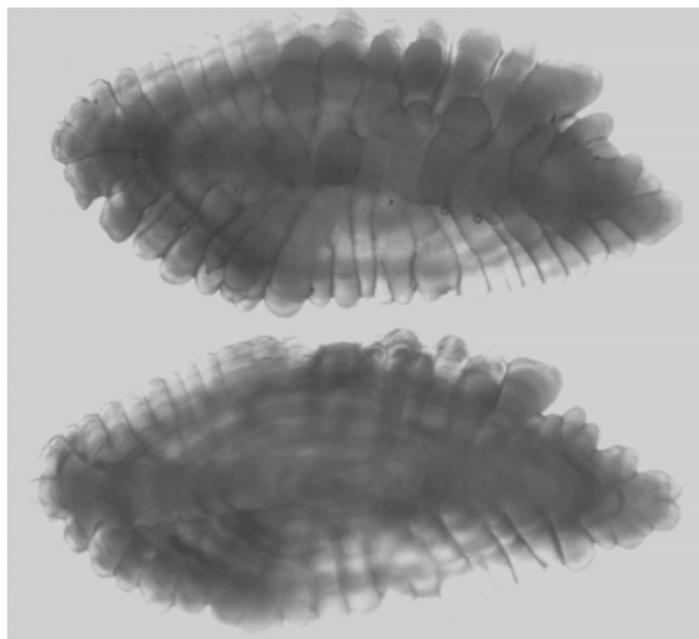


Figura 8. Par de otólitos *sagitta* (inteiros) de *G. brasiliensis* observados sob luz refletida e fundo transparente. Aumento de 1.6×10 da ocular.

Após os otólitos serem cortados, foram obtidas 263 imagens de otólitos diferentes. Destas, 153 (102 fêmeas e 51 machos) foram consideradas legíveis por apresentarem coincidência entre duas ou mais leituras realizadas independentemente. Os demais otólitos foram excluídos das análises. A comparação de precisão entre as leituras indicou consistência para os anéis de ambos os gêneros, exceto para os anéis 1, 8 e 10 (Figura 9). Foram obtidos valores aceitáveis do coeficiente de variação (CV) de 4,2%, e do erro percentual médio (EPM) de 2%, confirmando o quadro anterior de comparação de precisão de leitura.

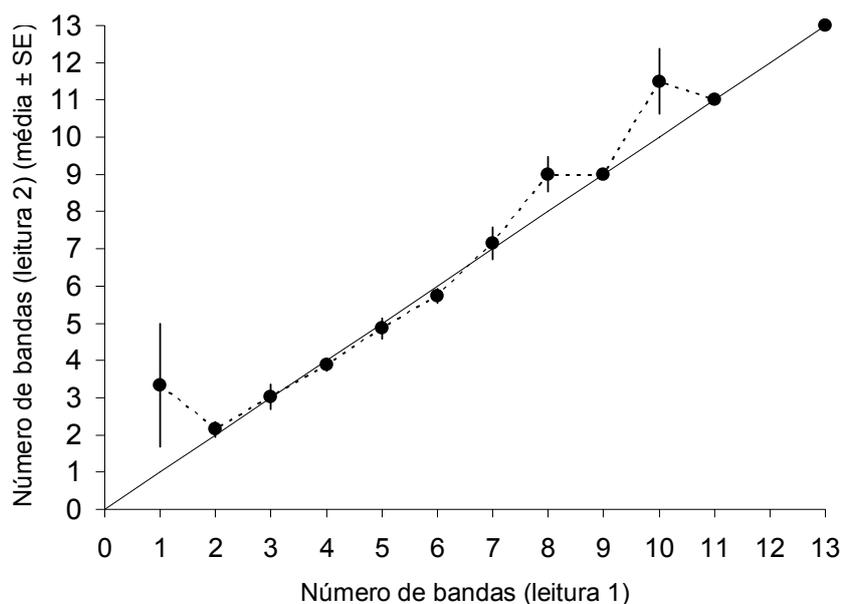


Figura 9. Comparação entre as duas leituras de otólitos de *G. brasiliensis* (os pontos representam as médias por bandas de crescimento e as barras seus respectivos erros padrões).

A análise de covariância não identificou diferença significativa ($p > 0,05$) (Tabela 2) entre a interação do raio total (R_t) e o gênero. Dessa forma, a interação foi excluída do modelo (Tabela 3) assumindo diferença estatisticamente significativa entre os gêneros ($p=0,05$). A relação linear existente entre o raio do otólito e o respectivo comprimento total do peixe pode ser observada na figura 10.

Tabela 2. Análise de covariância entre o comprimento do raio total e o comprimento total tendo o gênero como fator e interação de segunda ordem para *G. brasiliensis* (FV Fator de variância; SQ soma dos quadrados; gl grau de liberdade; MSQ média da soma dos quadrados; G gênero; R_t raio total), n: 153; r^2 : 0,889.

FV	SQ	gl	MSQ	F	P
G	31,224	1	31,224	0,011	0,916
R_t	2.750.688,207	1	2.750.688,207	978,567	0,000
G x R_t	462,144	1	462,144	0,164	0,686
Erro	418.829,507	149	2.810,936		

Tabela 3. Análise de covariância entre o comprimento do raio total e o comprimento total tendo o gênero como fator para *G. brasiliensis* (FV Fator de variância; SQ soma dos quadrados; gl grau de liberdade; MSQ média da soma dos quadrados; G gênero; Rt raio total); n = 153; $r^2 = 0,889$.

FV	SQ	GI	MSQ	F	P
G	10906,522	1	10906,522	3,902	0,050
Rt	3238856,672	1	3238856,672	1158,689	0,000
Erro	419291,652	150	2795,278		

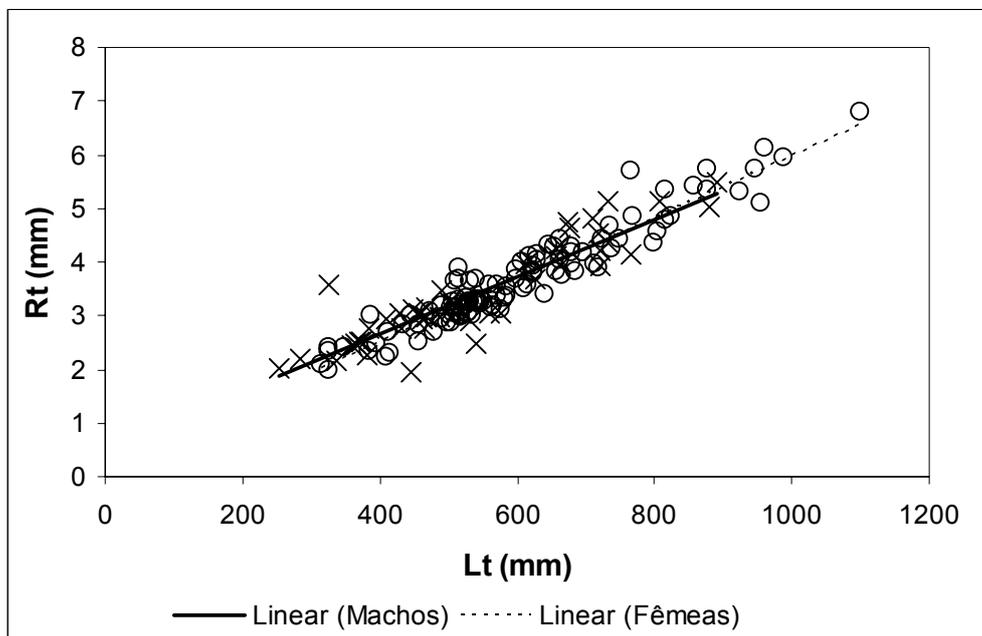


Figura 10. Diagrama de dispersão entre comprimento total do peixe (L_t) e raio total do otólito (R_t) para machos (asteriscos) e fêmeas (círculos) de *G. brasiliensis* do Sudeste e Sul do Brasil:

$$L_{t\♂} = 13,792 + 154,28 R_t \quad (r^2 = 0,827)$$

$$L_{t\♀} = 17,617 + 158,33 R_t \quad (r^2 = 0,913)$$

3.4 Análise estatística e validação

A análise da variação mensal das porcentagens de bordas opacas e hialinas indicou dois picos de deposição de carbonato de cálcio, um no outono e outro no inverno (Figura 11). A análise pode ter sido prejudicada se considerada a falta de amostras no verão (dezembro e janeiro).

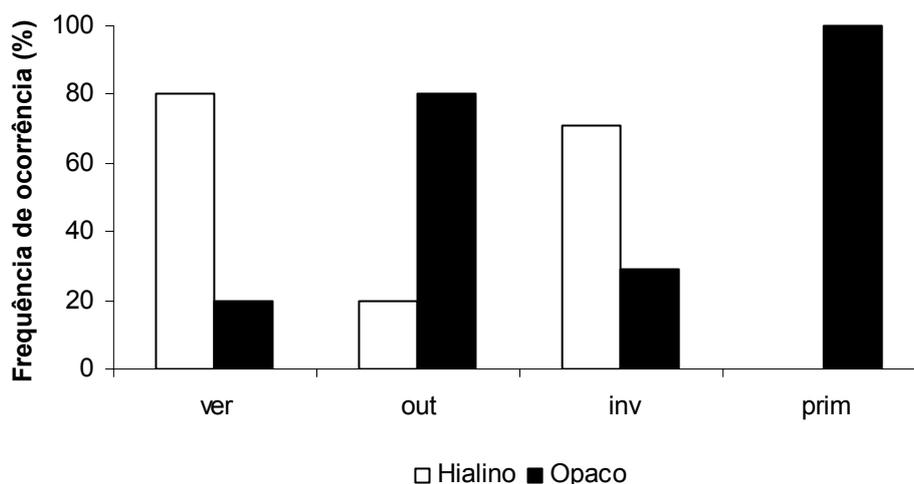


Figura 11. Análise de tipo de borda para os dois gêneros de *G.brasiliensis* do sudeste e sul do Brasil.

O teste de borda indicou dois picos opacos por ano, ou um por semestre, este resultado difere daquele obtido pelo método do incremento marginal (*IM*), que também não apresentou resultados precisos, mas constatou tendências de deposição de incremento a partir do verão, com picos no inverno e decaimento na primavera (Figura 12). Embora os testes de validação tenham apresentado resultados imprecisos, os dados não apresentaram variações estatisticamente significativas, nem para todas as idades, de 1 a 13 anos (Kruskal-Wallis: $p=0,430$), nem para as idades mais expressivas, de 5 a 8 anos (Kruskal-Wallis: $p=0,217$).

Mesmo com resultados dos testes de validação aplicados tenham sido pouco precisos, eles permitem ter uma idéia da época de formação dos anéis, assumindo o período de 12 meses como um ciclo de crescimento completo.

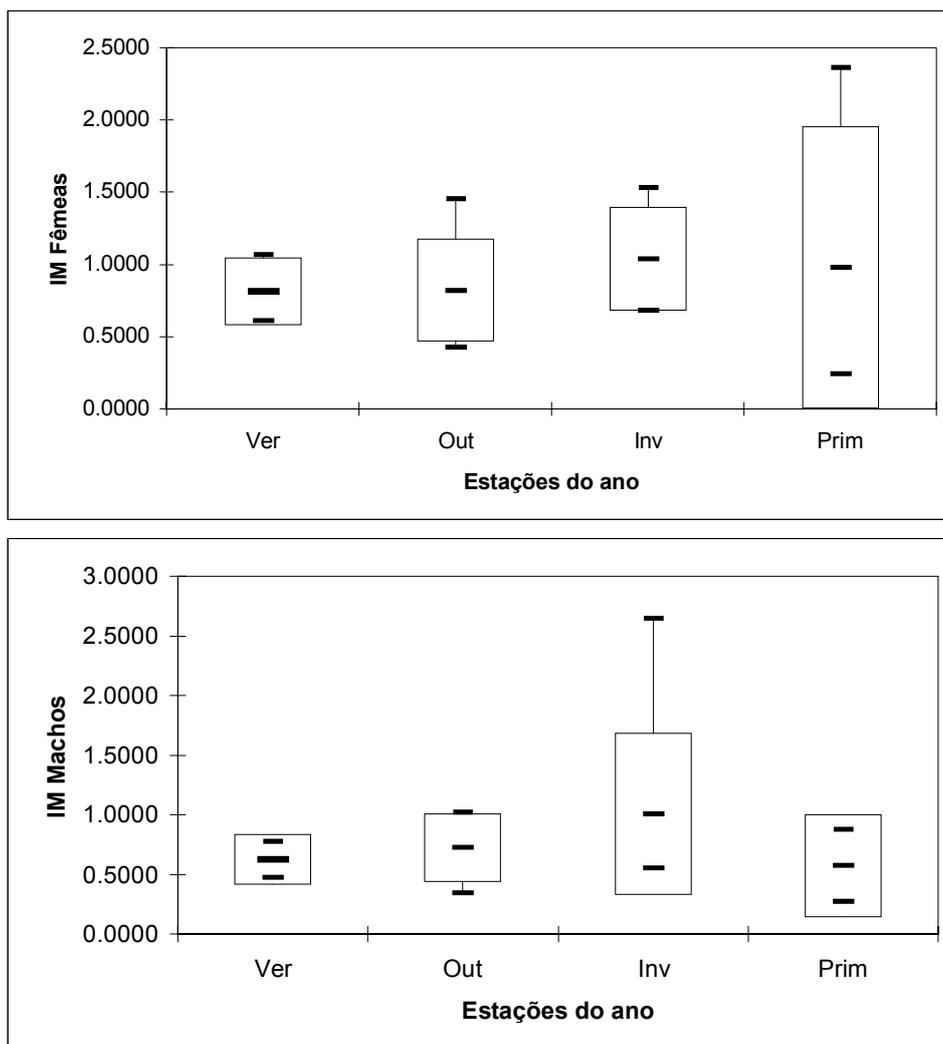


Figura 12. Valores da média de incremento marginal (IM) para as idades entre 5 e 8 anos, agrupados trimestralmente de acordo com as estações do ano, para os dois gêneros de *G. brasiliensis* do sudeste e sul do Brasil.

As estimativas de crescimento foram realizadas separadamente para os gêneros e constatado em *G. brasiliensis*, idades entre 2 e 13 anos para as fêmeas e entre 1 e 11 anos para os machos, tal como pode ser observado (Tabela 4 e 5) nas chaves idade-comprimento.

Foi observado que a espécie possui período anual de reprodução e de crescimento em estações do ano distintas.

Tabela 4. Chave idade-comprimento para fêmeas de *G. brasiliensis*.

FÊMEAS	Classe Lt	2	3	4	5	6	7	8	9	10	13
1	225				1						
2	325	4	4	2							
3	425	12	6	2	2						
4	525	9	16	6	1						
5	625		1	9	5	3					
6	725			2		4	2	2			
7	825			1			1	1	1		
8	925						1	1		2	
9	1025										1
n	102	25	27	22	9	7	4	4	1	2	1
Lt médio (mm)		510	535	629	625	735	836	840	924	958	1100
Desvio Padrão		74,5	77,2	121	130	53,5	85,4	80		2,8	

Tabela 5. Chave idade-comprimento para machos de *G. brasiliensis*.

MACHOS	Classe Lt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	225	1	1	1								
2	325	1	4	2								
3	425	1	7	5	2			1				
4	525		2	2	1	2	1					
5	625			2	1	3	2	1	1	1		
6	725					1		2	1			
7	825								1			
8	925											1
9	1025											
n	51	3	14	12	4	6	3	4	3	1	0	1
Lt médio (mm)		336	456,5	483	500	691,5	703,5	807	719	924		890
Desvio Padrão		102	77,6	102	103	80	33,4	161	84			

A tabela 6 (a e b) indica que conforme o organismo envelhece e aumenta o número de anéis, o raio de espaçamento entre os anéis vai diminuindo, enquanto aumenta em seu comprimento. Ainda na tabela 6, observa-se a inversão da progressão de crescimento de raio entre os anéis 4 e 5 (para as fêmeas) e 8 e 9 (para os machos), também representado na figura 13. Esta inversão pode estar associada a um menor número amostral nessas classes.

Tabela 6. Distância entre os raios dos anéis para fêmeas (a) e machos (b) de *G. brasiliensis* e respectivos desvios.

a)	Anel	Raio	n	di+1-di	b)	Anel	Raio	n	di+1-di
	1		0			1	1.203	3	
	2	2.206	25	3.2060		2	2.009	14	1.8052
	3	2.549	27	1.3433		3	2.605	12	1.5964
	4	3.169	22	1.6198		4	2.798	4	1.1925
	5	3.072	9	0.9031		5	3.588	5	1.7908
	6	3.997	7	1.9249		6	3.793	3	1.2050
	7	4.863	4	1.8654		7	3.968	4	1.1742
	8	5.143	3	1.2800		8	4.717	3	1.7492
	9	5.150	1	1.0075		9	4.320	1	0.6033
	10	5.255	2	1.1050		10		0	
	11		0			11	5.300	1	
	12		0			12		0	
	13	6.570	1			13		0	

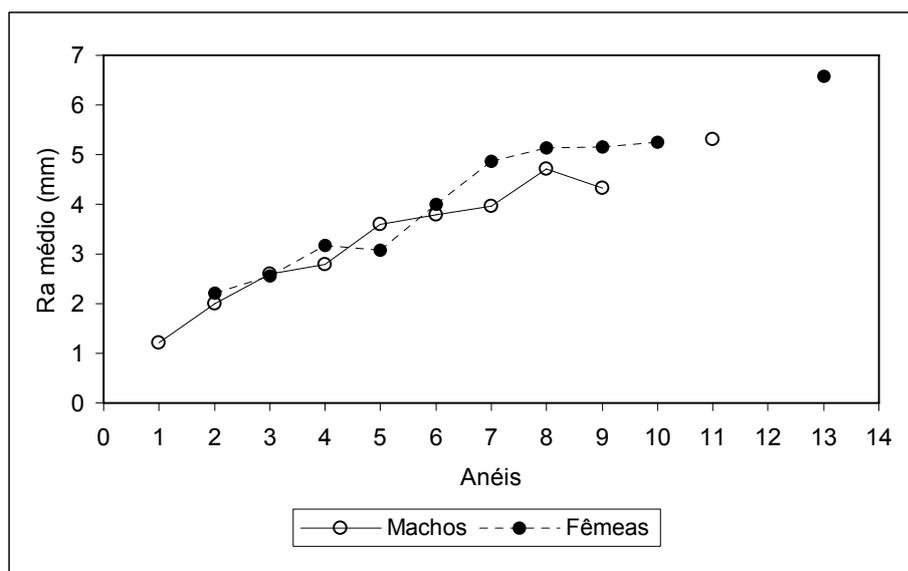


Figura 13. Distribuição dos comprimentos de raio médio (mm) para ambos os gêneros de *G. brasiliensis*.

3.5 Retrocálculo e parâmetros de crescimento

Os três modelos empregados para análise do retrocálculo (Figura 14) apresentaram valores próximos entre si e inferiores aos observados (Tabela 7 e 8). O modelo escolhido para representar a curva de crescimento foi a hipótese do corpo proporcional (BPH), a escolha foi baseada nos resultados dos parâmetros de crescimento (Tabela 9) (*i.e.* os maiores valores estimados para o comprimento assintótico (L_{∞}) devido a proximidade ao comprimento observado e, do menor erro encontrado para ambos os gêneros).

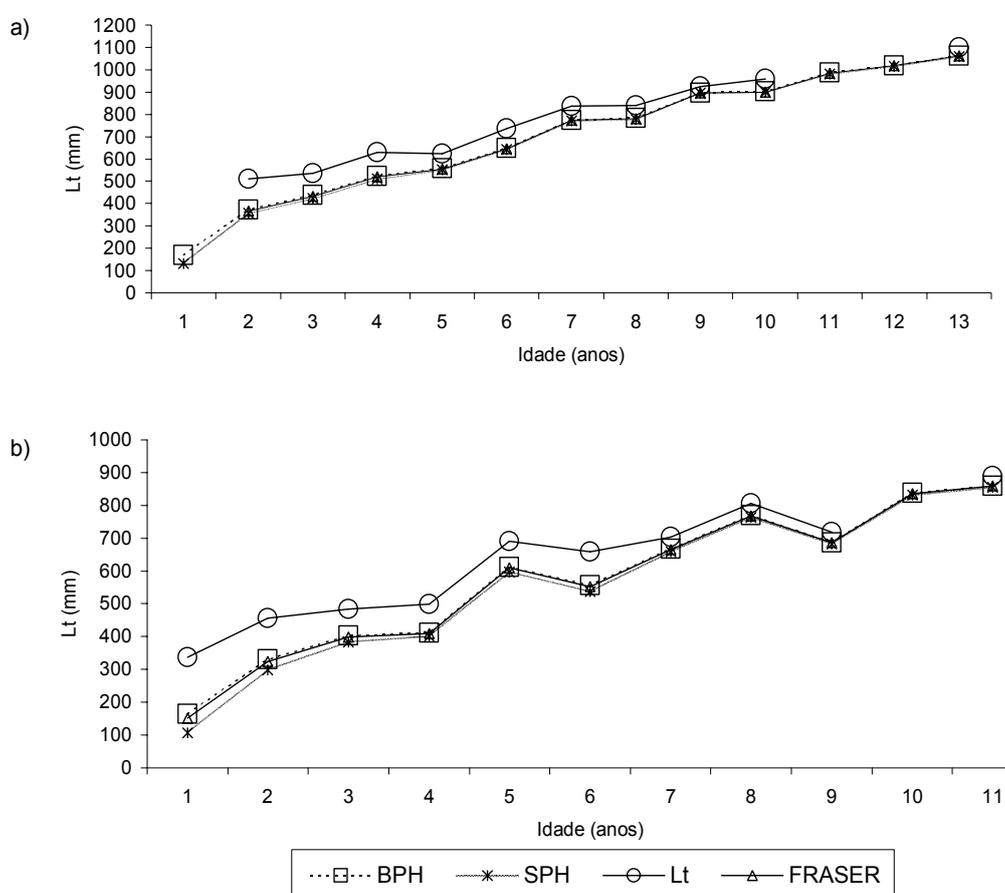


Figura 14. Comprimentos médios retrocalculados (BPH, SPH, FRASER Lee) e comprimento médio total (Lt) observado de *G. brasiliensis* do sudeste e sul do Brasil. a) fêmeas; b) machos.

Tabela 7. Representação para as fêmeas, dos valores dos comprimentos médios retrocalculados dos métodos SPH, BPH, FRASER Lee e, o comprimento total médio observado (Lt).

Fêmeas				
Anel	SPH	BPH	FRASER	Lt
1	130,7	170,6	160,55	
2	356,9	373,1	366,5	510
3	422,6	437,4	431,2	535
4	512,2	523,1	519	629
5	551	558,5	555,6	625
6	642,1	647,6	645,3	735
7	770,5	774,2	772,7	836,5
8	778	781,9	780,3	840
9	895,1	896,8	896,1	924
10	897,6	901	899,6	958
11	980,2	986	983,7	
12	1015,1	1019,2	1017,6	
13	1060	1062	1061,2	1100

Tabela 8. Representação para os machos, dos valores dos comprimentos médios retrocalculados dos métodos SPH, BPH, FRASER Lee e, o comprimento total médio observado (Lt).

Machos				
Anel	SPH	BPH	FRASER	Lt
1	106,1	164,4	152,4	336
2	299,1	329,6	323,5	456,5
3	384,7	402,9	399,5	483
4	401,2	411	409,2	500
5	597,4	611,6	608,7	691,5
6	537,5	556,3	552,7	658
7	658,1	667	665,1	703,5
8	763,2	768,9	767,8	807
9	681,2	686,7	685,6	719
10	830,7	837,9	836,5	
11	855,9	860	859,1	890

Tabela 9. Parâmetros da função de crescimento de von Bertalanffy para *G. brasiliensis* do sudeste e sul do Brasil. (R_{tc} : modelo de retrocálculo; k (ano^{-1}): constante de crescimento; L_{∞} : comprimento total (mm); t_0 : idade teórica (anos) do indivíduo quando o comprimento é zero; $A_{0,95}$: esperança de vida (anos).

Gênero	R_{tc}	K	L_{∞} mm	t_0	Erro	$A_{0,95}$
Fêmeas	FraserLee	0,1047	1.419,63	-0,1265	2.208.849	28,281
	SPH	0,1121	1.376,13	0,0825	2.310.662	26,791
	BPH	0,0996	1.452,38	-0,2757	2.156.369	29,777
Machos	FraserLee	0,1606	971,76	-0,0889	1.414.941	18,554
	SPH	0,1808	933,56	0,4354	1.637.716	17,003
	BPH	0,1553	983,00	-0,2363	1.383.421	19,051

Os parâmetros da equação de von Bertalanffy, suas variâncias e as curvas de crescimento para a espécie foram representadas para machos ($L_t=983,07(1-e^{-0,155(t+0,236)})$) e para fêmeas ($L_t=1452,38(1-e^{-0,0996(t+0,2757)})$) (Figura 15) e suas amplitudes de intervalo de confiança e erro padrão (Tabela 10).

O estimador de performance de crescimento (Φ') indicou valores de 3,320 para fêmeas e de 3,175 para machos, estando inseridos dentro do intervalo para outras espécies congêneres (Tabela 11). O nível de exploração da espécie é intenso e preocupante, visto tratar-se de recurso longo (A_{0,95}) - 19 (machos) e 29,7 anos (fêmeas) - e de tardia reprodução.

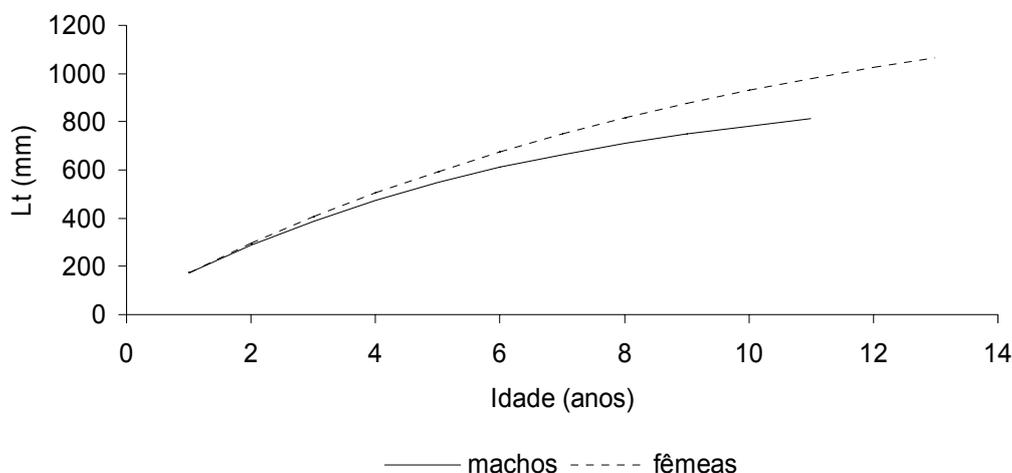


Figura 15. Curva de crescimento de von Bertalanffy para machos (n=203) e fêmeas (n=408) de *G. brasiliensis* do sudeste e sul do Brasil (Lt=comprimento total).

Tabela 10. Parâmetros de crescimento retrocalculados para a equação BPH, ajustados a partir do modelo não linear de von Bertalanffy para *G. brasiliensis* do sudeste e sul do Brasil (IC: intervalo de confiança a 95%, EPA: erro padrão assintótico, r^2 : coeficiente de determinação, n: tamanho da amostra).

Parâmetro	Fêmeas	Machos
L_{∞} (mm)	1452	983
IC	1192 : 1712	765,3 : 1200,5
EPA	132,40	110,3
K (ano ⁻¹)	0,100	0,155
IC	0,072 : 0,127	0,092 : 0,219
EPA	0,014	0,032
t_0 (ano ⁻¹)	-0,276	-0,236
IC	-0,472 : -0,080	-0,585 : 0,113
EPA	0,100	0,177
r^2	0,973	0,961
N	102	48

Tabela 11. Valores estimados para o índice de performance de crescimento (Φ') de *G. brasiliensis* do sudeste e sul do Brasil e de espécies taxonomicamente próximas.

Táxon	Obs.:	k (ano ⁻¹)	L_{∞} (cm)	Φ'	Fonte:
<i>Ophidion holbrooki</i>		0,376	35,70	2,681	TOMÁS (1996)
<i>Genypterus capensis</i>	Costa sul	0,149	130,1	3,402	JAPP (1989)
	Costa oeste	0,148	132,9	3,417	
	♀	0,070 - 0,113	167,5 - 125,7	3,293 - 3,252	HORN (1993) ¹
	♂	0,087 - 0,201	146,1 - 96,0	3,269 - 3,268	
<i>Genypterus blacodes</i>	♂♀	0,095	135,50	3,242	WITHELL e WANKOWSKI (1989)
	est. sul	0,147	123,447	3,350	
	est. Norte	0,186	111,452	3,364	WIFF <i>et al</i> (2007)
	♀	0,180	117,70	3,397	CHONG e AGUATO (1990)
♂	0,140	134,80	3,406		
<i>Genypterus brasiliensis</i>	♀	0,099	145,238	3,320	Presente estudo
	♂	0,155	98,296	3,175	

¹ Este autor apresenta diversas estimativas, sendo apresentados os maiores e menores.

3.6 Mortalidade e rendimento relativo por recruta

As taxas de mortalidade natural (M) estimadas foram relativamente baixas para os três métodos (Tabela 12). Com base no valor estimado segundo a equação de Pauly à temperatura ambiente de 16°C e dos parâmetros de crescimento de von Bertalanffy, o tamanho ótimo de captura (L_{top}) foi estimado em 803 mm para machos, 958,8 mm para fêmeas e, 964,36 mm considerando a espécie. Sabendo-se, portanto, que ocorrem capturas abaixo desse tamanho ambas as artes de pesca consideradas neste estudo. A taxa de mortalidade total (Z) para fêmeas foi significativamente maior ($p < 0,05$) do que a de machos. A mortalidade por pesca (F) também foi superior para as mesmas. Os valores da taxa de sobrevivência (S) variaram entre 0,01 e 0,02, e as taxas de exploração (E) variaram entre 0,62 e 0,69. Quando estes valores encontram-se acima de 0,5, espera-se que esteja ocorrendo sobrepesca (Tabela 13).

Tabela 12. Taxas instantâneas de mortalidade natural (M) para *G. brasiliensis* do sudeste e sul do Brasil por três métodos.

Método	Fêmeas	Machos	Agrupado
PAULY (13°C)	0,09	0,14	0,10
PAULY (16°C)	0,10	0,15	0,11
PAULY (20°C)	0,11	0,17	0,12
TAYLOR	0,10	0,16	0,11
ALAGARAJA	0,16	0,24	0,17

Tabela 13. Taxas instantâneas de mortalidade total Z (ano^{-1}); desvio padrão ($s_{(Z)}$), taxas de sobrevivência (S), de mortalidade por pesca F_{atual} (ano^{-1}) e de exploração do recurso (E), rendimento relativo por recruta (Y/R) e comprimento mínimo da estimativa (L_{tmin}) (mm) para *G. brasiliensis* do sudeste e sul do Brasil.

Método	Fêmeas	Machos	Agrupado
Z	0,49	0,33	0,30
$s(Z)$	0,02	0,02	0,01
S	0,60	0,71	0,73
F	0,34	0,23	0,19
E	0,69	0,69	0,62
Y/R	0,02	0,10	0,05
$Lt\ min$	350	250	300

Do mesmo modo, as taxas de rendimento relativo por recruta (Y'/R) estimadas para as fêmeas foram menores que para os machos. Quando comparados em função da mortalidade por pesca (F_{atual}), indicaram aumento de pressão no estoque de recrutas conforme ocorre a diminuição do tamanho de captura (Figura 16), confirmado quando em função do comprimento de primeira captura (L_{ci}) que indicam mortalidade de pesca acima de 0,5 (Figura 17). Esses dados sugerem que o estoque do congro-rosa possa estar em sobrepesca e/ou próximo ao seu rendimento máximo.

As curvas do modelo de biomassa por recruta (Figuras 18 e 19) para os valores simulados de F , L_{ci} e M sugerem que a partir de $F = 0,5$, independente do L_{ci} empregado, a B'/R se manterá praticamente inalterada até $F = 0,9$, quando para L_{ci} de 250 mm ocorreria queda na B'/R com praticamente desaparecimento em $F = 1$.

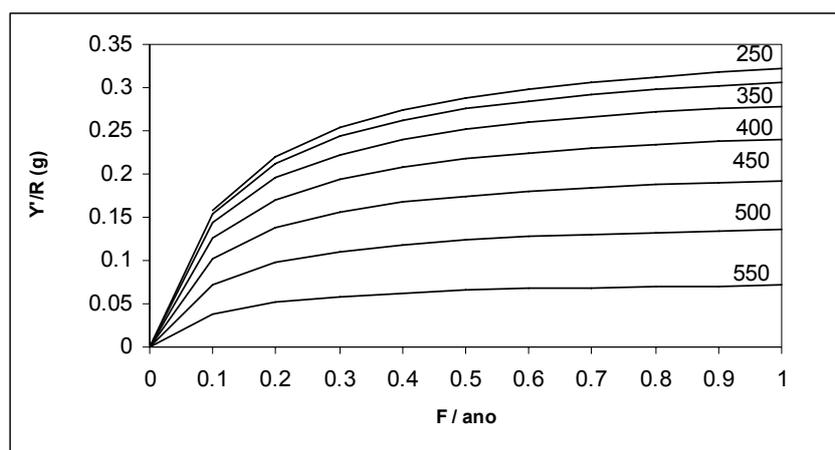


Figura 16. Rendimento relativo por recruta (Y'/R) por mortalidade de pesca (F_{atual}) para diversos comprimentos de primeira captura para *G. brasiliensis* (ambos os gêneros).

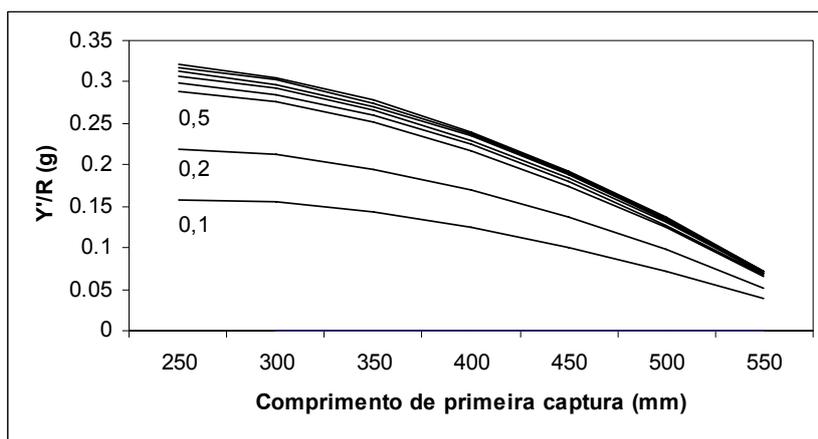


Figura 17. Rendimento relativo por recruta (Y'/R) por comprimento de primeira captura (L_{ci}) para distintas taxas de mortalidade por pesca para *G. brasiliensis* (ambos gêneros).

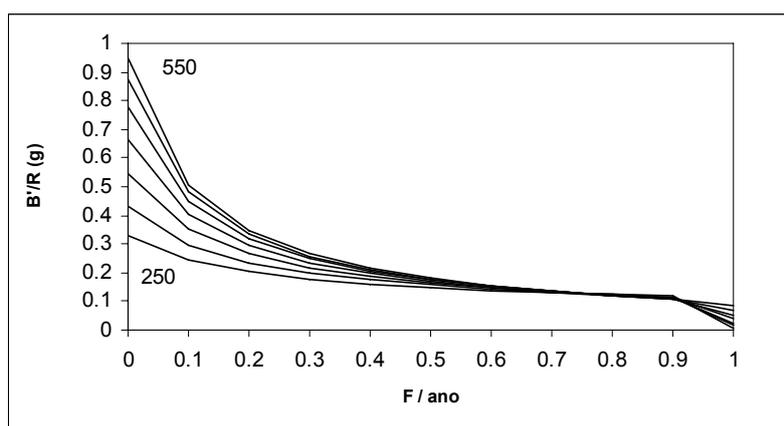


Figura 18. Biomassa relativa por recruta (B'/R) por taxa de mortalidade por pesca (F_{atual}) para distintos comprimentos de primeira captura (citado somente o máximo e mínimo) para *G. brasiliensis* (ambos gêneros).

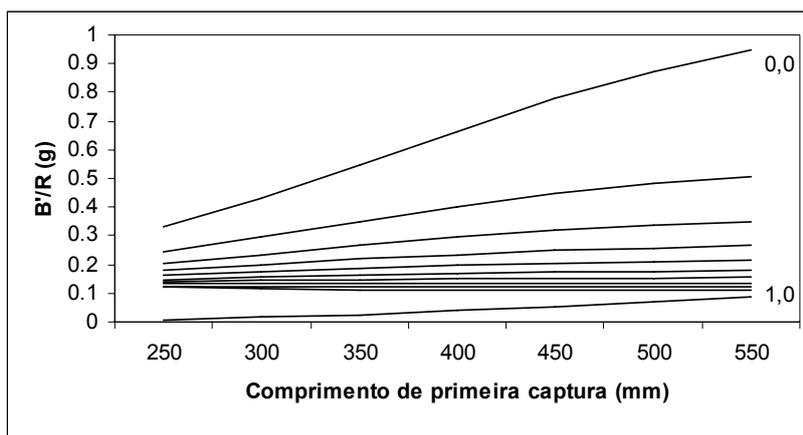


Figura 19. Biomassa por recruta relativo (B'/R) por comprimento de primeira captura (L_{ci}) para diferentes taxas de mortalidades por pesca para *G. brasiliensis* (ambos gêneros).

4. DISCUSSÃO

A verificação da existência de canibalismo na espécie, ainda que digno de nota, somente indica o quanto uma espécie com o interesse econômico relativo como *G. brasiliensis*, tem sido colocada à margem de estudos biológico-pesqueiros. CORDO (2004) considera pouco freqüente os casos de canibalismo nas espécies congêneres; Sánchez e Prenski (*apud* CORDO, 2004) registraram a ocorrência de *G. blacodes* em estômagos de *G. brasiliensis*.

WIFF *et al.* (2007) citam que a maior parte das espécies do gênero *Genypterus* são capturadas comercialmente como pesca acessória (*bycatch*), sendo que para *G. brasiliensis* não é diferente. A espécie é citada na pesca de arrasto de portas para camarões peneideos (GRAÇA LOPES *et al.*, 2002), no arrasto de profundidade (PEREZ *et al.*, 2002) e na pesca de espinhel de fundo (TUTUI *et al.*, 2000; HAIMOVICI e VELASCO 2001). Ao longo deste estudo, juvenis da espécie foram identificados na pesca de parelha, que atua até uma profundidade máxima de 50 m.

No Brasil, segundo HAIMOVICI e VELASCO (2001), a diminuição nos desembarques da espécie, no sul do país, na pesca de espinhel de fundo, sugere que os estoques dessa espécie já estariam explorados acima de sua capacidade de sustentação. Para VELASCO (2007), o aumento relativo de desembarques da espécie na região Sudeste do Brasil nos últimos anos poderia ser consequência de uma maior procura e não devido a um possível aumento em biomassa.

PEZZUTO *et al.* (2006) apresentam algumas recomendações com respeito à frota industrial arrendada para a pesca de camarões ariestideos, que também captura congro-rosa no Sudeste do Brasil, sendo que algumas poderiam ser aplicadas à espécie em questão, sobretudo se for considerada a sua grande longevidade e relativa baixa biomassa. !

Os comprimentos médios por arte de pesca se mostraram maiores para espinhel de fundo a julgar por seus comprimentos médios e máximos, mas

menores que os encontrados para os congêneres (PAYNE, 1977, 1985; RENZI, 1986; WITHELL e WANKOWSKI, 1989; HORN, 1993). !

O mais importante aspecto em um estudo de idade e crescimento é o processo de validação. CAMPANA (2001) considera que o passo mais importante para validar a idade é a própria identificação da marca do primeiro ano de crescimento. !

A leitura do otólito inteiro foi considerada possível somente em indivíduos de 3 e 4 anos de idade, ainda que apresentasse sobreposição e descontinuidade dos anéis. A breve descrição morfológica apresentada para os otólitos poderá favorecer o registro da ocorrência da espécie nos estômagos de predadores.

O fato de otólitos inteiros não serem utilizados na leitura coincide com resultados de HORN (1993), que a considera possível somente para exemplares jovens, já que a visualização dos anéis de crescimento em organismos maiores seria obscurecida tanto para as zonas centrais como para as marginais.

WITHELL e WANKOWSKI (1989) testaram diversos procedimentos de leitura, de queima a imersão em água ou em agentes clarificadores, contudo, também empregaram da técnica de corte transversal do otólito, que, embora mais dispendiosa, é largamente utilizada para o estudo de crescimento e idade por dar resultados mais aceitáveis. ARAUJO e MARTINS (2006) trabalhando com *Cephalopholis fulva* na costa central do Brasil e, ARAUJO (1999) com *Paralichthys patagonicus* no sul do Brasil, também utilizaram a técnica de corte transversal do otólito.

Ainda que a comparação entre as leituras dos otólitos não tenha indicado muitos desvios, como os observados nas idades 1, 8 e 10, também foi observada baixa coincidência (41,8%) entre as leituras, o que pode ser devida à existência de subjetividade no diagnóstico, como citado por CORDO *et al.* (2004).

WITHELL e WANKOWSKI (1989) usando erro percentual médio (EPM ou APE) classificaram como de alta precisão o valor de 4,7% encontrado entre as idades estimadas para *G. blacodes*. Alguns autores consideram valores aceitáveis de erro percentual médio até 5,5% (AGUIAR, 2006 em estudo com lulas), outros entre 4 e 12% (Beamish e Fournier *apud* WITHELL e WANKOWSKI, 1989, para diferentes espécies de peixes).

Assim, os resultados ora apresentados foram satisfatórios quanto à precisão das leituras e, na ausência de outras estimativas, podem ser aceitos para dar seqüência aos estudos de avaliação de estoques do recurso no Sudeste do Brasil.

Tal como o congênere *G. blacodes* na Argentina (WITHELL e WANKOWSKI, 1989), os tipos de borda nos otólitos de *G. brasiliensis* não se mostraram precisos e, não foram considerados nas análises para a validação.

A diminuição do incremento marginal logo após seu máximo ocorre de forma gradual, não sendo observada a presença de variações estatísticas significativas. A validação a partir da metodologia de BAGENAL e TESCH (1978) que considera os valores médios do incremento marginal (Figura 12), confrontados com informações de reprodução (relação gonadossomática e fator de condição relativo) que indicam a desova ocorrente em final de primavera e meados de verão, corroboram a suspeita de que a espécie possua período anual de reprodução e de crescimento em estações do ano distintas. ELEUTERIO e TOMÁS (2004) sugerem o tamanho de primeira maturação (L_{50}) como 527,3 mm, o que indicaria cerca de 4 ou 5 anos de idade, semelhante a *G. blacodes*, espécie para a qual CORDO *et al.* (1999) estimaram o mesmo parâmetro em 708 mm, o equivalente a 4 anos de idade naquela espécie.

Ao aplicar a chave idade-comprimento à distribuição de freqüência de comprimentos (Tabelas 4 e 5) observa-se que cerca de 20% dos organismos que tiveram os otólitos cortados transversalmente foram capturados abaixo do tamanho de primeira maturação estimado por ELEUTÉRIO e TOMÁS (2004),

equivalentes a uma idade de 2 ou 3 anos, o que implica em elevado risco a sustentabilidade.

Diversos fatores podem influenciar o tamanho do comprimento da primeira maturação e a idade correspondente, é necessário considerar o modo que as espécies utilizam os recursos alimentares segundo a disponibilidade destes, as variações interespecíficas e intraespecíficas em função da genética das populações, os efeitos das condições ambientais como temperatura e disponibilidade de alimentos (VAZZOLER, 1996).

As diferentes taxas de crescimento para machos e fêmeas seguem uma mesma característica a outros estudos de crescimento com as espécies congêneres, sendo as fêmeas maiores que os machos (PAYNE, 1977, 1985; JAPP, 1989; CHONG e AGUAYO, 1990; HORN, 1993; WIFF *et al.*, 2007), com exceção de WITHELL e WANKOWSKI (1989).

Comparando os resultados aqui encontrados com os da literatura, verifica-se que as fêmeas não crescem significativamente mais rápido que os machos. Ainda assim, para *G. brasiliensis*, as idades máximas estimadas foram de 13 anos para fêmeas e 11 anos para machos. Vários autores estudaram o crescimento de *G. blacodes*, CHONG e AGUAYO (1990) encontraram 14 anos para fêmeas, e 10 anos para machos. Para essa mesma espécie, WITHELL e WANKOWSKI (1989) encontraram a média de 21 anos. Idades bastante superiores foram encontradas por HORN (1993), 27 anos para fêmeas e 26 anos para machos, tal como os estudos realizados por WRZESINSKI (1984), em 31 anos para fêmeas e 30 para machos, este último, para diferentes populações da mesma espécie.

A ocorrência de um fenômeno registrado em relação ao raio do otólito com o comprimento do peixe poderia ser justificada em face de não estar bem representada pelo procedimento de retrocálculo, independente do método empregado (Fraser Lee, BPH e SPH), vez que apresentaram valores próximos entre si e inferiores aos observados, sendo próximos nas idades mais avançadas (Figura 9). Neste caso, outra justificativa poderia ser de ocorrência de certa seletividade na amostra, que causaria pouca representatividade dos

indivíduos mais velhos do grupo de idades (RICKER, 1975). Vícios de leitura também estariam relacionados às causas deste fenômeno, mas esta hipótese foi descartada quando considerados os testes erro percentual médio (EPM), de acuidade de leituras e o coeficiente de variação (CV).

Os resultados dos modelos retrocalculados (Fraser Lee, BPH e SPH) e ajustados para a curva e parâmetros de crescimento de von Bertalanffy (L_{∞} , K e t_0) foram utilizados para estimar a longevidade ($A_{0,95}$), sendo que a partir da comparação desses valores estimados, como também o erro padrão assintótico e intervalos de confiança é que foi concluída a escolha do modelo de retrocálculo BPH. Assim, foram assumidos os parâmetros de crescimento retrocalculados para a equação BPH, que apresentou intervalo de confiança dos comprimentos assintóticos compatível aos máximos observados por HAIMOVICI e VELASCO (2001), e coeficiente de determinação conciso.

O parâmetro k também pode ser avaliado como um “fator de estresse” (PAULY, 1984; VELASCO, 1998), já que representa a velocidade com que o organismo alcançaria o comprimento assintótico (PAULY *op. cit.*, PAULY e MUNRO *op. cit.*). Os valores de k obtidos foram bastante diferentes dos encontrados na literatura e a julgar pelos valores estimados de performance de crescimento (Φ') foram os mais baixos entre outras espécies congêneres, exceto para *Ophidion holbrooki*, sendo mais próximo de *G. blacodes* (WITHELL e WANKOWSKI, 1989) (Tabela 9). Considerando a proximidade filogenética, parece lógico que os dois *Genypterus* apresentem valores similares.

Existem muitos exemplos em que erros na estimativa de idade têm contribuído para a sobrexplotação de uma população ou espécie, associado a uma subestimativa da idade (CAMPANA, 2001). Geralmente, este problema pode ser traduzido com estimativas excessivamente altas das taxas de crescimento e mortalidade (CHONG *et al.*, 2007), como ocorreu com *Hoplostethus atlanticus* intensamente capturado até quase o colapso da população, baseando-se na sua longevidade presumida de 20 ou 30 anos, que posteriormente foi postulada por volta dos 100 anos (Smith *et al. apud* CHONG *et al.*, 2007).

Muitos fatores no ambiente marinho podem contribuir para reduzir as chances de sobrevivência nas populações. Estes fatores incluem condições climáticas adversas, disponibilidade de alimento, competição e a predação (KING, 1995). Pelo método de Taylor as taxas de mortalidade natural (M) estariam relacionadas à longevidade de uma população, com as mais longevas tendo menor taxa de mortalidade natural (VELASCO *et al.*, 2003). PAULY (1980) considera que os valores dos parâmetros de crescimento de von Bertalanffy e os ambientais, especialmente a temperatura, têm relação direta com a mortalidade natural, ainda que segundo CAMPANA (2001) métodos bioanalógicos podem subestimar as taxas de mortalidade de uma população. Ainda assim, PAULY (1983) recomenda que os valores obtidos para M por esta forma devam ser considerados como uma primeira aproximação e pertinentes somente à parte explorada da população. O coeficiente de mortalidade natural (M) é um dos mais importantes e, ao mesmo tempo, um dos parâmetros mais difíceis de ser estimado (VELASCO *et al.*, 2003; QUINN e DERISO, 1999).

As taxas de mortalidade estimadas para *G. brasiliensis* pelos diferentes métodos variaram entre si (Tabela 12) e assumido o valor encontrado segundo a equação de PAULY para 16°C, estes foram menores que as taxas de mortalidade total (Z) estimadas entre 0,49 e 0,33 (fêmeas e machos, respectivamente), conforme esperado. Contudo, as taxas de exploração (E) estimadas foram consideradas elevadas, já que os valores de E acima de 0,5 são considerados como indicadores de sobreexploração (GULLAND, 1983). Portanto, é indicado que as capturas podem estar acima de patamares sustentáveis.

O modelo de rendimento por recruta permite avaliar distintas estratégias de exploração, assumindo maior ou menor pressão pesqueira, refletido nos valores sugeridos para a taxa instantânea de mortalidade por pesca (F) e o seu valor máximo, que indicaria um rendimento máximo por recruta que viabilize a reposição do estoque (Beverton e Holt *apud* SPARRE e VENEMA, 1998). Permite, por exemplo, avaliar o efeito do tamanho da malha de pesca sobre o estoque. Dessa maneira, o conceito de Y'/R pode ser usado satisfatoriamente em conjunto com informações adicionais ou suposições sobre o nível

apropriado de mortalidade por pesca ou biomassa do estoque. Segundo FEITOSA *et al.* (2004) quando ocorrem baixos incrementos no rendimento por recruta, mesmo com ampliação no comprimento mínimo de captura, pode estar ocorrendo sobrepesca.!

A aplicação do método indicou taxas de sobrevivência (S) de 0,60 para fêmeas e 0,71 para machos, sugerindo tamanhos ótimos de captura (L_{top}) estimados em 803 mm (machos), 958,8 mm (fêmeas) e, 964,0 mm (gêneros agrupados). As medianas das capturas por petrecho de pesca (Tabela 1) indicam que a atual pesca da espécie no sudeste e sul do Brasil está atuando abaixo dessas estimativas.

Entretanto, como observado neste estudo, pescarias costeiras de arrasto têm continuamente explorado à fração juvenil do recurso (com comprimentos médios menores que o recomendável), dificultando a adoção de medidas como tamanho mínimo legal. Como a pesca de espinhel vem sendo descontinuada, essa forma de ordenamento não seria viável. Recomenda-se a adoção de alguma medida que possa aumentar o comprimento médio (ou mediano) das capturas da espécie.

Os valores dos parâmetros de crescimento e de mortalidade natural estimados, aliados aos conhecimentos primários da sua ecologia, longevidade e tipo de reprodução nos permitem dizer que se trata de uma espécie sensível à exploração intensa.

Outras espécies também longevas e de grande porte como o chernepoveiro (*Polyprion americanus*) e o batata (*Lopholatilus villari*) já se encontram sobre-explotadas, depois de uma ou duas décadas de pesca mais direta (PERES, 2000; HAIMOVICI e VELASCO 2001; ÁVILA-DA-SILVA e MOREIRA, 2003; PERES e HAIMOVICI, 2003, 2004; VELASCO, 2007).

Os modelos de rendimento e de biomassa por recruta, ainda que de importância fundamental para avaliar estoques de pescarias com poucas informações, exige que a população esteja em equilíbrio (PITCHER, 1999).

Contudo, apesar de não se poder admitir isso para *G. brasiliensis*, os resultados podem ser utilizados como referencial para o seu ordenamento.

Na Nova Zelândia o estudo da biologia básica de *G. blacodes* proporcionou bases para o manejo de seus estoques, de modo que a população explorada se encontrava em ascensão até 1992 (Annala *apud* HORN, 1993), com expectativas de continuidade do aumento de captura.

Ainda que seja de grande importância científica a contribuição fornecida, muitos estudos são realizados como pesquisas biológicas isoladas, sem o entendimento efetivo de suas implicações ecológicas (Qasim e Winemiller *apud* GASALLA e SOARES, 2001).

Os estudos de caráter ecossistêmicos tratam o ecossistema como uma unidade de análise e abordam aspectos tróficos de peixes relacionados com os demais componentes produtivos da cadeia trófica marinha, incluindo a pesca (GASALLA e SOARES, 2001; VELASCO e CASTELLO, 2005).

A avaliação de estoques e o tipo de manejo pesqueiro são influenciados pelos fatores sociais e políticos de cada país. Na maioria dos países em desenvolvimento, a natureza das informações possíveis é variável, assim como as coletas de dados sobre a pesca, e este é o fator que limita esse tipo de avaliação científica (GASALLA e TOMÁS, 1998).

As dificuldades em manter um controle sobre a captura do recurso e uma avaliação suficientemente clara podem levar o estoque de *G. brasiliensis* à extinção. Por tratar-se de recurso de relativa elevada longevidade, seria conveniente a adoção urgente de medidas de ordenamento que possam viabilizar a recuperação do estoque, a começar pelo financiamento de estudos básicos, tão necessários para direcionar as tomadas de decisões.

Os presentes resultados podem ser interpretados como preocupantes, considerando o rápido crescimento da pesca de arrasto de profundidade nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, na qual a maior parte das espécies acessórias capturadas não está sendo motivo de monitoramento pelas autoridades competentes, podendo levar a um desmedido esforço com conseqüentes

impactos sobre esses recursos. Isso, aliada à presença de juvenis nas pescas mais costeiras, apresenta como quadro reinante claramente uma situação de sobrepesca.

Mesmo considerando os resultados presentes como alarmantes, se vê a necessidade de realização de estudos mais aprofundados sobre a estrutura do estoque aplicando outros métodos.

5. CONCLUSÕES

Foi verificada existência de canibalismo na espécie

As diferentes artes de pesca empregadas para captura da espécie se mostraram maiores para espinhel de fundo.

O método de corte no eixo transversal do otólito, ainda que observada baixa coincidência (41,8%) entre as leituras, identificou idades entre 1 e 13 anos.

Os modelos de retrocálculo não apresentaram variações significativas entre si.

Os parâmetros de crescimento para *Genypterus brasiliensis* no Sudeste do Brasil são:

- L_{∞} (mm) = 1452 para fêmeas e, 983 para machos;
- K (ano⁻¹) = 0,100 para fêmeas e, 0,155 para machos;
- t_0 (ano⁻¹) = -0,278 para fêmeas e, -0,236 para machos.

A mortalidade natural (M) estaria entre 0,10 e 0,15, a taxa de exploração (E) foi estimada como sendo de 0,69 e, portanto, vem ocorrendo sobrepesca.

O rendimento relativo por recruta (Y'/R) estaria em 0,02 para fêmeas e, 0,10 para machos.

As taxas de sobrevivência (S) foram indicadas em 0,60 para fêmeas e 0,71 para machos.

O tamanho ótimo de captura ($L_{t_{op}}$) foi estimado para a espécie em 964,0 mm. A atual pesca da espécie no sudeste e sul do Brasil está atuando abaixo da estimativa.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- AGUIAR, D.C. 2006. *Idade e crescimento da lula *Loligo sanpaulensis* Brakoniecki, 1984 (CEPHALOPODA"MYOPSIDA) do sudeste – sul do Brasil*. São Paulo. 93p. (Dissertação de mestrado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo).
- ALVES, D.R.; LUQUE, J.L.; PARAGUASSÚ, A.R. 2002 Community Ecology of the Metazoan Parasites of Pink Cusk-eel, *Genypterus brasiliensis* (Osteichthyes: Ophidiidae), from the Coastal Zone of the State of Rio de Janeiro, Brazil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, São Paulo, 97(5): 683-689.
- ARAÚJO, J. N. DE. 1999. *Determinação de idade, crescimento e mortalidade do linguado branco *Paralichthys patagonicus* (JORDAN, 1889) no sul do Brasil*. Rio Grande-RS (Dissertação de Mestrado Fundação Universidade do Rio Grande).
- ARAÚJO, J. N. DE. e MARTINS, A. S. 2006. Age and growth of coney (*Cephalopholis fulva*), from the central coast of Brazil. *Journal of the Marine Biol. Association of the United Kingdom*, 86(1): 187-191.
- ÁVILA-DA-SILVA, A. O.; BASTOS, G. C. C. e TUTUI, S. L. S. 2001. A atividade pesqueira do Estado de São Paulo: Análise das capturas do Biênio 1998-1999 com espinhel de fundo. *Boletim do Instituto de Pesca*. São Paulo. 27 (1): 33-38.
- ÁVILA-DA-SILVA, A. O. e MOREIRA, L.H.A. 2003. Análise da pesca de peixes demersais com linha-de-fundo pelas frotas do Rio de Janeiro e São Paulo de 1996 a 1999. In: CERGOLE e ROSSI-WONGTSCHOWSKI (Eds.) Análise das Principais Pescarias do Sudeste-Sul do Brasil: Dinâmica das Frotas Pesqueiras. *Evoluir*. São Paulo: 315-331.
- BAGENAL, T. B. e TESCH, F. W. 1978. Age and growth. In: BAGENAL, T. B. ED. METHODS FOR ASSESSMENT OF FISH PRODUCTION IN FRESH WATERS. Oxford. *Blackwell Scientific Publications*. p. 101-136.
- BEAMISH, R. J. e FOURNIER, D. A. 1981. A Method for Comparing the Precision of a Set of Age Determinations. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 38; 982-983.
- BECKMAN, D.W. e WILSON, C.A.1995. Seasonal timing of opaque zone formation in fish otoliths. In: Secor, Dean e Campana (eds.), *Recent Developments in Fish Otolith Research*. University of South Carolina Press, Columbia: 27-43
- BERNARDES, R.A.; FIGUEIREDO; J.L.; RODRIGUES, A.R.; FISCHER, L.G.; VOOREN, C.M.; HAIMOVICI, M. e ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B. 2005. *Peixes da zona econômica exclusiva da região sudeste-sul do Brasil: levantamento com armadilhas, pargueiras e rede de arrasto de fundo*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 295p.

- BERTALANFFY, L. von. 1938. A quantitative theory of organic growth. *Hum. Biol.*, 10:181-243.
- BEVERTON, R. J. H. e HOLT, S. J. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. Minist. Agric. Fish. Food. G. B. (2 Sea Fish.)*, 19: 533p.
- BEVERTON, R.J.H. 1992. Patterns of reproductive strategy parameters in some marine teleost fishes. *J. Fish Biol.* 41 Supl. B: 137-160.
- CADIMA, E. L. 2000. Manual de avaliação de recursos pesqueiros. *FAO Documento Técnico sobre as Pescas*. No. 393. Roma, FAO. 162p.
- CAMPANA, S. E. 2001. Review Paper: Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *Journal of Fish Biology*, 59:197-242.
- CAMPANA, S. E. e THORROLD, S. R. 2001. Otoliths, Increments, and Elements: Keys to a Comprehensive Understanding of Fish Populations. *Can. J. Fish. Aquatic Sci.* 58, PP. 30-38.
- CARVALHO, B.C.de M. da C. e FIGUEIREDO, F. J. 1997. Osteologia comparada da região cefálica de *Ophidion holbrooki* (Putnam, 1874), *Genypterus brasiliensis* (Regan, 1903), e *Raneya fluminensis* (Ribeiro, 1903) (Teleostei, Ophidiiformes, Ophidiidae). In: XII ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, São Paulo. *Livro de Resumos* 1:252-252.
- CASARINI, L.M. 2006. *Dinâmica populacional de raias demersais dos gêneros Atlantoraja e Rioraja (Elasmobranchii, Rajidae) da costa sudeste e sul do Brasil*. 206p. (Tese de Doutorado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo).
- CASSELMAN, J.M. 1983. "Age and growth assessment of fish from their calcified structures – techniques and tools". In Prince, E.D. & PULOS, L.M. (Eds) *Proceeding of the international workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes and sharks*. NOAA Tech. Rep. NMFS 8:1-17.
- CHONG, J. e AGUAYO, M. 1990. Determinación de edad y estimación de los parámetros de crecimiento del congrio dorado, *Genypterus blacodes* (Schneider, 1801) (Osteichthyes, Ophidiidae) en el Pacífico Suroriental. *Biología pesquera* 19:55-67.
- CHONG. J.; AGUAYO, M. e PAYÁ, I. 2007. Estimación de edad, crecimiento y mortalidad natural de La merluza de cola, *Macruronus magellanicus* Lönnberg, 1907 (Macruronidae, Gadiformes) em el Oceano Pacífico Suroriental. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 42(3):331-333.

- COLMAN, J. A. 1995. Regional morphometric variation in ling (*Genypterus blacodes*) in New Zealand waters. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*. 29: 163-173.
- CORDO, H. D.; MACHINANDIARENA, L.; MACCHI, G. e VILLARINO, M.F. 1999. Talla de primeira madurez del Abadejo (*Genypterus blacodes*) en el Atlantico Sudoccidental. *INIDEP Inf. Téc.* 82/99, 5p.
- CORDO, H. D. 2004. Abadejo (*Genypterus blacodes*). Caracterización Biológica y Estado del Recurso. El Mar Argentino y Sus Recursos Pesqueros. *INIDEP Inf. Téc.* 4:237-253p.
- COUSSEAU e PERROTA, 1998. *Peces marinos de Argentina. Biología, distribución y pesca*. INIDEP, Mar del Plata, 163 p.
- DIAS, J.F.; PERES-RIOS, E.; CHAVES, P.T.C. e ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B. 1998. Análise Macroscópica dos Ovários de Teleósteos: Problemas de Classificação e Recomendações de Procedimentos. *Rev. Brasil. Biol.* 58(1): 55-69p.
- DIAS-NETO, J. e DORNELLES, L. C. C. 1996. Diagnóstico da pesca marítima do Brasil. Brasília: IBAMA, 165 p. (*Coleção Meio Ambiente. Série Estudos Pesca*, 20).
- DIAS NETO, J. 2002. *Gestão do uso dos recursos pesqueiros marinhos no Brasil*. 164p. (Dissertação de Mestrado. Brasília: Universidade de Brasília. Centro de Desenvolvimento Sustentável).
- ELEUTERIO, C.L.T. e TOMÁS, A.R.G. 2004. Aspectos da Biologia Pesqueira do Congro rosa, *Genypterus brasiliensis* (REGAN, 1903), do Sudeste-Sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA/UNIVALI. 57:1151.
- FAO, 1997. *The state of the world's fisheries and aquaculture 1996*. FAO, Rome. 126 p.
- FAO, 1981. *Methods of collecting and analysing size and age data for fish stock assessment*. FAO Fish. Circ. N. 736, p. 1-104.
- FEITOSA, L.A.; FERNANDES, F.; COSTA, R.S.; GOMES, L.C.; AGOSTINHO, A.A. 2004. Parâmetros populacionais e simulação do rendimento por recruta de *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1816) do alto rio Paraná. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 26(3), 317-323.
- FIGUEIREDO, J.L. e MENEZES, N.A. 1978. *Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. II. Teleostei (1)*. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. Brasil. 110 p.
- FRANCIS, R.I.C.C. 1990. Back-calculation of fish length: a critical review. *J. Fish. Biol.*, 36:883-902.

- FROTA, L.O.; OSTA, P.A.S. e BRAGA, A.C. 2004. Length-weight relationships of marine fishes from the central Brazilian coast. *NAGA*, 27 No. 1 e 2 Jan-Jun.20-26p.
- GAYANILO, F. C.; SPARRE, Jr. e PAULY, D. 2005. *The FAO-ICLARM Stock Assessment Tool (FISAT II)*: Disponível em: <http://www.fao.org> Acessado em dezembro de 2006.
- GASALLA, M. A. e SOARES, B. 2001. Comentários sobre os estudos tróficos de peixes marinhos. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 27(2): 243 – 259.
- GASALLA, M. A. e TOMÁS, A.R.G. 1998. Evaluation of the Status of Fisheries Data Collection and Stock Assessment Problems in São Paulo, Southeastern Brasil. In: FUNK, F.; QUINN, J.; HEIFETZ, J.; ZHANG, C. (eds.) *Fishery Stock Assessment Models*. Alaska Sea Grant College Program AK-SG-98-01, University of Alaska Fairbanks. 1037p.
- GRAÇA LOPES, R.; TOMÁS, A.R.G.; TUTUI, S.L.S. e RODRIGUES, E.S. 2000. Captura e aproveitamento de fauna acompanhante pela pesca camaroeira paulista: uma contribuição ao manejo. In: ANAIS DO V SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS: CONSERVAÇÃO. 10 a 15 de outubro de 2000, Universidade federal do Espírito Santo. Vitória. ES, Vol. I: 109-118.
- GRAÇA LOPES, R.; TOMÁS, A. R. G.; TUTUI, S. L. S.; RODRIGUES, E. S. e PUZZI, A. 2002. Fauna Acompanhante de Pesca Camaroeira no Litoral do Estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 28(2): 173-188.
- GRANT, W. S. e LESLIE, R. W. 2005. Bayesian analysis of allozyme markers indicates a single genetic populations of kingklip *G. capensis* of South Africa. *African Journal of Marine Science*, 27(2): 479-485.
- GUERRA, A. e SÁNCHEZ, J.L. 1998 *Fundamentos de Explotacion de Recursos Vivos Marinos*. Zaragoza. Editorial Acribia. 249p.
- GULLAND, J. A. 1983. *Fish Stock Assessment: a manual of basic methods*. New York: John Wiley Sons. 223 p.
- HAIMOVICI, M.; MARTINS, A.S.; FIGUEIREDO, J.L.; VIEIRA, P. C. 1994. Demersal bony fish of the outer shelf and upper slope of the Southern Brazil subtropical convergence ecosystem. *Mar.Ecol.Prog.Ser.*, 108: 59-77.
- HAIMOVICI, M.; MARTINS, A.S. e VIEIRA, P.C. 1996. Distribuição e abundância de peixes teleósteos demersais sobre a plataforma continental do sul do Brasil. *Rev.Bras.Biol.*, 56(1): 27-50.

- HAIMOVICI, M. 1997. *Recursos Pesqueiros Demersais da Região Sul*. FEMAR, Rio de Janeiro. 80p.
- HAIMOVICI, M. 1998. *Teleósteos Demersais Bentônicos*. In: SEELIGER, U.; ODEBRECTH, C. e J.P. CASTELLO (eds.) *Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil*. Ed. Ecoscientia, Rio Grande, RS: 143-151.
- HAIMOVICI, M. e VELASCO, G. 2001. A pesca de espinhel de fundo no sul do Brasil em 1997 e 1998. *Docs. Técnicos em Oceanografia* 11. FURG, Rio Grande.
- HAIMOVICI, M.; ÁVILA-DA-SILVA, A. O. e ROSSI-WONGTSCHOWSKI 2004. *Prospecção Pesqueira de Espécies Demersais com Espinhel-de-fundo na Zona Econômica Exclusiva da Região Sudeste-Sul*. Instituto Oceanográfico – USP, São Paulo. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estrutura/revizee/arquivos/revizee_espinhel.pdf Acessado em janeiro de 2009.
- HORN, P. L. 1993. Growth, age structure, and productivity of ling, *Genypterus blacodes* (Ophidiidae), in New Zealand waters. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, Vol. 27: 385-397.
- ICSEAF, 1983. *Otolith interpretation guide of hake*. Int. Comm. Se. Atl. Fish. v. 1, p.1-18.
- ISSAC-NAHUM, V.J. 1989. *Analysis of methods for the estimation of fish growth parameter, based on data from family Scianidae and on simulated data*. 244 p. (Dissertation zur Erlangung des Doctorgrades. Institut fur Meereskund Universität Zukiel).
- JAPP, D. 1989. *An assessment of the South African longline fishery with emphasis on stock integrity of kingklip, Genypterus capensis (Pisces Ophidiidae)* 138 pp. (M. Sc. Thesis, Rhodes University).
- JENNINGS, S.; KAISER, M.J.; REYNOLDS, J.D. 2001. *Marine Fisheries Ecology*. Blackwell Science, Oxford. 417p.
- KING, M. 1995. *Fisheries Biology: Assessment and Management*. Fishing News Books. England. 341p.
- LAI, H.L.; GALLUCCI, V.F.; GUNDERSON, D.R. e DONNELLY, R.F. 1996. Age determination in fisheries: methods and applications to stock assessment. In: GALLUCCI, V.F. et al. (Ed.). *Stock assessment quantitative methods and applications for small – scale fisheries*. Boca Raton: CRC Press Levi Publishers. P 82-178.
- LEITE, JR.; MARTINS, N.O.; ARAUJO, H.N. 2005. Idade e crescimento de peixes recifais na região central da Zona Econômica Exclusiva entre Salvador (BA) e o Cabo de São Tomé-RJ (13° S a 22° S). In: COSTA,

- P.A.S.; MARTINS, A.S.; OLAVO, G. (Eds). *Pesca e potenciais de exploração de recursos vivos na região da zona Econômica Exclusiva*. Rio de Janeiro: Museu Nacional. P. 203-216 (Séries Livros n.13).
- LIZZAMA, M. de L. A. P. e VAZZOLER, A. E. A. de. 1993. Crescimento em Peixes do Brasil: Uma síntese comentada. *Revista UNIMAR*, 15 (Suplemento): 143-174.
- MACHINANDIARENA, L.; VILLARINO, M.F. e MACCHI, G. J. 1998. Descripción del estadio de desove Del abadejo manchado *Genypterus blacodes* (Schneider, 1801) (Pisces, Ophidiidae) em el mar Argentino. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 14 (1y2): 49-55.
- MACPHERSON, E. 1983. Feeding pattern of the kinglip (*G. capensis*) and its effect on the hake (*Merluccius capensis*) resource of the coast of Namibia. *Marine Biology*. 78(1): 105-112.
- MARTINS, A.S.; OLAVO, G.; COSTA, P.A.S. 2005. A pesca de linha de alto mar realizada por frotas sediadas no Espírito Santo, Brasil. In: COSTA, P.A.S.; MARTINS, A.S.; OLAVO, G. (Eds.) *Pesca e potenciais de exploração de recursos vivos na região central da Zona Econômica Exclusiva Brasileira*. Rio de Janeiro: Museu Nacional. p.35-55 (Série Livros n.13).
- MENEZES, N.A.; BUCKUP, P.A.; FIGUEIREDO, J.L. e MOURA, R.L. 2003. *Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil*. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 160p.
- MORALES-NIN, B. 1985. Características de los otolitos cristalinos de *Genypterus capensis* (Smith, 1847) (Pisces: Ophidiidae). *Investigación Pesquera* 49 (3), 379-386.
- MOREAU, J. 1987. Mathematical and biological expression of growth in fishes: recent trends and further developments. pp: 81-113. In SUMMERFEIT, R.C e HALL, G.E. (Eds.). *The age and growth of fish*. The Iowa State Univ. Press.
- MORALES-NIN, B. 2000. Review of the regulation process of otolith daily increment formation. *Fisheries Research* 46, 53-67.
- NYEGAARD, M.; ARKHIPKIN, A. e BRICKLE, P. 2004. Variation in the diet of *Genypterus blacodes* (Ophidiidae) around the Falkland Island. *Journal of Fish Biology* 65, 666-682.
- OLIVAR, M. P. e SABATÉS, A. 1989. Early Life History and Spawning of *Genypterus capensis* (Smith, 1849) in the Southern Benguela System. *S. Afr. J. mar. Sci.* 8: 173-181.

- PAULY, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *ICES J. Mar. Sci.* 39(2):175-192.
- PAULY, D. 1983. Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fish. Pap.*, 234:52p.
- PAULY, D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculator. *ICLARM Studies and Reviews*, 8. Manila, Philippines. 325 p.
- PAULY, D. e MUNRO, J. L. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *Fishbyte* 2(1): 21.
- PAULY, D. e GAYANILO, JR. F.C. 1996. *Abee: An alternative approach to estimating the parameters of a length-frequency samples and their bulk weights*. ICLARM, Manila, Philippines. Disponível em: http://www.worldfishcenter.org/Naga/Naga25-1/pdf/NAGA%2025no1_fishbyte%202.pdf
Acessado em 20 de novembro de 2006.
- PAWSON, M.G. 1990. Using otolith weight to age fish. *J.Fish Biol.* 36: 521-531.
- PAYNE, A. I. L. 1977. Stock differentiation and growth of the southern African kingklip *Genypterus capensis*. *Invest. Rep. Sea Fish. Brch. S. Afr.* 133: 32 pp.
- PAYNE, A. I. L. 1985. Growth and stock differentiation of kingklip (*G. capensis*) on the southeast coast of South Africa. *S. Afr.J.mas.Sci.*, 20: 49-56.
- PEREZ, J.A.A.; WAHRLICH, R.; PEZZUTO, P.R.; SCHWINGEL, P.R.; LOPES, F.R.A. e RODRIGUES-RIBEIRO, M. 2002. Deep-sea Fishery off Southern Brazil: Recent Trends of the Brazil Fishing Industry. *J.North.Atl.Fish.Sci.* 31:1-18.
- PEREZ, M.B. 2000. A biologia do cherne-poveiro (*Polyprion americanus*). In: DPA/MAPA. Reunião consultiva para um exame de situação dos recursos pesqueiros demersais da região Sudeste/Sul. Disponível em: <http://www.gep.cttmar.univali.br> . Acessado em 23 de maio de 2002.
- PEREZ, M.B. e HAIMOVICI, M. 2003. Alimentação do Cherne-Poveiro *Polyprion americanus* (POLYPRIONIDAE, TELEOSTEI) no Sul do Brasil. *Atlântica*, Rio Grande, 25(2): 201-208.
- PEREZ, M.B. e HAIMOVICI, M. 2004. Age and growth of southern Brazil wreckfish, *Polyprion americanus*. *Fisheries Research*. Holanda: v.66: 157-169.

- PEZZUTO, P.R.; PEREZ, J.A.A. e WAHRLICH, R. 2006. Deep-Sea Shrimps (Decapoda: Aristeidae): New Targets Of The Deep-Water Trawling Fishery in Brazil. *Brazilian Journal ff Oceanography*, 54(2/3):123-134.
- PITCHER, T. 1999. Beverton and Holt equations: spreadsheet functions and uncertainty. *NAGA, The ICLARM Quaterly*, v. 22, n. 1, p. 37-41.
- PUNT, A.E. e JAPP, D.W. 1994. Stock assessment of the kingklip *Genypterus capensis* off South Africa. *S. Afr. J. mar. Sci.*, 14: 133-149.
- QUINN, T. e DERISO, R. 1999. *Quantitative Fish Dynamics*. Oxford University Press. 542 p.
- RENZI, M.A. 1986. Aspectos biológico-pesqueros del abadejo (*Genypterus blacodes*). *Rev. Invest, Pesq.* Nº 6: 5-19.
- RICKER, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull Fish. Res. Bd. Can.* 191:382p.
- SECOR, D.H.; DEAN, J.M.; LABAN, E.H. 1991. *Manual for otolith and preparation for microstructural examination*. Tech. Publi, 1991-01. Belle Baruch Institute for Biology and Coastal Research. 85p.
- SEVERINO-RODRIGUES, E.; HEBLING, N.J.; GRAÇA-LOPES, R. 2007. Biodiversidade no produto da pesca de Arrasto-de-fundo dirigida ao lagostim, *Metanephrops rubellus* (Moreira, 1903), desembarcado no litoral do Estado de São Paulo, Brasil. *B.Inst.Pesca*, 33(2):171-182.
- SMITH, P. J. e PAULIN, C. D. 2003. Genetic and morphological evidence for a single species of kingling *Genypterus blacodes* in New Zealand waters. *New Zealand J. Mar. Freshw. Res.* 37: 183-194.
- SPARRE, P. e VENEMA, S. C. 1998. Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais. Parte: 1: Manual FAO documento técnico sobre as pescas. Nº 306/11 Ver. 2. Roma, FAO. 404p.
- SSENTONGO, G.W. e LARKIN, P.A. 1973. Some simple methods of estimating mortality rates of exploited fish population. *J. Fis. Res. Bd. Can.*, 30(5):695-698.
- SYSTAT for WINDOWS, 2000. Version 10. Standard Version. SPSS, Inc., Copyright.
- TOMÁS, A.R.G. 1996. *Biologia e Pesca do Falso Congro Rosa Ophidion holbrooki (Teleostei, Ophidiformes, Ophidiidae) no Sudeste do Brasil*. 272 p. (Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de Rio Claro, SP, Brasil).
- TURNER, S.C. 1986. *Populations dynamics of and, impacto f fishing on tilefish, Lopholatilus chamaelonticeps, in the middle Atlantic-southern New*

England region during the 1970's and early 1980's. (Tese de Doutorado, New Brunswick Rutgers, The State University of New Jersey, New Jersey. 289p.)

- TUTUI, S.L.S.; BASTOS, G.C.C.; TOMÁS; A.R.G.; TIAGO, G.G.; ZAVALA-CAMIN, L.A. 2000. Species composition of the exploratory fisheries with bottom longline off southeastern Brazil. *Ciência e Cultura*, 52(1): 55-58.
- UTHSCSA, 2008. IMAGE TOOL. University of Texas Health Science Center at San Antonio, Texas. Disponível em:
<http://ddsdx.uthscsa.edu/dig/itdesc.html>
- VAZZOLER, A.E.A.M. 1982. *Manual de Métodos para Estudos Biológicos de Populações de Peixes – Reprodução e Crescimento*. CNPq, Programa Nacional de Zoologia. Brasília. 108p.
- VAZZOLER, A.E.A.M. 1996. *Biologia da Reprodução de Peixes Teleósteos: Teoria e Prática*. Maringá. EDUEM, 169p.
- VELASCO, G.C. 1998. *Crescimento e mortalidade natural de Netuma barba (Lacépède, 1803) (Siluriformes, Ariidae) no estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil*. 65 p. (Dissertação de Mestrado, FURG, Rio Grande).
- VELASCO, G.; REIS, E. G e MIRANDA, L. V., 2003. Cálculo da taxa instantânea de mortalidade natural para *Netuma barba* (Lacépède, 1803) (Siluriformes, Ariidae). *Acta Biológica Leopoldensia*, UNISINOS, São Leopoldo, Brazil, 25(2): 233-242
- VELASCO, G.C. e ODDONE, M.C. 2004. Growth Parameters and Growth Performance indexes for some populations of marine catfishes (Actinopterygii, Siluriformes, Ariidae). *Acta Biológica Leopoldensia* 21(1):306-313.
- VELASCO, G.C. e CASTELLO, J.P. 2005. Preliminary ecotrophic model of southern Brazil continental shelf and fisheries scenarios for *Engraulis anchoita* (Pisces, Engraulidae). *Atlântica, Rio Grande, RS, Brasil*, 27(1): 59-68.
- VELASCO, G.C. 2007. *Análise da Pesca e da Dinâmica Populacional do Congro-rosa Genypterus brasiliensis Regan, 1903 no Sudeste do Brasil*. Rio Claro, SP. 84p. (Relatório Científico de Pós-Doutorado. UNESP).
- VIEIRA, S. e HOFFMANN, R. 1989. *Estatística Experimental*. São Paulo. Ed. Atlas. 179p.
- VILLARINO, M. F. 1997. Evolución de lãs capturas de abadejo (*Genypterus blacodes*) em relación a lãs de merluza (*Merluccius hubbsi*) por mês y área de pesca durante los anos 1987-1990. *Inf. Téc.*, 18: 25p.
- VILLARINO, M. F. 1998. Distribucion y estrutura de tallas de abadejo (*G. blacodes*) en el mar Argentino. *INIDEP Inf. Tec.* 18: 1-25.

- VOOREN, C. M.; HAIMOVICI, M.; VIEIRA, P.C.; DUARTE, V.; FERREIRA, B.P. 1988. Pesca experimental na margem externa da plataforma e no talude continental do Rio Grande do Sul no inverno de 1986. *Anais do V Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, Fortaleza*, pp435-447.
- WEATHERLEY, A.H. e GILL, H.S. 1987. *The Biology of Fish Growth*. Academic Press, Toronto.
- WIFF, R.; OJEDA, V. e QUIROZ, J.C. 2007. Age and growth in pink cusk-eel (*Genypterus blacodes*) off the Chilean austral zone: evaluating differences between management fishing zones. *J. Appl. Ichthyol.* 23:270-272.
- WITHELL, A. F. e WANKOWSKI, J.W.J. 1989. Age and Growth Estimates for Pink Ling, *Genypterus blacodes* (Schneider), and Gemfish, *Rexea solandri* (Curvier), from Eastern Bass Strait, Australia. *Aust. J. of Marine and Freshmant Research*, 40(2): 215-226.
- WRZESINSKI, O.1984. Some features of the *Genypterus* sp. Populations off the coasts of Southwest Africa and Argentina. *Reports of the Sea Fisheries Institute, Gdynia* 19: 43-60.
- WÖHLER, O. C.; GIUSSE, A. R.; GARCIA DE LA ROSA, S. B. SÁNCHEZ, F.; HANSEN, J. E.; CORDO, H. D.; ALVAREZ COLOMBO, G. A.; INCORVAIA, S.; RETA, R. e ABACHIÁN, V. E. 1999. Resultados de La Campaña de evaluación de peces demersales australes efectuada em el verano de 1997. *Inf. Téc. Int.* DNI-INIDEP. No 24/99, 60p.
- ZAR, J. H. 1999. *Biostatistical analisis*. (4^a ed.) New Jersey, Prentice Hall, 663p.