

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

**A EVOLUÇÃO DA PESCA E DINÂMICA DE
POPULAÇÃO DO PEIXE-SAPO (*Lophius gastrophysus*
MIRANDA-RIBEIRO, 1915) NA MARGEM CONTINENTAL
DA COSTA BRASILEIRA ENTRE 22° E 28°S.**

Mariana Loureiro Lima de Arruda Botelho

Orientador: Dr. Antônio Olinto Ávila da Silva

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

Novembro - 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

**A EVOLUÇÃO DA PESCA E DINÂMICA DE
POPULAÇÃO DO PEIXE-SAPO (*Lophius gastrophysus*
MIRANDA-RIBEIRO, 1915) NA MARGEM CONTINENTAL
DA COSTA BRASILEIRA ENTRE 22° E 28°S.**

Mariana Loureiro Lima de Arruda Botelho

Orientador: Dr. Antônio Olinto Ávila da Silva

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

Novembro - 2008

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

B748e

Botelho, Mariana Loureiro Lima de Arruda

A evolução da pesca e dinâmica de população do peixe-sapo (*Lophius gastrophysus* Miranda-Ribeiro, 1915) na margem Continental da Costa Brasileira entre 22° e 28°S / Mariana Loureiro Lima de Arruda Botelho.
-- São Paulo, 2008.

xi, 94f. ; il. ; graf. ; tab.

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

Orientador: Antônio Olinto Ávila da Silva.

1. *Lophius gastrophysus*. 2. Dinâmica da Frota. 3. Crescimento.
4. Mortalidade. 5. Seletividade. I. Ávila-da-Silva, Antônio Olinto. II. Título.

CDD 639.2

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

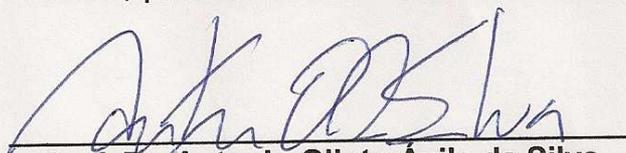
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

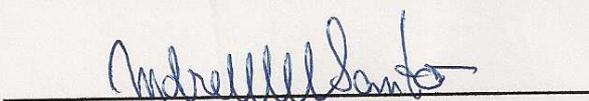
A EVOLUÇÃO DA PESCA E DINÂMICA DE POPULAÇÃO DO
PEIXE-SAPO (*Lophius gastrophysus* MIRANDA-RIBEIRO, 1915)
NA MARGEM CONTINENTAL DA COSTA BRASILEIRA ENTRE
22° e 28° S

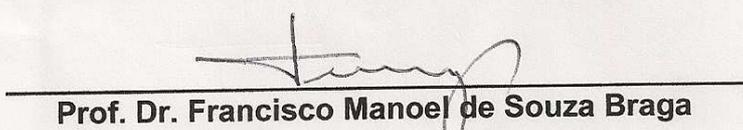
AUTOR: MARIANA LOUREIRO LIMA DE ARRUDA BOTELHO

ORIENTADOR: Antonio Olinto Ávila da Silva

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. Antonio Olinto Ávila da Silva


Prof. Dr. André Martins Vaz dos Santos


Prof. Dr. Francisco Manoel de Souza Braga

Data da realização: 03 de novembro de 2008

Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dr. Antonio Olinto Ávila da Silva

*Dedico este trabalho aos meus pais,
Toledo e Jussara e à minha irmã Gabriela.*

*“Trate bem a terra. Ela não foi doada a você pelos seus pais.
Ela foi emprestada a você pelos seus filhos.”
Provérbio antigo do Quênia*

“Os que decidem sobre o amanhã devem avaliar o impacto no futuro.”

Jacques Cousteau

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Antônio Olinto Ávila da Silva, pela extrema dedicação e paciência, sempre me incentivando e compartilhando muitos conhecimentos! Serei eternamente grata por toda orientação e confiança nestes anos!

Aos meus pais e minha irmã, por todo amor, apoio e por sempre acreditarem em mim! Sem vocês nada disso seria possível! Muito obrigada!!!

À toda minha família e especialmente às minhas avós, por todo carinho e apoio.

Aos meus amigos do Mestrado, Ligia, Ana, Mel, Felipe, Karla, Celso, Lourenço e também ao “aluno falante” Beto, por todos os momentos juntos. Nas disciplinas, reuniões de “estudo” antes das provas, nas coletas: Felipe, Ligia e Celso que me fizeram companhia e ajudaram muito! Nas saídas de campo: arrasto de sete-barbas, com o mar “meio” revoltoso; passeio de barco no mangue; ida ao late Clube; pesca elétrica e tombo em Bertioga; e muitos outros momentos engraçados e que vão deixar lembranças! E nas comemorações: caldeirada, jantares com sapateira, fritada de camarão, e sempre regadas a jurupinga (né, Felipe?!). Sem vocês a minha vida em Santos e o Mestrado não teriam sido os mesmos!

A todos os amigos do Instituto de Pesca, Ju, Dani, Samantha, Marcelo, Priscilla, Camila, Alessandro, Pedro, pela ajuda sempre que eu precisei, pelos jogos de vôlei na praia e pelo acolhimento! Gastão, pela ajuda nas coletas e por todo conhecimento compartilhado. Marcus, D. Ana, D. Hermoza, Tânia, Felipe, Rose, Carmen e todos os outros sempre dispostos a ajudar! A todos os professores, Acácio, Evandro, Arfelli, Paula, Katharina, Hércio, Amorim, André, Roberto, por todos os ensinamentos.

A todos os mestres e armadores das embarcações e trabalhadores dos entrepostos pesqueiros, Sr. Benito, Fukui, Manolo, Miyakawa, Jamil, Pedro Simão, Toninho, Rogério, Arantes, entre tantos outros. Aos proprietários e veterinárias das processadoras de pescado, Victor D’áscola, Silas, Ricardo,

Renata, Cíntia, Érica. E aos coletores do Instituto de Pesca, Estelito, Luiz, Manuel, Reinaldo e Feijão. Obrigada por permitirem a amostragem e a coleta dos exemplares para este estudo e pelas entrevistas, conversas e compartilhamento das experiências na atividade pesqueira.

Aos professores da minha banca de qualificação, Dr. Acácio R. G. Tomás, Dr. Carlos A. Arfelli, Dr. André M. Vaz dos Santos e Dra. Paula M. Gênova, pelas sugestões dadas.

Aos professores Dr. Francisco M. S. Braga, Dr. André M. Vaz dos Santos, Dr. José Angel A. Perez e Dr. Acácio R. G. Tomás por aceitarem o convite para constituírem minha banca de Mestrado.

Às demais pessoas que de alguma forma contribuíram para que este trabalho se realizasse!

A todos vocês, muito obrigada!!!

SUMÁRIO

| | |
|---|-----|
| ÍNDICE DE TABELAS | v |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | vii |
| RESUMO | x |
| ABSTRACT | xi |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 1.1 Objetivos | 6 |
| 1.2 Área de Estudo..... | 7 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS | 11 |
| 2.1 Dinâmica e Características das Frotas Pesqueiras..... | 11 |
| 2.1.1 Caracterização Física e Operacional das Embarcações e dos Petrechos | 11 |
| 2.1.2 Direcionamento da Frota Pesqueira..... | 11 |
| 2.1.3 Modelagem da Captura por Unidade de Esforço de <i>Lophius gastrophysus</i> | 13 |
| 2.2 Comércio Exterior..... | 15 |
| 2.3 Dinâmica Populacional de <i>Lophius gastrophysus</i> | 16 |
| 2.3.1 Composição de Comprimentos das Capturas..... | 16 |
| 2.3.2 Relações Biométricas..... | 17 |
| 2.3.3 Idade e Crescimento | 19 |
| 2.3.4 Taxas de Mortalidade e Sobrevivência | 24 |
| 2.3.5 Seletividade dos aparelhos de pesca..... | 26 |
| 3 RESULTADOS..... | 29 |
| 3.1 Dinâmica e Características das Frotas Pesqueiras..... | 29 |
| 3.1.1 Caracterização Física e Operacional das Embarcações e dos Petrechos | 29 |
| 3.1.2 Direcionamento da Frota Pesqueira..... | 32 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.1.3 | Modelagem da Captura por Unidade de Esforço de <i>Lophius gastrophysus</i> | 36 |
| 3.2 | Comércio Exterior..... | 45 |
| 3.3 | Dinâmica Populacional de <i>Lophius gastrophysus</i> | 47 |
| 3.3.1 | Composição de Comprimentos das Capturas..... | 47 |
| 3.3.2 | Relações Biométricas..... | 50 |
| 3.3.3 | Idade e Crescimento | 54 |
| 3.3.4 | Taxas de Mortalidade e Sobrevivência | 63 |
| 3.3.5 | Seletividade dos aparelhos de pesca..... | 66 |
| 4 | DISCUSSÃO..... | 70 |
| 4.1 | Dinâmica e Características das Frotas Pesqueiras..... | 70 |
| 4.2 | Comércio Exterior..... | 72 |
| 4.3 | Dinâmica Populacional de <i>Lophius gastrophysus</i> | 73 |
| 5 | CONCLUSÕES..... | 82 |
| 6 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 85 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Idade das embarcações da frota de arrasto-duplo que atuaram na captura de <i>L. gastrophysus</i> , no período de 1990 a 2007, entre os paralelos 22 e 28°S com desembarques registrados em São Paulo. | 30 |
| Tabela 2: Análise de deviância para o modelo linear generalizado de família gaussiana com função de ligação identidade ajustado aos dados do logaritmo CPUE (kg/número de lances de arrasto-duplo) de <i>L. gastrophysus</i> em relação às variáveis ambientais. | 39 |
| Tabela 3: Coeficientes do modelo linear generalizado de família gaussiana com função de ligação identidade ajustado aos dados de logaritmo da CPUE (kg/número de lances de arrasto-duplo) de <i>L. gastrophysus</i> para os anos de 1990 a 2007. | 41 |
| Tabela 4: Análise de deviância para o modelo linear generalizado de família gaussiana com função de ligação identidade ajustado aos dados do logaritmo CPUE (kg/dias de pesca de emalhe-de-fundo) de <i>L. gastrophysus</i> em relação às variáveis ambientais. | 43 |
| Tabela 5: Coeficientes do modelo linear generalizado de família gaussiana com função de ligação identidade ajustado aos dados de logaritmo da CPUE (kg/dias de pesca de emalhe-de-fundo) de <i>L. gastrophysus</i> | 44 |
| Tabela 6: Quantidade de <i>L. gastrophysus</i> desembarcado (t), exportado (t) e a porcentagem de exportação deste recurso pelo Brasil nos anos de 2002 a 2007. | 47 |
| Tabela 7: Tabela de ANOVA da variação de Lt de <i>L. gastrophysus</i> em relação às variáveis ambientais, para a frota de arrasto-duplo. | 48 |
| Tabela 8: Tabela de ANOVA da variação de Lt de <i>L. gastrophysus</i> em relação às variáveis ambientais, para a frota de emalhe-de-fundo. | 49 |
| Tabela 9: Correlação linear e Análise de variância das regressões de Lt em relação às medidas da região cefálica de <i>L. gastrophysus</i> | 50 |
| Tabela 10: Estimativa dos coeficientes da regressão de potência do peso eviscerado em função do comprimento total de <i>L. gastrophysus</i> , seus intervalos de confiança a nível de 5% (IC), seus níveis de significância e o coeficiente de determinação (r^2). | 52 |
| Tabela 11: Número de otólitos de <i>L. gastrophysus</i> analisados por classe de comprimento total (Lt) e por mês. | 54 |
| Tabela 12: Estimativa dos coeficientes de regressão linear do comprimento total em função do raio total do otólito de <i>L. gastrophysus</i> , seus intervalos de confiança (IC), seus níveis de significância (P) e o coeficiente de determinação (r^2). | 56 |

| | |
|---|----|
| Tabela 13: Comprimento total retrocalculado para <i>L. gastrophysus</i> (n representa o número de exemplares por classe etária e Lt o comprimento médio de captura)..... | 59 |
| Tabela 14: Parâmetros da equação de crescimento de von Bertalanffy, intervalos de confiança (IC, $\alpha=5\%$), nível de significância (P) e graus de liberdade (gl) de <i>L. gastrophysus</i> ajustados sobre dados de comprimento total médio retrocalculado por idade. | 60 |
| Tabela 15: Chave comprimento-idade de <i>Lophius gastrophysus</i> , capturados entre 22 e 28°S, nos anos de 2006 e 2007, com desembarques registrados em São Paulo. | 61 |
| Tabela 16: Frequência relativa por idade de <i>Lophius gastrophysus</i> , por aparelho-de-pesca, capturados entre 22 e 28°S, nos anos de 2006 e 2007, com desembarques registrados em São Paulo..... | 62 |
| Tabela 17: Comprimento médio na idade de captura de <i>L. gastrophysus</i> e número de indivíduos analisados (N) capturados pelas frotas de arrasto-duplo e emalhe-de-fundo, no período de 2006 a 2007, entre 22 e 28° S, que registraram desembarques em São Paulo e significância (P) do teste t para os comprimentos médios..... | 63 |
| Tabela 18: Estimativa de frequência de Lt do número de indivíduos de <i>L. gastrophysus</i> desembarcados pelas frotas de arrasto-duplo (arr) e emalhe-de-fundo (em), no estado de São Paulo, no período de 2006 e 2007. | 64 |
| Tabela 19: Valores das taxas de Z, M, F e E para <i>L. gastrophysus</i> , capturados entre 22 e 28°S, nos anos de 2006 e 2007, com desembarques registrados em São Paulo. | 65 |
| Tabela 20: Comprimentos totais de captura (mm) correspondentes às probabilidades de retenção de 25%, 50% e 75% por aparelho-de-pesca. | 66 |
| Tabela 21: Idade (t), Lt (mm), We (g), número relativo de indivíduos (N) e biomassa de <i>L. gastrophysus</i> capturados no período de 2006 a 2007, entre 22 e 28° S, que registraram desembarques em São Paulo..... | 69 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Mapa da área de estudo..... | 8 |
| Figura 2: Medidas de comprimento total (Lt) e da região cefálica (Doc, Dpo, Dpob e Dillic) de <i>L. gastrophysus</i> | 18 |
| Figura 3: Face proximal (A) e distal (B) do otólito <i>sagittae</i> direito de <i>L. gastrophysus</i> de 739 mm de comprimento total..... | 20 |
| Figura 4: Corte transversal de otólito de <i>L. gastrophysus</i> , visto com luz transmitida. Indicação de sete anéis (zonas opacas) de um indivíduo de 598 mm de comprimento total..... | 21 |
| Figura 5: Número de desembarques, de embarcações e da captura (t) de <i>L. gastrophysus</i> pela frota de arrasto-duplo nos anos de 1990 a 2007, para as operações de pesca realizadas entre 22 e 28° S, com desembarques registrados em São Paulo..... | 33 |
| Figura 6: Freqüência acumulada da participação relativa de <i>L. gastrophysus</i> por desembarque de arrasto-duplo, no período de 1990 a 2007 para as operações de pesca realizadas entre 22 e 28° S, com desembarques registrados em São Paulo..... | 34 |
| Figura 7: Número de desembarques, de embarcações e da captura (t) de <i>L. gastrophysus</i> pela frota de emalhe-de-fundo nos anos de 2001 a 2007, para as operações de pesca realizadas entre 22 e 28° S, com desembarques registrados em São Paulo..... | 35 |
| Figura 8: Freqüência acumulada da participação relativa de <i>L. gastrophysus</i> por desembarque de emalhe-de-fundo, no período de 2001 a 2007, para as operações de pesca realizadas entre 22 e 28° S, com desembarques registrados em São Paulo..... | 36 |
| Figura 9: Boxplot da profundidade de atuação da frota de arrasto-duplo na captura de <i>L. gastrophysus</i> , para as operações de pesca realizadas entre 22 e 28° S, no período de 1990 a 2007, com desembarques registrados em São Paulo..... | 37 |
| Figura 10: Boxplot da CPUE (kg/número de lances de arrasto-duplo) de <i>L. gastrophysus</i> calculada para as operações de pesca realizadas entre 22 e 28° S, no período de 1990 a 2007, com desembarques registrados em São Paulo..... | 37 |
| Figura 11: Boxplot da CPUE (kg/número de lances de arrasto-duplo) de <i>L. gastrophysus</i> , em relação aos meses, calculada para as operações de pesca realizadas entre 22 e 28° S, no período de 1990 a 2007, com desembarques registrados em São Paulo..... | 38 |
| Figura 12: A) Boxplot da CPUE calculada (kg/número de lances de arrasto-duplo) de <i>L. gastrophysus</i> para as operações de pesca realizadas entre 22 e 28 | |

S, nos períodos de 1990-1999 e 2000-2007, com desembarques registrados em São Paulo. B) Curva da densidade do logaritmo da CPUE (linha contínua) e curva normal, com média 0,94 e desvio padrão 1,60 (linha tracejada). 39

Figura 13: Probabilidade dos resíduos do modelo de variação do logaritmo da CPUE (kg/número de lances de arrasto-duplo) de *L. gastrophysus* calculada para as operações de pesca realizadas entre 22 e 28° S, no período de 1990 a 2007, com desembarques registrados em São Paulo. 40

Figura 14: Boxplot da CPUE (kg/dias de pesca de emalhe-de-fundo) de *L. gastrophysus* calculada para as operações de pesca realizadas pelas 5 unidades produtivas, nacionais e arrendadas, entre 22 e 28° S, nos anos 2001 a 2007, com desembarques registrados em São Paulo. 42

Figura 15: A) Boxplot da CPUE (kg/dias de pesca de emalhe-de-fundo) de *L. gastrophysus* calculada para as operações de pesca realizadas no período de 2001-2007, com desembarques registrados em São Paulo. B) Curva da densidade do logaritmo da CPUE (linha contínua) e curva normal, com média 6,58 e desvio padrão 0,81 (linha tracejada)..... 43

Figura 16: Probabilidade dos resíduos do modelo de variação do logaritmo da CPUE (kg/dias de pesca de emalhe-de-fundo) de *L. gastrophysus* calculada para as operações de pesca realizadas entre 22 e 28° S, no período de 1990 a 2007, com desembarques registrados em São Paulo. 44

Figura 17: Captura total (t) de *L. gastrophysus* nos anos de 1990 a 2007, pela frota de arrasto-duplo e emalhe-de-fundo para as operações de pesca realizadas entre 22 e 28° S, no período de 1990 a 2007, com desembarques registrados em São Paulo. 45

Figura 18: Peso Líquido Total (t) de *L. gastrophysus* nos anos de 1990 a 2007, mostrando *L. gastrophysus* capturados entre 22 e 28° S, com desembarques registrados em São Paulo (linha contínua) e exportados por São Paulo (linha tracejada)..... 46

Figura 19: Histograma de Lt de *L. gastrophysus* e curva de densidade normal para (A) frota de arrasto-duplo (n=1800), com média 418,7 mm e desvio padrão 108,1 mm e (B) frota de emalhe-de-fundo (n=930), com média 625,3 mm e desvio padrão 64,4 mm. 47

Figura 20: Diferenças das médias de Lt (mm) de *L. gastrophysus* capturados pela frota de arrasto-duplo entre 22 e 28° S, com desembarques registrados em São Paulo, por trimestre ($\alpha=0,05$)..... 48

Figura 21: Diferenças das médias de Lt (mm) de *L. gastrophysus* capturados pela frota de arrasto-duplo entre 22 e 28° S, com desembarques registrados em São Paulo, por latitude ($\alpha=0,05$)..... 49

Figura 22: (A) Regressão linear de Lt sobre Doc. (B) Diagrama de dispersão dos resíduos padronizados da regressão linear de Lt sobre Doc (n=228) de *L. gastrophysus*. 50

| | |
|--|----|
| Figura 23: (A) Regressão linear de Lt sobre Dpo. (B) Diagrama de dispersão dos resíduos padronizados da regressão linear de Lt sobre Dpo (n=228) de <i>L. gastrophysus</i> . | 51 |
| Figura 24: (A) Regressão linear de Lt sobre Dpo _b . (B) Diagrama de dispersão dos resíduos padronizados da regressão linear de Lt sobre Dpo _b (n=230) de <i>L. gastrophysus</i> . | 51 |
| Figura 25: (A) Regressão linear de Lt sobre Dillic. (B) Diagrama de dispersão dos resíduos padronizados da regressão linear de Lt sobre Dillic (n=76) de <i>L. gastrophysus</i> . | 52 |
| Figura 26: Regressão de potência do peso eviscerado, We, sobre o comprimento total Lt (n=284) de <i>L. gastrophysus</i> . | 53 |
| Figura 27: Diagrama de dispersão dos resíduos do ajuste do peso eviscerado, We, sobre o comprimento total Lt de <i>L. gastrophysus</i> . | 53 |
| Figura 28: Variação Mensal das porcentagens de bordas opacas e translúcidas observadas em otólitos de <i>L. gastrophysus</i> com 5 a 7 anéis de crescimento (n=153). | 55 |
| Figura 29: Raio total do otólito (Rt) em relação ao comprimento total de <i>L. gastrophysus</i> , mostrando a reta de regressão linear entre estas medidas. | 56 |
| Figura 30: Diagrama de dispersão dos resíduos padronizados da regressão linear de Lt sobre Rt de <i>L. gastrophysus</i> . | 57 |
| Figura 31: Boxplot da variação do raio dos anéis dos otólitos lidos para <i>L. gastrophysus</i> . | 58 |
| Figura 32: Variação do raio dos anéis de otólitos lidos de <i>L. gastrophysus</i> . | 58 |
| Figura 33: Ajuste da equação de crescimento de von Bertalanffy sobre as médias de comprimento total, Lt (mm) de <i>L. gastrophysus</i> retrocalculados à época de formação do anel etário. | 60 |
| Figura 34: Curva de captura baseada em comprimentos convertidos em idades para <i>L. gastrophysus</i> . | 65 |
| Figura 35: Tamanho total, Lt (mm) de <i>L. gastrophysus</i> pela probabilidade de captura, demonstrando a curva de seletividade do arrasto-duplo (curva sigmóide) e as probabilidades de captura de 25%, 50% e 75% (linhas tracejadas). | 67 |
| Figura 36: Tamanho total, Lt (mm) de <i>L. gastrophysus</i> pela probabilidade de captura, demonstrando a curva de seletividade do emalhe-de-fundo (curva de duas-faces) e as probabilidades de captura de 25%, 50% e 75% (linhas tracejadas). | 68 |

RESUMO

No início dos anos 2000, no Brasil, a pesca na quebra de plataforma e no talude superior estava em franca expansão e a captura de *Lophius gastrophysus* passou a ser de interesse econômico para exportação. Conseqüentemente, houve um grande aumento do esforço direcionado para a espécie. No Estado de São Paulo seus desembarques, em 2000, somaram 61,5 t, alcançaram 1.063,2 t em 2001 e, em 2007, foram de 163,1 t. *L. gastrophysus* é capturado com redes de arrasto-duplo de fundo e de emalhe-de-fundo. A análise de dados de pesca de 3.469 cruzeiros com desembarques registrados no Estado de São Paulo, entre 1990 e 2007, indicou que a captura da espécie pode ser considerada acessória na pesca com arrasto-duplo e alvo para o emalhe-de-fundo. A aplicação de modelos lineares generalizados indicou que na pesca com arrasto a CPUE variou com o ano, a profundidade, o mês e a latitude. Na pesca com emalhe-de-fundo observou-se um efeito significativo do poder de pesca da embarcação sobre a CPUE. A pesca com arrasto-duplo capturou indivíduos menores, havendo uma variação sazonal, batimétrica e latitudinal nos comprimentos e para a frota de emalhe-de-fundo não houve variação significativa nos comprimentos. Os parâmetros de crescimento calculados para *L. gastrophysus* foram: L_{∞} de 764,79 mm, k de $0,15 \text{ ano}^{-1}$ e t_0 de -0,90 anos. Estes resultados o designam como uma espécie de crescimento lento e alta longevidade, de 19 anos. Os valores estimados para as taxas de mortalidade total (Z) e por pesca (F) de *L. gastrophysus* foram respectivamente: $0,29 \text{ ano}^{-1}$ e de $0,09$ a $0,14 \text{ ano}^{-1}$, dado que a taxa de M para o gênero *Lophius*, varia de $0,15$ a $0,20 \text{ ano}^{-1}$. Sua taxa exploração (E) variou de $0,31$ a $0,48 \text{ ano}^{-1}$ e sua taxa de sobrevivência (S) foi de 75%. Sua biomassa máxima ocorreu com 452,4 mm, aproximadamente na idade de 5 anos. O comprimento de primeira captura ($L_{50\%}$) estimado para a pesca com arrasto foi de 317,5 mm enquanto que para o emalhe foi de 572,5 mm. Os resultados indicaram que a espécie foi explorada de forma acentuada no início dos anos 2000, porém já vem apresentando diminuição do direcionamento para sua captura, pela frota de arrasto-duplo e uma redução do poder de pesca da frota de emalhe-de-fundo, nos anos de 2006 e 2007. Ainda assim, seu estoque exige atenção e as medidas das legislações para a espécie devem ser cumpridas para que seja viabilizada a manutenção de sua pescaria em níveis sustentáveis.

ABSTRACT

In the early 2000, in Brazil, fishing on shelf break and upper slope was booming and the catch of *Lophius gastrophysus* has become of economic interest for exportation. Following, there was a large increase in effort directed to this species. In São Paulo State fishing ports its landings in 2000 were 61.5 t, reached 1,063.2 t in 2001 and, in 2007, it were reduced to 163.1 t. *L. gastrophysus* is captured with double-trawl and gillnet fishing gears. Data analysis from 3,469 fishing cruises, with landings registered in São Paulo State, between 1990 and 2007, indicated that this species can be considered a by catch for trawlers and a target for gillnetters. The application of generalized linear models showed that CPUE from trawlers varied with year, depth, month and latitude. For gillnetters there was a significant effect of the fishing power of each different vessel on CPUE. Double-trawl fleet captured smaller individuals, with a seasonal, bathymetric and latitudinal variation of lengths. For gillnet fleet there was no significant variation of length. Growth parameters calculated for *L. gastrophysus* were: L_{∞} of 764.79 mm, k of 0.15 year⁻¹ and t_0 of -0.90 years. These results classify it as a slow growth and high longevity (19 years) species. Estimated values for *L. gastrophysus* total mortality (Z) and fisherie (F) rates were: 0.29 year⁻¹ and between 0.09 to 0.14 year⁻¹, considering natural mortality rate (M) for *Lophius* genus varying from 0.15 to 0.20 year⁻¹. Exploitation rate (E) ranged from 0.31 to 0.48 year⁻¹ and survival rate was 75%. The maximum biomass occurred in the length of 452.4 mm, about 5 years old. Estimated first capture length ($L_{50\%}$) was 317.5 mm, for double-trawl and 572.5 mm, for gillnet fishing gears. Results indicated that the species has been sharply exploited at the beginning of the 2000s, but has already shown decrease in double-trawl fishing effort to his capture, and a gillnet fleet fishing power reduction, in 2006 and 2007 years. Still, its stock needs attention and species laws measures must be enforced, so would be possible to maintain its fishery at sustainable levels.

1 INTRODUÇÃO

Até o início da década de 90 a exploração do ambiente demersal pela atividade pesqueira, nas regiões sudeste e sul do Brasil, concentrava-se principalmente até a isóbata de 80 m, onde eram capturados principalmente camarões e peixes costeiros. Apenas as embarcações linheiras operavam com uma diversidade de técnicas de pesca com linha e anzol em profundidades de até cerca de 200 m para a captura de peixes demersais como *Epinephelus niveatus* e *Polyprion americanus* (chernes verdadeiro e poveiro, respectivamente), *Pagrus pagrus* (pargo-rosa), *Pseudopercis numida* (namorado) e o *Lopholatilus villarii* (peixe-batata) (SANTOS *et al.*, 1988; PAIVA e ANDRADE, 1994; HAIMOVICI, 1997; CARNEIRO *et al.*, 2000).

A partir de meados da década de 90 o interesse na exploração de recursos demersais de profundidade tomou impulso com o desenvolvimento e a aplicação de técnicas de captura que permitissem a pesca em ambientes de quebra de plataforma e talude superior. Em 1994 foi introduzido, a partir das operações com o N/Pq Orion, do Instituto de Pesca (SP), o método de pesca de espinhel-de-fundo com cabo principal de aço. Este foi rapidamente assimilado pela frota e possibilitou operações pesqueiras de grande escala em profundidade de até 600 m (ÁVILA-DA-SILVA *et al.*, 2001).

Nos anos 96 a 98, no contexto do Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva Brasileira – REVIZEE, foram realizados levantamentos de peixes demersais vulneráveis às pescas com espinhel-de-fundo, armadilhas e pargueiras, ao largo dos estados do Rio de Janeiro ao Rio Grande do Sul (HAIMOVICI *et al.*, 2004; ÁVILA-DA-SILVA e HAIMOVICI, 2004; BERNARDES *et al.*, 2005).

Com o passar dos anos 90 desenvolveu-se a percepção de que as pescarias de profundidade poderiam ser uma importante alternativa para a necessária redução do esforço pesqueiro sobre a plataforma continental (PEREZ *et al.*, 2003). Como efeito, em 1998, o Departamento de Pesca e Aqüicultura, vinculado ao Ministério da Agricultura e Pecuária, iniciou um programa para o desenvolvimento da pesca de profundidade baseado em

embarcações arrendadas. O Decreto nº 2840, de 10 de novembro de 1998, que regulamentou os arrendamentos, estabelecia as seguintes metas: o aumento da oferta de pescado no mercado interno; a transferência de tecnologias de pesca; a qualificação de mão-de-obra e a geração de empregos no setor pesqueiro e, finalmente, o conhecimento dos recursos potenciais e a ocupação racional da Zona Econômica Exclusiva. Com suas operações foram identificadas áreas de pesca de espécies como *Lophius gastrophysus* (peixe-sapo), *Zenopsis conchifer* (galo-de-profundidade) e *Polyprion americanus* (cherne-poveiro), entre outros (PEREZ *et al.*, *op. cit.*). Estes autores alertaram sobre os perigos da expansão desordenada das áreas de pesca e a necessidade de subsídios científicos para seu devido ordenamento.

Ao final da década de 90 a pesca de *L. villarii* e *P. americanus* com espinhel-de-fundo já se encontrava profundamente comprometida. A primeira espécie sofreu um decréscimo de 49% em seu estoque entre 1995 e 1999 (ÁVILA-DA-SILVA e HAIMOVICI, 2005) enquanto que a segunda apresentou uma redução de até 97% no rendimento de suas pescarias (HAIMOVICI e PERES, 2005). Em decorrência deste quadro, a pesca de *P. americanus* foi proibida por 10 anos através Instrução Normativa MMA nº 37, de 6 de outubro 2005.

HAIMOVICI *et al.* (2003) concluem que a pesca de linha-de-fundo no sudeste-sul do Brasil serve para exemplificar como políticas de concessão de licenças de pesca para o “incentivo ao desenvolvimento” e de “aplicação de novas tecnologias” na exploração de recursos pesqueiros podem ser altamente prejudiciais à sustentabilidade no fornecimento de alimentos e manutenção de emprego no setor pesqueiro.

No início dos anos 2000 as pescarias de profundidade com redes de arrasto-duplo e de emalhe-de-fundo estavam em franca expansão e a captura de *L. gastrophysus* passou a ter grande importância econômica.

Ainda no contexto do Programa REVIZEE, nos anos 2001 e 2002, foram realizados levantamentos pesqueiros com arrasto-de-fundo em profundidades de 100 a 600 m. Nos relatórios destes cruzeiros *L. gastrophysus*

figura entre as principais capturas, juntamente com *Urophycis mystacea* (abrótea-de-profundidade), *Merluccius hubbsi* (merluza) e *Illex argentinus* (calamar-argentino). No entanto houve a indicação de que seus estoques eram modestos e que as capturas sustentáveis deveriam ser baixas (HAIMOVICI *et al.*, 2005; 2006).

Em um trabalho de acompanhamento e análise da pescaria de *L. gastrophysus* no sudeste e sul do Brasil no ano 2001, PEREZ *et al.* (2002b, 2005a) sugeriram que a captura em 2002 deveria ser limitada a um máximo de 2.500 t e realizada por embarcações licenciadas exclusivamente para este fim.

Apesar da experiência prévia e das indicações de que os novos estoques não poderiam suportar uma pressão pesqueira descontrolada, ocorreu sobre *L. gastrophysus* a conhecida “corrida do ouro” (gold-rush fisheries sensu PERRY *et al.*, 1999). As descargas da espécie entre Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul passaram de 793 t em 1999 para 7.094 em 2001, decaindo para 5.129 t em 2002 e 2.433 t em 2004 (IBAMA 2002, 2003, 2004a, 2004b, 2005; PEREZ *et al.*, 2005b). No Estado de São Paulo seus desembarques em 2000 somaram 61,5 t, alcançaram 1.063,2 t em 2001 e, em 2007, foram de 163,1 t (ÁVILA-DA-SILVA e CARNEIRO, 2003a; 2003b; ÁVILA-DA-SILVA *et al.*, 1999, 2004a, 2004b, 2005, 2007).

Com a intenção de promover um fórum para a discussão de políticas de apoio ao desenvolvimento sustentável da pesca de recursos demersais de profundidade o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA instituiu, através da Instrução Normativa nº 02, de 30 de janeiro de 2002, o Comitê Permanente de Gestão de Recursos Demersais de Profundidade e seu Subcomitê Científico.

Mais recentemente, já no âmbito da Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República, SEAP/PR, o Comitê Consultivo Permanente de Gestão de Recursos Demersais de Profundidade foi reformulado pela Instrução Normativa SEAP/PR nº 05, de 27 de maio de 2004. Este também prevê em sua estrutura um Subcomitê Científico.

Através da atuação destes Comitês, avanços importantes para o ordenamento da pesca demersal de profundidade foram, ainda que tardiamente, obtidos. Em 2002 foi criado um Grupo Técnico de Trabalho para a indicação de medidas de ordenamento da pesca do peixe-sapo. Este Grupo recomendou uma captura máxima de 1.500 t em 2003. Foram normatizadas as pescarias de *Chaceon ramosae* e *C. notialis* (caranguejos-de-profundidade) e de *Octopus* spp. (polvo). Os critérios e procedimentos para o ordenamento da pesca de *L. gastrophysus* foram publicados através de Instrução Normativa Conjunta MMA/SEAP apenas em 04 de junho de 2005. Neste ano, suas capturas somaram 2.577,5 t e no ano de 2006 foram de 2.516,5 t (IBAMA 2007; 2008).

O Estado de São Paulo responde por cerca de 10% das descargas de *L. gastrophysus* no Sudeste-Sul brasileiro, tem esta espécie como uma de suas principais capturas (ÁVILA-DA-SILVA *et al.*, 2005, IBAMA, 2005) e é o principal exportador nacional do recurso (SOARES, 2006). No Estado a captura de *L. gastrophysus* é realizada por embarcações que operam com arrasto-duplo e rede-de-emalhe, principalmente ao largo das costas do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina.

A espécie possui alto valor econômico, estando entre os principais pescados capturados e exportados no Estado de São Paulo. No entanto, esta já é considerada “sobrexplotada ou ameaçada de sobrexplotação” (IN-MMA nº05 de 21 de maio de 2004) e o manejo de seu estoque e, conseqüentemente, sua conservação requerem o aprofundamento do conhecimento sobre sua pesca e biologia.

Lophius gastrophysus, Ordem Lophiiformes e família Lophiidae, é uma espécie bentônica, capturada, no Atlântico Sul, em profundidades de 40 a 700 m, ao largo do Estado do Rio de Janeiro à Argentina. Possui corpo achatado, boca muito ampla, abertura da câmara branquial muito reduzida, situada junto à axila da nadadeira peitoral. Uma estrutura chamada *illicium*, próxima à ponta do focinho, corresponde ao primeiro espinho da nadadeira dorsal modificado. O segundo espinho situa-se entre o *illicium* e os olhos. *L. gastrophysus* é a única espécie da família Lophiidae do Brasil (FIGUEIREDO

e MENEZES, 1978). Esta espécie ocorre no Atlântico Oeste, do estado da Carolina do Norte, nos Estados Unidos da América à Argentina. Suas principais áreas de ocorrência são ao Norte do Golfo do México (EUA) e da região Sudeste do Brasil à Argentina.

Habita fundos macios e alimenta-se principalmente de peixes, atraídos pelos movimentos do *illicium*, funcionando como isca (ROBINS e RAY, 1986). VIANNA e ALMEIDA (2005) apontam a ocorrência de *L. gastrophysus* sempre associada a fundos inconsolidados e águas frias. *L. gastrophysus* é a única espécie que apresenta alto grau de variação no comprimento do *illicium* (CARUSO, 1983). Por isso pode ser dividida em duas populações: espécimes do Atlântico Sul apresentam *illicium* curto; enquanto que os do Atlântico Norte apresentam crescimento alométrico positivo, com os indivíduos menores com *illicium* curto, como os do Atlântico Sul, e os indivíduos maiores com *illicium* longo (VALENTIM *et al.*, 2007a).

O estudo está em consonância com o VI Plano Setorial para os Recursos do Mar - VI PSRM (Decreto nº 5.382 de 3 de Março de 2005), que reconhece a importância dos recursos vivos do mar e considera “imprescindível uma ação permanente de monitoramento dos principais estoques pesqueiros, a fim de permitir a geração contínua de informações essenciais para a definição de política de pesca que possa garantir a sustentabilidade da atividade, incluindo medidas de ordenamento”. Também está de acordo com o Código de Conduta para a Pesca Responsável lançado pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) em 1995 e no qual discorre sobre a preocupação com a sobrepesca e degradação dos ecossistemas costeiros e seus impactos sobre o setor pesqueiro.

Há alguns estudos publicados direcionados para *L. gastrophysus*, descrevendo sua biologia, dinâmica da pescaria e das frotas que atuam em sua captura, como o Relatório do Convênio MAPA/SARC/DOA/03/2001, que detalha a pescaria da espécie no ano 2001 e de outros autores (PEREZ e WAHRLICH, 2005; PEREZ *et al.* 2002b; 2003; 2005a; VALENTIM *et al.* 2007a; 2007b; 2008; WAHRLICH *et al.*, 2004). Porém não foram feitos estudos para

L. gastrophysus capturados pelas frotas de arrasto-duplo e emalhe-de-fundo desembarcados no Estado de São Paulo.

A presente dissertação se insere no contexto das ações necessárias para gerar subsídios científicos apropriados ao ordenamento da pesca de peixes demersais de profundidade, com ênfase no estudo de aspectos importantes da dinâmica de população de *L. gastrophysus* e da frota que atua em sua captura. A partir deste estudo, os aspectos biológicos de seu ciclo de vida e a atuação das diferentes frotas pesqueiras em sua captura foram detalhados. Detendo-se destas informações atualizadas, torna-se possível efetuar um correto ordenamento de sua pescaria, visando sua efetiva utilização, exploração e aproveitamento, de forma racional e sustentável.

1.1 Objetivos

O estudo proposto objetiva:

Descrever a dinâmica e as características físicas e operacionais das frotas pesqueiras que atuam, a partir do Estado de São Paulo, na captura de *Lophius gastrophysus*;

Indicar as áreas de pesca e a produção desembarcada de *L. gastrophysus*, analisando seus padrões sazonais e espaciais, assim como a eficiência de pesca dos diferentes aparelhos de pesca utilizados em sua captura;

Analisar as flutuações de captura desembarcada de *L. gastrophysus* no Brasil e compará-las com dados de seu comércio exterior;

Determinar a estrutura de comprimentos e idades das capturas de *L. gastrophysus* efetuadas com diferentes aparelhos de pesca;

Determinar os parâmetros da curva de crescimento de von Bertalanffy; taxas instantâneas de mortalidade total, natural e por pesca; taxa de sobrevivência; longevidade; curvas de captura e o comprimento de primeira captura por aparelho de pesca;

Determinar as taxas de seletividade dos diferentes aparelhos de pesca utilizados na captura de *L. gastrophysus* desembarcados no Estado de São Paulo, Brasil.

1.2 Área de Estudo

Os indivíduos amostrados em desembarques nos portos pesqueiros de Santos e Guarujá foram provenientes de cruzeiros de pesca que reportaram operações entre 12,5 m a 486,0 m de profundidade, capturados entre 22 e 28° S de latitude. Esta área abrange a região de Cabo Frio (RJ) até o Cabo de Santa Marta Grande (SC). Caracteriza-se por apresentar uma plataforma continental larga, coberta, em sua maioria, de areias, lamas e argilas (MATSUURA, 1986). A plataforma tem aproximadamente 1.100 km de linha de costa em formato côncavo. Possui de forma geral uma topografia regular, com a zona de quebra entre 120 e 180 m de profundidade. Em sua parte central atinge 230 km de extensão, estreitado-se para 50 km nas proximidades de Cabo Frio e para 70 km no Cabo de Santa Marta Grande (CASTRO e MIRANDA, 1998) (Figura 1).

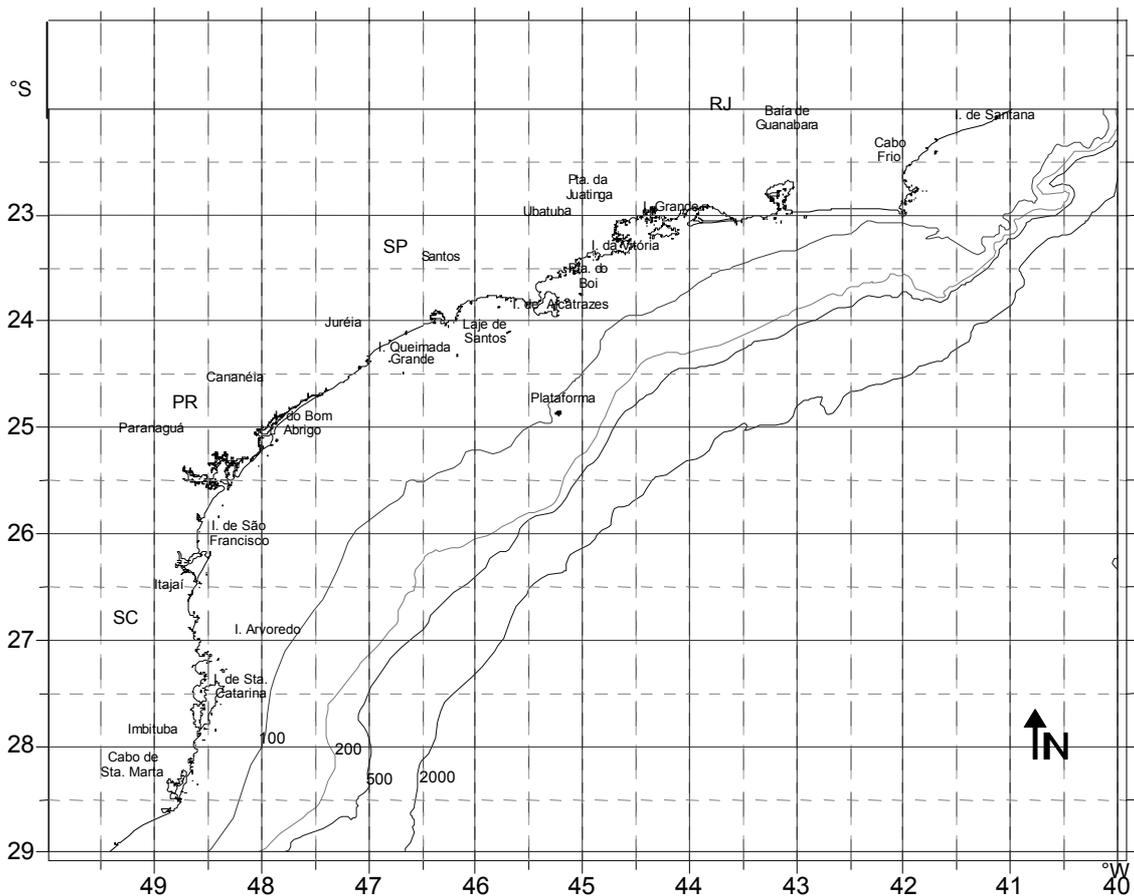


Figura 1: Mapa da área de estudo.

As massas de água presentes sobre a plataforma resultam da mistura entre a Água Tropical (AT), quente e salina, com reduzido teor de nutrientes ($T > 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $S > 36,4$; MIRANDA, 1982), transportada para o Sul-Sudoeste na camada superior (entre 0 e 200m) da Corrente do Brasil (CB), sobre o talude nas proximidades da quebra da plataforma; a Água Central do Atlântico Sul (ACAS), relativamente fria e rica em nutrientes ($6\text{ }^{\circ}\text{C} < T < 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $34,5 < S < 36$; MIRANDA, 1985) transportada também para o Sul-Sudoeste ao longo do talude continental na camada inferior (entre 200 e 500m) da CB e a Água Costeira (AC; $T > 24\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $S > 36$), quente e de baixa salinidade, resultado da mistura da água doce oriunda da drenagem continental com águas da plataforma continental. As porções mais profundas da área de estudo também podem receber influência da Água Intermediária Antártica (AIA, $3\text{ }^{\circ}\text{C} < T < 6\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $34 < S < 34,5$), presente entre 500 e 1200 m de profundidade (STRAMMA e ENGLAND, 1999). Seu fluxo originário de leste atinge o talude continental

sudeste do Brasil e divide-se em dois ramos. Um ramo gira em direção sul a cerca de 28°S e o outro, que segue em direção norte, se estabelece como uma corrente de contorno a partir de 24°S. (CASTRO e MIRANDA, 1998; MÜLLER *et al.*, 1998; BRAGA e NIENCHESKI, 2006; CASTRO *et al.*, 2006).

A maior variação ambiental é causada pelo ciclo sazonal de entrada e saída da água fria da ACAS. Nesta região, a formação de uma frente térmica de fundo separa a plataforma interna da plataforma intermediária. A posição da frente térmica muda sazonalmente, estando mais próxima da costa no verão e mais afastada no inverno.

No verão, esta diferença de temperatura é bastante pronunciada, formando uma termoclina pouco profunda, com a penetração da ACAS sobre a plataforma continental, o que traz grande quantidade de nutrientes (BRAGA e NIENCHESKI, 2006). Isto faz com que a coluna d'água se torne mais estratificada nesta época do ano e menos no inverno, quando ocorre o recuo da ACAS. O padrão descrito ocorre devido às correntes de maré, aos ventos predominantes e à fisiografia da costa, criando até regiões de ressurgência, como a de Cabo Frio, RJ e Santa Marta Grande, SC (MATSUURA, 1986; CASTRO e LEE, 1995; CAMPOS *et al.*, 2000).

A respeito da distribuição de sedimentos, ao norte de Cabo Frio há predomínio de sedimentos de maior granulometria, como cascalho e areia cascalhosa. Entre Cabo Frio e Santos ocorre uma ampla distribuição de areias médias e finas, com bolsões de areia lamosa e de lama arenosa na plataforma continental média, nas proximidades da Baía de Ilha Grande. A partir da Ilha de São Sebastião para a plataforma sul, as lamas passam a predominar em toda a extensão da plataforma externa e média (FIGUEIREDO e MADUREIRA, 2004). As lamas também predominam na área ao Sul de Cabo Frio, principalmente a partir dos 100 m de profundidade, sendo pontilhada em alguns pontos por faixas de sedimentos de granulometria de areia média e areia grossa ao longo do talude. As areias finas e muito finas estão localizadas na plataforma média e interna e predominam ao Sul da cidade do Rio de Janeiro e, ao seu Norte, predominam os sedimentos de maior granulometria (FIGUEIREDO e TESSLER, 2004). No talude continental, de modo geral, há predomínio de

lamas com ocorrência de lamas arenosas em regiões próximas à quebra da plataforma continental (FIGUEIREDO e MADUREIRA, 2004).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Dinâmica e Características das Frotas Pesqueiras

2.1.1 Caracterização Física e Operacional das Embarcações e dos Petrechos

As características físicas e operacionais, e a dinâmica das frotas pesqueiras baseadas no Estado de São Paulo, que atuam na captura de *L. gastrophysus*, distribuídos ao longo da quebra de plataforma e talude superior foram estudadas a partir de registros de desembarque dos anos 1990 a 2007 obtidos pelo Serviço de Controle Estatístico da Produção Pesqueira Marinha do Instituto de Pesca e armazenados no sistema gerenciador de banco de dados ProPesq (ÁVILA-DA-SILVA *et al.*, 1999), de entrevistas realizadas nos anos 2006 e 2007 com mestres de pesca, armadores e proprietários de empresas de processamento e exportação de recursos pesqueiros e de registro das embarcações no IBAMA.

Na análise da evolução da utilização do ambiente demersal de profundidade para a captura de *L. gastrophysus* foram considerados dados de captura e esforço pesqueiro entre os paralelos 22° e 28°S, dos anos 1990 a 2007.

2.1.2 Direcionamento da Frota Pesqueira

O grau de direcionamento das pescarias com arrasto-duplo e com emalhe-de-fundo para a espécie no período considerado foi avaliado pelo método proposto por BISEAU (1998). Este analisa basicamente a variação da participação da captura da espécie no contexto das capturas totais de cada frota pesqueira.

Para sua aplicação, seguem-se as seguintes etapas:

1. Cálculo da porcentagem da espécie (s) no cruzeiro (i):

$$C_{i,s} = \frac{T_{i,s}}{T_{i,.}}$$

2. Cálculo do nível de qualificação (NQ): $j =$ valor truncado de $C_{i,s}$ ($j =$ valores inteiros de 0 a 100)

3. Soma dos desembarques da espécie s por nível de qualificação (j):

$$TC_{j,s} = \sum_{i=1}^n \alpha_{i,j,s} \times T_{i,s}$$

com $\begin{cases} \alpha_{i,j,s} = 1 & \text{se } C_{i,s} = j \\ \alpha_{i,j,s} = 0 & \text{se } C_{i,s} \neq j \end{cases}$

4. Contribuição relativa acumulada dos cruzeiros por nível de qualificação no desembarque total da espécie:

$$P_{j,s} = \frac{\sum_{k=0}^j TC_{k,s}}{T_{.,s}}$$

onde:

$s =$ índice da espécie;

$i =$ índice do cruzeiro;

$n =$ número total de cruzeiros;

$T_{i,s} =$ desembarque da espécie no cruzeiro;

$T_{i,.} =$ desembarque total no cruzeiro;

$T_{.,s} =$ desembarque total da espécie em todos os cruzeiros.

O nível de qualificação (NQ) calculado para assegurar uma determinada porcentagem de cruzeiros, chamada de nível explicativo (NE), denomina-se nível explicativo de qualificação (NEQ). Uma vez estabelecido o NE, o NEQ corresponderá ao valor de NQ em que $P_{j,s}$ seja igual a $1-NE$.

A contribuição acumulada da espécie por aparelho de pesca em função dos níveis de qualificação resulta nas curvas de captura relativa

acumulada, que demonstram a captura da espécie, pelo volume total capturado por desembarque e podem defini-la como:

-Espécie Alvo - Curva de formato semelhante a uma sigmóide. Na maioria dos desembarques possui uma participação média de 10 a 50% da composição das capturas. E em uma pequena quantidade de viagens, possui uma participação muito alta (>60%) ou muito baixa (<10%);

-Espécie Alvo Massivo - Curva de formato côncavo, semelhante a uma exponencial. Participação muito alta (>70%) da espécie em mais de 40% dos desembarques e seguida de uma participação muito baixa (<10%) em poucos desembarques. Ocorre com espécies de comportamento gregário;

-Espécie de Fauna Acompanhante - Na maioria dos desembarques representa pequena proporção das capturas;

-Espécie Intermediária - Curva de formato levemente sigmóide. Pode ser considerada como alvo apenas em alguns anos.

2.1.3 Modelagem da Captura por Unidade de Esforço de *Lophius gastrophysus*

As variações temporais e espaciais de captura e rendimento pesqueiro foram investigadas através do ajuste de modelos lineares generalizados (MLG) e da análise de sua deviância (MCCULLAGH e NELDER, 1989; HASTIE e PREGIBON, 1997; VENABLES e RIPLEY, 1997; QUINN e DERISO, 1999). A captura por unidade de esforço (CPUE) foi calculada como a captura total (kg) por número de lances, no caso da frota de arrasto-duplo, e por dias de pesca, para a frota de emalhe-de-fundo. A variação do logaritmo neperiano da CPUE de ambas as frotas foi analisada em função das variáveis explicativas: ano, mês, profundidade média e latitude. Para a frota de emalhe também foi incluída a variável unidade produtiva.

O modelo utilizado para a frota de arrasto-duplo foi o seguinte:

$$\mu_{cpue} = e^{\alpha + \beta a + (\gamma p) + \delta m + (\epsilon l)}$$

onde:

α = coeficiente da CPUE esperada para o ano de 1990 (0), na profundidade zero (0), no mês de Janeiro (0) e na latitude zero (0);

β = coeficiente estimado para ano (a);

γ = coeficiente estimado para profundidade (p);

δ = coeficiente estimado para mês (m);

ϵ = coeficiente estimado para latitude (l);

E para a frota de emalhe-de-fundo:

$$\mu_{cpue} = e^{\alpha + \beta up + \gamma a + (\delta p) + \epsilon m + (\zeta l)}$$

onde:

α = coeficiente da CPUE esperada para a unidade produtiva nacional 1 (0), no ano de 2001 (0), na profundidade zero (0), no mês de Janeiro (0) e na latitude zero (0);

β = coeficiente estimado para unidade produtiva (up);

γ = coeficiente estimado para ano (a);

δ = coeficiente estimado para profundidade (p);

ϵ = coeficiente estimado para mês (m);

ζ = coeficiente estimado para latitude (l);

O modelo de MLG ajustado foi de família gaussiana com função de ligação identidade. A adequação da escolha da função de distribuição para

descrição da variável resposta foi verificada através do ajuste dos parâmetros da distribuição sobre o gráfico de densidade da CPUE, pela plotagem de gráficos do desvio residual sobre os quartis da curva normal padrão e pela verificação da normalidade da distribuição dos resíduos através do teste de Shapiro-Wilk. O modelo final foi selecionado através do método *stepwise* pelo índice de Akaike (AIC), no qual os termos e suas interações são adicionados ou removidos, de acordo com o valor da estatística da razão de verossimilhança para dois modelos gaussianos (PAULA, 2000). A significância das variáveis explicativas foi testada através do teste “F” (ZAR, 1996, VENABLES e RIPLEY, 1997).

Foi utilizada a técnica de boxplot que permitiu quantificar a variabilidade dos dados reduzindo a influência de valores extremos, tendo como base os valores da mediana e quartis. A linha que divide a caixa representa a mediana ($x_{.50}$), os limites mínimo e máximo representam o primeiro ($Q_1=x_{.25}$) e terceiro ($Q_3=x_{.75}$) quartis. As duas linhas que partem da caixa representam as amplitudes, até o limite dado por: $1,5 \times (Q_3 - Q_1)$. Qualquer valor a partir dos limites é considerado *outlier* ou valor extremo (QUINN e KEOUGH, 2002). As análises estatísticas foram realizadas no programa computacional R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2008).

2.2 Comércio Exterior

O acompanhamento de dados sobre a exportação de pescados é realizado pelo Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDIC, que os disponibiliza para consulta na internet, através do banco de dados Aliceweb (MDIC, 2008).

Os desembarques da frota nacional e arrendada do Estado de São Paulo são registrados em peso de *L. gastrophysus* eviscerados. As exportações destinadas à República da Coreia (Sul) e à República Popular Democrática da Coreia (Norte) compõem-se de peixes eviscerados e as demais exportações, principalmente para a Comunidade Européia, de peixes processados (sem a cabeça, apenas a cauda). Para que fosse possível esta

comparação com os desembarques, foi necessária a transformação dos dados de exportação, exceto para as Coréias do Norte e do Sul, convertendo o peso cauda (pc) para peso eviscerado (pe), segundo a relação de PEREZ *et al.* (2002a, 2002b):

$$pc = -0,05014 + 0,258 \times pe$$

A partir desta relação, os dados de exportação e os obtidos na ocasião do desembarque foram comparados através de análises gráficas e tabela.

2.3 Dinâmica Populacional de *Lophius gastrophysus*

2.3.1 Composição de Comprimentos das Capturas

Os dados de composição de comprimentos das capturas de *L. gastrophysus* desembarcadas nos portos pesqueiros de Santos e Guarujá foram obtidos ao longo de 15 meses, nos anos de 2006 e 2007, por categoria de aparelho de pesca, através de amostragens realizadas na ocasião da descarga de pescado.

Para cada amostra foram anotadas informações sobre o local de pesca, o período e o aparelho utilizado. A amostragem de comprimento total (Lt) foi aleatória. As medidas de Lt foram feitas com o peixe em sua posição normal, focinho para esquerda, sobre ictiômetro com escala de 1 mm de precisão e aproximação ao milímetro inferior mais próximo.

O número de indivíduos medidos foi indicado através do método do erro máximo relativo (ϵ) (SPARRE e VENEMA, 1998). Os dados de comprimento usados para este cálculo foram os obtidos na primeira amostra para cada aparelho de pesca, de acordo com a fórmula:

$$\epsilon = \frac{t_{n-1} \times s}{\bar{x} \times \sqrt{n}}$$

onde:

n = total amostrado;

t_{n-1} = valor da distribuição t para $n-1$ graus de liberdade, $\alpha=0,05$;

s = desvio padrão da amostra;

\bar{x} = comprimento total médio da amostra.

A variação de Lt foi analisada, por aparelho de pesca, via Análise de Variância (ANOVA), tendo como variáveis explicativas: trimestre, latitude e profundidade. O modelo final foi selecionado através do índice de Akaike, (VENABLES e RIPLEY, 1997; PAULA, 2000). O Teste de comparações múltiplas *a posteriori* de Tukey indicou quais níveis de cada variável diferiam dos demais e para que pudesse ser mais bem visualizado, foram feitos gráficos deste teste para cada variável (QUINN e DERISO, 1999).

2.3.2 Relações Biométricas

Relações de comprimentos e a relação comprimento total – peso eviscerado foram obtidas através sub-amostras estratificadas por classe de Lt.

L. gastrophysus é uma espécie de alto valor comercial que é exportada muitas vezes descabeçada, o que propicia a disponibilidade de farto material descartado após o processamento. No entanto, para o aproveitamento deste material, foi necessário o estabelecimento de relações morfométricas que permitiram a recuperação da informação de Lt a partir de medidas tomadas na região cefálica, através de modelos lineares ($y = a + bx$).

Determinou-se quatro medidas de comprimento localizadas na região da cabeça para que fossem posteriormente relacionadas ao Lt. Estas medidas foram chamadas de: Doc, distância entre as “cristas” inter-oculares; Dpo, distância entre as extremidades dos espinhos dos pré-opérculos; Dpob, distância entre as bases dos espinhos dos pré-opérculos e Dillic, distância entre a “crista” inter-ocular esquerda à base do *illicium* (Figura 2).

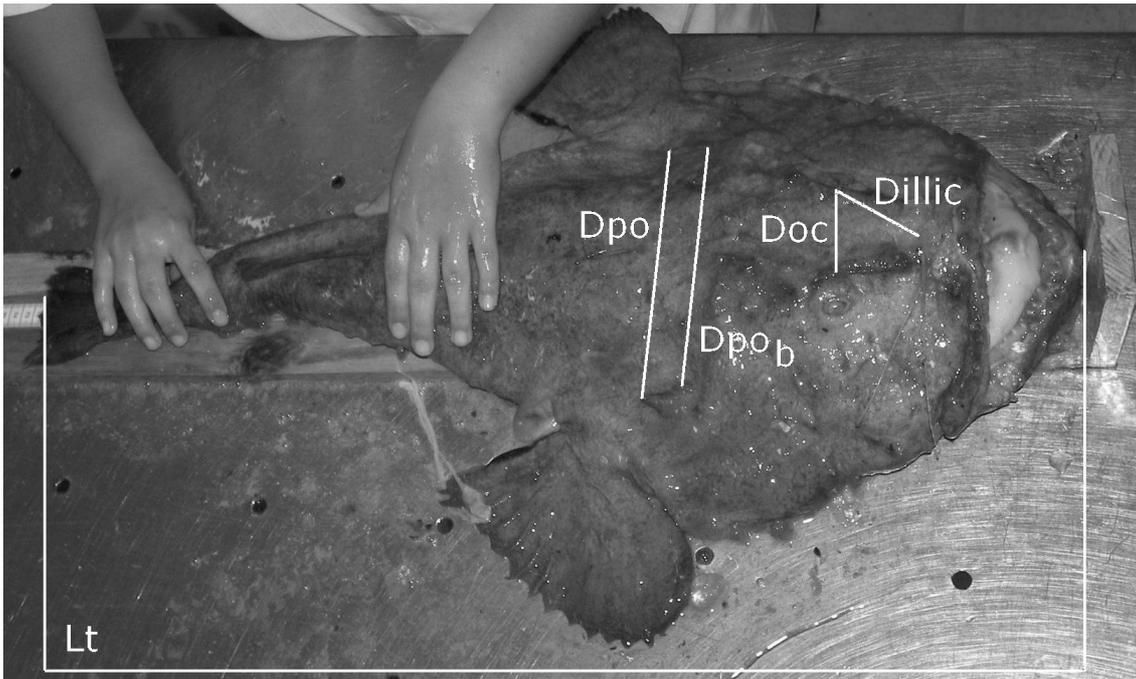


Figura 2: Medidas de comprimento total (Lt) e da região cefálica (Doc, Dpo, Dpob e Dillic) de *L. gastrophysus*.

As medidas da região cefálica de cada indivíduo foram realizadas com paquímetro de relógio, com escala de 0,05 mm de precisão.

A relação entre o Lt e o peso eviscerado (We) foi feita através do modelo de potência ($y = ax^b$) ajustado pelo método não linear iterativo de mínimos quadrados:

$$We = a \times Lt^b$$

As medidas de peso foram tomadas em balança digital com precisão de centésimo de grama. O cálculo do r^2 , devido o modelo ser não-linear, foi realizado considerando-se o somatório dos resíduos da relação, o grau de liberdade e a variância da variável dependente:

$$r^2 = 1 - \left(\frac{SSQ}{(n-1) \times (s_y^2)} \right)$$

onde:

SSQ= soma dos quadrados dos resíduos;

n= número de observações;

s_y^2 = variância da ordenada.

2.3.3 Idade e Crescimento

A literatura sobre as espécies do gênero *Lophius* indica a utilização de diversas estruturas de aposição para o estudo de sua idade e o crescimento. Otólitos *sagittae*, vértebras e *illicia* (primeiro espinho dorsal) são as estruturas normalmente citadas (ARMSTRONG *et al.*, 1992; YONEDA *et al.*, 1997; UNGARO *et al.*, 2002; WOODROFFE *et al.*, 2003, entre outros).

No presente estudo a determinação da idade de *L. gastrophysus* foi realizada a partir da análise inicial comparativa da formação de anéis etários em otólitos *sagittae* e em *illicia*. As estruturas que proveram melhores registros foram os otólitos, devido à melhor visualização dos anéis etários.

Foram analisados otólitos de 443 indivíduos coletados, para os sexos agrupados, dado que os animais são desembarcados já eviscerados, não podendo ser feita a distinção de gênero. Para a descrição da estrutura dos otólitos (Figura 3) adotou-se a nomenclatura proposta por SECOR, *et al.* (1995).

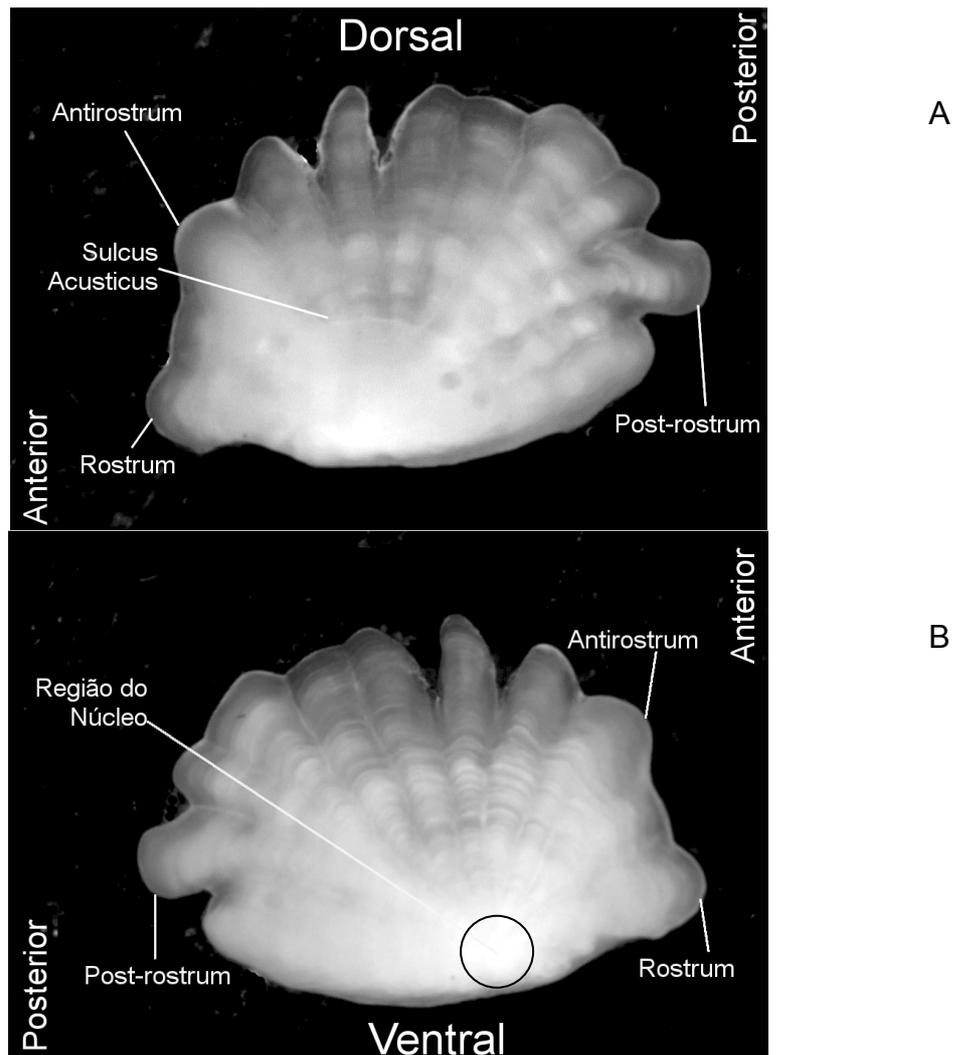


Figura 3: Face proximal (A) e distal (B) do otólito *sagittae* direito de *L. gastrophysus* de 739 mm de comprimento total.

Os otólitos direito e esquerdo de cada peixe foram medidos em seu comprimento e altura. A significância da diferença observada por indivíduo foi testada através do teste de t pareado (ZAR, 1996).

Os otólitos direitos foram emblocados em resina poliéster e cortados transversalmente (dorsoventralmente) em seções de 0,3 mm com a utilização de uma serra de baixa rotação Isomet Buehler®, equipada com lâmina diamantada de 0,3 mm de espessura (15 LC 11-4254). Em caso de perda do otólito direito, este era substituído pelo esquerdo. De cada otólito foram retiradas de 3 a 4 seções abrangendo a região do núcleo. A seção que continha o núcleo era separada, montada sobre lâmina de vidro, tendo como meio bálsamo do Canadá, e coberta com lamínula.

A observação e a mensuração das seções dos otólitos foram realizadas através do programa computacional Image Tool (UTHSCSA, 2008) utilizando imagens digitais com resolução de 1146 DPI obtidas a partir de uma câmera digital Leica DC100 acoplada a um estereomicroscópio Leica MZ75, a 40 vezes de aumento e com luz transmitida.

As idades foram atribuídas com base na contagem do número de transições entre as zonas translúcidas e opacas (BECKMAN e WILSON, 1995) e, as medidas dos raios dos anéis (R_i) foram dadas pela distância entre o núcleo e a borda externa de cada zona opaca. No caso do otólito possuir uma borda opaca, esta não foi contada como anel completo, pois não havia certeza de sua completa formação. As medidas dos raios dos anéis e do raio total (R_t) foram tomadas entre o núcleo e a região do *sulcus acusticus* ou na região lateral deste (Figura 4). Cada corte de otólito foi lido duas vezes, com um intervalo mínimo de duas semanas entre cada leitura. Os cortes que tiveram leituras discordantes foram re-examinados e, no caso de dúvida, descartados.

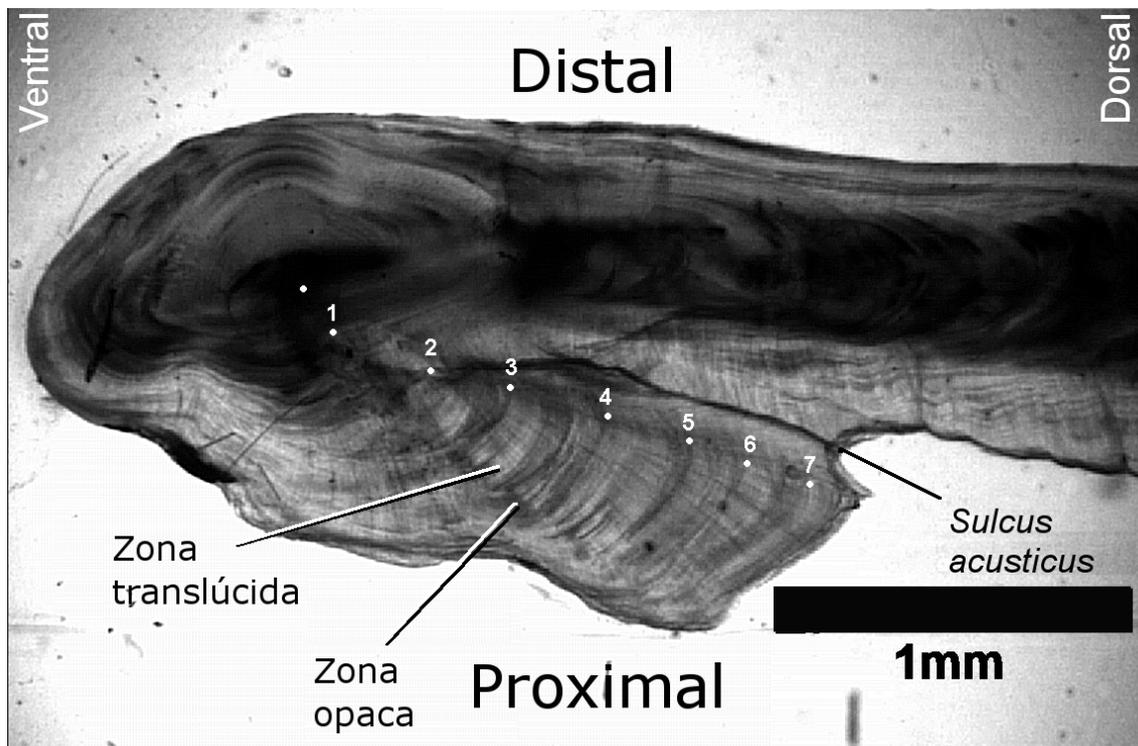


Figura 4: Corte transversal de otólito de *L. gastrophysus*, visto com luz transmitida. Indicação de sete anéis (zonas opacas) de um indivíduo de 598 mm de comprimento total.

Foi constatado nas análises que as zonas opacas caracterizam-se por faixas largas, enquanto que as zonas translúcidas são mais estreitas.

As contagens de anéis foram caracterizadas através do cálculo do Coeficiente de Variabilidade (CV) e do Erro Percentual Médio (APE) que medem a variabilidade e os erros percentuais das leituras em relação à média da contagem dos anéis de crescimento. O APE 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 de idade. (STEVENSON e CAMPANA, 1992; BEAMISH e FOURNIER, 1981).

$$CV_j = 100 \times \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^R \frac{(x_{ij} - \bar{x}_j)^2}{R-1}}}{\bar{x}_j}$$

$$APE_j = 100 \times \frac{1}{R} \times \sum_{i=1}^R \frac{|x_{ij} - \bar{x}_j|}{\bar{x}_j}$$

onde:

x_{ij} = leitura i do indivíduo j;

\bar{x}_j = média das leituras para o indivíduo j;

R = número de leituras comparadas.

A sazonalidade de formação dos anéis etários foi verificada a partir do cálculo das porcentagens mensais de bordas opacas e translúcidas.

Os dados de comprimento na idade observados serviram de base para o ajuste dos parâmetros modelo de crescimento de von Bertalanffy (CUSHING, 1975; SPARRE e VENEMA, 1998):

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

onde:

L_t = comprimento total estimado para a idade t ;

L_∞ = comprimento assintótico;

k = coeficiente de crescimento;

t_0 = idade teórica de comprimento igual a 0.

O modelo de von Bertalanffy foi ajustado através de retrocálculo de Fraser-Lee (BAGENAL e TESCH, 1978; CARLANDER, 1981; FRANCIS, 1990).

Para o procedimento do retrocálculo do L_t na época de formação do anel etário, inicialmente descreveu-se a relação entre o raio total do otólito (R_t) e o L_t do peixe, através da regressão linear:

$$L_t = a + b \times R_t$$

onde:

a = intercepto da regressão linear;

b = inclinação da regressão linear.

Os comprimentos retrocalculados (L_i) de cada espécime foram estimados através do método de Fraser-Lee:

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

onde:

a = intercepto da regressão linear;

R_i = raio do anel i ;

R_t = raio total da estrutura;

L_t = comprimento total na época de captura;

L_i = comprimento total na época de formação do anel i .

No método de retrocálculo o comprimento na época de formação do anel é calculado pela média dos comprimentos retrocalculados à época de formação de cada anel. A estimativa dos parâmetros do modelo de von Bertalanffy foi obtida através do ajuste não linear dos mínimos-quadrados da curva de crescimento sobre os comprimentos retrocalculados (LINDSTROM e BATES, 1990; JONES, 2000).

A longevidade ($A_{0,95}$) foi estimada através da equação de Taylor (TAYLOR, 1959), sendo considerado o valor de $A_{0,95}$ arredondado para inteiro:

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

Foi elaborada a chave comprimento-idade, que indica a frequência relativa de cada grupo etário por classe de comprimento total (SPARRE, 1987; SPARRE e VENEMA, 1998).

2.3.4 Taxas de Mortalidade e Sobrevivência

A taxa de mortalidade total anual (Z) foi calculada pelo método da curva de captura baseada em comprimentos convertidos (PAULY, 1983; 1984a; 1984b), considerando o aspecto multi-frota da pescaria.

Os parâmetros de entrada do modelo proposto são:

1. Valores dos parâmetros da curva de crescimento de von Bertalanffy (L_{∞} , k , t_0);
2. Valores dos coeficientes da relação de potência comprimento-peso (a e b);
3. Captura por aparelho de pesca (C_p) do período de amostragem, para os desembarques do estado de São Paulo;

4. Número de indivíduos amostrados por classe de comprimento e aparelho de pesca (n_{cp}).

Inicialmente foi estimado o peso referente ao meio de classe de cada classe de comprimento (\bar{L}_c , sendo c o índice para classe), utilizando os valores dos coeficientes da relação de potência comprimento-peso (a e b).

$$\bar{W}_c = a \times \bar{L}_c^b$$

Por aparelho de pesca, foi estimado o peso amostrado por classe (w_{cp}) calculado a partir do número de indivíduos amostrados nessa (n_{cp}) multiplicado pelo peso médio da classe de comprimento (\bar{W}_c) e suas freqüências relativas ($w_{cp\%}$).

$$w_{cp} = \bar{W}_c \times n_{cp}$$

$$w_{cp\%} = w_{cp} \div \sum w_{cp}$$

A partir das freqüências relativas e da captura total da frota de arrasto-duplo e emalhe-de-fundo, foi estimado o peso total (W) por classe de comprimento (c) para cada aparelho de pesca (p).

$$W_{cp} = C_p \times w_{cp\%}$$

E, finalizando, retornou-se a estimativa do número total de indivíduos capturados (N) por classe de comprimento (c), por aparelho de pesca (p).

$$N_c = W_{cp} \div \bar{W}_c$$

A estimativa do coeficiente de mortalidade total (Z) foi dada pelo inverso da inclinação da linha de regressão traçada sobre pontos selecionados no gráfico de dispersão do logaritmo natural da freqüência absoluta de indivíduos capturados por classe de comprimento, dividida pelo tempo gasto nessa, $\ln[N_c \div \Delta t_c]$, contra a idade estimada para o comprimento médio de cada classe de comprimento, $t[\bar{L}_c]$ ou t_c (PAULY 1983, 1984a, 1984b; SPARRE e VENEMA, 1998):

$$\ln(N_c \div \Delta t_c) = c + d \times t_c, \text{ sendo } Z = -d$$

onde:

Δt_c = tempo que um indivíduo permanece na classe de comprimento;

t_c = idade correspondente ao comprimento do meio da classe;

c = coeficiente linear;

d = coeficiente angular.

A taxa de sobrevivência (S) foi estimada pela equação:

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

A estimativa do coeficiente de mortalidade natural (M) foi obtida através da bibliografia para o gênero *Lophius* (MARCHAL e HORWOOD, 1996; ICES *apud* SÁNCHEZ e OLASO, 2004).

A partir destes resultados, foram utilizadas as seguintes fórmulas para obtenção da mortalidade por pesca (F) e da taxa de exploração (E) (SPARRE e VENEMA, 1998):

$$F = Z - M$$

$$E = F \div Z$$

2.3.5 Seletividade dos aparelhos de pesca

Inicialmente foi calculado o número total de indivíduos expostos à pesca por classe de comprimento (NT_c) e, por conseguinte, a frequência relativa do número de indivíduos retidos pelos aparelhos de pesca nas classes de comprimento (S_{cp}).

$$NT_c = \Delta t_c \times e^{a+Zt_c}$$

$$S_{cp} = N_{cp} \div NT_c$$

Para cada aparelho de pesca há uma classe de idade/comprimento com uma frequência máxima do número de indivíduos retidos ($S_{cp,max}$). Este valor foi utilizado como referencial para o escalonamento dos valores de retenção por aparelho de pesca, já que nenhum deles, separadamente, chegaria a 100% de retenção. Com os valores escalonados que variam de 0 a 100%, torna-se possível comparar as diferentes seletividades.

$$SE_{cp} = S_{cp} \div S_{cp,max}$$

A variação da seletividade escalonada por aparelho de pesca (SE_{cp}), em função do comprimento, fornece os pontos com os quais, posteriormente foram ajustados modelos de curvas de seletividade, conforme as características dos aparelhos de pesca.

Para a pescaria de arrasto-duplo foi utilizado o modelo sigmóide, onde a partir de uma faixa de comprimento, todos os indivíduos podem ser capturados. Para o emalhe-de-fundo, o modelo utilizado foi o de duas-faces, devido à distribuição dos pontos apresentarem dois picos e às características do aparelho em relação à morfometria do peixe (HOVGÅRD e LASSEN, 2000):

Quadro 1: Modelos de ajuste de seletividade.

| Modelo | Equação |
|------------|---|
| Sigmóide | $P = \frac{1}{1 + e^{-r(L-50\%)}}$ |
| Duas-faces | $P = \begin{cases} e^{\left[\frac{-(L-\bar{L})^2}{2s_1^2} \right]} & \text{se } L < \bar{L} \\ e^{\left[\frac{-(L-\bar{L})^2}{2s_2^2} \right]} & \text{se } L \geq \bar{L} \end{cases}$ |

onde:

P= probabilidade de captura;

r= inclinação;

$L_{50\%}$ = comprimento onde a probabilidade de captura é de 50%;

\bar{L}_c = comprimento médio da captura;

s_1 , s_2 e s = desvio padrão.

As curvas de seletividade foram ajustadas através de procedimentos não-lineares de mínimos quadrados (CRAWLEY, 2005). Desta forma foram obtidos os parâmetros de saída, que variaram conforme o modelo aplicado.

Nos modelos sigmóide e duas-faces, para a estimativa do comprimento no qual a probabilidade de captura é 50%, foram utilizados algoritmos para minimizar funções não-lineares (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2008).

3 RESULTADOS

3.1 Dinâmica e Características das Frotas Pesqueiras

No período de 1990 a 2007 foram registrados pelo Serviço de Controle Estatístico da Produção Pesqueira Marinha do Instituto de Pesca, desembarques de 3.469 cruzeiros, sendo 3.375 de arrasto-duplo e 94 de emalhe-de-fundo (de 2001 a 2007). Estes foram realizados por 302 embarcações de arrasto e 6 de emalhe (4 embarcações da frota arrendada e 2 da frota nacional), que capturaram um total de 3.373 t de *L. gastrophysus* eviscerados.

3.1.1 Caracterização Física e Operacional das Embarcações e dos Petrechos

Foram abordadas 10 embarcações de arrasto-duplo nas entrevistas efetuadas nos anos 2006 e 2007, para obtenção de informações sobre suas estruturas físicas e sobre os cruzeiros de pesca realizados neste período. Além dessas, foram obtidas informações adicionais de registro do IBAMA, de 204 embarcações de arrasto-duplo, que operaram nos anos de 1990 a 2007. A idade de 111 embarcações, das quais se dispunha dos dados de seus anos de construção, está detalhada na Tabela 1. Nota-se o claro envelhecimento desta frota ao longo deste período.

Tabela 1: Idade das embarcações da frota de arrasto-duplo que atuaram na captura de *L. gastrophysus*, no período de 1990 a 2007, entre os paralelos 22 e 28°S com desembarques registrados em São Paulo.

| Ano | Idade Mínima | Idade Média | Idade Máxima | Desvio Padrão da Idade | N |
|------|--------------|-------------|--------------|------------------------|----|
| 1990 | 2,0 | 15,8 | 28,0 | 7,4 | 20 |
| 1991 | 3,0 | 16,4 | 31,0 | 7,4 | 60 |
| 1992 | 4,0 | 16,8 | 32,0 | 7,6 | 57 |
| 1993 | 5,0 | 18,4 | 35,0 | 7,6 | 41 |
| 1994 | 6,0 | 18,6 | 34,0 | 7,1 | 34 |
| 1995 | 7,0 | 19,2 | 33,0 | 6,6 | 31 |
| 1996 | 8,0 | 19,9 | 34,0 | 6,7 | 32 |
| 1997 | 10,0 | 22,6 | 35,0 | 6,8 | 22 |
| 1998 | 11,0 | 23,8 | 36,0 | 7,9 | 13 |
| 1999 | 12,0 | 22,1 | 46,0 | 9,9 | 12 |
| 2000 | 13,0 | 23,7 | 38,0 | 7,8 | 30 |
| 2001 | 14,0 | 24,4 | 37,0 | 8,0 | 28 |
| 2002 | 16,0 | 24,4 | 40,0 | 8,1 | 22 |
| 2003 | 16,0 | 27,1 | 41,0 | 8,0 | 34 |
| 2004 | 17,0 | 27,1 | 40,0 | 7,2 | 21 |
| 2005 | 18,0 | 26,8 | 41,0 | 7,4 | 18 |
| 2006 | 19,0 | 27,5 | 42,0 | 7,0 | 19 |
| 2007 | 21,0 | 30,1 | 43,0 | 7,6 | 12 |

O material do casco destas embarcações constituía-se de aço, madeira ou ferro, sendo que: em 48% das embarcações o casco era feito com aço, 48% com madeira, 4% com ferro. Mediam de 10,1 a 23,4 m de comprimento total (média 20,5 m e desvio padrão de 2,5 m) e de 2,4 a 6,9 m de largura (média 5,7 m e desvio padrão 0,7 m). A capacidade de armazenamento do porão variava de 12,0 a 90,0 t (média 54,5 t e desvio padrão 19,9 t) de pescados e gelo, e utilizavam motor de propulsão de potência de 138,0 a 950,0 HP (média 300,9 HP e desvio padrão 98,6 HP). Cada embarcação levava de 3 a 17 tripulantes (média 7 e desvio padrão 2) nas viagens de pesca que duraram de 10 a 17 dias (média 14 e desvio padrão 2 dias).

Para os anos de 2006 e 2007, 8 de um total de 10 embarcações recebeu subsídio na compra do óleo combustível. Estas embarcações amostradas gastaram de 350,0 a 800,0 l por dia (média 572,1 l) das viagens de pesca, as quais tiveram um custo total (óleo combustível, alimentos e gelo) de R\$12.000,00 a R\$25.000,00, com média de R\$18.666,92 e desvio padrão de R\$2.874,84. Utilizaram o aparelho de pesca de arrasto-duplo (SANTOS *et al.*, 1988) com portas retangulares planas, de 1,3 a 2,8 m de altura (média 2,0 m e desvio padrão 0,6 m) por 0,8 a 0,9 m (média 0,8 m) de largura e peso de 126,0

a 180,0 kg (média 147,1 kg e desvio padrão 16,0 kg). Suas redes possuíam distância entre nós opostos de 25 mm (80%), 20 mm (10%) e 27mm (10%). Mediam de 11,0 a 25,0 m de comprimento (média 19,2 m e desvio padrão 5,6 m), por 1,5 m a 5,0 m (média 2,6 m e desvio padrão 1,3 m) de altura e largura da boca de 3,0 m a 7,0 m (média 4,8 m e desvio padrão 1,6 m), possuíam chumbos e tralhas de correntes, de peso variando de 25,9 a 70,0 kg (média 49,7 kg e desvio padrão 15,7 kg).

Os arrastos para a captura de peixes foram realizados seguindo linhas isobatimétricas entre as profundidades de 12,5 e 486,0 m (média de 75,30 m e desvio padrão 43,71 m) a uma velocidade de cerca de 2 nós, durante 2 h 00 min a 8 h 00 min (média 4 h 02 min e desvio padrão 0 h 35 min). Foram efetuados de 3 a 6 lances de pesca por dia durante 24 h 00 min de operação.

As embarcações da frota nacional de emalhe-de-fundo foram construídas nos anos de 1978 e 2000. A primeira possuía casco de aço naval e a segunda, de madeira. Tinham comprimento total de 14,7 e 18,5 m e largura de 2,7 e 5,8 m, respectivamente. Sua capacidade de armazenamento no porão era de 20 e 30 t de pescados e gelo e possuíam motor de propulsão com potência de 194 e 350 HP, respectivamente. Consumiram 250 l e entre 300 e 350 l de óleo diesel por dia, respectivamente. Os custos de armação, que incluíram alimentação, gelo e óleo combustível, foram de aproximadamente R\$7.000,00 para a primeira embarcação e R\$8.500,00 para a segunda, por viagem, com 7 tripulantes em ambas.

A rede-de-emalhe das duas embarcações possuía distância entre nós opostos de 28 mm. Uma das embarcações utilizava uma rede constituída por 850 panos, de 1,5 m de altura por 47 m de largura, unidos entre si que totalizavam 40.744 m de extensão. A rede da outra embarcação constituía-se de 200 panos, de 4 m de altura por 50 m de largura, totalizando 10.186 m de extensão. Cada pano possuía 20 e 18 kg de chumbo, respectivamente, e não possuía tralha de bóia, o que possibilitava sua movimentação com a corrente.

Os cruzeiros de pesca das embarcações, tanto da frota arrendada, quanto da nacional, nos anos de 2001 a 2007, constituíram-se de 6 a 77 dias

(média 21 e desvio padrão 18 dias), nos quais realizavam de 1 a 2 operações por dia. O tempo de imersão da rede variou de 3 h 00 min a 15 h 00 min (média 9 h 35 min e desvio padrão 2 h 49 min), dado que a rede ficava no mar entre as viagens, o que variava de 2 a 3 dias. Seu recolhimento era feito com guincho hidráulico.

3.1.2 Direcionamento da Frota Pesqueira

A análise de direcionamento das frotas pesqueiras de arrasto-duplo e emalhe-de-fundo foi feita a partir da relação entre a participação relativa em massa de *L. gastrophysus* por desembarque e a frequência relativa acumulada dos desembarques (BISEAU, 1998).

O número de desembarques (total de 3.375 desembarques) que reportaram a captura de *L. gastrophysus*, o número de embarcações (total de 302 embarcações) que o capturou e o desembarque registrado da espécie (total de 1.336 t) para a frota de arrasto-duplo encontram-se representados na Figura 5. Tanto o número de embarcações, quanto o de desembarques, variaram em conjunto, apresentando um pico no início da década de 90 e uma queda brusca nos anos de 1998 e 1999, restabelecendo um aumento de 2000 a 2003, tornando a diminuir nos anos seguintes. A captura também acompanhou este padrão, mas teve seus maiores picos no início da década de 2000.

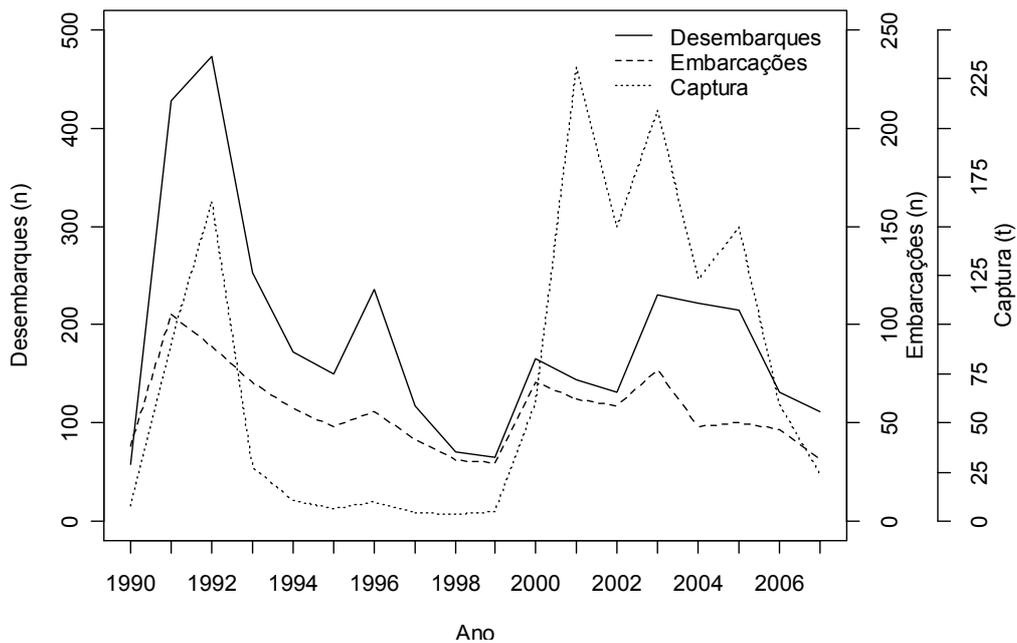
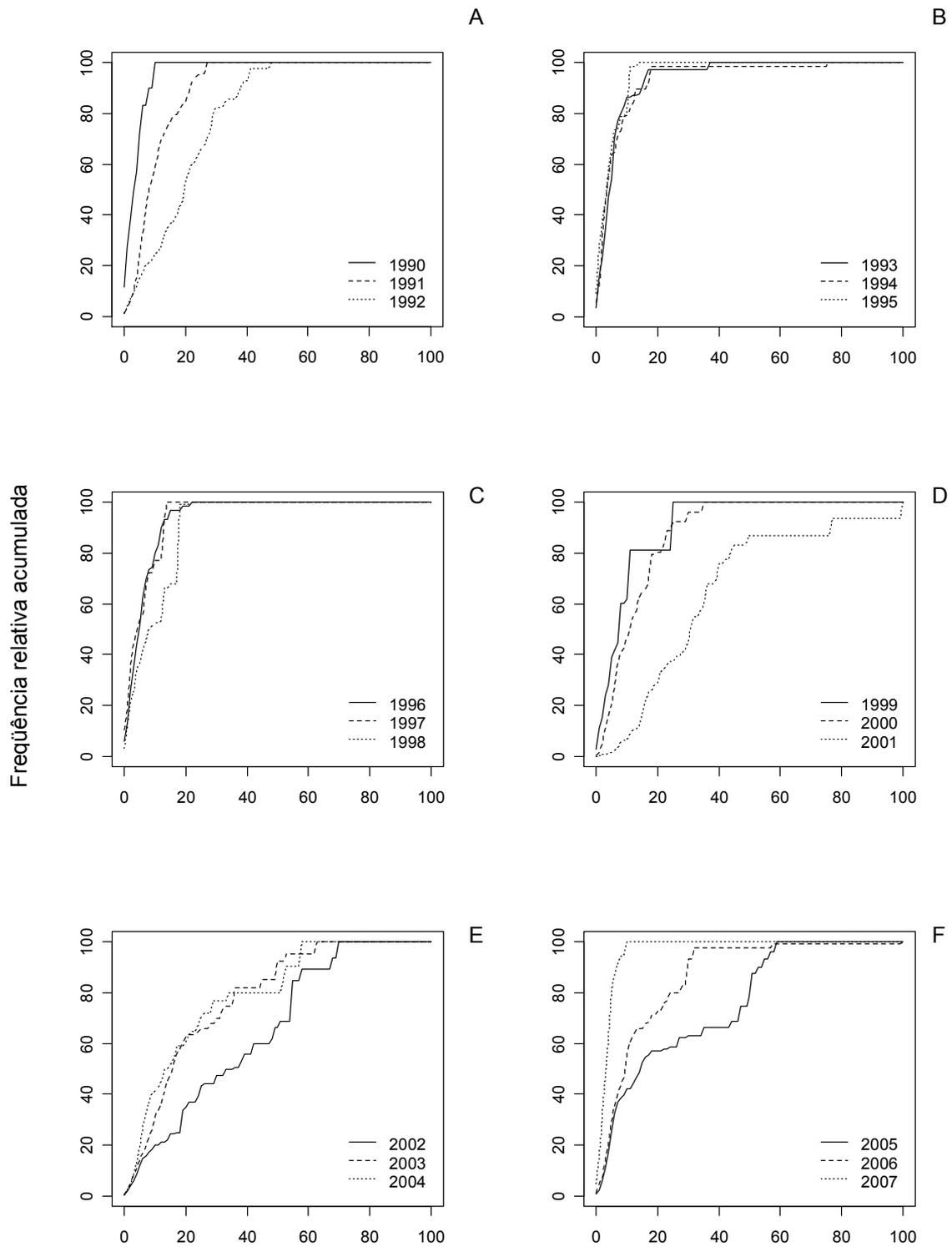


Figura 5: Número de desembarques, de embarcações e da captura (t) de *L. gastrophysus* pela frota de arrasto-duplo nos anos de 1990 a 2007, para as operações de pesca realizadas entre 22 e 28° S, com desembarques registrados em São Paulo.

L. gastrophysus foi uma espécie de fauna acompanhante da pesca de arrasto-duplo até o ano 2000, quando a participação relativa de sua captura em massa, por desembarque, raramente ultrapassava 30% (Figura 6 A a D). Já no ano 2001, 50% dos desembarques apresentaram uma participação da espécie de pelo menos 30% (Figura 6D). Este nível de direcionamento de captura também foi observado em 2002 (Figura 6E). Nos anos 2003 e 2004 a participação de *L. gastrophysus* nas capturas de arrasto recuou um pouco (Figura 6E). No ano 2005 houve uma ligeira retomada dos níveis de participação relativa, no entanto, nos anos subseqüentes, seu padrão de captura voltou a ser como o da década de 90 (Figura 6F).



Participação relativa de *L. gastrophysus* no desembarque

Figura 6: Frequência acumulada da participação relativa de *L. gastrophysus* por desembarque de arrasto-duplo, no período de 1990 a 2007 para as operações de pesca realizadas entre 22 e 28° S, com desembarques registrados em São Paulo.

O número de desembarques (total 94 desembarques) que reportaram a captura de *L. gastrophysus*, o número de embarcações (total 6 embarcações, sendo 4 da frota arrendada e 2 da frota nacional) que o capturou e o desembarque registrado da espécie (total de 2.037 t) para a frota de emalhe-de-fundo encontram-se representados na Figura 7. Embarcações arrendadas integraram essa frota apenas em 2001 e 2002, com 2 e 4 unidades, respectivamente, dado que em 2001 também houve a atuação de 1 embarcação nacional. De 2003 a 2005, a frota se restringiu a apenas esta embarcação nacional, e nos anos de 2006 e 2007 passou a se constituir de 2 embarcações nacionais. O número de desembarques apresentou uma queda no ano de 2003 e um acentuado aumento nos anos seguintes. A captura apresentou seu pico nos primeiros anos e a partir de 2003 teve uma queda brusca.

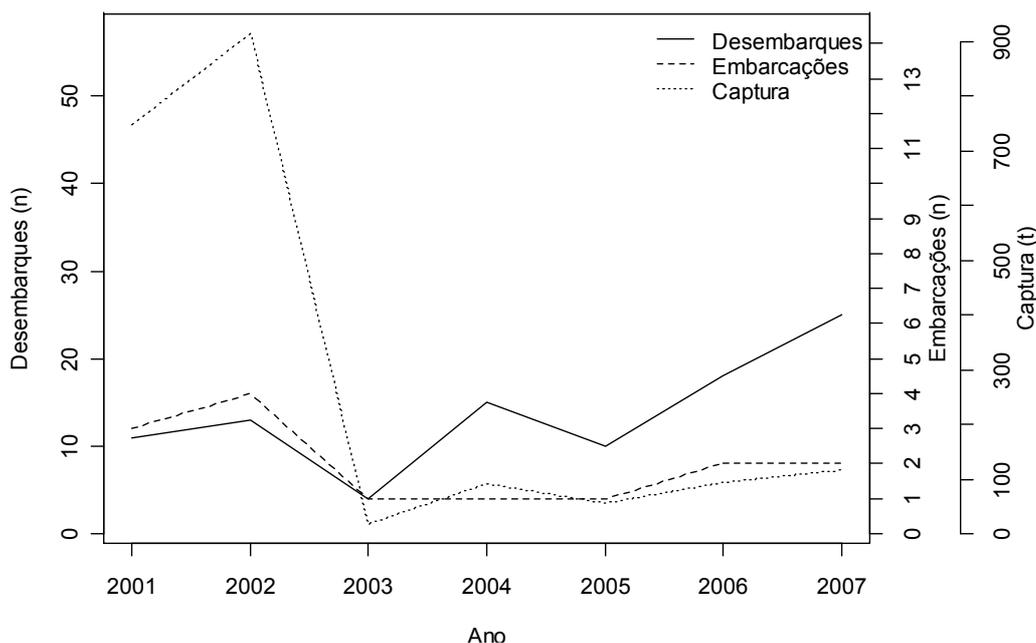
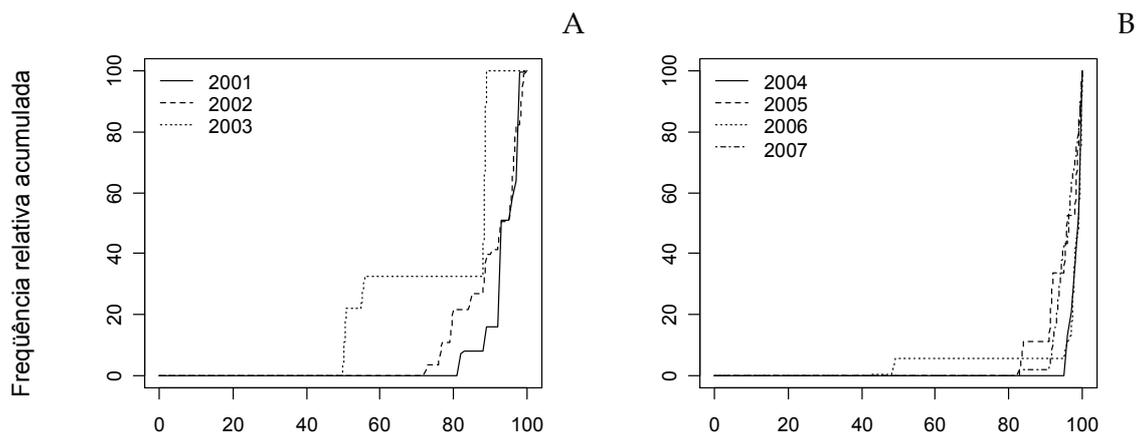


Figura 7: Número de desembarques, de embarcações e da captura (t) de *L. gastrophysus* pela frota de emalhe-de-fundo nos anos de 2001 a 2007, para as operações de pesca realizadas entre 22 e 28° S, com desembarques registrados em São Paulo.

A pesca de *L. gastrophysus* com emalhe-de-fundo mostrou-se altamente direcionada, sendo freqüente a observação de uma participação da espécie superior a 80% das capturas (Figura 8 A e B). Caracteriza-se como uma espécie de alvo-massivo das capturas desta frota.



Participação relativa de *L. gastrophysus* no desembarque

Figura 8: Frequência acumulada da participação relativa de *L. gastrophysus* por desembarque de emalhe-de-fundo, no período de 2001 a 2007, para as operações de pesca realizadas entre 22 e 28° S, com desembarques registrados em São Paulo.

3.1.3 Modelagem da Captura por Unidade de Esforço de *Lophius gastrophysus*

A profundidade que a frota de arrasto-duplo atuou, a CPUE dos anos 1990 a 2007 e a CPUE dos meses estão demonstradas nas figuras 9, 10 e 11.

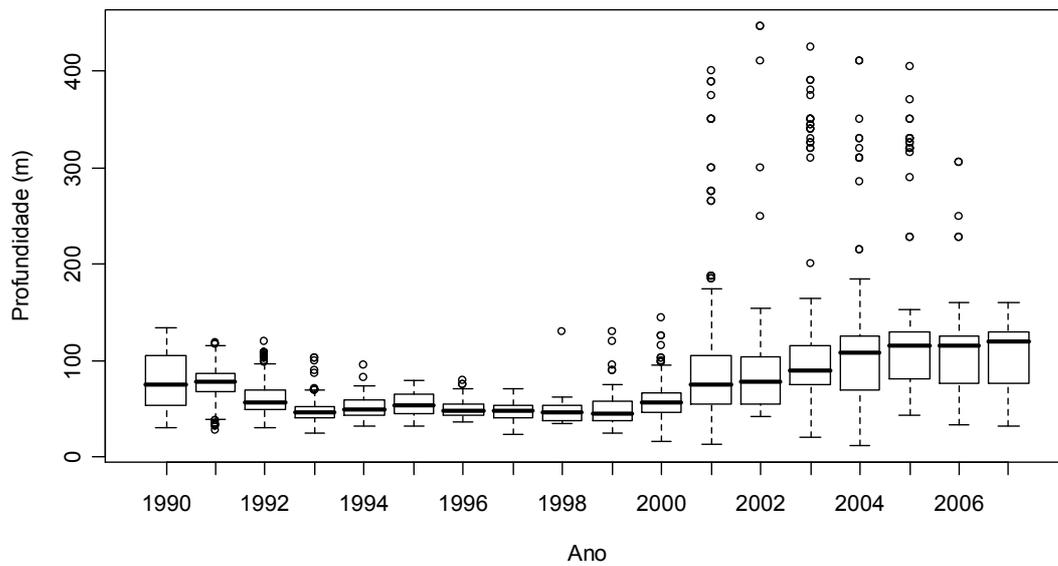


Figura 9: Boxplot da profundidade de atuação da frota de arrasto-duplo na captura de *L. gastrophysus*, para as operações de pesca realizadas entre 22 e 28° S, no período de 1990 a 2007, com desembarques registrados em São Paulo.

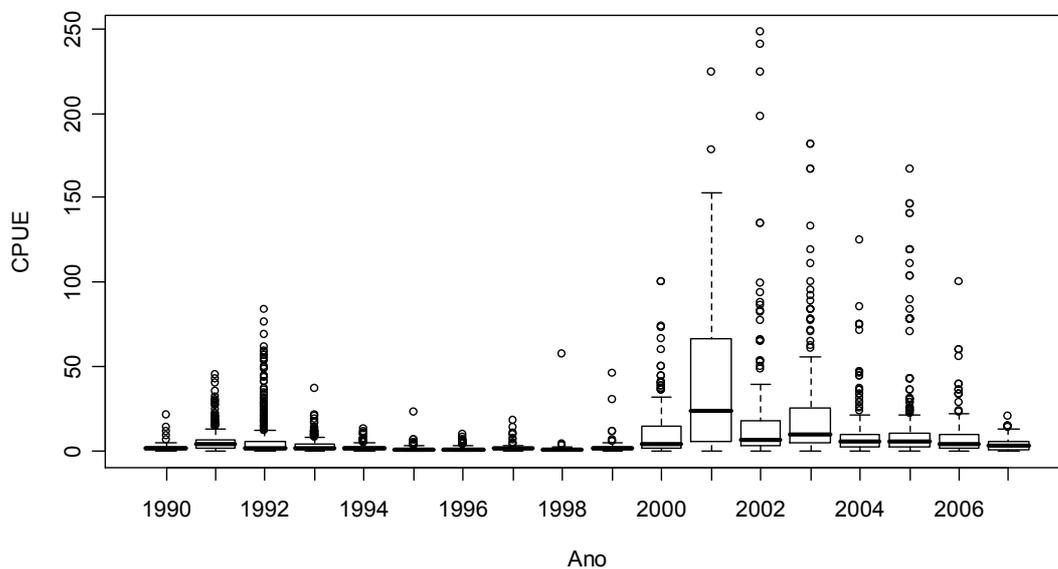


Figura 10: Boxplot da CPUE (kg/número de lances de arrasto-duplo) de *L. gastrophysus* calculada para as operações de pesca realizadas entre 22 e 28° S, no período de 1990 a 2007, com desembarques registrados em São Paulo.

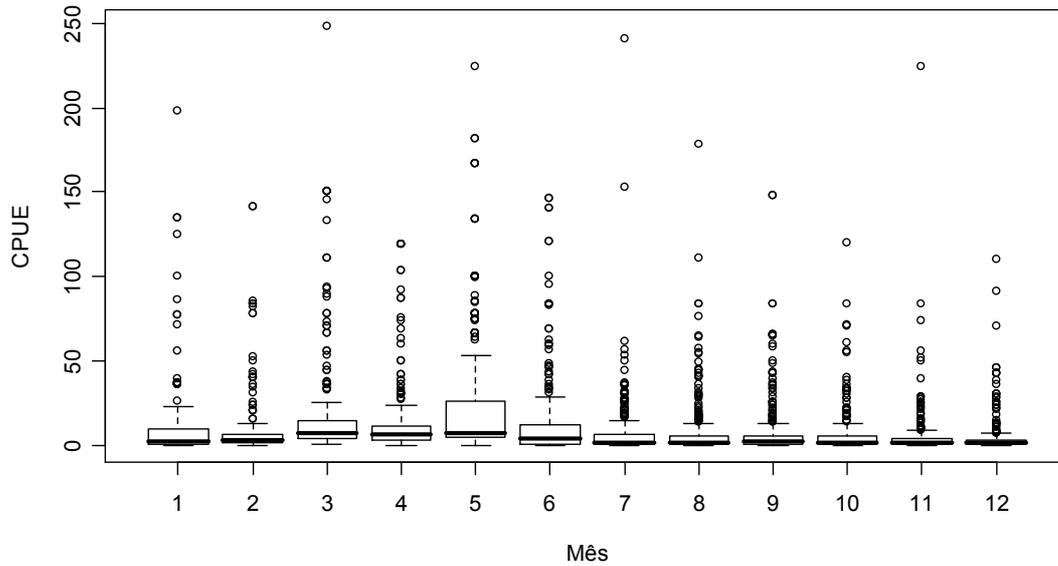


Figura 11: Boxplot da CPUE (kg/número de lances de arrasto-duplo) de *L. gastrophysus*, em relação aos meses, calculada para as operações de pesca realizadas entre 22 e 28° S, no período de 1990 a 2007, com desembarques registrados em São Paulo.

As CPUEs de *L. gastrophysus* consideradas para a frota de arrasto-duplo variaram entre 0,03 e 83,33 (mediana 1,33), para os anos de 1990 a 1999 e de 0,02 a 248,00 (mediana 6,00), para os anos de 2000 a 2007 (Figura 12A). A distribuição de densidade de seu logaritmo apresentou-se aproximadamente normal, porém ligeiramente bi-modal (Figura 12B).

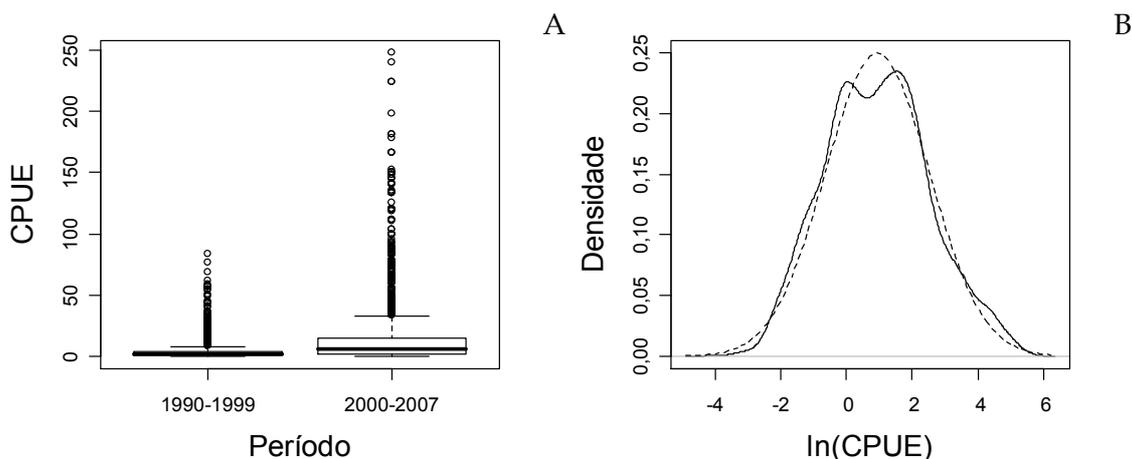


Figura 12: A) Boxplot da CPUE calculada (kg/número de lances de arrasto-duplo) de *L. gastrophysus* para as operações de pesca realizadas entre 22 e 28 S, nos períodos de 1990-1999 e 2000-2007, com desembarques registrados em São Paulo. B) Curva da densidade do logaritmo da CPUE (linha contínua) e curva normal, com média 0,94 e desvio padrão 1,60 (linha tracejada).

A variação do logaritmo da CPUE foi analisada através de um modelo linear generalizado (MLG) da família gaussiana com função de ligação identidade. Foram consideradas as variáveis explicativas categóricas ano (Ano) e mês (Mês) e as contínuas profundidade (Prof) e latitude (Lat). A inclusão e a ordem de disposição delas no modelo foi determinada através do índice AIC.

Todas as variáveis apresentaram-se significativamente relacionadas à variação de CPUE (teste F, $p < 2,2 \times 10^{-16}$), sendo as variáveis ano e profundidade as de efeito mais significativo. O modelo ajustado explicou 42% da variação observada (Tabela 2).

Tabela 2: Análise de deviência para o modelo linear generalizado de família gaussiana com função de ligação identidade ajustado aos dados do logaritmo CPUE (kg/número de lances de arrasto-duplo) de *L. gastrophysus* em relação às variáveis ambientais.

| Variáveis | GI | Deviância | GI Resid. | Dev Resid. | F | P |
|-----------|----|-----------|-----------|------------|---------|-------------------------|
| NULO | | | 3817,000 | 9733,600 | | |
| Ano | 17 | 2616,600 | 3800,000 | 7117,000 | 103,788 | $< 2,2 \times 10^{-16}$ |
| Prof | 1 | 1221,000 | 3799,000 | 5896,000 | 823,318 | $< 2,2 \times 10^{-16}$ |
| Mês | 11 | 193,000 | 3788,000 | 5703,000 | 11,832 | $< 2,2 \times 10^{-16}$ |
| Lat | 1 | 86,900 | 3787,000 | 5616,100 | 58,598 | $2,4 \times 10^{-14}$ |

O gráfico de envelopes para os resíduos (Figura 13) mostra o bom ajuste do modelo aos dados observados.

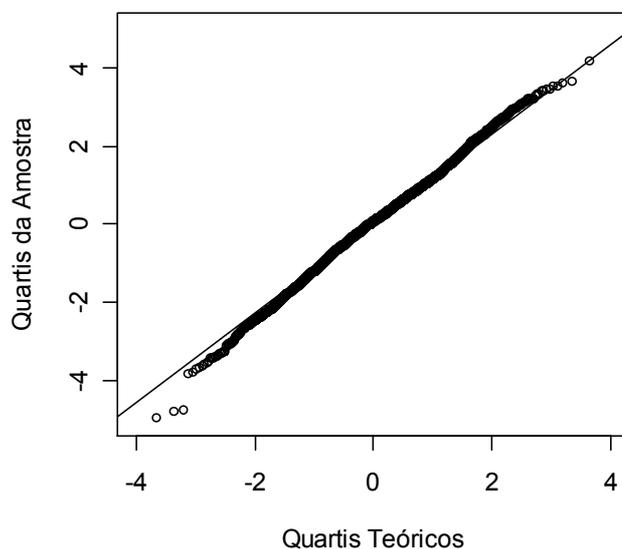


Figura 13: Probabilidade dos resíduos do modelo de variação do logaritmo da CPUE (kg/número de lances de arrasto-duplo) de *L. gastrophysus* calculada para as operações de pesca realizadas entre 22 e 28° S, no período de 1990 a 2007, com desembarques registrados em São Paulo.

A variável explicativa de maior significância foi o ano. A CPUE de *L. gastrophysus* começou a aumentar a partir do ano 2000 (Figura 10), tendo uma variação significativa ($p < 2 \times 10^{-16}$), chegando em 2001, com a ocorrência da corrida do ouro a ser 11,17 vezes maior ($e^{2,413}$) do que no ano de 1990 (Tabela 3). A segunda variável de maior influência na variação da CPUE foi profundidade. Nota-se que esta variável é significativa e positivamente relacionada à variação da CPUE, isto é, quanto maior a profundidade que a frota atua, maior a CPUE resultante, dado que a frota atuou até os 486 m de profundidade. A variável latitude também é significativa em relação à variação da CPUE, mas é negativamente relacionada, ou seja, na área de estudo, quanto maior a latitude, menor a CPUE.

Para a variável mês, nota-se um significativo aumento nos meses de março, abril e maio, chegando a ser 79% ($e^{0,582} \times 100$) maior em relação a Janeiro (Tabela 3 e Figura 11).

Tabela 3: Coeficientes do modelo linear generalizado de família gaussiana com função de ligação identidade ajustado aos dados de logaritmo da CPUE (kg/número de lances de arrasto-duplo) de *L. gastrophysus* para os anos de 1990 a 2007.

| Categoria | Estimativa (log) | Estimativa | Erro Padrão | Valor de t | P |
|------------|------------------|------------|-------------|------------|-----------------------|
| Intercepto | 3,352 | 28,566 | 0,570 | 5,879 | $4,5 \times 10^{-09}$ |
| Ano1991 | 0,989 | 2,687 | 0,163 | 6,071 | $1,4 \times 10^{-09}$ |
| Ano1992 | 0,821 | 2,272 | 0,164 | 5,017 | $5,5 \times 10^{-07}$ |
| Ano1993 | 0,675 | 1,964 | 0,172 | 3,914 | $9,2 \times 10^{-05}$ |
| Ano1994 | 0,458 | 1,581 | 0,179 | 2,566 | 0,010 |
| Ano1995 | -0,128 | 0,880 | 0,182 | -0,702 | 0,483 |
| Ano1996 | 0,209 | 1,232 | 0,173 | 1,208 | 0,227 |
| Ano1997 | 0,247 | 1,280 | 0,188 | 1,312 | 0,190 |
| Ano1998 | 0,268 | 1,307 | 0,207 | 1,295 | 0,195 |
| Ano1999 | 0,380 | 1,462 | 0,205 | 1,850 | 0,064 |
| Ano2000 | 1,490 | 4,437 | 0,176 | 8,476 | $< 2 \times 10^{-16}$ |
| Ano2001 | 2,413 | 11,169 | 0,179 | 13,471 | $< 2 \times 10^{-16}$ |
| Ano2002 | 1,545 | 4,686 | 0,186 | 8,322 | $< 2 \times 10^{-16}$ |
| Ano2003 | 1,646 | 5,185 | 0,174 | 9,461 | $< 2 \times 10^{-16}$ |
| Ano2004 | 0,937 | 2,553 | 0,172 | 5,444 | $5,5 \times 10^{-08}$ |
| Ano2005 | 1,003 | 2,728 | 0,174 | 5,760 | $9,0 \times 10^{-09}$ |
| Ano2006 | 0,610 | 1,841 | 0,186 | 3,282 | 0,001 |
| Ano2007 | 0,240 | 1,271 | 0,186 | 1,288 | 0,198 |
| Prof | 0,013 | 1,013 | 0,001 | 24,695 | $< 2 \times 10^{-16}$ |
| Mês2 | -0,040 | 0,961 | 0,117 | -0,341 | 0,733 |
| Mês3 | 0,582 | 1,789 | 0,119 | 4,902 | $9,8 \times 10^{-07}$ |
| Mês4 | 0,295 | 1,343 | 0,115 | 2,561 | 0,010 |
| Mês5 | 0,373 | 1,453 | 0,118 | 3,172 | 0,001 |
| Mês6 | 0,081 | 1,084 | 0,114 | 0,712 | 0,476 |
| Mês7 | -0,319 | 0,727 | 0,111 | -2,869 | 0,004 |
| Mês8 | -0,188 | 0,828 | 0,104 | -1,808 | 0,071 |
| Mês9 | -0,069 | 0,933 | 0,103 | -0,668 | 0,504 |
| Mês10 | -0,305 | 0,737 | 0,107 | -2,851 | 0,004 |
| Mês11 | -0,185 | 0,831 | 0,105 | -1,765 | 0,078 |
| Mês12 | -0,132 | 0,876 | 0,105 | -1,256 | 0,209 |
| Lat | -0,173 | 0,841 | 0,023 | -7,655 | $2,4 \times 10^{-14}$ |

Na figura 14 pode-se ver como cada unidade produtiva atuou na pesca de emalhe-de-fundo de *L. gastrophysus*, dado que para a modelagem da CPUE desta frota, foram consideradas 3 embarcações arrendadas e 2 nacionais, para as quais se dispunha de informações completas acerca suas operações.

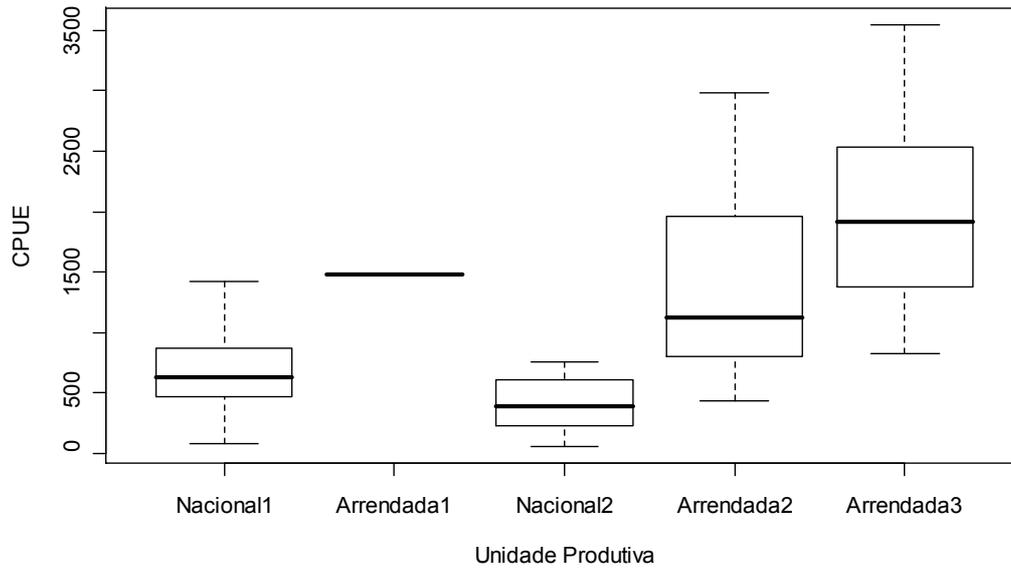


Figura 14: Boxplot da CPUE (kg/dias de pesca de emalhe-de-fundo) de *L. gastrophysus* calculada para as operações de pesca realizadas pelas 5 unidades produtivas, nacionais e arrendadas, entre 22 e 28° S, nos anos 2001 a 2007, com desembarques registrados em São Paulo.

As CPUEs de *L. gastrophysus* consideradas para a frota de emalhe-de-fundo variaram entre 50,0 e 3548,5 (mediana 708,3), para os anos de 2001 a 2007 (Figura 15A). A distribuição de densidade de seu logaritmo apresentou-se aproximadamente normal (Figura 15B).

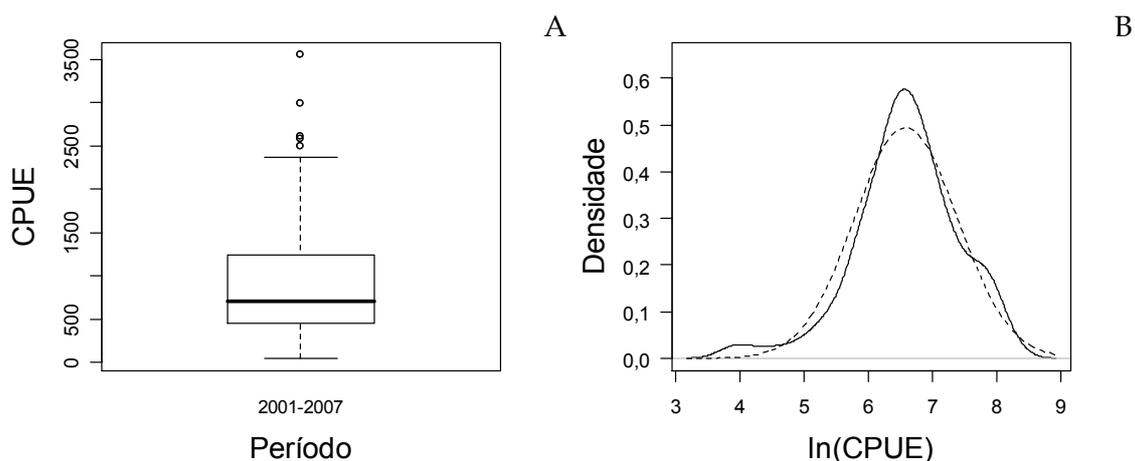


Figura 15: A) Boxplot da CPUE (kg/dias de pesca de emalhe-de-fundo) de *L. gastrophysus* calculada para as operações de pesca realizadas no período de 2001-2007, com desembarques registrados em São Paulo. B) Curva da densidade do logaritmo da CPUE (linha contínua) e curva normal, com média 6,58 e desvio padrão 0,81 (linha tracejada).

Foi feito o ajuste do MLG, família gaussiana com função de ligação identidade, para que fosse possível a análise da variação do logaritmo de CPUE em função das variáveis explicativas categóricas: ano (Ano), mês (Mês) e unidade produtiva, e contínuas: profundidade (Prof) e latitude (Lat), para a frota de emalhe-de-fundo e a ordem de disposição delas no modelo foi determinada através do índice AIC.

A única variável que influenciou significativamente a variação de CPUE foi unidade produtiva e o modelo ajustado explicou 57% da variação de CPUE (Tabela 4).

Tabela 4: Análise de deviança para o modelo linear generalizado de família gaussiana com função de ligação identidade ajustado aos dados do logaritmo CPUE (kg/dias de pesca de emalhe-de-fundo) de *L. gastrophysus* em relação às variáveis ambientais.

| Variáveis | GI | Deviança | GI Resid. | Dev Resid. | F | P |
|-------------------|----|----------|-----------|------------|---------|----------------------|
| NULO | | | 129 | 83,867 | | |
| Unidade Produtiva | 4 | 42,104 | 125 | 41,763 | 30,7962 | $<2 \times 10^{-16}$ |
| Prof | 1 | 0,550 | 124 | 41,213 | 1,6094 | 0,2073 |
| Ano | 6 | 2,133 | 118 | 39,080 | 1,0401 | 0,4037 |
| Mês | 11 | 2,847 | 107 | 36,233 | 0,7573 | 0,6813 |
| Lat | 1 | 0,003 | 106 | 36,230 | 0,0089 | 0,9249 |

O gráfico de envelopes para os resíduos (Figura 16) mostra o bom ajuste do modelo aos dados observados.

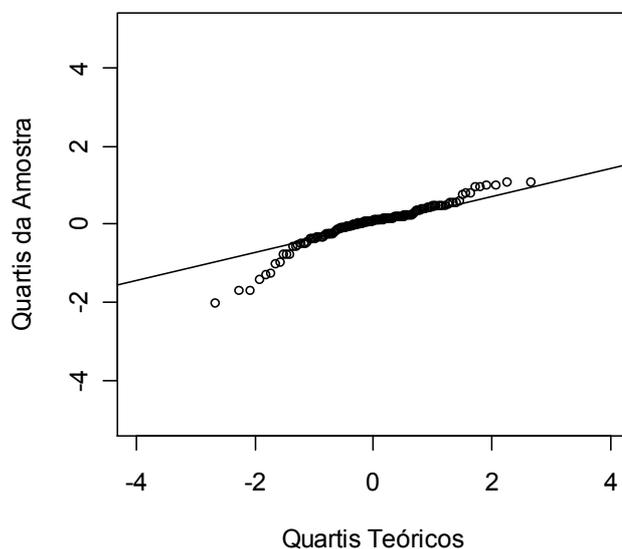


Figura 16: Probabilidade dos resíduos do modelo de variação do logaritmo da CPUE (kg/dias de pesca de emalhe-de-fundo) de *L. gastrophysus* calculada para as operações de pesca realizadas entre 22 e 28° S, no período de 1990 a 2007, com desembarques registrados em São Paulo.

A Tabela 5 apresenta os valores dos coeficientes e sua significância para cada unidade produtiva. Esta variável foi a única considerada significativa.

Tabela 5: Coeficientes do modelo linear generalizado de família gaussiana com função de ligação identidade ajustado aos dados de logaritmo da CPUE (kg/dias de pesca de emalhe-de-fundo) de *L. gastrophysus*.

| Categoria | Estimativa (log) | Estimativa | Erro Padrão | Valor de t | P |
|------------|------------------|------------|-------------|------------|------------------------|
| Intercepto | 6,389 | 595,511 | 0,073 | 87,738 | $<2 \times 10^{-16}$ |
| Arrendada1 | 0,905 | 2,473 | 0,415 | 2,181 | 0,0311 |
| Nacional2 | -0,574 | 0,563 | 0,137 | -4,203 | $4,97 \times 10^{-5}$ |
| Arrendada2 | 0,685 | 1,983 | 0,162 | 4,232 | $4,44 \times 10^{-5}$ |
| Arrendada3 | 1,109 | 3,033 | 0,139 | 8,001 | $7,18 \times 10^{-13}$ |

Todas as embarcações tiveram variações significativamente ($\alpha = 5\%$) positivas em relação à padrão, com exceção da embarcação Nacional2 (Figura 14). Observa-se que a CPUE das embarcações arrendadas pode chegar a 3,033 ($e^{1,109} \times 100$) da embarcação nacional mais produtiva.

Os coeficientes deste modelo foram utilizados na padronização do esforço pesqueiro entre as embarcações, que, por sua vez, foi utilizado no cálculo da CPUE padronizada. Um novo modelo linear generalizado foi ajustado a estes dados para verificação da magnitude do efeito da profundidade, ano, mês e latitude sobre a CPUE padronizada e os resultados indicaram que estas variáveis não tiveram efeito significativo.

3.2 Comércio Exterior

Como já visto anteriormente, a captura de *L. gastrophysus* começou a aumentar no ano 2000, na frota de arrasto-duplo e a frota de emalhe-de-fundo começou a atuar no ano 2001, a partir do estado de São Paulo (Figura 17).

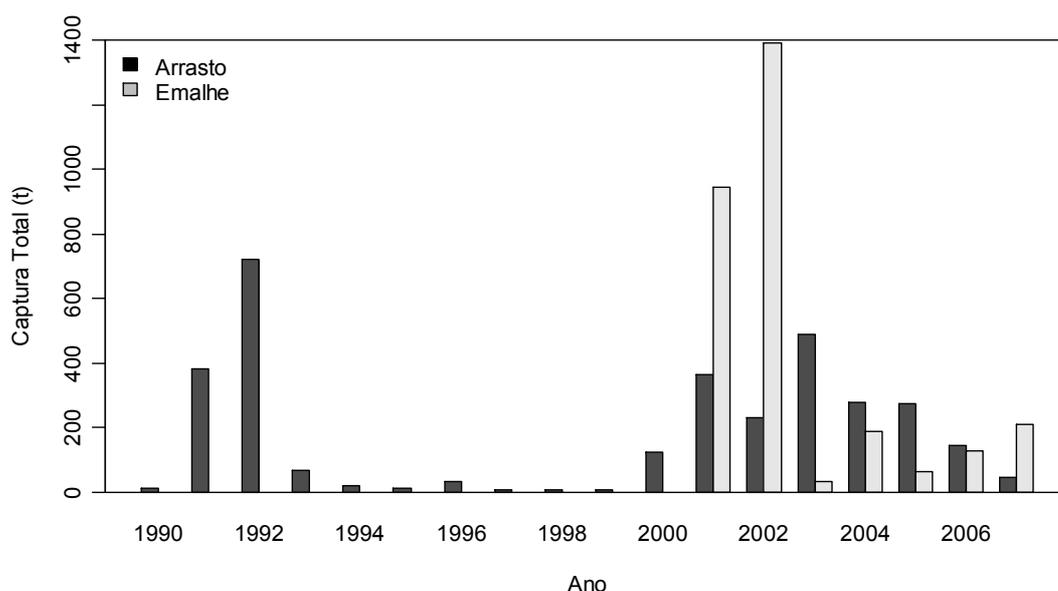


Figura 17: Captura total (t) de *L. gastrophysus* nos anos de 1990 a 2007, pela frota de arrasto-duplo e emalhe-de-fundo para as operações de pesca realizadas entre 22 e 28° S, no período de 1990 a 2007, com desembarques registrados em São Paulo.

Este padrão de aumento da captura também pode ser notado pelas exportações deste recurso (Figura 18).

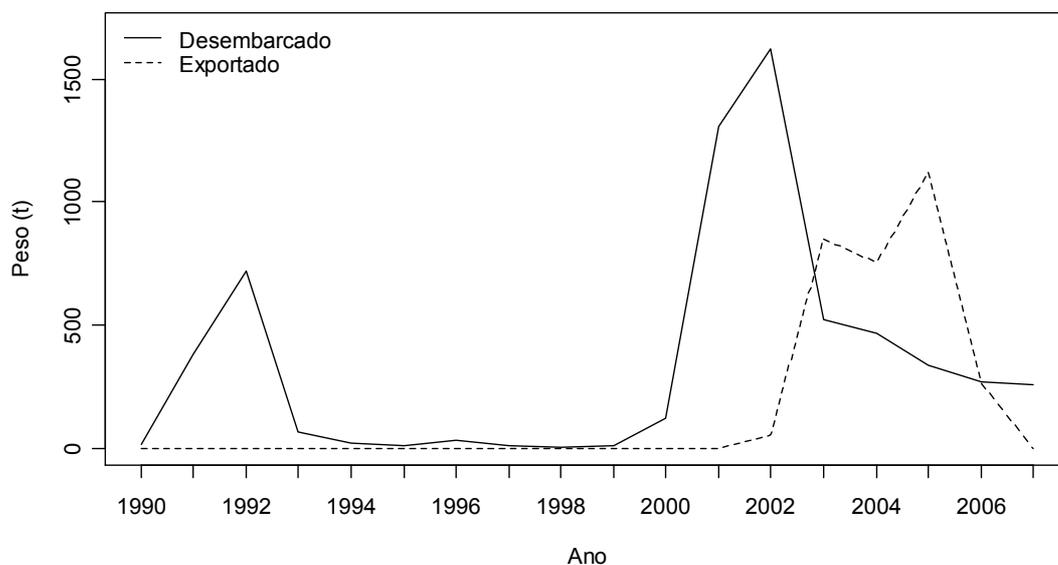


Figura 18: Peso Líquido Total (t) de *L. gastrophysus* nos anos de 1990 a 2007, mostrando *L. gastrophysus* capturados entre 22 e 28° S, com desembarques registrados em São Paulo (linha contínua) e exportados por São Paulo (linha tracejada).

Como se pode notar, as exportações de *L. gastrophysus* começaram apenas no ano de 2002, embora já fossem registradas importações deste recurso pela Espanha desde 1997. Isto ocorreu porque apenas no quarto trimestre do ano de 2002 é que surgiu a discriminação em partida específica para *L. gastrophysus* (03037934 - PEIXES-SAPO CONGELADOS) (SOARES, 2006). Nos anos de 2003 a 2006, a exportação foi maior do que a produção do Estado de São Paulo e o oposto ocorreu nos demais anos. A exportação e a produção total de *L. gastrophysus* para o Brasil, para os anos de 2002 a 2007 estão detalhadas na Tabela 6. Para o ano de 2007 não havia dados de produção total até o final desta análise.

Tabela 6: Quantidade de *L. gastrophysus* desembarcado (t), exportado (t) e a porcentagem de exportação deste recurso pelo Brasil nos anos de 2002 a 2007.

| Ano | Desembarcado (t) | Exportado (t) | Exportação (%) |
|------|------------------|---------------|----------------|
| 2002 | 5129,0 | 141,6 | 2,8 |
| 2003 | 2583,0 | 1185,1 | 45,9 |
| 2004 | 2433,0 | 1116,2 | 45,9 |
| 2005 | 2577,5 | 2102,7 | 81,6 |
| 2006 | 2516,5 | 1496,4 | 59,5 |
| 2007 | - | 805,5 | - |

3.3 Dinâmica Populacional de *Lophius gastrophysus*

3.3.1 Composição de Comprimentos das Capturas

Os comprimentos totais da captura do arrasto variaram de 191,0 a 799,0 mm, com média em 422,3 mm (Figura 19 A) e do emalhe variaram de 408,0 a 963,0 mm, com média em 628,9 mm (Figura 19 B).

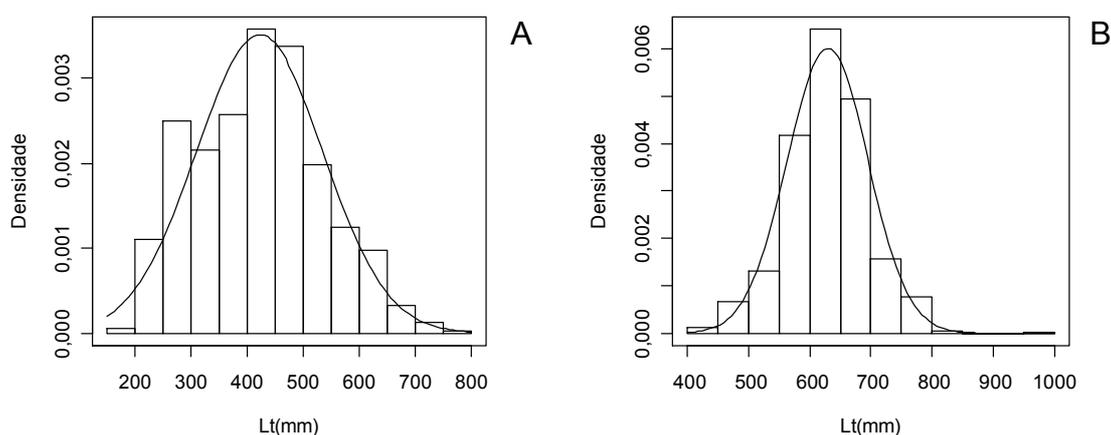


Figura 19: Histograma de Lt de *L. gastrophysus* e curva de densidade normal para (A) frota de arrasto-duplo (n=1800), com média 418,7 mm e desvio padrão 108,1 mm e (B) frota de emalhe-de-fundo (n=930), com média 625,3 mm e desvio padrão 64,4 mm.

A variação de Lt foi analisada, por aparelho de pesca, via ANOVA, tendo como variáveis explicativas: trimestre, latitude e profundidade. A disposição destas variáveis foi indicada através do índice AIC. Na frota de arrasto-duplo, constatou-se que todas estas variáveis tiveram efeitos significativos, sendo trimestre o principal fator (Tabela 7).

Tabela 7: Tabela de ANOVA da variação de Lt de *L. gastrophysus* em relação às variáveis ambientais, para a frota de arrasto-duplo.

| Variáveis | Graus de Liberdade | Soma dos Quadrados | Média dos Quadrados | Valor de F | Pr(>F) |
|--------------|--------------------|--------------------|---------------------|------------|-------------------------|
| trimestre | 3 | 1561212 | 520404 | 42,2422 | $< 2,2 \times 10^{-16}$ |
| profundidade | 1 | 223092 | 223092 | 18,1088 | $2,19 \times 10^{-05}$ |
| Latitude | 2 | 90758 | 45379 | 3,6835 | 0,02533 |
| Residual | 1793 | 22088901 | 12320 | | |

Através do Teste de comparações múltiplas *a posteriori* de Tukey (HSD) foi possível saber quais níveis de cada variável diferiam dos demais. O terceiro trimestre apresentou os menores valores de Lt, diferenciando-se dos demais (Figura 20), havendo ainda uma tendência de aumento de Lt com a profundidade e em latitudes menores (Figura 21).

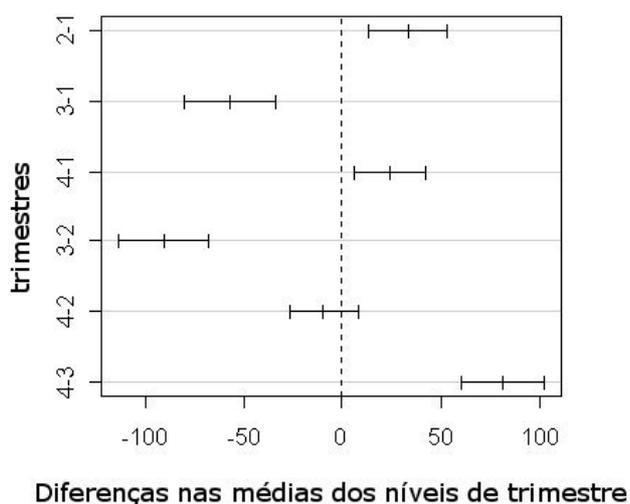


Figura 20: Diferenças das médias de Lt (mm) de *L. gastrophysus* capturados pela frota de arrasto-duplo entre 22 e 28° S, com desembarques registrados em São Paulo, por trimestre ($\alpha=0,05$).

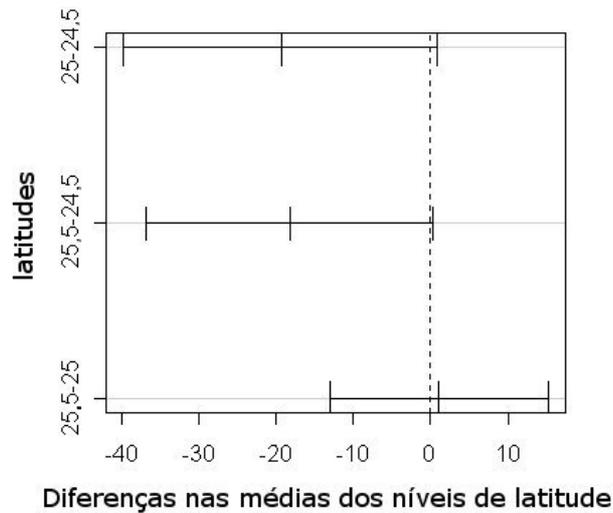


Figura 21: Diferenças das médias de Lt (mm) de *L. gastrophysus* capturados pela frota de arrasto-duplo entre 22 e 28° S, com desembarques registrados em São Paulo, por latitude ($\alpha=0,05$).

Para a frota de emalhe-de-fundo, considerou-se apenas a faixa de latitude de 26° 00' a 26° 30' S, pois aí se concentrou a grande maioria das operações. De acordo com os resultados, as duas variáveis explicativas (trimestre e profundidade) não tiveram efeito significativo na variação de Lt (Tabela 8).

Tabela 8: Tabela de ANOVA da variação de Lt de *L. gastrophysus* em relação às variáveis ambientais, para a frota de emalhe-de-fundo.

| Variáveis | Graus de Liberdade | Soma dos Quadrados | Média dos Quadrados | Valor de F | Pr(>F) |
|--------------|--------------------|--------------------|---------------------|------------|--------|
| trimestre | 3 | 25391 | 8464 | 2,0755 | 0,1019 |
| profundidade | 2 | 1140 | 570 | 0,1398 | 0,8695 |
| Residual | 924 | 3767897 | 4078 | | |

3.3.2 Relações Biométricas

As medidas Doc, Dpo, Dpob e Dillic foram significativamente relacionadas ao Lt, o que foi constatado através de: regressões lineares, análises de variância das regressões e coeficientes de determinação (r^2) das relações das medidas (Tabela 9 e Figuras 22, 23, 24 e 25).

Tabela 9: Correlação linear e Análise de variância das regressões de Lt em relação às medidas da região cefálica de *L. gastrophysus*.

| Medida | n | Coefficientes | Estimativa | Erro Padrão | Valor de t | P | Crescimento Relativo |
|--------|-----|---------------|------------|-------------|------------|------------------------|----------------------------|
| Doc | 228 | intercepto | 19,5504 | 7,4874 | 2,6110 | 0,00963 | Isométrico p= 0,9981439 |
| | | inclinação | 11,8026 | 0,1773 | 66,5680 | $< 2 \times 10^{-16}$ | |
| | | r^2 | 0,9515 | | | | |
| Dpo | 228 | intercepto | 18,2127 | 6,0518 | 3,0090 | 0,00291 | Isométrico p= 0,9969825 |
| | | inclinação | 3,5211 | 0,0438 | 80,4810 | $< 2 \times 10^{-16}$ | |
| | | r^2 | 0,9663 | | | | |
| Dpob | 230 | intercepto | 66,0120 | 6,3485 | 10,4000 | $< 2 \times 10^{-16}$ | Isométrico p= 1,0000000 |
| | | inclinação | 3,6047 | 0,0501 | 71,9100 | $< 2 \times 10^{-16}$ | |
| | | r^2 | 0,9579 | | | | |
| Dillic | 76 | intercepto | 307,6202 | 42,6911 | 7,2060 | $4,06 \times 10^{-10}$ | Isométrico p= 1,0000000 |
| | | inclinação | 4,5084 | 0,5782 | 7,7980 | $3,12 \times 10^{-11}$ | |
| | | r^2 | 0,4511 | | | | |

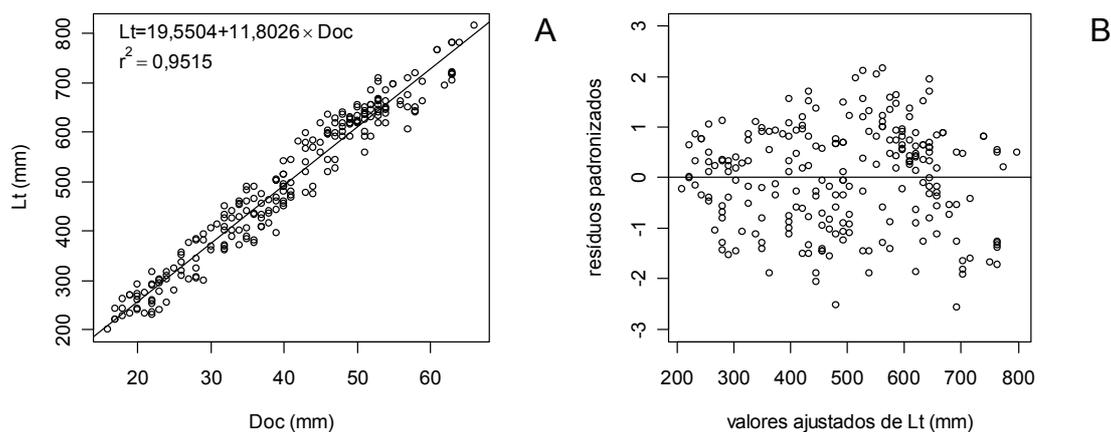


Figura 22: (A) Regressão linear de Lt sobre Doc. (B) Diagrama de dispersão dos resíduos padronizados da regressão linear de Lt sobre Doc (n=228) de *L. gastrophysus*.

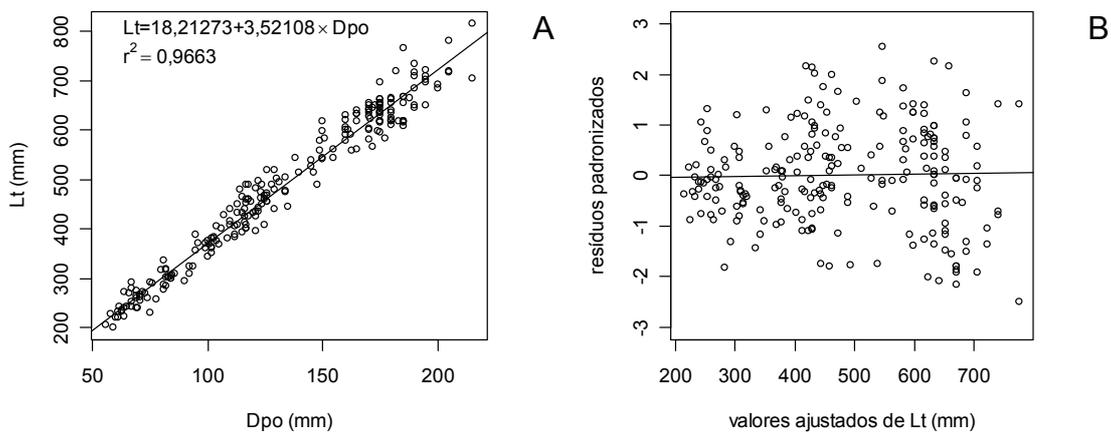


Figura 23: (A) Regressão linear de Lt sobre Dpo. (B) Diagrama de dispersão dos resíduos padronizados da regressão linear de Lt sobre Dpo (n=228) de *L. gastrophysus*.

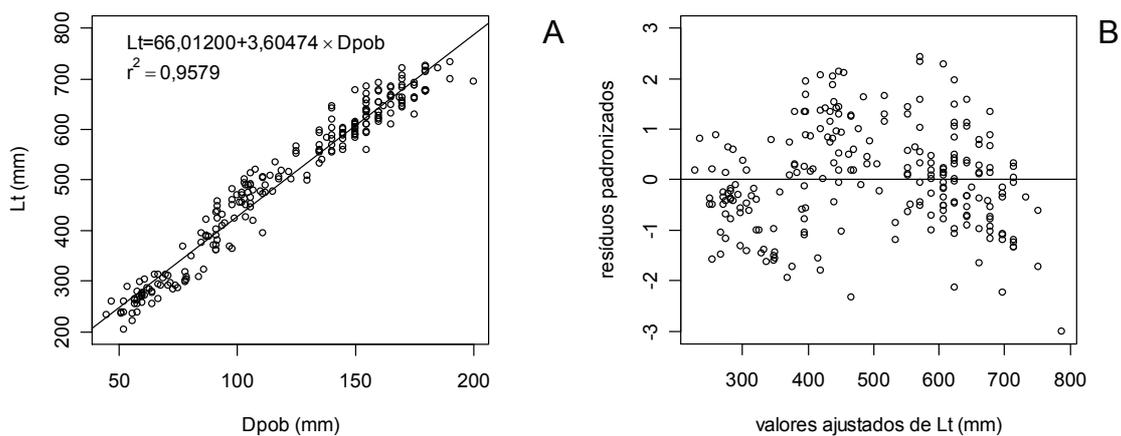


Figura 24: (A) Regressão linear de Lt sobre Dpob. (B) Diagrama de dispersão dos resíduos padronizados da regressão linear de Lt sobre Dpob (n=230) de *L. gastrophysus*.

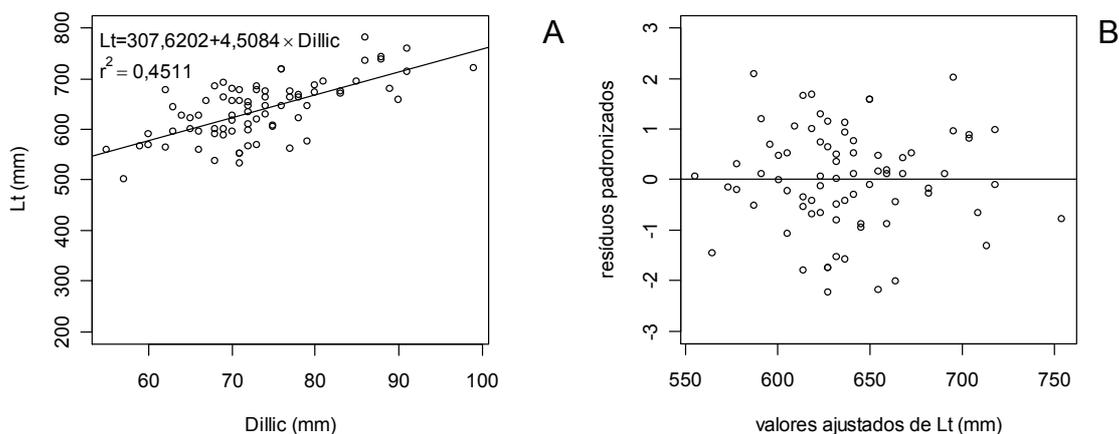


Figura 25: (A) Regressão linear de Lt sobre Dillic. (B) Diagrama de dispersão dos resíduos padronizados da regressão linear de Lt sobre Dillic (n=76) de *L. gastrophysus*.

As medidas selecionadas para a estimativa do Lt dos indivíduos coletados foram: Doc e Dpo, nesta ordem, por apresentarem maior n amostral e menor dispersão dos dados.

A partir da análise de regressão de potência do peso eviscerado sobre o comprimento total de *L. gastrophysus* foi obtida a seguinte equação:

$$We = 2,905 \times 10^{-5} \times Lt^{2,88}$$

Os coeficientes da regressão de potência do peso eviscerado sobre o comprimento total (We~Lt), estão indicados na Tabela 10.

Tabela 10: Estimativa dos coeficientes da regressão de potência do peso eviscerado em função do comprimento total de *L. gastrophysus*, seus intervalos de confiança a nível de 5% (IC), seus níveis de significância e o coeficiente de determinação (r^2).

| Coefficientes | n | Estimativa | IC (-) | IC (+) | P |
|---------------|-----|------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|
| a | | $2,905 \times 10^{-5}$ | $4,422 \times 10^{-5}$ | $1,387 \times 10^{-05}$ | 0,000199 |
| b | 284 | 2,880 | 2,799 | 2,961 | $< 2 \times 10^{-16}$ |
| r^2 | | 0,995 | | | |

Os resíduos destas regressões também não apresentaram tendências significativas. A curva We~Lt e o diagrama de dispersão de seus resíduos estão representados respectivamente nas Figuras 26 e 27.

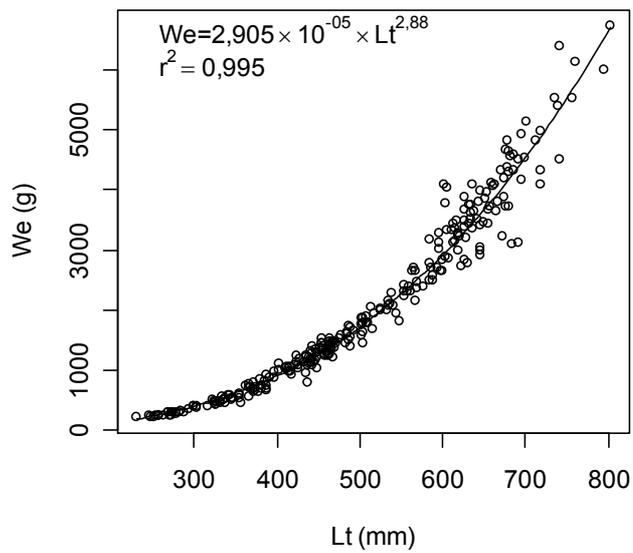


Figura 26: Regressão de potência do peso eviscerado, We, sobre o comprimento total Lt (n=284) de *L. gastrophysus*.

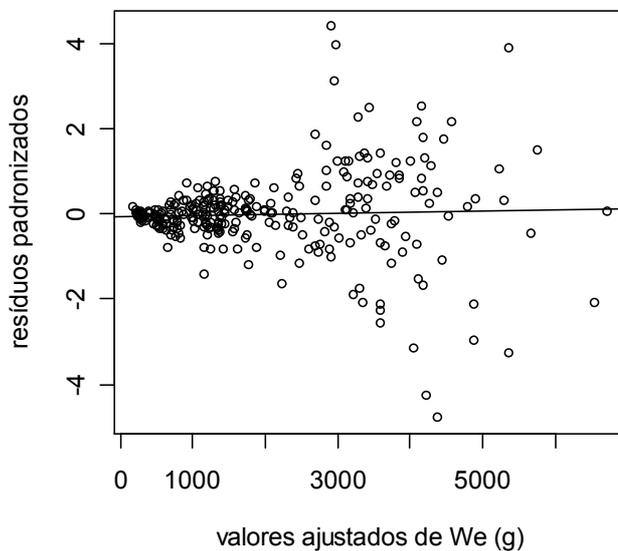


Figura 27: Diagrama de dispersão dos resíduos do ajuste do peso eviscerado, We, sobre o comprimento total Lt de *L. gastrophysus*.

3.3.3 Idade e Crescimento

Os 443 espécimes coletados para o estudo de idade e crescimento estavam distribuídos entre as classes de 200 a 1000 mm de comprimento total (Lt). Não foram obtidas amostras de otólitos nos meses de fevereiro, junho e julho (Tabela 11).

Tabela 11: Número de otólitos de *L. gastrophysus* analisados por classe de comprimento total (Lt) e por mês.

| Lt | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | Total |
|----------|----|---|----|----|----|---|---|----|----|----|----|----|-------|
| 200-250 | - | - | - | 5 | 1 | - | - | - | - | 9 | - | - | 15 |
| 250-300 | - | - | - | 5 | 6 | - | - | - | 3 | 6 | 2 | 2 | 24 |
| 300-350 | - | - | - | - | 12 | - | - | - | 4 | 4 | 3 | 6 | 29 |
| 350-400 | - | - | - | 1 | 15 | - | - | 1 | 4 | 2 | 8 | 1 | 32 |
| 400-450 | - | - | 2 | 2 | 9 | - | - | 1 | 1 | - | 7 | 11 | 33 |
| 450-500 | 2 | - | 8 | 5 | 11 | - | - | 5 | - | - | 13 | 9 | 53 |
| 500-550 | 2 | - | 6 | 4 | 11 | - | - | 9 | 3 | - | 2 | 2 | 39 |
| 550-600 | 7 | - | 1 | 5 | 5 | - | - | 14 | 8 | 2 | 14 | 6 | 62 |
| 600-650 | 7 | - | 5 | 1 | 3 | - | - | 8 | 11 | 2 | 14 | 15 | 66 |
| 650-700 | 7 | - | 7 | 1 | 4 | - | - | 3 | 12 | 4 | 5 | 4 | 47 |
| 700-750 | 3 | - | 2 | 1 | - | - | - | 4 | 6 | 3 | 2 | 1 | 22 |
| 750-800 | 1 | - | 5 | - | - | - | - | - | 9 | 4 | - | - | 19 |
| 800-850 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | 1 |
| 850-900 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 900-950 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 950-1000 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | 1 |
| Total | 29 | - | 36 | 30 | 77 | - | - | 45 | 61 | 38 | 70 | 57 | 443 |

Deste material coletado, não foi possível medir 13 otólitos direitos e 14 otólitos esquerdos, devido a mal-formações ou quebra. Os comprimentos dos otólitos variaram de 2,95 a 11,90 mm e as amplitudes de altura foram, respectivamente, de 2,10 a 7,80 mm. Não foi observada diferença significativa entre os comprimentos (teste-t pareado, $p=0,2905$) e as alturas dos otólitos direito e esquerdo (teste-t pareado, $p=0,2336$), portanto, na impossibilidade de uso do otólito direito, optou-se por usar o esquerdo.

Do total dos 443 otólitos lidos, 96,4%, totalizando 427 otólitos, foram considerados legíveis e seu número de anéis variou de 1 a 13. O cálculo do Erro Padrão Médio (APE) foi de 8% e do Coeficiente de Variabilidade (CV), 6%. Na seqüência do estudo de crescimento de *L. gastrophysus*, foi feita uma análise exploratória de dados e os pontos extremos (*outliers*) dos gráficos foram retirados do conjunto de dados, para seu melhor ajuste. Portanto, foram utilizados 383 otólitos, ao invés dos 427 otólitos considerados legíveis.

A análise da variação mensal das porcentagens de bordas opacas e translúcidas indicou a predominância de bordas opacas ao longo do ano, com a exceção dos meses de janeiro, outubro e novembro, sendo que no mês de outubro, o percentual de bordas translúcidas chega a 100%. Desta forma, adotou-se a formação de um anel anual de crescimento neste período. Para esta análise foram utilizados os grupos de anel de 5 a 7 anos (n=153), devido ao maior número amostral e à maturidade dos indivíduos (Figura 28).

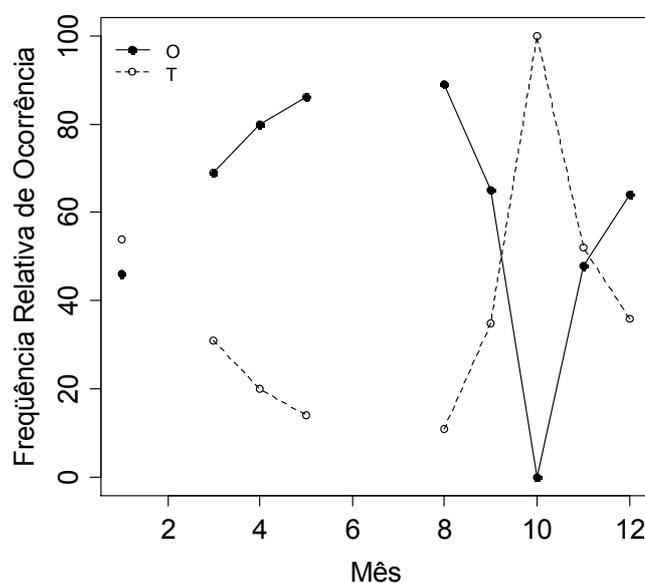


Figura 28: Variação Mensal das porcentagens de bordas opacas e translúcidas observadas em otólitos de *L. gastrophysus* com 5 a 7 anéis de crescimento (n=153).

A regressão linear entre o raio total do otólito (Rt) e o comprimento total (Lt) de *L. gastrophysus* foi descrita através da equação:

$$Lt = 130,568 + 297,967 \times Rt$$

Na Tabela 12 encontram-se indicados os coeficientes de ajuste da equação, seus intervalos de confiança para o nível de significância de 5%, o nível de significância de cada coeficiente e o valor do coeficiente de determinação da regressão linear. Na Figura 29 está representada relação

entre o Rt e o Lt e sua respectiva reta de regressão linear. Seus resíduos padronizados podem ser vistos na Figura 30.

Tabela 12: Estimativa dos coeficientes de regressão linear do comprimento total em função do raio total do otólito de *L. gastrophysus*, seus intervalos de confiança (IC), seus níveis de significância (P) e o coeficiente de determinação (r^2).

| Coeficientes | Estimativa | IC- | IC+ | P |
|--------------|------------|---------|---------|----------------------|
| a | 130,568 | 105,761 | 155,376 | $<2 \times 10^{-16}$ |
| b | 297,967 | 279,954 | 315,980 | $<2 \times 10^{-16}$ |
| r^2 | 0,724 | | | |

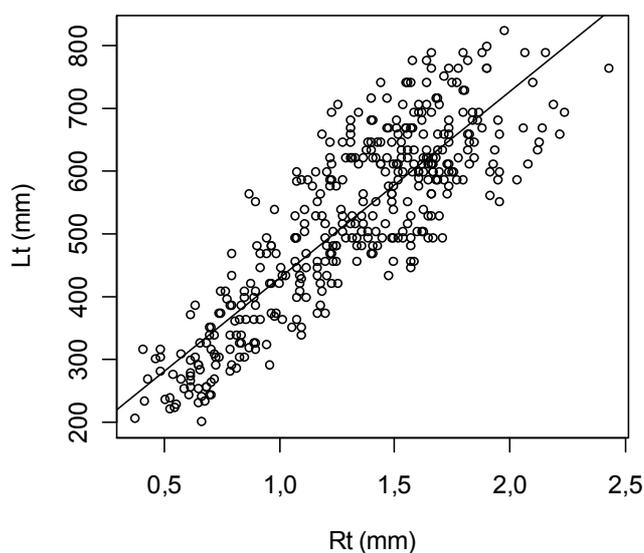


Figura 29: Raio total do otólito (Rt) em relação ao comprimento total de *L. gastrophysus*, mostrando a reta de regressão linear entre estas medidas.

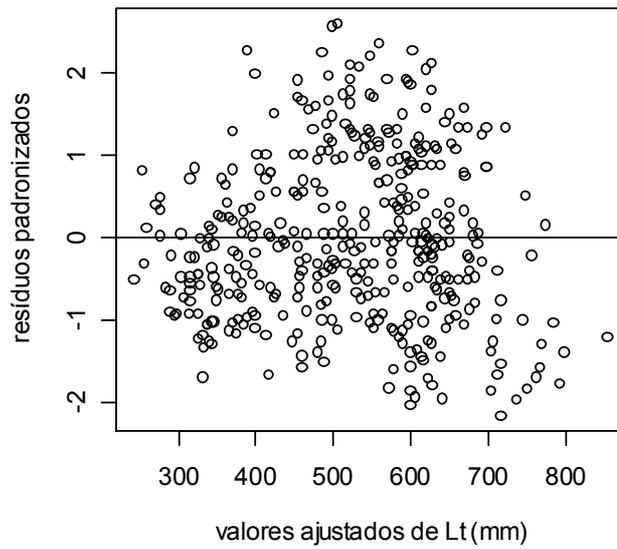


Figura 30: Diagrama de dispersão dos resíduos padronizados da regressão linear de Lt sobre Rt de *L. gastrophysus*.

As Figuras 31 e 32 mostram a variação do raio dos anéis dos otólitos lidos para *L. gastrophysus* .

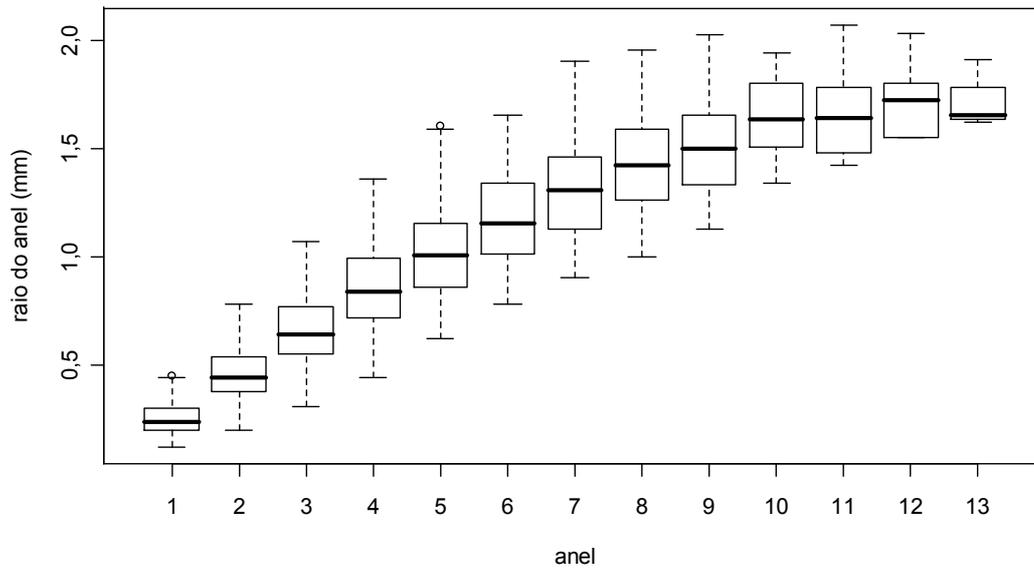


Figura 31: Boxplot da variação do raio dos anéis dos otólitos lidos para *L. gastrophysus*.

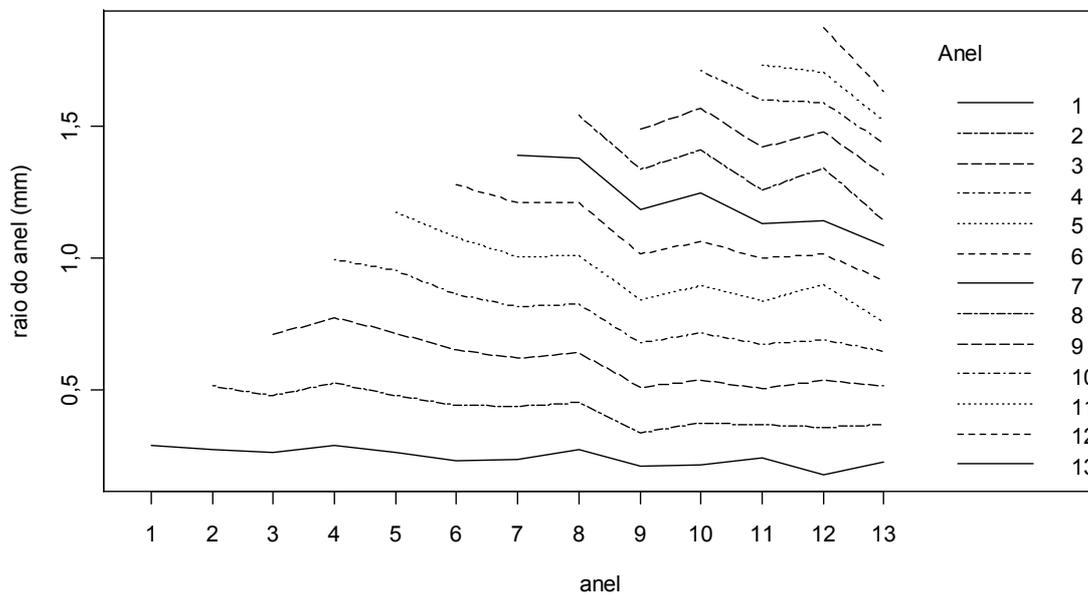


Figura 32: Variação do raio dos anéis de otólitos lidos de *L. gastrophysus*.

Os comprimentos totais médios retrocalculados variaram de 206 mm na idade 1 a 658 mm, na idade 13 (Tabela 13).

Tabela 13: Comprimento total retrocalculado para *L. gastrophrysus* (n representa o número de exemplares por classe etária e Lt o comprimento médio de captura).

| Idade | n | Lt | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|-----------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 5 | 262 | 207 | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 41 | 299 | 197 | 257 | | | | | | | | | | | |
| 3 | 46 | 367 | 204 | 266 | 331 | | | | | | | | | | |
| 4 | 47 | 477 | 216 | 287 | 361 | 428 | | | | | | | | | |
| 5 | 48 | 536 | 212 | 277 | 350 | 422 | 490 | | | | | | | | |
| 6 | 52 | 561 | 201 | 265 | 327 | 391 | 455 | 516 | | | | | | | |
| 7 | 53 | 596 | 204 | 266 | 322 | 382 | 438 | 501 | 556 | | | | | | |
| 8 | 42 | 633 | 213 | 268 | 326 | 383 | 438 | 499 | 550 | 599 | | | | | |
| 9 | 25 | 661 | 201 | 244 | 301 | 358 | 413 | 472 | 528 | 577 | 628 | | | | |
| 10 | 13 | 698 | 198 | 248 | 299 | 355 | 411 | 465 | 521 | 570 | 620 | 666 | | | |
| 11 | 6 | 694 | 204 | 242 | 286 | 338 | 388 | 438 | 478 | 515 | 564 | 617 | 656 | | |
| 12 | 2 | 698 | 183 | 235 | 286 | 331 | 392 | 425 | 463 | 521 | 560 | 593 | 628 | 676 | |
| 13 | 3 | 673 | 199 | 244 | 288 | 328 | 363 | 411 | 452 | 480 | 533 | 571 | 596 | 630 | 658 |
| Média ponderada | | | 206 | 266 | 330 | 392 | 445 | 494 | 539 | 578 | 609 | 635 | 635 | 648 | 658 |

A equação de von Bertalanffy ajustada para o conjunto de análises de regressão que assumiu a correlação entre os comprimentos totais retrocalculados de cada peixe foi:

$$L_t = 764,79 \times (1 - e^{-0,15(t+0,90)})$$

Os valores dos parâmetros da equação de von Bertalanffy, seus intervalos de confiança e seus graus de liberdade encontram-se tabulados na Tabela 14. A curva de crescimento está representada na Figura 33. A longevidade ($A_{0,95}$) estimada para *L. gastrophysus*, através da equação de Taylor, foi de 19 anos.

Tabela 14: Parâmetros da equação de crescimento de von Bertalanffy, intervalos de confiança (IC, $\alpha=5\%$), nível de significância (P) e graus de liberdade (gl) de *L. gastrophysus* ajustados sobre dados de comprimento total médio retrocalculado por idade.

| L_∞ | | | k | | | t_0 | | | Gl |
|------------|------------------|---------------------|-------|--------------|--------------------|-------|----------------|-------|----|
| valor | IC | P | valor | IC | P | valor | IC | P | |
| 764,79 | 703,31 826,27 | 4×10^{-11} | 0,15 | 0,12 0,19 | 1×10^{-6} | -0,90 | -1,37 -0,43 | 0,001 | 10 |

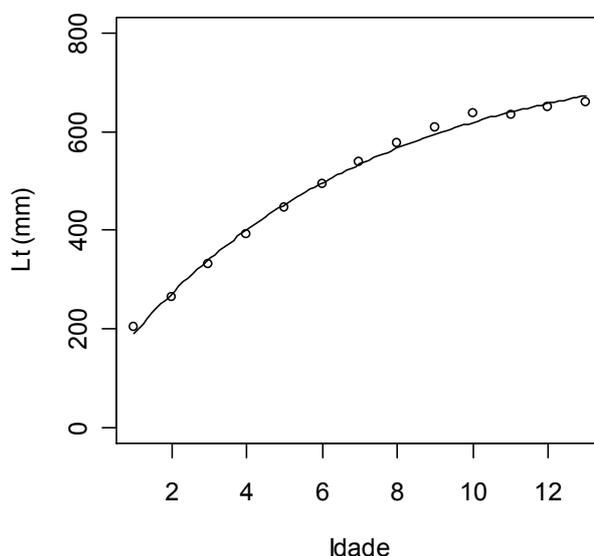


Figura 33: Ajuste da equação de crescimento de von Bertalanffy sobre as médias de comprimento total, L_t (mm) de *L. gastrophysus* retrocalculados à época de formação do anel etário.

A chave comprimento-idade (Tabela 15) indica a composição etária relativa por classe de comprimento total. Na Tabela 16, a chave comprimento-idade foi separada entre os diferentes aparelhos de pesca que atuam na captura de *L. gastrophysus*.

Tabela 15: Chave comprimento-idade de *Lophius gastrophysus*, capturados entre 22 e 28°S, nos anos de 2006 e 2007, com desembarques registrados em São Paulo.

| CLt | N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|-----|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-------|
| 200 | 14 | 14,3 | 50,0 | 35,7 | | | | | | | | | | |
| 250 | 22 | 4,5 | 68,2 | 18,2 | 4,5 | 4,5 | | | | | | | | |
| 300 | 28 | 7,1 | 42,9 | 35,7 | 14,3 | | | | | | | | | |
| 350 | 29 | | 20,7 | 37,9 | 27,6 | 10,3 | 3,4 | | | | | | | |
| 400 | 27 | | 3,7 | 25,9 | 22,2 | 18,5 | 14,8 | 14,8 | | | | | | |
| 450 | 45 | | | 17,8 | 15,6 | 22,2 | 28,9 | 13,3 | 2,2 | | | | | |
| 500 | 31 | | | | 35,5 | 12,9 | 22,6 | 12,9 | 12,9 | 3,2 | | | | |
| 550 | 54 | | | 1,9 | 13,0 | 14,8 | 20,4 | 18,5 | 20,4 | 7,4 | 1,9 | 1,9 | | |
| 600 | 56 | | | | 1,8 | 19,6 | 17,9 | 19,6 | 23,2 | 10,7 | 5,4 | | 1,8 | |
| 650 | 41 | | | | | 14,6 | 9,8 | 24,4 | 19,5 | 12,2 | 7,3 | 4,9 | | 7,3 |
| 700 | 20 | | | | 5,0 | | 15,0 | 30,0 | 20,0 | 15,0 | 5,0 | 10,0 | | |
| 750 | 15 | | | | | 6,7 | 6,7 | 6,7 | 6,7 | 33,3 | 33,3 | 6,7 | 6,7 | |
| 800 | 1 | | | | | | | | | | | | | 100,0 |

Tabela 16: Frequência relativa por idade de *Lophius gastrophysus*, por aparelho-de-pesca, capturados entre 22 e 28°S, nos anos de 2006 e 2007, com desembarques registrados em São Paulo.

| Aparelho-de-pesca | CLt | N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|-------------------|-----|----|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|-----|-----|
| | 200 | 14 | 14,3 | 50,0 | 35,7 | | | | | | | | | | |
| | 250 | 22 | 4,5 | 68,2 | 18,2 | 4,5 | 4,5 | | | | | | | | |
| | 300 | 28 | 7,1 | 42,9 | 35,7 | 14,3 | | | | | | | | | |
| | 350 | 29 | | 20,7 | 37,9 | 27,6 | 10,3 | | 3,4 | | | | | | |
| | 400 | 27 | | 3,7 | 25,9 | 22,2 | 18,5 | 14,8 | 14,8 | | | | | | |
| | 450 | 39 | | | 17,8 | 13,3 | 20,0 | 24,4 | 8,9 | | 2,2 | | | | |
| | 500 | 26 | | | | 35,5 | 12,9 | 12,9 | 9,7 | 9,7 | 3,2 | | | | |
| | 550 | 20 | | | 1,9 | 5,6 | 11,1 | 11,1 | 5,6 | 1,9 | | | | | |
| | 600 | 13 | | | | 1,8 | 8,9 | 10,7 | | 1,8 | | | | | |
| | 650 | 6 | | | | | 7,3 | 4,9 | 2,4 | | | | | | |
| | 700 | 6 | | | | | | 10,0 | 15,0 | 5,0 | | | | | |
| | 750 | 1 | | | | 6,7 | | | | | | | | | |
| | 450 | 6 | | | | 2,2 | 2,2 | 4,4 | 4,4 | | | | | | |
| | 500 | 5 | | | | | | 9,7 | 3,2 | 3,2 | | | | | |
| | 550 | 34 | | | | 7,4 | 3,7 | 9,3 | 13,0 | 18,5 | 7,4 | 1,9 | 1,9 | | |
| | 600 | 43 | | | | | 10,7 | 7,1 | 19,6 | 21,4 | 10,7 | 5,4 | | 1,8 | |
| | 650 | 35 | | | | | 7,3 | 4,9 | 22,0 | 19,5 | 12,2 | 7,3 | 4,9 | | 7,3 |
| | 700 | 14 | | | | 5,0 | | 5,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 5,0 | 10,0 | | |
| | 750 | 14 | | | | | | 6,7 | 6,7 | 6,7 | 33,3 | 33,3 | 6,7 | 6,7 | |
| | 800 | 1 | | | | | | | | 100,0 | | | | | |

Na Tabela 17, pode-se ver o comprimento médio na idade de captura de *L. gastrophysus* pelas frotas de arrasto-duplo e emalhe-de-fundo e a significância ($p < 0,05$) para o teste t entre os comprimentos médios. Apenas foram testadas as idades que possuíam um número amostral representativo para ambos os petrechos.

Tabela 17: Comprimento médio na idade de captura de *L. gastrophysus* e número de indivíduos analisados (N) capturados pelas frotas de arrasto-duplo e emalhe-de-fundo, no período de 2006 a 2007, entre 22 e 28° S, que registraram desembarques em São Paulo e significância (P) do teste t para os comprimentos médios.

| Idade | N | | comprimento médio | | P |
|-------|---------|--------|-------------------|--------|-------------------------|
| | arrasto | emalhe | arrasto | emalhe | |
| 1 | 5 | - | 262,00 | - | - |
| 2 | 41 | - | 298,83 | - | - |
| 3 | 46 | - | 367,08 | - | - |
| 4 | 41 | 6 | 460,12 | 592,39 | - |
| 5 | 36 | 12 | 509,35 | 615,58 | $1,234 \times 10^{-05}$ |
| 6 | 35 | 17 | 547,63 | 587,46 | 0,075730 |
| 7 | 19 | 34 | 537,12 | 628,43 | 0,003487 |
| 8 | 6 | 36 | 576,24 | 642,11 | - |
| 9 | 2 | 23 | 497,56 | 674,85 | - |
| 10 | - | 13 | - | 697,75 | - |
| 11 | - | 6 | - | 694,27 | - |
| 12 | - | 2 | - | 698,20 | - |
| 13 | - | 3 | - | 672,63 | - |

3.3.4 Taxas de Mortalidade e Sobrevivência

A principal captura de *L. gastrophysus* ocorreu na faixa de comprimento total (Lt) de 425 a 475 mm, para a frota de arrasto-duplo e de 625 a 675 mm para a frota de emalhe-de-fundo. Esta retirou a maior quantidade de indivíduos (Tabela 18).

Tabela 18: Estimativa de frequência de Lt do número de indivíduos de *L. gastrophysus* desembarcados pelas frotas de arrasto-duplo (arr) e emalhe-de-fundo (em), no estado de São Paulo, no período de 2006 e 2007.

| Lt | N _{arr} | N _{em} | $\sum W_t$ | W _{cp arr} | W _{cp em} | W _{cp% arr} | W _{cp% em} | W _{cp arr (g)} | W _{cp em (g)} | N _{cp arr} | N _{cp em} | N _{cp total} |
|-------|------------------|-----------------|------------|---------------------|--------------------|----------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|
| 175 | 4 | - | 83,771 | 335,086 | - | 2×10^{-4} | - | 6742,190 | - | 80 | - | 80 |
| 225 | 71 | - | 172,755 | 12265,638 | - | 0,007 | - | 246794,490 | - | 1429 | - | 1429 |
| 275 | 164 | - | 307,910 | 50497,298 | - | 0,030 | - | 1016046,210 | - | 3300 | - | 3300 |
| 325 | 144 | - | 498,162 | 71735,265 | - | 0,043 | - | 1443371,170 | - | 2897 | - | 2897 |
| 375 | 170 | - | 752,240 | 127880,731 | - | 0,076 | - | 2573063,040 | - | 3421 | - | 3421 |
| 425 | 236 | 7 | 1078,714 | 254576,469 | 7550,997 | 0,151 | 0,002 | 5122283,080 | 271349,400 | 4749 | 252 | 5001 |
| 475 | 227 | 40 | 1486,017 | 337325,824 | 59440,674 | 0,200 | 0,015 | 6787266,590 | 2136035,000 | 4567 | 1437 | 6004 |
| 525 | 131 | 74 | 1982,462 | 259702,557 | 146702,208 | 0,154 | 0,036 | 5225424,100 | 5271828,700 | 2636 | 2659 | 5295 |
| 575 | 83 | 241 | 2576,259 | 213829,501 | 620878,430 | 0,127 | 0,152 | 4302421,350 | 22311625,700 | 1670 | 8660 | 10330 |
| 625 | 64 | 377 | 3275,522 | 209633,440 | 1234871,982 | 0,124 | 0,302 | 4217993,230 | 44375839,400 | 1288 | 13548 | 14836 |
| 675 | 24 | 299 | 4088,283 | 98118,804 | 1222396,762 | 0,058 | 0,299 | 1974229,160 | 43927535,100 | 483 | 10745 | 11228 |
| 725 | 8 | 96 | 5022,496 | 40179,968 | 482159,612 | 0,024 | 0,118 | 808453,230 | 17326684,700 | 161 | 3450 | 3611 |
| 775 | 2 | 44 | 6086,043 | 12172,087 | 267785,906 | 0,007 | 0,066 | 244912,160 | 9623041,500 | 40 | 1581 | 1621 |
| 825 | - | 4 | 7286,744 | - | 29146,976 | - | 0,007 | - | 1047413,400 | - | 144 | 144 |
| 975 | - | 1 | 11789,067 | - | 11789,067 | - | 0,003 | - | 423646,900 | - | 36 | 36 |
| Total | 1328 | 1183 | 46486,446 | 1688252,666 | 4082722,614 | - | - | $C_{parr} \times 10^3$ 33969 | $C_{pem} \times 10^3$ 146715 | 26721 | 42512 | 69233 |

A taxa de mortalidade total estimada (Z), considerando a captura total, foi de $0,29 \pm 0,20 \text{ ano}^{-1}$ e a taxa de sobrevivência (S) foi de $75\% \text{ ano}^{-1}$. Considerou-se que a partir de 10,4 anos os indivíduos têm 100% de chance de serem capturados (Figura 34).

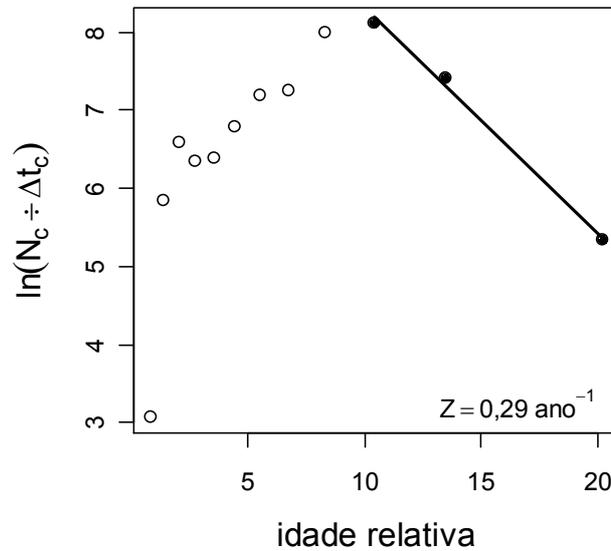


Figura 34: Curva de captura baseada em comprimentos convertidos em idades para *L. gastrophysus*.

Considerando um M de $0,15$ a $0,20 \text{ ano}^{-1}$, estima-se que F possa variar de $0,09$ a $0,14 \text{ ano}^{-1}$, o que leva a uma taxa de E de $0,31$ a $0,48 \text{ ano}^{-1}$. Estes valores estão relacionados na Tabela 19.

Tabela 19: Valores das taxas de Z , M , F e E para *L. gastrophysus*, capturados entre 22 e 28°S , nos anos de 2006 e 2007, com desembarques registrados em São Paulo.

| Z | M | F | E |
|------|------|------|------|
| 0,29 | 0,15 | 0,14 | 0,48 |
| | 0,20 | 0,09 | 0,31 |

3.3.5 Seletividade dos aparelhos de pesca

O comprimento de primeira captura foi estimado para os petrechos, ou seja, o comprimento no qual a probabilidade dos indivíduos serem capturados pelo aparelho de pesca é de 50% ($L_{50\%}$). Adicionalmente também foram estimados $L_{25\%}$ e $L_{75\%}$, nos quais a probabilidade de captura dos indivíduos pelo aparelho de pesca é de 25% e 75%, respectivamente (Tabela 20). O aparelho que apresentou a menor seletividade foi o arrasto-duplo, com um $L_{50\%}$ de 317,5 mm. O valor de $L_{50\%}$ estimado para o emalhe-de-fundo foi de 572,5 mm. Nas figuras 35 e 36 estão representadas as curvas de seletividade do arrasto-duplo e do emalhe-de-fundo, respectivamente.

Tabela 20: Comprimentos totais de captura (mm) correspondentes às probabilidades de retenção de 25%, 50% e 75% por aparelho-de-pesca.

| Aparelho de pesca | Probabilidades de Retenção | | |
|-------------------|----------------------------|------------|------------|
| | $L_{25\%}$ | $L_{50\%}$ | $L_{75\%}$ |
| arrasto-duplo | 248,1 | 317,5 | 386,8 |
| emalhe-de-fundo | 538,3 | 572,5 | 601,8 |

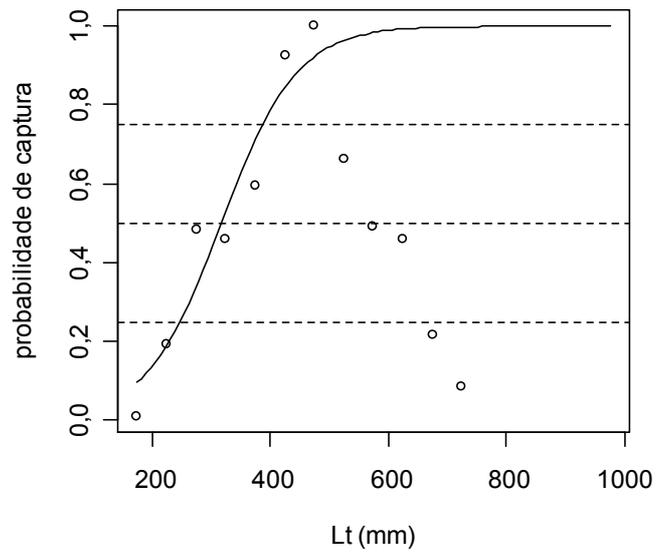


Figura 35: Tamanho total, Lt (mm) de *L. gastrophysus* pela probabilidade de captura, demonstrando a curva de seletividade do arrasto-duplo (curva sigmóide) e as probabilidades de captura de 25%, 50% e 75% (linhas tracejadas).

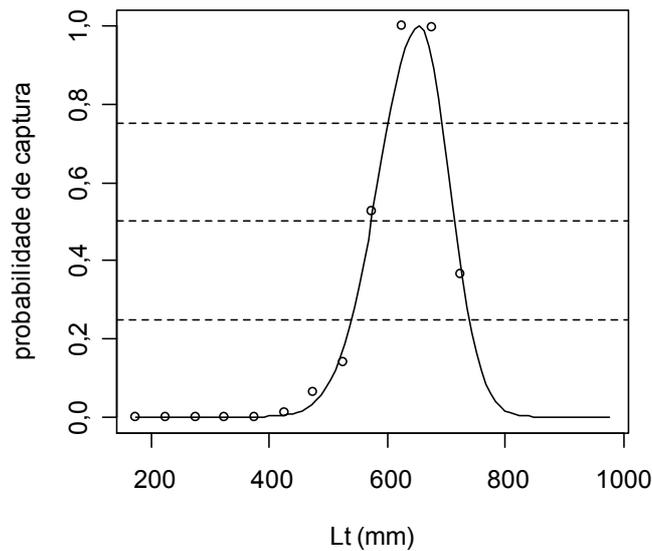


Figura 36: Tamanho total, Lt (mm) de *L. gastrophysus* pela probabilidade de captura, demonstrando a curva de seletividade do emalhe-de-fundo (curva de duas-faces) e as probabilidades de captura de 25%, 50% e 75% (linhas tracejadas).

Na Tabela 21 estão relacionados a idade (t), o Lt (mm), o We (g), a porcentagem do L_{∞} , que é atingido ao valor de 95% na idade de 19 anos (longevidade). O número relativo de indivíduos (N), a biomassa de *L. gastrophysus*, a qual apresentou os maiores valores entre as idades de 4 a 6 anos, principalmente aos 5 anos e as seletividades para os diferentes aparelhos de pesca. Para o arrasto-duplo, o $L_{50\%}$ é atingido aproximadamente na idade de 3 anos e para o emalhe-de-fundo, entre 8 e 9 anos.

Tabela 21: Idade (t), Lt (mm), We (g), número relativo de indivíduos (N) e biomassa de *L. gastrophysus* capturados no período de 2006 a 2007, entre 22 e 28° S, que registraram desembarques em São Paulo

| t | Lt | We | % L | N | Biomassa | Seletividade Arrasto | Seletividade Emalhe |
|----|--------|---------|-------|--------|----------|----------------------|---------------------|
| 0 | 97,67 | 15,62 | 12,77 | 100,00 | 1561,99 | 0,03 | 0,00 |
| 1 | 191,61 | 108,77 | 25,05 | 74,80 | 8136,16 | 0,12 | 0,00 |
| 2 | 272,32 | 299,36 | 35,61 | 55,95 | 16749,09 | 0,33 | 0,00 |
| 3 | 341,67 | 575,35 | 44,67 | 41,85 | 24078,85 | 0,59 | 0,00 |
| 4 | 401,25 | 914,07 | 52,47 | 31,30 | 28614,76 | 0,79 | 0,00 |
| 5 | 452,44 | 1291,71 | 59,16 | 23,42 | 30246,58 | 0,89 | 0,02 |
| 6 | 496,42 | 1687,34 | 64,91 | 17,52 | 29553,96 | 0,94 | 0,08 |
| 7 | 534,21 | 2084,33 | 69,85 | 13,10 | 27307,42 | 0,97 | 0,23 |
| 8 | 566,68 | 2470,38 | 74,10 | 9,80 | 24209,22 | 0,98 | 0,45 |
| 9 | 594,58 | 2837,06 | 77,74 | 7,33 | 20796,36 | 0,99 | 0,69 |
| 10 | 618,55 | 3179,05 | 80,88 | 5,48 | 17430,89 | 0,99 | 0,87 |
| 11 | 639,14 | 3493,50 | 83,57 | 4,10 | 14327,97 | 0,99 | 0,97 |
| 12 | 656,83 | 3779,33 | 85,88 | 3,07 | 11594,21 | 1,00 | 1,00 |
| 13 | 672,03 | 4036,76 | 87,87 | 2,29 | 9263,20 | 1,00 | 0,94 |
| 14 | 685,10 | 4266,87 | 89,58 | 1,72 | 7323,85 | 1,00 | 0,84 |
| 15 | 696,32 | 4471,27 | 91,05 | 1,28 | 5740,68 | 1,00 | 0,71 |
| 16 | 705,96 | 4651,91 | 92,31 | 0,96 | 4467,51 | 1,00 | 0,60 |
| 17 | 714,24 | 4810,86 | 93,39 | 0,72 | 3455,89 | 1,00 | 0,50 |
| 18 | 721,36 | 4950,22 | 94,32 | 0,54 | 2659,89 | 1,00 | 0,42 |
| 19 | 727,48 | 5072,05 | 95,12 | 0,40 | 2038,57 | 1,00 | 0,35 |
| 20 | 732,73 | 5178,27 | 95,81 | 0,30 | 1556,78 | 1,00 | 0,30 |

4 DISCUSSÃO

4.1 Dinâmica e Características das Frotas Pesqueiras

A frota de arrasto-duplo vem envelhecendo ao longo do tempo, dado que não houve renovação dessa desde o início da década de 90 (Tabela 1). O número de desembarques e de embarcações da frota de arrasto-duplo vem diminuindo, assim como a quantidade de captura de *Lophius gastrophysus*, que é uma espécie acessória desta pescaria (Figura 5). Para VALENTINI e PEZZUTO (2006) a baixa produtividade da pescaria industrial de camarão-rosa, com a intercorrência da crítica conjuntura socioeconômica nos últimos anos e uma política cambial desfavorável, conduziram a uma redução desta atividade, refletida na diminuição da frota arrasteira atuante. Porém, esta frota procura manter-se economicamente pelo direcionamento do esforço de pesca também para outros recursos demersais, convertendo sua tradicional atividade, de caráter mono, em multiespecífica. Ressalta-se ainda que a pescaria dirigida ao camarão-rosa no Sudeste-Sul mostra sinais evidentes de colapso.

A dinâmica multiespecífica da frota de arrasto-duplo também foi comentada por PEREZ *et al.* (2002a), em cujo trabalho conclui que a pesca em áreas de borda de plataforma e talude realizada por esta frota é sustentada por um conjunto de espécies com elevado valor econômico, disponíveis nessas áreas.

Essa pescaria tornou-se mais direcionada à espécie em estudo a partir do ano 2001, voltando ao seu padrão da década de 90, nos anos de 2006 e 2007 (Figuras 6 A a F). O aumento de direcionamento da captura é evidenciado pelo deslocamento da curva do logaritmo da CPUE para a direita, tornando-a levemente bi-modal (Figura 12B). Portanto a frota de arrasto-duplo passou a direcionar mais sua pescaria para *L. gastrophysus*, entretanto, este recurso representou uma espécie acessória de suas capturas. Este padrão corrobora com o estudo de PEREZ *et al.* (2002b), no qual diz que a pesca demersal no sudeste e sul do Brasil, durante o ano 2001, foi marcada pela tendência de ocupação de áreas profundas (entre 100 e 700 m). Em cerca de 50% dos 696 desembarques de arrasteiros-duplos registrados em seu estudo,

L. gastrophysus representou menos de 10% do desembarque total em massa. Quando foram considerados apenas desembarques de viagens que atuaram, na média, em profundidades maiores de 125 m, essa proporção aumentou para cerca de 20% da captura total da viagem em massa.

Todas as variáveis analisadas, ano, mês, profundidade e latitude, influenciaram significativamente a variação da CPUE da frota de arrasto-duplo (Tabela 2). O maior efeito foi dado pela variação do ano, devido à ocorrência da “corrida do ouro” a partir de 2000, no qual a frota passou a direcionar as capturas para *L. gastrophysus* e a subsequente queda de produção extrativa. Em 2007, os valores de CPUE não foram significativamente diferentes dos de 1990. Os maiores valores dos coeficientes dos anos 2000 a 2006 indicam o aumento no grau de direcionamento das capturas para a espécie (Figura 10 e Tabela 3). Fatores como a diminuição na abundância do estoque, a limitação de porcentagem de captura, a não aceitação de indivíduos de tamanho reduzido (imaturos) e provenientes da pesca de arrasto-duplo pelo mercado europeu, por não se tratar de uma pescaria sustentável (*com. pess.* Renata C. Lenza e Victor C. V. D’ascola¹) podem ter contribuído para a diminuição do direcionamento da frota de arrasto-duplo nos últimos anos. A limitação de porcentagem de captura de *L. gastrophysus* foi estabelecida em 5% da captura total do cruzeiro de pesca (IN n° 11 de 09 de março de 2006).

A segunda variável mais importante foi a profundidade, com a ocorrência de maiores valores de CPUE em profundidades mais acentuadas (Tabela 3), nas quais a frota passou a atuar a partir do ano 2000 (Figura 9). A variação da CPUE em função do mês (Figura 11) está relacionada ao período de defeso do camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*, *F. brasiliensis* e *F. subtilis*), instituído no ano de 1983. Desde então, ocorre no período de março a maio, com pequenas variações de dias ao longo dos anos (Portaria n° 08-N, de 29 de janeiro de 1993; Portaria n° 021, de 11 de fevereiro de 1999; Portaria MMA n° 74, de 13 de fevereiro de 2001; IN n° 92 de 7 de fevereiro de 2006). Na época de defeso, as embarcações conseguiram uma licença especial para atuar entre 100 e 250 m de profundidade, ao sul do paralelo de 18°20’S (IN. n°

¹ Com. de Pescados Villa Imp. e Exp. Ltda., Santos, SP.

07 de 20 de março de 2007). Finalmente, a latitude (Tabelas 2 e 3), com maior CPUE nas menores latitudes.

Houve uma diminuição no número de embarcações da frota de emalhe-de-fundo, devido ao término das operações da frota arrendada. Ainda assim, o número de desembarques em São Paulo aumentou neste período, dado que as embarcações arrendadas efetuavam seus desembarques mais freqüentemente nos entrepostos pesqueiros da região Sul. Posteriormente, nos anos de 2006 e 2007, a frota de emalhe-de-fundo passou a se constituir de duas embarcações, pois uma nova embarcação nacional iniciou suas operações na pescaria de *L. gastrophysus* (Figura 7). A quantidade de captura desembarcada diminuiu muito desde que a frota arrendada parou de atuar. Segundo PEREZ *et al.* (2002c), as capturas obtidas pelas embarcações arrendadas de pesca de emalhe-de-fundo no Sudeste e Sul do Brasil durante 2001 foram dominadas numericamente por *L. gastrophysus*, que compôs em média 39% dos indivíduos emalhados a cada lance.

A captura da frota de emalhe-de-fundo sempre foi bem direcionada para este recurso, que durante todo o período de análise, representou uma espécie-alvo desta pescaria (Figura 8 A e B). A variável que influenciou significativamente a variação de CPUE foi a unidade produtiva (Tabela 4). As embarcações da frota arrendada tinham poder de pesca, chegando a ser cerca de três vezes maior do que a frota nacional (Tabela 5 e Figura 14). Para o modelo linear generalizado ajustado sobre os dados de captura para esforço padronizado para embarcações, a não significância de variáveis como latitude e profundidade é decorrente da pequena amplitude de variação destes fatores. A não significância do fator ano sugere que não houve uma variação significativa de biomassa na porção do estoque explorada por este petrecho.

4.2 Comércio Exterior

Pode-se ver que as capturas da frota de arrasto-duplo de *L. gastrophysus* aumentaram significativamente a partir do ano 2000 e este

recurso começou a ser intensamente explorado pela frota de emalhe-de-fundo desde o ano de 2001 (Figura 17).

As exportações passaram a ser categorizadas separadamente para esta espécie no ano de 2002, acompanhando este aumento das capturas (Figura 18). Como os registros específicos deste recurso foram regulamentados apenas neste ano e as empresas nacionais tiveram um período de adequação à nova regulamentação para exportação do pescado, os dados não representaram propriamente o comércio gerado com o exterior naquele período. Desta forma, SOARES (2006) verificou quais países importavam *L. gastrophysus* do Brasil nos anos anteriores a 2002 e constatou que a Espanha era um dos maiores compradores. Entre os anos de 1997 e 1998, o Brasil já figurava na sétima posição no ranking de países fornecedores deste recurso para o mercado espanhol. Já entre os anos de 1999 e 2000, alternou entre a terceira e quarta posições, ocorrendo o mesmo entre os anos de 2002 a 2004. E, especificamente no ano de 2001, o Brasil foi o segundo maior fornecedor de *Lophius* para a Espanha, ficando apenas atrás da Namíbia.

Nos anos 2003 a 2006, a exportação foi maior do que a produção do Estado de São Paulo, possivelmente devido à produção de outros Estados ter sido escoada por esse Estado. O oposto ocorreu nos demais anos. Provavelmente a produção do Estado de São Paulo foi exportada através de outros Estados.

A partir da Tabela 6, pode-se notar que grande parte da produção desembarcada de *L. gastrophysus* é exportada, chegando a 81,6% no ano de 2005. Deste modo, pôde-se concluir que esta pescaria é voltada principalmente para o mercado externo e que variáveis como o preço do dólar, barreiras sanitárias e o padrão de consumo dos países importadores determinam em grande parte a sustentabilidade da cadeia produtiva desta pescaria.

4.3 Dinâmica Populacional de *Lophius gastrophysus*

Não houve sobreposição de atuação entre as frotas de arrasto-duplo e emalhe-de-fundo, sendo que a primeira atuou preferencialmente na porção

norte da área de estudo e a segunda, na porção sul. Este padrão também foi encontrado por PEREZ *et al.* (2005a), em cujo trabalho observou a maior concentração de biomassa de *L. gastrophysus* entre 125 e 350 m de profundidade e áreas de pesca mais rasas ao Norte (21 a 25° S) e mais profundas ao Sul (29 a 34° S). A frota de arrasto-duplo atuou preferencialmente entre 100 e 200 m ao norte da área de estudo e a de emalhe-de-fundo, ocupou áreas ao redor dos 600 m, movendo-se do norte para o sul da área de estudo, ao longo do ano.

Os aparelhos de pesca que atuam na captura de *L. gastrophysus* exploram porções distintas de seu estoque na região de estudo (Figura 19). A pesca com arrasto-duplo capturou indivíduos menores, havendo uma variação sazonal, batimétrica e latitudinal nos comprimentos (Tabela 7; Figuras 20 e 21). Não foram observadas variações significativas na composição de comprimentos das capturas de emalhe-de-fundo (Tabela 8), dado que esta frota atuou somente numa única faixa de latitude no período de amostragem. No estudo realizado por SCHWINGEL e ANDRADE (2002) com *L. gastrophysus*, capturados pelas frotas de arrasto-duplo e emalhe-de-fundo, nacionais e arrendadas, foi observada uma estratificação de comprimentos semelhante. Houve uma tendência de aumento da proporção de peixes de maior comprimento em maiores profundidades, enquanto que em áreas mais rasas os peixes de menor tamanho foram mais freqüentes. Este efeito foi pronunciado nas capturas da frota de arrasto-duplo e, ainda que de forma mais suave, aparece também nas capturas da frota de emalhe-de-fundo.

Segundo HUXLEY (1993), a taxa de crescimento de um organismo, crescendo igualmente em todas as suas partes é, a qualquer momento, proporcional ao tamanho do organismo. A taxa de auto-multiplicação normalmente diminui com a idade do indivíduo, sendo muito afetada pelo ambiente externo, por exemplo, pela temperatura e disponibilidade de alimento. As duas últimas considerações afetam todas as partes do corpo igualmente, então devemos supor que a taxa de crescimento de qualquer órgão ou parte do corpo em particular é proporcional simultaneamente: a) a uma característica constante específica do órgão ou parte do corpo em questão; b) ao tamanho do

órgão em qualquer instante e c) a um fator geral dependente da idade e ambiente o qual é o mesmo para todas as partes do corpo.

As equações lineares para conversão do comprimento das medidas da região cefálica em comprimento total (Tabela 9 e Figuras 22, 23, 24 e 25) descreveram adequadamente as relações observadas, como evidenciado pelos altos coeficientes de determinação obtidos e por não apresentarem tendências significativas nos resíduos. Dessa forma tornou-se possível a realização do estudo do crescimento de *L. gastrophysus* a partir das amostras das cabeças obtidas. A relação comprimento-peso também se apresentou adequada, dado o alto coeficiente de determinação calculado e pela dispersão dos resíduos da regressão (Tabela 10; Figuras 26 e 27).

Neste estudo houve um pequeno descarte de otólitos ilegíveis e foram obtidos valores de APE e CV abaixo dos encontrados por LOPES (2005), que foram de 8,70% e 11,83%, respectivamente. Diversos autores relatam a dificuldade da determinação da idade em espécies da família Lophiidae, especialmente em indivíduos mais velhos (TSIMENIDIS e ONDRIAS, 1980; MAARTENS *et al.*, 1999; WRIGHT *et al.*, 2002; YONEDA *et al.*, 1997).

Apesar da falta de amostras nos meses de fevereiro, junho e julho, foi verificada a formação de um anel anual de crescimento em *L. gastrophysus* no período da primavera (Figura 28). Esta época coincide com a desova da espécie, verificada por SCHWINGEL e ANDRADE (2002) e por LOPES (2005).

No mês de fevereiro de 2007, as empresas exportadoras de pescado da região não estavam operando normalmente e a produção foi totalmente vendida para a região Sul, portanto os indivíduos foram apenas medidos na ocasião do desembarque, mas não puderam ser coletadas amostras para extração dos otólitos. Nesta época, uma grande rede de supermercados inglesa parou de comprar Lophius procedentes da pesca de arrasto-duplo, por não se tratar de uma atividade sustentável (*com. pess.* Victor C. V. D'ascola e Renata C. Lenza² e a notícia deste fato está disponível no sítio de internet: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/business/6318925.stm>). Nos meses de junho e julho,

² Com. de Pescados Villa Imp. e Exp. Ltda., Santos, SP.

a frota de arrasto-duplo operou principalmente em pequenas profundidades, direcionando suas capturas para o camarão-rosa, dado que o defeso para este recurso englobou o período de 1º de março a 31 de maio (IN n° 92 de 07 de fevereiro de 2006) e as capturas de *L. gastrophysus* foram reduzidas. Devido a flutuações do mercado, uma embarcação da frota de emalhe-de-fundo passou a efetuar desembarques na região Sul e as capturas desembarcadas nos portos de São Paulo foram vendidas para compradores desta região (com. pess. Riuji Fukuy³).

FARIÑA *et al.* (2008) relatam a dificuldade encontrada por diversos autores na leitura de otólitos *sagittae*, devido à formação de margens irregulares. Também mencionam outros aspectos relativos a esta estrutura rígida, como opacidade e incidência de múltiplas zonas de crescimento. Devido a estes fatores, outros autores, como DUARTE *et al.* (1997), MAARTENS *et al.* (1999), LANDA *et al.* (2001) e GARCÍA-RODRÍGUEZ *et al.* (2005) utilizaram *illicia* seccionados e vértebras para a interpretação da idade das diversas espécies de Lophius.

Sem levar em conta a preferência pela estrutura utilizada, todos os autores reportaram grandes dificuldades na interpretação da idade, principalmente devido à localização do primeiro anel e à existência de falsos anéis. Há poucos estudos comparativos entre as estruturas rígidas para determinação de idade de Lophius, dos quais podemos citar o de WOODROFFE *et al.* (2003), com *L. piscatorius*. Neste trabalho concluíram que o desenvolvimento dos incrementos marginais de otólitos e *illicia* têm um padrão similar e a precisão da determinação da idade foi melhor para *sagittae* seccionados através do plano sagital, do que para otólitos inteiros ou para *illicia*. Para WRIGHT *et al.* (2002) o primeiro incremento de *illicia* de *L. piscatorius* não é anual. Experimentos recentes de marcação-e-recaptura aplicados em *L. piscatorius* forneceram evidências de crescimento mais rápido do que o inferido a partir da leitura de *illicia* (LAURENSEN *et al.*, 2005; LANDA *et al.*, 2008).

³ proprietário da embarcação “Áustria”

Os resultados obtidos através do ajuste da curva de von Bertalanffy sobre os dados de comprimento-na-idade retrocalculados, levaram à estimativa dos valores do comprimento total assintótico (L_{∞}) de 764,79 mm, do coeficiente de crescimento (k) de $0,15 \text{ ano}^{-1}$ e da idade teórica de comprimento igual a 0 (t_0) de -0,90 anos (Tabela 14 e Figura 33). A idade máxima observada de *L. gastrophysus* foi de 13 anos e o maior exemplar amostrado possuía 822,1 mm de Lt. LOPES (2005) encontrou em seu estudo, para os machos: L_{∞} de 552 mm, k de $0,29 \text{ ano}^{-1}$ e t_0 de 1,87 anos; e para as fêmeas: L_{∞} de 954 mm, k de $0,10 \text{ ano}^{-1}$ e t_0 de 1,75 anos, porém não foram feitas estimativas para os sexos agrupados. Nota-se que o t_0 estimado, tanto para machos, quanto para fêmeas, é bem maior do que a estimativa do presente estudo. Isso ocorreu devido ao baixo número de indivíduos capturados nas classes de comprimento inferiores a 400 mm em LOPES (2005), pois os indivíduos amostrados eram provenientes de operações de pesca realizadas a partir de 200 m de profundidade.

Os resultados do presente trabalho mostram que *Lophius gastrophysus* é uma espécie de crescimento lento e alta longevidade, de 19 anos. Este padrão corrobora com os resultados acima citados, obtidos por LOPES (2005) e também para outras espécies de *Lophius*. DUARTE *et al.* (1997) estimou para os sexos agrupados de *Lophius budegassa*, L_{∞} de 1016,90 mm, k de $0,08 \text{ ano}^{-1}$ e t_0 de -0,20 anos e para *Lophius piscatorius*, L_{∞} de 1215,40 mm, k de $0,10 \text{ ano}^{-1}$ e t_0 de -0,03 anos, através da análise do *illicium* destas espécies. MAARTENS *et al.* (1999) estudou *Lophius vomerinus* e encontrou para os sexos agrupados, L_{∞} de 950,40 mm, k de $0,10 \text{ ano}^{-1}$ e t_0 de -0,31 anos também através do *illicium* desta espécie.

Nas Tabelas 16 e 17, ficou clara a diferença de tamanhos para indivíduos de mesma idade capturados com arrasto-duplo ou com emalhe-de-fundo. Os fatores seletividade do aparelho e área de pesca podem ter determinado esta variação. Pode-se sugerir ainda que a migração em direção a maiores profundidades está mais relacionada ao tamanho do indivíduo do que à sua idade.

A análise de mortalidade total (Z) baseou-se na suposição de um sistema de parâmetros constantes, ou seja, assumiu-se que as taxas de mortalidade natural (M) e de mortalidade por pesca (F) são constantes. Conseqüentemente, os números relativos de indivíduos sobreviventes e capturados foram os mesmos para todas as pseudo-coortes. Outra suposição feita é a de que a amostra de comprimentos utilizada é suficientemente grande para representar a estrutura média da população. Sabe-se ainda que esta suposição de um sistema de parâmetros constantes não é totalmente verdadeira na natureza. Entretanto, uma análise inicial, com os dados disponíveis, é mais vantajosa do que a ausência de análise. Para que se possa minimizar este possível erro de análise, são selecionados alguns pontos, na curva de captura, que estão sob total exploração pelos aparelhos de pesca (PAULY, 1983; SPARRE e VENEMA, 1998).

Para o cálculo de Z, a distribuição de comprimentos obtida por aparelho-de-pesca foi ponderada por sua captura e, posteriormente, somada (Tabela 18). Este procedimento foi utilizado para estimar a real extração do recurso pela pesca, independentemente do petrecho utilizado. O método de curva de captura convertida em comprimentos baseia-se na análise de freqüência de comprimentos.

O resultado da taxa de mortalidade total obtida foi de 0,29 ano⁻¹ (Figura 34), abaixo do valor relatado para *Lophius piscatorius* e *Lophius budegassa*, de 0,38 ano⁻¹, na região do Mar Cantábrico, Europa (ICES *apud* SÁNCHEZ e OLASO, 2004).

Sua taxa de sobrevivência (S), relativamente alta, de 75% condiz com o crescimento lento e alta longevidade da espécie. Sendo que, a partir da mortalidade total (Z), pode ser inferida uma taxa de sobrevivência de 0,4% da coorte após 19 anos ($e^{-0,29 \times 19} = 0,4\%$), e a sobrevivência de 1% da coorte se dá após 16 anos ($e^{-0,29 \times 16} = 1\%$), confirmando ser plausível esta taxa de sobrevivência para *L. gastrophysus*. As taxas calculadas para *L. gastrophysus*, no atual trabalho, de mortalidade por pesca (F) foram de 0,09 a 0,14 ano⁻¹ e de exploração (E), de 0,31 a 0,48 ano⁻¹ (Tabela 19). Esta última taxa permite uma avaliação aproximada da condição de exploração do estoque, assumindo que o

valor ótimo de E seja aproximadamente igual a $0,5 \text{ ano}^{-1}$ (PAULY, 1983). PEREZ *et al.* (2005a) encontraram uma taxa E oscilando entre 0,6 a $0,8 \text{ ano}^{-1}$ para *L. gastrophysus* maiores que 600 mm de Lt e de $0,4 \text{ ano}^{-1}$ para indivíduos de 200 a 600 mm de Lt, valor mais próximo do encontrado no presente estudo.

No sentido amplo, toda pescaria impacta o meio ambiente, em maior ou menor grau. Vários instrumentos de pesca não são seletivos, nem para o tamanho, nem para a espécie capturada. A pesca de arrasto-duplo é de alto impacto, uma vez que revolve o fundo e afeta um grande número de espécies. Já a pesca de emalhe-de-fundo é mais seletiva, dado que captura indivíduos numa faixa de comprimento mais restrita, possibilitando a fuga de indivíduos menores, ainda imaturos ou muito grandes e, como arte-de-pesca passiva, apresenta pouco impacto sobre o fundo oceânico (KING, 1995; JENNINGS *et al.*, 2001).

Desta forma, constatou-se que o aparelho menos seletivo utilizado na captura de *L. gastrophysus* foi o arrasto-duplo, com um comprimento de primeira captura ($L_{50\%}$) de 317,5 mm. E para o emalhe-de-fundo, este comprimento foi de 538,3 mm (Tabela 20; Figuras 35 e 36). Ou seja, a pescaria de arrasto-duplo incide quase totalmente sobre indivíduos imaturos, dado que o $L_{75\%}$ estimado foi de 386,8 mm, abaixo do comprimento de primeira maturação gonadal (L_{50}) encontrado para esta espécie.

VALENTIM *et al.* (2007b) encontraram um padrão semelhante ao estudar *L. gastrophysus* capturados pela frota de arrasto-duplo e desembarcados no porto de Niterói (RJ). Concluíram que a quase total dominância de indivíduos juvenis refletiu a baixa seletividade da rede de arrasto utilizada nesta pescaria ou resultou da dominância de indivíduos juvenis na área de arrasto. Já LOPES (2005) observou que indivíduos adultos predominaram nas amostras tomadas com rede-de-emalhe, sugerindo que a captura de peixes maiores está associada com a alta seletividade desta rede e com a área de pesca, visto que a operação deste petrecho se dá em maiores profundidades.

A primeira maturação gonadal se dá quando o indivíduo diminui o investimento de energia no crescimento e passa a investir na reprodução. Esta mudança ocorre, pois ele chega num dado comprimento no qual a taxa de mortalidade não reduz significativamente com o crescimento do indivíduo. Neste ponto, se torna mais vantajoso o aumento da biomassa da população em número de indivíduos, do que em crescimento individual. Portanto, pode-se inferir o comprimento de primeira maturação gonadal (L_{50}) através da análise histológica de gônadas ou através de sua biomassa máxima (SPARRE e VENEMA, 1998; HUTCHINGS, 2002). No presente estudo foi obtida uma biomassa máxima de *L. gastrophysus* na idade de 5 anos (Tabela 21). Este valor corrobora com o encontrado por LOPES (2005): L_{50} de 416,8 mm para machos e 517,0 mm para fêmeas, ou seja, aproximadamente nas idades de 4 a 6 anos, para o presente trabalho. Para VALENTIM e VIANNA (2006) os L_{50} encontrados foram de 370,0 mm para machos e de 480,0 mm para fêmeas, compreendidos na faixa de idade entre 3 a 5 anos. No trabalho de SCHWINGEL e ANDRADE (2002) o L_{50} estimado para fêmeas foi de 539,9 mm e não foi calculado para machos, devido ao pequeno número amostral, situando-se entre os 7 a 8 anos.

A exploração dos indivíduos imaturos de *L. gastrophysus* pode acarretar uma sobrepesca de crescimento, onde os peixes são capturados antes de poderem crescer o suficiente para contribuir efetivamente para a biomassa do estoque (SPARRE e VENEMA, 1998). Como, tanto indivíduos imaturos, quanto maduros e em término de período reprodutivo, são explorados pelas frotas de arrasto-duplo e emalhe-de-fundo, respectivamente, as chances de recuperação do estoque de *L. gastrophysus* diminuem.

A partir dos resultados obtidos para a dinâmica da frota e da população de *L. gastrophysus*, depreende-se que seu estoque exige atenção. Com a devida fiscalização para que as exigências das legislações sejam cumpridas, como: o respeito às áreas de exclusão à pesca, o acompanhamento das operações de pesca por observadores de bordo, o acatamento da limitação das capturas da frota de emalhe-de-fundo em 1.500 t em peso inteiro eviscerado e do percentual máximo de tolerância para desembarque de *L. gastrophysus*, em 5% das capturas totais pela frota de arrasto-duplo (IN conjunta n° 23, de 04 de

julho de 2005; IN n° 11, de 09 de março de 2006 e IN SEAP n° 7, de 20 de março de 2007) e a sugestão de que sejam criadas cotas em toneladas de *L. gastrophysus* máximas de exportação; possivelmente a pescaria da espécie será viabilizada e perdurará em níveis sustentáveis.

5 CONCLUSÕES

Lophius gastrophysus é uma espécie bentônica, capturada, no Atlântico Sul, em profundidades de 40 a 700 m, ao largo do estado do Rio de Janeiro à Argentina. No estado de São Paulo, sua captura é realizada pelas frotas de arrasto-duplo e emalhe-de-fundo.

A frota de arrasto-duplo passou a se direcionar para a captura de *L. gastrophysus* no início dos anos 2000 e já vem apresentando grande queda na CPUE e em seu direcionamento, o que denota o “fechamento do ciclo” desta pescaria. *L. gastrophysus* representou uma espécie acessória das capturas desta frota.

Verificou-se que para a pesca com arrasto-duplo, a maior variação de CPUE ocorreu em função da passagem dos anos, apresentando os maiores valores a partir do ano 2000. Neste período foi observado um maior direcionamento, caracterizando a “corrida do ouro” à espécie. Nos últimos anos, a CPUE foi reduzindo até não ser significativamente diferente dos valores da década de 90. Esta variação se deu devido ao direcionamento desta frota para esta espécie, que pode ter se modificado em função da diminuição na abundância do estoque, da limitação de porcentagem de captura e da não aceitação de indivíduos imaturos pelo mercado europeu.

Já a pesca de emalhe-de-fundo continua bem direcionada ao recurso e *L. gastrophysus* figura como espécie-alvo, mas como as embarcações da frota arrendada não atuam mais, sua CPUE foi bem reduzida. O poder de pesca de cada unidade produtiva foi o fator que determinou a variação da CPUE e isto sugere que o estoque de *L. gastrophysus* tem se mantido estável ao longo dos anos. Desta forma, esta pescaria está mais coesa à capacidade de recuperação do estoque e à realidade econômica ligada a esta atividade.

Na análise da exportação deste recurso, constatou-se que grande porcentagem das capturas desembarcadas é destinada ao mercado externo. Pôde-se ver que as exportações começaram alguns anos após a chamada “corrida do ouro”, porém estes dados apenas passaram a ser registrados separadamente como *L. gastrophysus* no final de 2002. Sugere-se que

medidas de ordenamento da pescaria de *L. gastrophysus* também incluem mecanismos para limitação de suas exportações.

Não houve sobreposição de atuação entre as frotas de arrasto-duplo e emalhe-de-fundo, sendo que a primeira atuou preferencialmente na porção norte e a segunda, na porção mais sul da área de estudo. Os aparelhos de pesca que atuam na captura de *L. gastrophysus* exploram partes distintas de seu estoque na região de estudo. A pesca com arrasto-duplo capturou indivíduos menores, havendo uma variação sazonal, batimétrica e latitudinal nos comprimentos e para a frota de emalhe-de-fundo não houve variação significativa nos comprimentos.

Os parâmetros de crescimento calculados para *L. gastrophysus* foram: L_{∞} de 764,79 mm, k de $0,15\text{ano}^{-1}$ e t_0 de -0,90 anos e sua idade máxima observada foi de 13 anos. Estes resultados designam *Lophius gastrophysus* como uma espécie de crescimento lento e alta longevidade, de 19 anos, característica comum a espécies do gênero *Lophius*.

Foi observada diferença significativa dos comprimentos de indivíduos capturados por classe etária em operações de arrasto-duplo e emalhe-de-fundo. Os fatores seletividade do aparelho e área de pesca podem ter determinado esta variação.

Os resultados obtidos, no presente estudo, para as taxas de Z , M e F de *L. gastrophysus* foram respectivamente: $0,29\text{ano}^{-1}$; de $0,15$ a $0,20\text{ano}^{-1}$ (obtida na bibliografia para a espécie) e de $0,09$ a $0,14\text{ano}^{-1}$. Sua taxa de E foi de $0,31$ a $0,48\text{ano}^{-1}$, próxima ao ótimo que é de $0,50\text{ano}^{-1}$. Sua sobrevivência (S) foi de 75%.

A biomassa máxima estimada foi na idade de 5 anos, idade indicada como a de primeira maturação gonadal.

O aparelho menos seletivo que atuou na pescaria de *L. gastrophysus* foi o arrasto-duplo, com um $L_{50\%}$ de 317,5 mm. Desta forma, esta pescaria explorou principalmente os indivíduos imaturos. Este fato, combinado com o crescimento lento, pode contribuir para um estado de sobrepesca de

crescimento desta espécie. Já para o emalhe-de-fundo, o $L_{50\%}$ foi de 538,3 mm, que explorou a parcela de indivíduos maduros do estoque.

Levando-se em conta os resultados obtidos, conclui-se que seu estoque exige atenção. A partir do momento que as medidas das legislações para a espécie (IN conjunta n° 23, de 04 de julho de 2005; IN n° 11 de 09 de março de 2006 e IN SEAP n° 7, de 20 de março de 2007) forem devidamente cumpridas, a manutenção de sua pescaria em níveis sustentáveis poderá ser atingida.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARMSTRONG, M.P.; MUSICK, J.A.; COLVOCORESSES, J.A. 1992. Age, growth and reproduction of goosefish *Lophius americanus* (Pisces:Lophiiformes). *Fishery Bulletin*, Estados Unidos da América, 90:217-230.
- ÁVILA-DA-SILVA, A.O.; CARNEIRO, M.H.; FAGUNDES, L. 1999. Sistema gerenciador de banco de dados de controle estatístico de produção pesqueira marítima-PROPESQ. In: *Anais do XI CONBEP E I CONLAEP, 17-21 out.*, Recife, PE, 1999. Associação dos Engenheiros de Pesca de Pernambuco & Federação das Associações dos Engenheiros de Pesca do Brasil. 824-832
- ÁVILA-DA-SILVA, A.O.; BASTOS, G.C.C.; TUTUI, S.L.S. 2001. A atividade pesqueira do estado de São Paulo: análise das capturas do biênio 1998-1999 com espinhel-de-fundo. *Bol. Inst. Pesca*, São Paulo, 27(1):33-38.
- ÁVILA-DA-SILVA, A.O. e CARNEIRO, M.H. 2003a. Produção Pesqueira Marinha do Estado de São Paulo no ano 2000. *Ser. Relat. Téc.Inst. Pesca*, São Paulo, n. 11: 1-14.
- ÁVILA-DA-SILVA, A.O. e CARNEIRO, M.H. 2003b. Produção Pesqueira Marinha do Estado de São Paulo no ano 2001. *Ser. Relat. Téc.Inst. Pesca*, São Paulo, n. 12: 1-14.
- ÁVILA-DA-SILVA, A.O. e HAIMOVICI, M. 2004. Diversidade e associação de espécies nas capturas de espinhel-de-fundo. In: HAIMOVICI, M.; ÁVILA-DA-SILVA, A.O.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B. (eds.) *Prospecção pesqueira de espécies demersais com espinhel-de-fundo na Zona Econômica Exclusiva da Região Sudeste-Sul do Brasil*. Série Documentos Revizee, São Paulo: p. 93-110.
- ÁVILA-DA-SILVA, A.O.; CARNEIRO, M.H.; MENDONÇA, J.T.; SERVO, G.J.M.; BASTOS, G.C.C. 2004a. Produção Pesqueira Marinha do Estado de São Paulo no ano 2002. *Ser. Relat. Téc.Inst. Pesca*, São Paulo, n. 14: 1-17.
- ÁVILA-DA-SILVA, A.O.; CARNEIRO, M.H.; MENDONÇA, J.T.; SERVO, G.J.M.; BASTOS, G.C.C.; OKUBO-DA-SILVA, S.; SAKAMOTO, M.S. 2004b. Produção Pesqueira Marinha do Estado de São Paulo no ano 2003. *Ser. Relat. Téc.Inst. Pesca*, São Paulo, n. 15: 1-19.
- ÁVILA-DA-SILVA, A.O. e HAIMOVICI, M. 2005. *Diagnóstico pesqueiro de Lopholatilus villarii Miranda-Ribeiro, 1915*. In: CERGOLÉ; ÁVILA-DA-SILVA; ROSSI-WONGTSCHOWSKI (eds.) *Análise das Principais Pescarias Comerciais da Região Sudeste-Sul do Brasil: Dinâmica Populacional das Espécies em Exploração*. Série Documentos Revizee – Score Sul, São Paulo: p. 74-80.

- ÁVILA-DA-SILVA, A.O.; CARNEIRO, M.H.; MENDONÇA, J.T.; SERVO, G.J.M.; BASTOS, G.C.C.; OKUBO-DA-SILVA, S.; BATISTA, P.A. 2005. Produção Pesqueira Marinha do Estado de São Paulo no ano 2004. *Ser. Relat. Téc. Inst. Pesca*, São Paulo, 20: 40p.
- ÁVILA-DA-SILVA, A.O.; CARNEIRO, M.H.; MENDONÇA, J.T.; SERVO, G.J.M.; BASTOS, G.C.C.; BATISTA, P.A. 2007. Produção Pesqueira Marinha do Estado de São Paulo no ano 2005. *Ser. Relat. Téc. Inst. Pesca*, São Paulo, n. 26: 1-44.
- BAGENAL, T.B. e TESCH, F.W. 1978. Age and Growth. In: TIMOTHY e BAGENAL (eds.) *Methods For Assessment of Fish Production in Fresh Waters*. 3rd. edition. Blackwell. IBP Handbook, 3. Oxford. p.101-136.
- BEAMISH, R.J. e FOURNIER, D.A. 1981. A method for comparing the precision of a set of age determinations. *Can. 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, D.H.; DEAN, J.M.; CAMPANA, S.E. (eds.). *Recent Developments in Fish Otolith Research*. University of South Carolina Press, Columbia: p. 27-43.
- BERNARDES, A.B.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B.; WAHRLICH, R.; VIEIRA, R.C.; SANTOS, A.P.; RODRIGUES, A.R. 2005. *Prospecção pesqueira de recursos demersais com armadilhas e pargueiras na Zona Econômica Exclusiva da Região Sudeste-Sul do Brasil*. Série Documentos Revizee – Score Sul, São Paulo. 112p.
- BISEAU, A. 1998. Definition of a directed fishing effort in a mixed-species trawl fishery, and its impacts on stock assessments. *Aquat. Living Resour.* 11(3):119-136.
- BRAGA, E.S. e NIENCHESKI, L.F.H. 2006. Composição das massas de água e seus potenciais produtivos na área entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In: ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B. e MADUREIRA, L.S-P. *O ambiente Oceanográfico da Plataforma Continental e do Talude na Região Sudeste-Sul do Brasil*. EDUSP. 161-218, 466 p.
- CAMPOS, E.J.D.; VELHOTE, D.; SILVEIRA, I. C. 2000. Shelf break upwelling driven by Brazil Current cyclonic meanders. *Geophys. Res. Letts* v. 27, n. 6, 15 p.751-754.
- CARLANDER, K.D. 1981. Caution on use of the regression method of back-calculation lengths from scale measurements. *Fisheries*, 6(1):2-4.
- CARNEIRO, M.H.; FAGUNDES, L.; ÁVILA-DA-SILVA, A.O.; SOUZA, M.R. 2000. Ambientes marinhos explorados pelas frotas pesqueiras de Santos e Guarujá (SP). In: V SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ECOSSISTEMAS, Vitória, 10-15/out./2000. *Anais Publ. ACIESP*. 109(1):83-91.
- CARUSO, J.H. 1983. The systematic and distribution of the lophiid anglerfishes: II. Revisions of the genera *Lophiomus* and *Lophius*. *Copeia*, 1: 11-30.

- CASTRO, B.M. e LEE, T.N., 1995. Wind-forced sea level variability on the southeast Brazilian shelf. *J. Geophys. Res.* v. 100 n. c8 p. 16045-16056.
- CASTRO, B.M. e MIRANDA, L.B. 1998. Physical oceanography of the western Atlantic Continental Shelf located between 4°N and 34°S. In: ROBINSON, A.R. e BRINK, K.H. *The Sea*. John Wiley & Sons, Inc.: 209-251.
- CASTRO, B.M.; LORENZZETTI, J.A.; SILVEIRA, I.C.A.; MIRANDA, L.B. 2006. Estrutura termohalina e circulação na região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In: ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B. e MADUREIRA, L.S-P. *O ambiente Oceanográfico da Plataforma Continental e do Talude na Região Sudeste-Sul do Brasil*. EDUSP, 11-120, 466 p.
- CERGOLE, M.C.; ÁVILA-DA-SILVA, A.O.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B. 2005. *Análise das Principais Pescarias Comerciais da região Sudeste-Sul do Brasil: Dinâmica Populacional das Espécies em exploração*. Série Documentos Técnicos Revizee: Score Sul. São Paulo. 176p.
- CRAWLEY, M.J. 2005. *Statistics: an introduction using R*. John Wiley & Sons, Ltd. 327 p.
- CUSHING, D.H. 1975. *Marine Ecology and Fisheries*. Cambridge, Cambridge University Press. 278p.
- DUARTE, R.; AZEVEDO, M.; PEREDA, P. 1997. Study of the growth of southern black and white monkfish stocks. *ICES Journal of Marine Science*, 54: 866–874.
- FARIÑA, A. C.; AZEVEDO, M.; LANDA, J.; DUARTE, R.; SAMPEDRO, P.; COSTAS, G.; TORRES, M. A.; CAÑÁS, L. 2008. Lophius in the world: a synthesis on the common features and life strategies. – *ICES Journal of Marine Science*, 65: 1272–1280.
- FIGUEIREDO, J.L. e MENEZES, N.A. 1978. *Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil II Teleostei*. São Paulo.110p.
- FIGUEIREDO JR., A.G. e MADUREIRA, L.S.P. 2004. *Topografia, composição, refletividade do substrato marinho e identificação de províncias sedimentares na Região Sudeste-Sul do Brasil*. Série Documentos Revizee - Score Sul. 64p.
- FIGUEIREDO JR., A.G. e TESSLER, M.G. 2004 *Topografia e composição do substrato marinho da região Sudeste-Sul do Brasil*. Série Documentos Revizee - Score Sul. São Paulo. 64p.
- FRANCIS, R.I.C.C. 1990. Back-calculation of fish length: a critical review. *J. Fish. Biol.*, 36:883-902.
- GARCÍA-RODRÍGUEZ, M.; PEREDA, P.; LANDA, J.; ESTEBAN, A. 2005. On the biology and growth of the anglerfish *Lophius budegassa* Spinola, 1807 in the Spanish Mediterranean: a preliminary approach. *Fisheries Research*, 71: 197–208.

- HAIMOVICI, M. 1997. *Recursos Pesqueiros Demersais da Região Sul*. FEMAR, Rio de Janeiro. 80p.
- HAIMOVICI, M.; ÁVILA-DA-SILVA, A.O.; LUCATO, S.H.B., VELASCO, G.; MOREIRA, L.H.A. 2003. A pesca de linha-de-fundo na plataforma externa e talude superior da região sudeste-sul do Brasil em 1997 e 1998. In: CERGOLE, M.C. e ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B. (eds.) *Análise das Principais Pescarias Comerciais do Sudeste-Sul do Brasil: Dinâmica das Frotas Pesqueiras*. Evoluir, São Paulo: 347-363.
- HAIMOVICI, M.; ÁVILA-DA-SILVA, A.O.; TUTUI, S.L.S.; BASTOS, G.C.C.; SANTOS, R.A.; FISCHER, L.G. 2004. Prospecção pesqueira de espécies demersais com espinhel-de-fundo na região Sudeste-Sul do Brasil. In: HAIMOVICI, M.; ÁVILA-DA-SILVA, A.O.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B. *Prospecção pesqueira de espécies demersais com espinhel-de-fundo na Zona Econômica Exclusiva da Região Sudeste-Sul do Brasil*. Série Documentos Técnicos Revizee: Score Sul. São Paulo. 11-78.
- HAIMOVICI, M.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B.; BERNARDES, R. A.; VOOREN, C.M.; SANTOS, R.A.; FISCHER, L.G.; RODRIGUES, A.R.; SANTOS, S. 2005. Avaliação da Abundância de Recursos Pesqueiros Demersais da Plataforma Externa e Talude Superior da Região Sudeste-Sul do Brasil. In: *Relatório da 3ª Reunião Ordinária do Subcomitê Científico do Comitê Consultivo Permanente de Gestão dos Recursos Demersais de Profundidade*. Itajaí, 14 a 16 de março de 2005. Documento 06. Disponível em [http://www.presidencia.gov.br/seap/Pesca /Comitê Permanente de Gestão Demersais/Relatórios das Reuniões do Subcomitê Científico](http://www.presidencia.gov.br/seap/Pesca/Comitê%20Permanente%20de%20Gestão%20Demersais/Relatórios%20das%20Reuniões%20do%20Subcomitê%20Científico).
- HAIMOVICI, M. e PERES, M.B. 2005. Diagnóstico pesqueiro de *Polyprion americanus* Bloch and Schneider, 1801. In: CERGOLE, M.C.; ÁVILA-DA-SILVA, A.O.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B. *Análise das Principais Pescarias Comerciais da Região Sudeste-Sul do Brasil: Dinâmica Populacional das Espécies em Exploração*. Série Documentos Revizee – Score Sul, São Paulo: 124-131.
- HAIMOVICI, M.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B.; CERGOLE, M.C.; MADUREIRA, L. S-P.; BERNARDES, R.A.; ÁVILA-DA-SILVA, A.O. 2006. Recursos pesqueiros da região Sudeste-Sul. In: *Avaliação do potencial sustentável de recursos vivos na Zona Econômica Exclusiva do Brasil*. Programa Revizee – Relatório Executivo, 207-242.
- HASTIE, T.J. e PREGIBON, D.P. 1997. Generalized Linear Models. In: CHAMBERS, J.M. e HASTIE, T.J. (eds). *Statistical Models in S*. Chapman & Hall Computer Science Series. Chapman & Hall, London: (6):195-247.
- HOVGÅRD e LASSEN. 2000. *Manual on estimation of selectivity for gillnet and longline gears in abundance surveys*. FAO Fisheries Technical Paper. Rome, FAO. 397: 84 p.

- HUTCHINGS, J.A. 2002. Life Histories of fish. In: HART, P.J.B. e REYNOLDS, J. D. (eds). *Handbook of Fish Biology and Fisheries Volume 1 Fish Biology*. Blackwell Publishing, 412 p.
- HUXLEY, J. S. 1993. *Problems of relative growth*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore e Londres, 2ª edição, 276 p.
- IBAMA- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. 2002. *Estatística da Pesca 2000 – Brasil: Grandes Regiões e Unidades da Federação*. IBAMA, Tamandaré, PE. 120p.
- IBAMA- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. 2003. *Estatística da Pesca 2001 – Brasil: Grandes Regiões e Unidades da Federação*. IBAMA, Tamandaré, PE. 124p.
- IBAMA- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. 2004a. *Estatística da Pesca 2002 – Brasil: Grandes Regiões e Unidades da Federação*. IBAMA, Tamandaré, PE. 129p.
- IBAMA- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. 2004b. *Estatística da Pesca 2003 – Brasil: Grandes Regiões e Unidades da Federação*. IBAMA, Brasília, DF. 137p.
- IBAMA- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. 2005. *Estatística da Pesca 2004 – Brasil: Grandes Regiões e Unidades da Federação*. IBAMA, Brasília, DF. 136p.
- IBAMA INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. 2007. *Estatística da Pesca 2005 – Brasil: Grandes Regiões e Unidades da Federação*. IBAMA, Brasília, DF. 108p.
- IBAMA- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. 2008. *Estatística da Pesca 2006 – Brasil: Grandes Regiões e Unidades da Federação*. 2005. IBAMA, Brasília, DF. 180p.
- JENNINGS, S.; KAISER, M.J.; REYNOLDS, J.D. 2001. *Marine Fisheries Ecology*. Blackwell Science, Oxford. 417p.
- JONES, C.M. 2000. Fitting growth curves to retrospective size-at-age data. *Fish. Res.*, 46:123-129.
- KING, M. 1995. *Fisheries Biology, Assesment and Management*. Ed. Blackwell Science LTDA, Austrália. 341 p.
- LANDA, J.; PEREDA, P.; DUARTE, R.; AZEVEDO, M. 2001. Growth of anglerfish (*Lophius piscatorius* and *L. budegassa*) in Atlantic Iberian waters. *Fisheries Research*, 51: 363–376.
- LANDA, J.; DUARTE, R.; QUINCOES, I. 2008. Growth of white anglerfish (*Lophius piscatorius*) tagged in the Northeast Atlantic, and a review of age studies on anglerfish. *ICES Journal of Marine Science*, 65: 72–80.

- LAURENSEN, C.H.; JOHNSON, A.; PRIEDE, I.G. 2005. Movements and growth of monkfish *Lophius piscatorius* tagged at the Shetland Islands, northeastern Atlantic. *Fisheries Research*, 71: 185–195.
- LINDSTROM, M.J. e BATES, D.M. 1990. Nonlinear Mixed Effects Models for Repeated Measures Data. *Biometrics*, 46: 673-687.
- LOPES, F.R.A. 2005. *Reprodução, idade e crescimento do peixe-sapo (Lophius gastrophysus) (Ribeiro, 1915) na região Sudeste e Sul do Brasil*. Itajaí. 66p. (Dissertação de Mestrado. Universidade do Vale do Itajaí-UNIVALI).
- MAARTENS, L.; BOOTH, A.J.; HECHT, T. 1999. The growth of monkfish *Lophius vomerinus* in Namibia waters, with a comparison of otolith and illicia methods of ageing. *Fish. Res.* n. 44, p. 139-148.
- MARCHAL, P. e HORWOOD, J., 1996. Long-term targets for the Celtic sea mixed-species multi-métiers fisheries. *Aquat. Living Resources* n. 9,p. 81–94.
- MATSUURA, Y. 1986. Contribuição ao estudo da estrutura oceanográfica da região sudeste entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC). *Ciência Cultura*, São Paulo, 38(8):1439-1450.
- MCCULLAGH, P. e NELDER, J.A. 1989. *Generalized Linear Models (2ª ed)*. *Monographs on Statistics and Applied Probability*. Chapman & Hall, Londres. 511p.
- MDIC- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. 2008. Banco de dados Aliceweb. Disponível em: <http://www.aliceweb.desenvolvimento.gov.br>. Acesso em: Abril de 2008.
- MIRANDA, L.B. 1982 *Análises de massas de água da plataforma continental e da região oceânica adjacente: Cabo de São Tomé (RJ) a Ilha São Sebastião (SP)*. Tese de Livre Docência. São Paulo, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 123p.
- MIRANDA, L.B. 1985. Forma da correlação T-S de massa d'água das regiões costeira e oceânica entre o Cabo de São Tomé (RJ) e a Ilha de São Sebastião (SP). *Bol. Inst. Oceanogr.*, São Paulo, 33(2):105-119
- MÜLLER, T.J.; IKEDA, Y.; ZANGENBERG, N.; L.V. Nonato 1998. Direct measurements of western boundary current off Brazil between 20°S and 28°S. *J. Geophys. Res.*, 103(C3):5429-5437.
- PAIVA, M.P. e ANDRADE, M.F. 1994. Pescarias de barcos linheiros ao largo da costa sudeste do Brasil (1979-1985). *Bol. Téc. Inst Pesca*, São Paulo, 18: 21.
- PAULA, G.A. 2000. Modelos de regressão com apoio computacional. Disponível em: <http://www.ime.usp.br/~giapaula> (não publicado).

- PAULY, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. CIEM*, 39(2):175-192.
- PAULY, D. 1983. Length-converted catch curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics. (Part I). *Fishbyte*, 1(2):9-13.
- PAULY, D. 1984a. Length-converted catch curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics. (Part II). *Fishbyte*, 2(1):17-19.
- PAULY, D. 1984b. Length-converted catch curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics. (Part III). *Fishbyte*, 2(3):9-10.
- PEREZ, J.A.A. e WAHRLICH, R. 2005. A bycatch assessment of the gillnet monkfish *Lophius gastrophysus* fishery off southern Brazil. *Fisheries Research* 72: 81–95
- PEREZ, J.A.A.; PEZZUTO, P.R.; ANDRADE, H.A. 2002a. Avaliação do Estoque. In: *Análise da Pescaria do Peixe-sapo no Sudeste e Sul do Brasil – Ano 2001: Relatório do Convênio MAPA/SARC/DOA/03/2001*, UNIVALI, Itajaí, Capítulo 4, 51p.
- PEREZ, J.A.A.; WAHRLICH, R.; PEZZUTO, P.R.; LOPES, F.R.A. 2002b. Estrutura e dinâmica da pescaria do peixe-sapo *Lophius gastrophysus* no Sudeste e Sul do Brasil. *Bol. Inst. Pesca*, São Paulo, 28(2): 205 – 231.
- PEREZ, J.A.A.; WAHRLICH, R.; RODRIGUES-RIBEIRO, M.; PEZZUTO, P.R. 2002c. Estrutura e dinâmica da pescaria de peixe-sapo. In: *Análise da Pescaria do Peixe-sapo no Sudeste e Sul do Brasil – Ano 2001: Avaliação do Estoque. Relatório do Convênio MAPA/SARC/DOA/03/2001*, UNIVALI, Itajaí, Capítulo 2, 98 p.
- PEREZ, J.A.A.; WAHRLICH, R.; PEZZUTO, P.R.; SCHWINGEL, P.R.; LOPES, F.R.A.; RODRIGUES-RIBEIRO, M. 2003. Deep-sea fishery off Southern Brazil: Recent trends of the Brazilian fishing industry. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.* 31:1-18.
- PEREZ, J.A.A.; PEZZUTO, P.R.; ANDRADE, H.A. 2005a. Biomass assessment of the monkfish *Lophius gastrophysus* stock exploited by a new deep-water fishery in southern Brazil. *Fisheries Research*, 72: 149–162.
- PEREZ, J.A.A.; PEZZUTO, P.R.; WAHRLICH, R.; ANDRADE, H.A.; SCHWINGEL, P.R.; LOPES, F.A.; VALE, W.G. 2005b. A pesca comercial de arrasto de talude no Sudeste e Sul do Brasil. Período 2000-2003: Principais espécies. In: *Relatório da 3ª Sessão Ordinária do Subcomitê Científico do Comitê Consultivo Permanente de Gestão dos Recursos Demersais de Profundidade. Itajaí, 14 a 16 de março de 2005*. Documento 11. Disponível em <http://www.presidencia.gov.br/seap/> Pesca / Comitê Permanente de Gestão Demersais / Relatórios das Reuniões do Subcomitê Científico.

- PERRY, R.I.; WALTERS, C.J.; BOUTILIER, J.A. 1999. A framework for providing scientific advice for the management of new and developing invertebrate fisheries. *Rev. Fish Biol. Fisheries*, 9: 125-150.
- QUINN II, T.J. e DERISO, R.B. 1999. *Quantitative fish dynamics*. Oxford University Press, Oxford. 542 p.
- QUINN, G.P. e KEOUGH, M.J. 2002. *Experimental design and data analysis for biologists*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 537 p.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2008. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, Disponível em: <http://www.R-project.org>.
- ROBINS, C.R. e RAY, G.C. 1986. *A field guide to Atlantic coast fishes of North America*. Houghton Mifflin Company, Boston. 354 p.
- SÁNCHEZ, F. e OLASO, I. 2004. Effects of fisheries on the Cantabrian Sea shelf ecosystem. *Ecological Modelling*. 172: 151-174.
- SANTOS, R.A.; SECKENDORFF, R.W.; AMARAL, M.L.F.M. 1988. Espécies mais comercializadas na região sudeste do Brasil e respectivas artes e embarcações utilizadas nas capturas. *Bol. Téc. Inst Pesca*, São Paulo, 6: 31p.
- SCHWINGEL, P.R. e ANDRADE, H.A. 2002. Aspectos biológicos e populacionais. In: Análise da Pescaria do Peixe-sapo no Sudeste e Sul do Brasil – Ano 2001: Avaliação do Estoque. Relatório do Convênio MAPA/SARC/DOA/03/2001, UNIVALI, Itajaí, Capítulo 3, 27 p.
- SECOR, D.H.; DEAN, J.M.; CAMPANA, S.E. (Eds.) 1995. Recent Developments in Fish Otolith Research. *University of South Carolina Press*, Columbia. 735p.
- SOARES, A.L.S. 2006. O comércio externo brasileiro de peixe-sapo (*Lophius gastrophysus*). In: *Relatório da 4ª Sessão Ordinária do Subcomitê Científico do Comitê Consultivo Permanente de Gestão dos Recursos Demersais de Profundidade*. Itajaí, 3 a 5 de maio de 2005. Documento 10. Disponível em [http://www.presidencia.gov.br/seap/Pesca/Comitê Permanente de Gestao Demersais/Relatorios das Reunioes do Subcomite Científico](http://www.presidencia.gov.br/seap/Pesca/Comitê%20Permanente%20de%20Gestao%20Demersais/Relatorios%20das%20Reunioes%20do%20Subcomite%20Cientifico).
- SPARRE, P. 1987. A method for the estimation of growth, mortality and gear selection/recruitment parameters from length-frequency samples weighted by catch and effort. In: PAULY, D. e MORGANS, G.R. (eds.) *Length-based methods in fishery research*. ICLARM Conference Proceedings 13, 486p, p. 75-102.
- SPARRE, P. e VENEMA, S.C. 1998. *Introduction to tropical fish stock assessment. Part I: Manual*. FAO Fish. Tech. Pap. 306/1 (Rev.2): 407p.

- STEVENSON, D.K. e CAMPANA, S. E. 1992. Otolith Microstructure Examination Analysis. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*. 177: 126p.
- STRAMMA, L. e ENGLAND, M. 1999. On the water masses and mean circulation of the South Atlantic Ocean. *J. Geophys. Res.*, 104(C9):863-883.
- TAYLOR, C.C. 1959. Temperature and growth- The Pacific razor clams. *J. Cons.* 25(1): 93-101.
- TSIMENIDIS, N. e ONDRIAS, J. 1980. Growth studies on the angler-fish *Lophius piscatorius* Linnaeus, 1758 and *Lophius budegasa* Spinola, 1807 in Greek waters. *Thalassographica*, 3(2):63-93.
- UNGARO, N.; MARANO, G.; AUTERI, R.; VOLIANI, A.; MASSUTÍ, E.; GARCIA-RODRÍGUES, M.; OSMANI, K. 2002. Distribution, abundance and biological features of anglerfish (*Lophius piscatorius* and *Lophius budegassa*) (Osteichthyes: Lophiiformes) in the Mediterranean Sea. *Sci. Mar.*, 66(Suppl. 2):55-63.
- UTHSCSA, 2008. Image Tool. University of Texas Health Science Center at San Antonio, Texas (disponível para download na internet no site <http://ddsdx.uthscsa.edu/dig/itdesc.html>).
- VALENTIM, M.F.M. e VIANNA, M. 2006. Contribuição ao conhecimento da biologia do peixe-sapo *Lophius gastrophysus*, desembarcado no Estado do Rio de Janeiro. *Relatório Técnico Científico do Comitê Consultivo Permanente de Gestão dos Recursos Demersais de Profundidade (CPG/Demersais)*. Disponível em: http://www.200.198.202.145/seap/pdf/pesca/4a_reuniao/pdf. (acesso em: 01/10/2006).
- VALENTIM, M.F.M.; CARAMASCHI, E.P.; VIANNA, M. 2007a. Biologia e ecologia de peixes do gênero *Lophius* (Lophiidae, Lophiiformes), com ênfase em *Lophius gastrophysus* Miranda-Ribeiro, 1915: *status* atual. *Oecol. Bras.*, 11 (4): 503-520.
- VALENTIM, M.F.M.; VIANNA, M. ; CARAMASCHI, E.P 2007b. Length structure of monkfish, *Lophius gastrophysus* (Lophiiformes, Lophiidae), landed in Rio de Janeiro. *Braz. Aquat. Sci. Technol.*, 11(1): 31-36.
- VALENTIM, M.F.M.; CARAMASCHI, E.P.; VIANNA, M. 2008. Feeding ecology of monkfish *Lophius gastrophysus* in the south-western Atlantic Ocean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88(1): 205–212.
- VALENTINI, H. e PEZZUTO, P.R. 2006. *Análise das Principais Pescarias Comerciais da Região Sudeste-Sul do Brasil com Base na Produção Controlada do Período 1986-2004*. Série Documentos Revizee – Score Sul, Instituto Oceanográfico – USP, São Paulo: 56 p.

- VENABLES, W.N. e RIPLEY, B.D. 1997. *Modern Applied Statistics with S-Plus* (2ª ed.). Springer-Verlag, New York. 548p.
- VIANNA, M. e ALMEIDA, T. 2005. Bony fish bycatch in the southern Brazil pink shrimp (*Farfantepenaeus brasiliensis* and *F. paulensis*) fishery. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48(4): 611-623.
- WAHRLICH, R.; PEREZ, J.A.A.; LOPES, F.R.A. 2004. Aspectos tecnológicos da pesca do peixe-sapo (*Lophius gastrophysus*) com rede de emalhar no Sudeste e Sul do Brasil. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 30(1): 87 – 98.
- WEATHERLEY, A.H. e GILL, H.S. 1987. Determination of age and growth. In: *The Biology of Fish Growth*. Academic Press. p.209-242, 443p.
- WOODROFFE, D.A.; WRIGHT, P.J.; GORDON, J.D.M. 2003. Verification of annual increment formation in the white anglerfish, *Lophius piscatorius* using the illicia and sagitta otoliths. *Fisheries Research* 60: 345-356.
- WRIGHT, P.J.; WOODROFFE, D.A.; GIBB, F.M.; GORDON, J.D.M. 2002. Verification of first annulus formation in the illicia and otoliths of white anglerfish, *Lophius piscatorius* using otolith microstructure. *ICES Journal of Marine Science*, 59: 587–593.
- YONEDA, M.; TOKIMURA, M.; FUJITA, H.; TAKESHITA, N.; TAKESHITA, K.; MATSUYAMA, M.; MATSUURA, S. 1997. Age and growth of anglerfish *Lophius litulon* in the east China Sea and the Yellow Sea. *Fisheries Science* 63(6):887-892.
- ZAR, J.H. 1996. *Biostatistical Analysis* (3ª ed.). Prentice-Hall, New Jersey. 662p.