



PÓS-GRADUAÇÃO
DINÂMICA
DOS OCEANOS
E DA TERRA
UFF

Idade, crescimento e mortalidade do pargo-rosa *Pagrus pagrus* (Linnaeus, 1758) no ecossistema da ressurgência de Cabo Frio

Juliana Monteiro da Silva Vieira

Rio de Janeiro

2018



Idade, crescimento e mortalidade do pargo-rosa *Pagrus pagrus* (Linnaeus, 1758) no ecossistema da ressurgência de Cabo Frio

Juliana Monteiro da Silva Vieira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Dinâmica dos Oceanos e Terra, da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Área de concentração: Ecologia Marinha

Orientador: Dr. Paulo Alberto Silva da Costa

Niterói

2018

Ficha catalográfica automática - SDC/BIG
Gerada com informações fornecidas pelo autor

V657i Vieira, Juliana Monteiro da Silva
Idade, crescimento e mortalidade do pargo-rosa *Pagrus pagrus*
(Linnaeus, 1758) no ecossistema da ressurgência de Cabo Frio
/ Juliana Monteiro da Silva Vieira ; Paulo Alberto Silva da
Costa, orientador. Niterói, 2018.
62 f. : il.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal Fluminense,
Niterói, 2018.

DOI: <http://dx.doi.org/10.22409/PPGDOT.2018.m.15574396726>

1. Otólito. 2. Sparidae. 3. Dinâmica de populações. 4.
Manejo. 5. Produção intelectual. I. Costa, Paulo Alberto
Silva da, orientador. II. Universidade Federal Fluminense.
Instituto de Geociências. III. Título.

CDD -

Bibliotecária responsável: Yolle Vacariuc Bittencourt - CRB7/6040

Juliana Monteiro da Silva Vieira

Idade, crescimento e mortalidade do pargo-rosa *Pagrus pagrus* (Linnaeus, 1758) no ecossistema da ressurgência de Cabo Frio

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Dinâmica dos Oceanos e Terra, da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre

Área de Concentração: Ecologia Marinha

Aprovada em: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo Alberto Silva da Costa (Orientador – DOT/UFF)

Prof. Dr. Marcus Rodrigues da Costa (PBMAC/UFF)

Prof. Dr. Rafael de Almeida Tubino (UFRRJ)

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Paulo A. S. Costa, o maior responsável pelo meu completo fascínio por otólitos, por todo o conhecimento passado, pela dedicada orientação durante o trabalho, me ensinando sempre a me superar e pela confiança em mim depositada e à Profa. Adriana C. Braga, pelo auxílio durante o trabalho, pela leitura e correção do manuscrito, por toda a paciência e conversas que me permitiram prosseguir na vida acadêmica e pessoal sem me desesperar completamente com o estresse. Espero ser um dia ao menos metade dos profissionais que vocês são!

Aos colegas e amigos da equipe de amostragem do Projeto Multipesca em Cabo Frio e Arraial do Cabo (Moysés, Ricardo, William e Valquíria), cujo trabalho possibilitou o registro dos dados biométricos e biológicos do pargo-rosa ao longo do ano de 2017.

Aos Profs. Marcus Costa (UFF) e Rafael Tubino (UFRRJ) por aceitarem compor a banca, nos fornecendo sugestões valiosas.

Aos Profs. Bernardo Gama (UFF) e Alejandra Filippo (UFF) pelas sugestões concedidas durante os seminários de acompanhamento.

Ao Prof. Dr. Manuel Haimovici, da FURG pela troca de informações que nos permitiram seguir em frente em nosso trabalho. Ao Prof. Dr. André Belém (UFF), pelo conhecimento sobre ODV, passado durante a disciplina “Introdução à Oceanografia” do DOT, essencial para o presente trabalho. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos que possibilitou a realização deste trabalho.

Ao meu pai, pois sem ele toda esta trajetória não seria possível. O apoio que me foi dado em todas as minhas decisões e em meus momentos de dificuldades, principalmente durante o estresse e lágrimas, é imensurável. Ao meu irmão, Pedro, pelas horas de conversa, por me ouvir, pelas risadas, pela torcida e por estar presente em todas as etapas deste caminho, me acalmando, me dando força e cozinhado para mim. Às minhas grandes amigas, Carol e Fê, por serem presenças insubstituíveis em minha vida, fornecendo todo o apoio e risadas, assim como conselhos que eu vou levar para a vida e que me deram suporte ao longo do processo.

RESUMO

A idade, o crescimento e a mortalidade do pargo-rosa (*Pagrus pagrus*) foram estudados a partir de exemplares obtidos nos desembarques comerciais da frota de espinhel e linhas-de-fundo em Cabo Frio (RJ) entre janeiro e dezembro de 2017, como parte do Projeto “Multipesca” (FUNBIO). Foram amostrados 784 espécimes, incluindo 362 fêmeas, 332 machos, 79 hermafroditas e 11 classificados como indeterminados. Fêmeas variaram entre 209 - 620mm e machos entre 219 - 560mm CT. Não foi observada diferença significativa entre os parâmetros da relação comprimento-peso para machos e fêmeas. A proporção sexual de fêmeas por machos foi de 1,09 (F:M) e embora as fêmeas tenham sido significativamente mais abundantes em quase todos os meses do ano, não houve padrão evidente. Fêmeas predominaram na maioria das classes de tamanho. Dentre os 713 pares de otólitos (*sagittae*) obtidos, 600 foram medidos, pesados e utilizados na análise das relações entre as dimensões dos otólitos e o tamanho do peixe. Os otólitos foram seccionados, observados sob luz refletida e fotografados. Dos 565 otólitos lidos, 46,08% foram classificados como legíveis bom ou ótimos e 10,85 % foram ilegíveis. O grau de legibilidade dos otólitos correlacionou-se de forma mais evidente com a idade do que com seu comprimento total do peixe. Foram observadas idades entre 2 e 12 anos em fêmeas e entre 2 e 9 anos em machos. Os valores médios do Coeficiente de Variação e Erro Médio Percentual indicaram pouca variabilidade no número de anéis entre as três leituras realizadas. As correlações entre as dimensões dos otólitos de machos e fêmeas foram significativas ($p < 0,05$) e o raio do otólito foi linearmente correlacionado com o comprimento total do peixe (machos: $r = 0,79$; fêmeas: $r = 0,88$). A validação a partir do incremento marginal mensal e da análise do tipo de borda indicou a formação de anéis anuais durante a primavera-verão. Os parâmetros estimados a partir do modelo de von Bertalanffy foram: Fêmeas: $L(t) = 470,3 \cdot [1 - e^{-0,268(t - (-0,04))}]$; machos: $L(t) = 409,3 \cdot [1 - e^{-0,379(t - (-0,04))}]$ e todos os exemplares: $L(t) = 428,1 \cdot [1 - e^{-0,356(t - (-0,10))}]$. O índice de performance de crescimento calculado para ambos os sexos e todos os espécimes foi de 4,8. Foram estimados valores de mortalidade, sendo a total (Z) entre 0,70 e 0,84 ano⁻¹, natural (M) entre 0,43 e 0,55 ano⁻¹, por pesca (F) entre 0,27 e 0,37 ano⁻¹. A taxa de exploração (E) variou entre 0,34 e 0,44. Os dados obtidos no presente estudo através da leitura de otólitos seccionados geraram informações detalhadas a respeito da situação do estoque do pargo-rosa na região de Cabo Frio (RJ) que poderão subsidiar políticas de conservação da espécie.

Palavras-chave: Otólito, Sparidae, dinâmica de populações, manejo.

ABSTRACT

A total of 764 red porgy (*Pagrus pagrus*) landed from the longline and bottom hand-line commercial fishery at Cabo Frio (RJ) were sampled between January and December 2017 as part of the "Multipesca" project (FUNBIO) to assess their age, growth and mortality. Samples included 362 females, 332 males, 79 hermaphrodites and 11 classified as indeterminate. Females and males ranged, respectively, between 209 - 620mm and 219 - 560mm TL. The length-weight relationships of females and males did not differ statistically. Sex ratio for females per males was 1.09 (F:M) and although females were more abundant throughout the year, there was no evident pattern. Females were predominant in most size classes. Among the 713 pairs of otoliths (*sagittae*) obtained, 600 were measured and weighted and the relationships between otolith dimensions and fish length were analyzed. Otoliths were sectioned, viewed using reflected light and photographed. From the 565 otoliths read, 46.08% were classified as legible good or optimal and 10.85% were illegible. The degree of readability more clearly related to age than to fish length. Observed ages ranged between 2 and 12 years in females and 2 and 9 years in males. The average percent error and the coefficient of variation indicated low variability in ring number in the three independent readings. Otolith radius was found to be linearly related to fish length and significant correlations was detected between otolith dimensions and fish length either in males or females. Validation using monthly marginal increment and the analysis of edge type indicated annual rings forming in spring-summer. The parameters estimated from the von Bertalanffy model were: Females: $L_t = 470.3 [1 - e^{-0.268(t - (-0.04))}]$; males: $L_t = 409.3 [1 - e^{-0.379(t - (-0.04))}]$ and all specimens: $L_t = 428.1 [1 - e^{-0.356(t - (-0.1))}]$. The growth performance index calculated for both sexes and all specimens was 4.8. The total mortality (Z) estimated was between 0.70 and 0.84 year⁻¹, the natural mortality (M) between 0.43 and 0.55 year⁻¹, mortality by fishery (F) between 0.27 and 0.37 year⁻¹. The exploitation rate (E) ranged between 0.34 and 0.44. The data obtained in the present study through the reading of sectioned otoliths generated detailed information about the situation of the red porgy stock in the region of Cabo Frio (RJ), which may subsidize the species conservation policies.

Key-words: Otolith, Sparidae, population dynamics, management.

Sumário

AGRADECIMENTOS	iv
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivo Geral	5
1.2 Objetivos específicos	5
ÁREA DE ESTUDO	5
MATERIAL E MÉTODOS	6
1. Dados abióticos	6
2. Amostragem sobre os desembarques	7
3. Processamento dos otólitos	8
3.2. Inclusão em resina acrílica	10
3.3. Corte dos otólitos	11
6. Registro fotográfico dos cortes	14
7. Validação	16
8. Precisão das leituras	17
9. Composição etária	18
10. Retrocálculo	18
11. Estimativa dos parâmetros e curva de crescimento	18
12. Estimativa da Performance de Crescimento	19
13. Mortalidade	19
RESULTADOS	21
1. Dados abióticos	21
2. Composição de tamanho e peso	22
3. Dimensões dos otólitos	27
4. Leitura dos anéis	31
5. Validação	33
6. Composição etária	37
7. Relação entre Comprimento total (CT) e raio do otólito	38
8. Retrocálculo	39
9. Curva de crescimento	41
10. Índice de performance de crescimento	44
11. Mortalidade	46
DISCUSSÃO	48
CONCLUSÕES	54
REFERÊNCIAS	55

Lista de Figuras

Figura 1. Estações oceanográficas (pontos azuis) do WOD utilizados na construção de uma seção (delimitada por linha em vermelho) para avaliação de parâmetros oceanográficos (temperatura e salinidade) em relação à distância da costa e profundidade.	6
Figura 2. Otólitos esquerdo e direito de adulto (superior) e juvenil (inferior) de <i>P. pagrus</i> (CT = 530mm e CT = 165mm).	9
Figura 3. Medidas registradas dos otólitos de pargo-rosa, <i>P. pagrus</i> , em visão proximal: Comprimento total (Co), Altura total (Ao).	9
Figura 4. Inclusão dos otólitos de <i>P. pagrus</i> em resina acrílica em molde de silicone. Detalhe do núcleo marcado transversalmente com grafite e da identificação individual com etiqueta.	11
Figura 5. Otólitos de pargo-rosa após inserção em resina e polimerização da mesma.	11
Figura 6. Serra metalográfica de baixa rotação (Buehler-Isomet) equipada com lâmina adiamantada.	12
Figura 7. Otólitos seccionados e fixados com Bálsamo do Canadá em lâminas transparentes e de coloração preta.	13
Figura 8. Registro fotográfico de otólitos sagitta de pargo-rosa sob luz refletida. (a) CT = 194mm, 1 ano; (b) CT = 261mm, 2 anos; (c) CT = 307mm, 3 anos e (d) CT = 309mm, 4 anos.	14
Figura 9. Corte transversal de otólito sagitta de <i>P. pagrus</i> com setas como indicação dos eixos testados.	15
Figura 10. Seção vertical da área de estudo durante o período primavera-verão (a) e outono-inverno (b). Linhas de contorno indicam salinidade e cores temperatura potencial (°C) assumindo pressão superficial (σ_0). Batimetria não considerada.	21
Figura 11. Diagramas T-S referentes aos períodos de primavera-verão (a) e outono-inverno (b). AC = Água Costeira; AT = Água Tropical; ACAS = Água Central do Atlântico Sul.	22
Figura 12. Distribuição de frequências de comprimento total determinadas para fêmeas (a) e machos (b) de <i>P. pagrus</i> desembarcados na região de Cabo Frio entre janeiro e dezembro de 2017. n = número de peixes; DP = desvio padrão.	23
Figura 13. Distribuição sazonal de frequências relativas de comprimento total (mm) de machos (M) e fêmeas (F) de <i>P. pagrus</i>	24
Figura 14. Relação peso-comprimento para fêmeas (a) e machos (b) e todos os exemplares (c) de <i>P. pagrus</i> desembarcados na região de Cabo Frio entre janeiro e dezembro de 2017. r = Coeficiente de correlação.	25
Figura 15. Diagramas de dispersão entre os dados de (a) Comprimento total do peixe (mm) e comprimento do otólito; (b) Altura do otólito e comprimento do otólito; (c) Comprimento do peixe (mm) e altura do otólito para machos (●/—) e fêmeas (●/···) de <i>P. pagrus</i>	29
Figura 16. Diagramas de dispersão entre os dados de (a) Peso do otólito e comprimento total do peixe; (b) Peso e comprimento do otólito; (c) Peso e altura do otólito para machos (●/—) e fêmeas (●/···) de <i>P. pagrus</i>	30
Figura 17. Frequência relativa por classe etária de fêmeas (F), machos (M), hermafroditas (H) e indeterminados (IND - inclui imaturos) de <i>P. pagrus</i>	32
Figura 18. Distribuição sazonal de bordas (a) e incremento marginal (b) de fêmeas de <i>P. pagrus</i> . Barras verticais indicam erro padrão e n = número de valores de IM.	34
Figura 19. Distribuição sazonal de bordas (a) e incremento marginal (b) de machos de <i>P. pagrus</i> . Barras verticais indicam erro padrão e n = número de valores de IM.	34
Figura 20. Distribuição sazonal do tipo de borda e dos valores de Incremento Marginal (IM) médio para todos os espécimes de <i>P. pagrus</i> . Barras verticais indicam erro padrão e n = número de valores de IM.	35
Figura 21. Porcentagem de classes de legibilidade por comprimento total do peixe (CT – mm).	36
Figura 22. Porcentagem de classes de legibilidade por idades observadas de <i>P. pagrus</i>	36
Figura 23. Relação entre Comprimento Total do peixe (CT - mm) e o raio do otólito de machos (●/—) e fêmeas (●/···) de <i>P. pagrus</i>	39

Figura 24. Curvas de crescimento em comprimento total estimadas para fêmeas (a), machos (b) e todos os espécimes (c). (●) comprimentos observados; (x) comprimentos médios retrocalculados; (—) curva de crescimento estimada a partir da equação de von Bertalanffy.... 42

Figura 25. Comparação de curvas de crescimento de von Bertalanffy obtidas em estudos anteriores em várias localidades do Oceano Atlântico utilizando escamas. M&H = Manooch e Huntsman (1977); H= Haimovici (1991); A = Ávila-da-Silva (1996); C = Costa *et al.* (1997); C&R = Cotrina e Raimondo (1997) para estoque ao norte e ao sul da Argentina. 43

Figura 26. Comparação de curvas de crescimento de von Bertalanffy obtidas em estudos anteriores em várias localidades do Oceano Atlântico utilizando otólitos. V&P = Vassilopoulou e Papaconstantinou (1992); S&K = Serafim e Krug (1995); P&L = Pajuelo e Lorenzo (1996); H&M = Harris e McGovern (1997) de três conjuntos dados de diferentes anos; H&J = Hood e Johnson (2000); P&M = Potts e Manooch (2002); DV = DeVries (2006); I = Işmen et al. (2013). 44

Figura 27. Curvas de mortalidade total (Z) estimadas sobre os dados de composição de tamanho de fêmeas (a), machos (b) e todos os espécimes (c). (●) representa dados utilizados na estimativa e (○) representa os não utilizados. Z e R² representam valores de mortalidade total e coeficiente de determinação, respectivamente. 46

Lista de tabelas

Tabela 1. Proporção de fêmeas (F), machos (M) de *P. pagrus* em número e frequência relativa; total de machos e fêmeas em número; valores de X² espécimes separados por mês.26

Tabela 2. Proporção de fêmeas (F), machos (M) de *P. pagrus* em número e frequência relativa; total de machos e fêmeas em número; valores de X² de espécimes separados por classes de comprimento (CT – mm).27

Tabela 3. Dimensões obtidas sobre otólitos de *P. pagrus*. n = número de peixes; DP = desvio padrão.27

Tabela 4. Parâmetros dos modelos relacionados às dimensões do otólito de machos e fêmeas e número de amostras. df = Grau de liberdade; F_m = Valor de F da Ancova; p_m = p de significação da ANCOVA; F_b = valor de F do teste de homogeneidade dos coeficientes de inclinação (b); p_b = p de significância do teste de homogeneidade dos coeficientes de inclinação (b).28

Tabela 5. Parâmetros dos modelos relacionados às dimensões do otólito e comprimento total do peixe (CT). a = coeficiente linear; b = coeficiente angular; n = número de peixes; r = coeficiente de correlação de Pearson.31

Tabela 6. Resumo estatístico das medidas dos raios dos anéis visualizados em cortes de otólitos de *P. pagrus*. n = número de vezes que o anel foi lido; DP = Desvio padrão.33

Tabela 7. Chave comprimento-idade para fêmeas de *P. pagrus*. CT = Comprimento total (mm).37

Tabela 8. Chave comprimento-idade para machos de *P. pagrus*. CT = Comprimento total (mm).38

Tabela 9. Comprimento total (CT - mm) médio retrocalculados e observados de *P. pagrus*. CT = Comprimento Total (mm); n = número de peixes amostrados com idades lidas em otólitos; DP = desvio padrão; m = número final de peixes cujos comprimentos foram retrocalculados40

Tabela 10. Parâmetros de crescimento, determinados diretamente sobre o modelo de von Bertalanffy ajustado sobre os dados de tamanho e idades observadas por sexo e todos os peixes.41

Tabela 11. Parâmetros de crescimento obtidos na literatura e no presente estudo para *P. pagrus*. L[∞] = Comprimento assintótico; k = Taxa de crescimento; t₀ = idade no comprimento teórico zero; φ = Índice de performance de crescimento.45

Tabela 12. Valores de mortalidade natural (M) estimados a partir de diferentes modelos através do site Barefoot Ecologist's Toolbox.47

Tabela 13. Compilação dos valores de mortalidade total (Z), mortalidade natural (M), mortalidade por pesca (F), taxa de exploração (E), temperatura do ambiente (T °C) e idade de primeira captura (I_c) obtidos na literatura e no presente estudo.48

INTRODUÇÃO

O pargo-rosa *Pagrus pagrus* (Linnaeus, 1758) pertence à família Sparidae e é a única espécie do gênero a ocorrer no Atlântico Sul ocidental (FAO FishBase, 2018). É demersal, de sublitoral, e encontra-se associada a uma variedade de regiões, sendo elas temperados, subtropicais e tropicais, normalmente em fundos de areia, coral e pedra entre 18 e 200m de profundidade (Manooch, 1976; Ávila-da-Silva e Haimovici, 2006). O pargo-rosa apresenta hermafroditismo protogínico, assim como diversas espécies da família, com a troca de sexo ocorrendo em uma grande amplitude de classes etárias e os peixes de maiores comprimentos (> 450mm) consistindo comumente de machos (Manooch e Huntsman, 1977). A espécie apresenta ampla distribuição, sendo encontrada no Atlântico Leste, do sul das Ilhas Britânicas à Angola, assim como no Mediterrâneo e no mar Adriático. No Atlântico Oeste sua distribuição é de Nova Iorque até o sul da Argentina (FAO, 2018).

Segundo Manooch e Hassler (1978), o pargo-rosa não realiza migração extensa, e Ávila-da-Silva (1996) aponta que o mesmo realiza somente movimentos entre águas costeiras e mais profundas da plataforma. Costa *et al.* (2017) também observaram a presença da espécie na plataforma externa, assim como Rossi-Wongtschowski e Paes (1993), que classificaram a espécie como externa e sazonal, associada à penetração da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) na plataforma. No âmbito do estudo sobre a Bacia de Campos, Haimovici *et al.* (2017) indicaram que as maiores abundâncias de *P. pagrus* ocorreram nos arredores da região de Cabo Frio (RJ) e na latitude do Cabo de São Tomé, sazonalmente e associado em sua maioria a ACAS.

Devido a sua importância como recurso pesqueiro, o pargo-rosa é uma espécie amplamente estudada, principalmente na costa leste dos EUA, onde um único estoque no Sudeste encontra-se em declínio desde 1982 (Manooch e Huntsman, 1977; Manooch e Hassler, 1978; Harris e McGovern, 1997; Potts e Manooch, 2002). À nível mundial *P. pagrus* é explorado por diversos países tanto no Atlântico quanto no Mar Mediterrâneo e no Mar Negro, com estatísticas mais recentes do total de capturas global apontando para 8.467 t desembarcadas em 2016 (FAO, 2018). No Mediterrâneo, segundo Mihelakakus *et al.* (2001), o pargo-rosa é principalmente criado em cativeiro devido ao seu rápido crescimento sob

condições de cativeiro. Na Argentina, o esforço pesqueiro reduziu as capturas anuais de cerca de 15.000 toneladas em 1980 para próximo de 2.300 t em 2018 (SAGPyA-DNPyA, 2018). O pargo-rosa na Argentina está incluído no projeto de desenvolvimento da aquicultura realizado pelo Instituto Nacional de Desarrollo Pesquero (INIDEP) (Aristizabal, 2007).

As capturas de *P. pagrus* no Brasil ocorrem principalmente de forma artesanal, em regiões costeiras, através de pesca de arrasto-duplo-de-fundo e, em menor escala, arrasto-de-pareilha, linhas-de-fundo e armadilhas, com a legislação vigente sobre a espécie indica um tamanho de primeira captura de 260mm (Portaria IBAMA Nº 008/03-N) (Ávila-da-Silva e Haimovici, 2006; IBAMA, 2003; Martins *et al.*, 2006). Nos cruzeiros de prospecção costeira no âmbito do programa REVIZEE, o pargo-rosa esteve dentre as espécies que apresentaram maior importância como recurso da plataforma externa da região central (Martins *et al.*, 2006) e das espécies de interesse comercial da região Sudeste-Sul capturadas através de arrasto-de-fundo (Cergole *et al.*, 2005). O auge de sua produção em águas brasileiras, segundo Ávila-da-Silva e Haimovici (2006), ocorreu no final da década de 1970, com capturas de aproximadamente 10.000 t, seguido do colapso do estoque explorado na região sul. Desde então, o pargo-rosa é considerado um recurso sobreexplorado nas regiões sudeste e sul do país (Haimovici, 1998), com desembarques apresentando médias anuais em torno de 2.000 t (MPA, 2011; FAO, 2018). No Rio de Janeiro os dados mais recentes disponíveis (FIPERJ, 2015) indicam capturas de cerca de 85,5 t, sendo Cabo Frio o município com maior contribuição (45 t). As estatísticas de produção brasileira do pargo-rosa, entretanto, são descontinuadas e provavelmente subestimadas.

Os estudos sobre a dinâmica de populações de peixes submetidos à exploração comercial baseiam-se no conhecimento de suas taxas de crescimento, de mortalidade e da abundância numérica de cada um dos grupos que compõem a população (Lorenzo, 2003). Estudar o crescimento dos peixes significa determinar seu tamanho corpóreo em função de sua idade, assim, os três métodos básicos, segundo Nielsen e Johnson (1983), para determinação da idade de peixes podem ser categorizados em: (1) uma abordagem empírica baseada em observação direta do peixe individual confinado ou de peixes marcados e recapturados, (2) uma abordagem estatística baseada em

distribuições de frequência de comprimento, e (3) uma abordagem anatômica baseada em inferir a idade de peixes a partir de escamas, ossos, otólitos e outras estruturas.

Dentre os métodos de determinação de idade, o mais amplamente utilizado para a estimativa de idade individual de peixes baseia-se na determinação de incrementos ou marcas de crescimento que se formam em estruturas de aposição como vértebras, escamas, espinhos, raios, ossos planos e, mais frequentemente, otólitos.

Os otólitos são estruturas de aposição compostos por CaCO_3 precipitado em uma matriz proteica, presentes no ouvido interno de peixes ósseos que auxiliam no equilíbrio, na audição e na orientação espacial (Campana, 1999). Sua composição reflete os efeitos combinados de processos endógenos como desenvolvimento, e condições externas associadas a mudanças no habitat, comportamento e dieta do animal (De Pontual e Geffen, 2002). As estimativas de crescimento são realizadas a partir da contagem dos anéis presentes nas estruturas e da sua interpretação em relação à sua periodicidade de formação, levando em conta a continuidade, extensão, localização, espaçamento e opacidade das marcas (Weatherley e Gill, 1987).

Estudos relativos à idade e crescimento do pargo-rosa foram realizados em toda a extensão de sua ocorrência, com exceção da costa da África. Na década de 70 nos Estados Unidos foram comparados otólitos e escamas da população explorada das Carolinas do Norte e do Sul (Manooch e Huntsman, 1977), e publicada a síntese dos dados biológicos da espécie (Manooch e Hassler, 1978). As características populacionais e a estrutura etária do estoque explorado foram abordadas por Vaughan *et al.* (1992) e Potts e Manooch (2002).

Os parâmetros populacionais do pargo-rosa também foram estimados com base em material coletado no Golfo do México (Nelson *apud* Hood e Johnson, 2000; Harris e McGovern, 1997) e na Flórida (Hood e Johnson, 2000), com destaque para o amplo estudo sobre o crescimento e a biologia reprodutiva da espécie realizado por DeVries (2006). No Mediterrâneo, Vassilopoulou e Papaconstantinopou (1992) foram os primeiros a estudar o crescimento do pargo-rosa. Machias *et al.* (1998) compararam o uso de escamas e otólitos na determinação da idade e do crescimento da espécie na porção grega do Mar Egeu e na porção turca a espécie foi estudada por Işmen *et al.* (2013). Em águas

açorianas Serafim e Krug (1995) estimaram o crescimento com base em métodos diretos (otólitos) e indiretos (frequências de comprimento), e nas Ilhas Canárias a espécie foi estudada por Pajuelo e Lorenzo (1996).

No Atlântico Sul existem poucos estudos sobre o tema. Segundo Cotrina (1977), a formação das marcas de crescimento está associada à maturação gonadal e aos períodos de alimentação subsequentes à desova. Cotrina e Raimondo (1997) indicaram que o estoque presente na área sofre com diferentes características hidrológicas caso esteja mais ao norte ou ao sul da costa da Argentina, o que levou às diferenças observadas nos parâmetros de crescimento do pargo-rosa.

No Brasil, os estudos sobre o crescimento da espécie na década de 1990 utilizaram principalmente escamas (Haimovici *apud* Ávila-da-Silva e Haimovici, 2006; Ávila-da-Silva, 1996; Costa *et al.* 1997) ou urohiais (Ávila-da-Silva, 1996). Mais recentemente, Okubo-da-Silva e Ávila-da-Silva (2003) compararam estimativas de idade e crescimento utilizando escamas e otólitos seccionados de amostras obtidas em operações experimentais de pesca de arrasto-de-fundo realizadas entre a Ilha de Santa Catarina (SC) e Cabo Frio (RJ). O único estudo que trata do crescimento, aspectos reprodutivos e fecundidade do pargo-rosa explorado comercialmente na costa do Rio de Janeiro é o realizado por Costa *et al.* (1997) na região de Cabo Frio, e a formação dos anéis nas escamas foi associada aos meses subsequentes ao período de desova.

Embora existam trabalhos sobre aspectos da ecologia do pargo-rosa, inexistem estudos recentes sobre o crescimento e a mortalidade do estoque explorado em Cabo Frio que permitam a orientação de ações de controle da pesca, ou de conservação do estoque no litoral do Rio de Janeiro. Tal desconhecimento levou ao estabelecimento do presente estudo, com a finalidade de produzir informações detalhadas sobre a situação do estoque do pargo-rosa na região de Cabo Frio (RJ) que possam sugerir políticas de conservação da espécie.

OBJETIVOS

1.1 Objetivo Geral

Estimar os parâmetros de crescimento e mortalidade do pargo-rosa (*Pagrus pagrus*) a partir da análise das marcas de crescimento nos otólitos.

1.2 Objetivos específicos

1. Determinar a legibilidade do otólito como indicador de idades;
2. Determinar a idade individual dos peixes com base na análise das marcas de crescimento presentes nos otólitos *sagitta*;
3. Estimar os parâmetros da equação de crescimento de von Bertalanffy;
4. Estabelecer uma chave comprimento-idade para *P. pagrus*, utilizando-se o método do retrocálculo;
5. Determinar a mortalidade total, natural e por pesca de *P. pagrus*.

ÁREA DE ESTUDO

Segundo Castro e Miranda (1998), a região costeira de Cabo Frio é influenciada pela presença de diferentes massas d'água: 1) Água Tropical (AT), que foi descrita por Emilsson (1961) como uma massa de água quente (Temperatura > 20°C) e salina (Salinidade > 36,5) constituinte da porção Tropical do Atlântico Sul e que é transportada pela Corrente do Brasil. É formada em decorrência de intensa radiação solar e excesso de evaporação, quando comparado a níveis de precipitação; 2) Água Central do Atlântico Sul (ACAS), que atravessa a região da termoclina e apresenta um grande intervalo de temperatura e salinidade, mas é comumente caracterizada como exibindo temperaturas menores que 20°C e salinidades entre 35 e 36; 3) Água Costeira (AC), que ocupa a porção mais próxima da costa e apresenta baixa salinidade, resultante da diluição da água oceânica pelo aporte continental de estuários presentes entre Cabo Frio e o Cabo de Santa Marta (Campos *et al.*, 2000).

A hidrologia local está diretamente relacionada as condições meteorológicas, com o padrão de ventos sendo o maior responsável pela distribuição das massas d'água (Valentin *et al.*, 1987). Ou seja, ventos predominantemente de Nordeste, especialmente no verão, implicam em transporte de Ekman costa afora, próximo a superfície, e uma circulação

transversalmente a costa e abaixo da camada de Ekman traz águas mais profundas da ACAS (presente em profundidades de cerca de 300m) para regiões mais costeiras. Durante o inverno, porém, reversões na direção do vento são frequentes e intensas, devido a passagem de frentes frias que se propagam em direção ao norte. Conseqüentemente, a passagem desses sistemas promove uma subsidência e afastamento da ACAS em direção a quebra da plataforma (Castro e Miranda, 1998). Durante o inverno, praticamente apenas ressurgências induzidas pelo meandramento na região ocorrem, e as águas da ACAS permanecem confinadas às porções médias e externas da plataforma em profundidades maiores que 100m (Campos *et al.*, 2000; Castelão *et al.*, 2004).

MATERIAL E MÉTODOS

1. Dados abióticos

Com o objetivo de caracterizar a área de estudo, dados de temperatura e salinidade provenientes da área de entorno à região de Cabo Frio, onde ocorre a ressurgência costeira, entre 1975 e 2010 foram obtidos junto ao World Ocean Database (WOD), do National Oceanographic Data Center – NOAA (Boyer *et al.*, 2013) (Fig. 1).

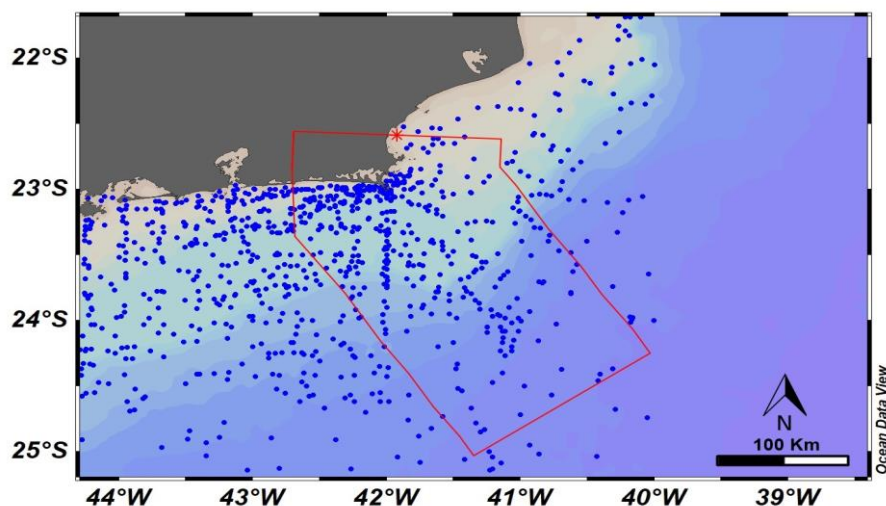


Figura 1. Estações oceanográficas (pontos azuis) do WOD utilizados na construção de uma seção (delimitada por linha em vermelho) para avaliação de parâmetros oceanográficos (temperatura e salinidade) em relação à distância da costa e profundidade.

Os dados de temperatura e salinidade da água junto ao fundo incluindo a faixa batimétrica de ocorrência do pargo-rosa (entre 25 e 100m de profundidade (Costa *et al.*, 2017)), foram analisados no programa Ocean Data View (ODV v. 5.0) (Schlitzer, 2017) permitindo a elaboração de cenários sazonais e seções verticais para os parâmetros analisados, sendo o período de primavera-verão (janeiro a março e outubro a dezembro) e outono-inverno (abril a setembro). A confecção de diagramas T-S possibilitou identificar as massas de água presentes na região no período do estudo.

2. Amostragem sobre os desembarques

O presente estudo foi desenvolvido a partir de amostragens biológicas conduzidas no âmbito do projeto de pesquisa “**MULTIPESCA: Ciência para a sustentabilidade da pesca, pescado e pescadores do Rio de Janeiro**”, financiado pelo Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (FUNBIO). O projeto tem como objetivo realizar uma análise multidisciplinar dos principais aspectos biológicos, econômicos, socioeconômicos e ambientais relevantes para gestão pesqueira dos recursos pesqueiros explorados no Leste Fluminense.

O material analisado foi obtido junto aos desembarques comerciais das frotas de espinhel e linha-de-mão que desembarcaram no Mercado Municipal de pesca de Cabo Frio, entre janeiro e dezembro de 2017. Em cada desembarque, aproximadamente 40 espécimes foram subamostrados por estratos de comprimento durante a descarga de uma única viagem de pesca, sendo transportados em caixas com gelo em escamas até a base do Laboratório de Ecologia de Ambientes Recifais (LECAR/UFF) em Arraial do Cabo (RJ), onde foram imediatamente submetidos ao registro de dados biométricos, sendo coletados estômagos, gônadas e amostras de músculo e do fígado, os quais deverão ser utilizados futuramente em estudos tróficos, reprodutivos e dos níveis de contaminantes.

De cada espécime analisado foram registrados o comprimento total (CT – mm), o peso total (Wt – 0,1 g) e o sexo.

O teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado em comparações quanto às distribuições de frequência de comprimento total de machos e fêmeas (Wilcox, 2005) utilizando o software PAST® (3.13).

A partir dos dados da amostragem, a relação entre o comprimento e o peso foi ajustada através do método dos mínimos quadrados (Zar, 1999), ao modelo potencial (Bagenal e Tesch, 1978):

$$PT = a \times CT^b$$

onde: **PT** = Peso total (g); **CT** = Comprimento total (mm); **a** = Coeficiente linear; **b** = Coeficiente angular.

A significância das relações foi testada utilizando um teste F (Zar, 1999) e a comparação entre as curvas linearizadas, assim como entre os valores de b, foi realizada através da análise de covariância (ANCOVA) (Philippas, 2014) utilizando programa PAST® (3.13). Um teste t foi utilizado para testar os valores de b obtidos contra a isometria (b=3), através do programa STATISTICA 10.0®.

Para analisar as variações na composição de tamanhos ao longo do ano, os meses foram reunidos em quatro estações, sendo: **Verão** (janeiro, fevereiro, março), **Outono** (abril, maio e junho), **Inverno** (julho, agosto e setembro) e **Primavera** (outubro, novembro e dezembro).

A proporção sexual mensal e por classes de comprimento foi obtida através da frequência relativa de machos e fêmeas e testada utilizando-se o teste de qui-quadrado (χ^2) com 95 % de significância.

3. Processamento dos otólitos

Para a retirada dos otólitos, as cabeças dos peixes foram congeladas e transportadas até o Laboratório de Dinâmica de Populações Marinhas da UNIRIO, onde os otólitos foram dissecados, limpos e armazenados a seco em envelopes de papel até o seu processamento.

Os otólitos *sagitta* (Fig. 2) foram retirados das cápsulas presentes na região cefálica do peixe, através de incisão sobre a porção ventral do crânio, seguida de ruptura da cápsula óssea onde se encontram.

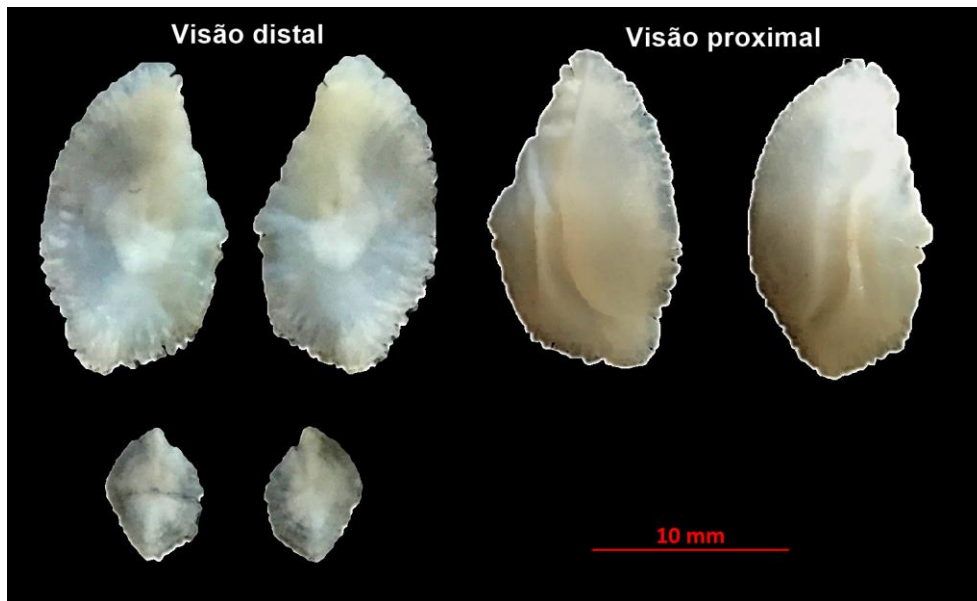


Figura 2. Otólitos esquerdo e direito de adulto (superior) e juvenil (inferior) de *P. pagrus* (CT = 530mm e CT = 165mm).

Após a retirada das membranas os otólitos foram limpos em água sendo registrados o comprimento máximo do otólito (Co) em milímetros, medido sobre seu eixo longitudinal, a altura máxima do otólito (Ao) em milímetros, tomada perpendicularmente ao eixo longitudinal e o peso do otólito (Po). As medidas foram feitas com o auxílio de um paquímetro com precisão de 0,01mm e o peso registrado em uma balança analítica, com precisão de 0,0001 g (Fig. 3):

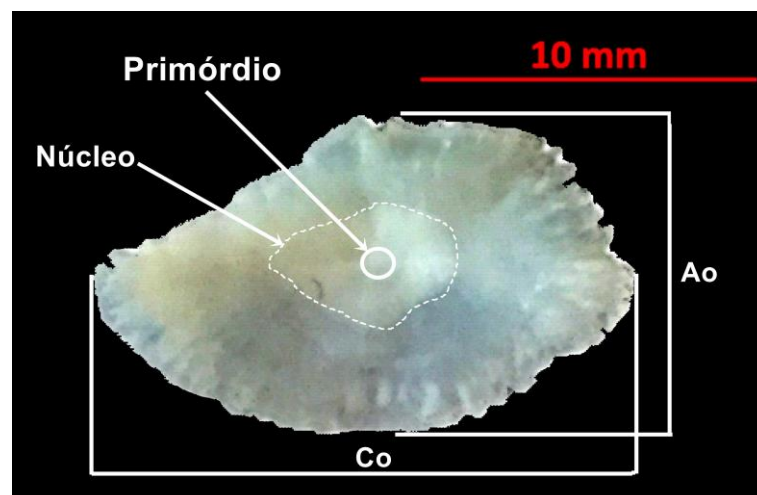


Figura 3. Medidas registradas dos otólitos de pargo-rosa, *P. pagrus*, em visão proximal: Comprimento total (Co), Altura total (Ao).

Ao todo foram medidos 713 pares de otólitos. O teste F (ANOVA) (ZAR, 1999) presente no software PAST® (3.13) foi utilizado para verificar a existência de diferenças significativas entre as dimensões obtidas a partir da medição dos otólitos esquerdo e direito, com o objetivo de utilização indistinta das medidas do otólito esquerdo ou direito nas análises, como sugere Buratti (2003). Dentre os 713 pares coletados, 600 otólitos foram utilizados nas análises de suas relações morfométricas e de peso (Po).

O teste t Student (Zar, 1999) de distribuição foi utilizado para testar o coeficiente angular das relações das dimensões do otólito, seu peso e do comprimento total do peixe. A significância do coeficiente de correlação das regressões foi testada utilizando o teste F (ANOVA) presente na rotina do Excel (Microsoft®).

Uma análise de covariância (ANCOVA) (Philippas, 2014) foi realizada para determinar a existência de diferenças significativas entre as dimensões dos otólitos de machos e fêmeas, de modo a permitir ou não o agrupamento dos sexos nas representações gráficas das correlações entre as dimensões do otólito, seu peso e o comprimento total do peixe.

3.2. Inclusão em resina acrílica

Os otólitos foram processados de acordo com a metodologia preconizada por Secor *et al.* (1991). Foi realizada a identificação do núcleo do otólito com o auxílio de um estereomicroscópio com luz transmitida, sendo assinalado com grafite preto, transversalmente ao eixo longitudinal da superfície externa com o intuito de servir de referência para o posicionamento dos cortes. Posteriormente à identificação do núcleo, os otólitos foram incluídos individualmente em resina acrílica preparada com catalisador (Fig. 4), utilizando-se um molde de silicone ou formas de plástico (para otólitos maiores que 14 mm).

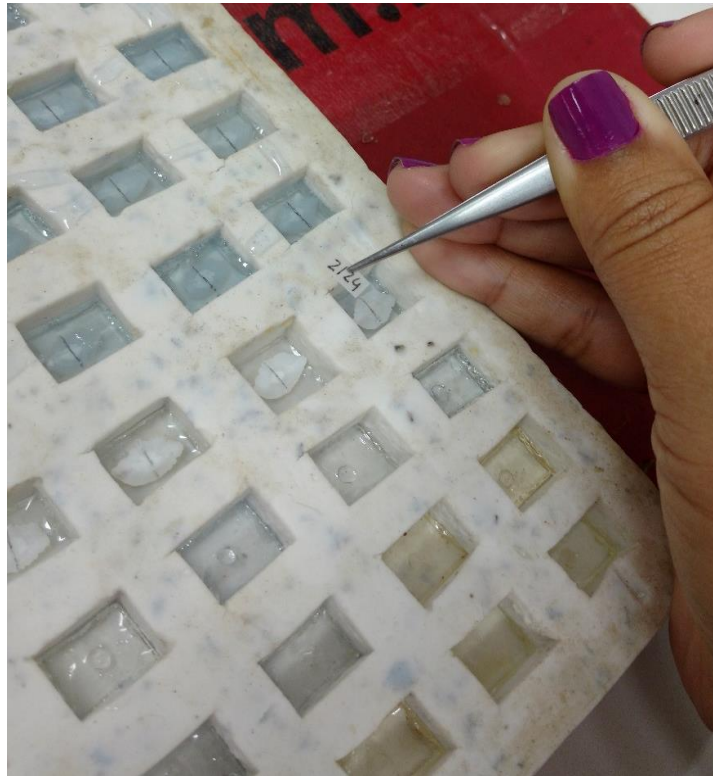


Figura 4. Inclusão dos otólitos de *P. pagrus* em resina acrílica em molde de silicone. Detalhe do núcleo marcado transversalmente com grafite e da identificação individual com etiqueta.

Após o período de polimerização, os moldes contendo os otólitos em seu interior foram desmontados e reservados até a sua completa secagem por pelo menos 24 horas (Fig. 5).



Figura 5. Otólitos de pargo-rosa após inserção em resina e polimerização da mesma.

3.3. Corte dos otólitos

Foram selecionados para o corte cerca de 600 otólitos, utilizando-se como critério um número mínimo de 25 otólitos por classe classes de comprimento, segundo o cálculo do erro máximo relativo (Sparre e Venema, 1997):

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

Onde: t_{n-1} = valor tabelado da distribuição t Student para n-1 graus de liberdade; $\alpha = 0,05$; s = desvio padrão da amostra; \bar{x} = número médio de otólitos por classe de comprimento; n = total amostrado.

Os cortes foram realizados utilizando-se uma serra metalográfica (Buehler-Isomet) equipada com uma lâmina adiamantada de 0,9mm (Fig. 6). Testes foram realizados para ajustar o padrão de espessura e velocidade de corte, de modo que os otólitos em resina foram seccionados transversalmente com espessuras entre 0,55 e 0,65mm, de acordo com a fragilidade aparente de cada otólito. Os cortes foram realizados de modo à incluir o núcleo, o *sulcus acusticus*, e a visualização das marcas de crescimento, desde o centro até a extremidade do otólito (FAO, 1981).



Figura 6. Serra metalográfica de baixa rotação (Buehler-Isomet) equipada com lâmina adiamantada.

Foram realizados testes a fim de melhorar a clareza da visualização das marcas de crescimento. Com base na revisão de métodos de preparo de otólitos para microscopia (Stevenson e Campana, 1992), foram testados o corante “azul de toluidina” e ataques à porção inorgânica do otólito por EDTA (ácido etilenodiamino tetra-acético). Entretanto, somente o ataque com EDTA produziu resultados satisfatórios, de modo que após a secção, cada corte produzido foi atacado por EDTA a 5% durante 2,5min, segundo o método indicado por Panfili *et al.* (2002).

Foi testado o efeito de diferentes fontes de luz (refletida em fundo preto ou transmitida em fundo transparente) na visualização dos anéis (Fig. 7). Optou-se pela montagem dos cortes dos otólitos entre lâmina pintada de preto (26 x 76mm) e lamínula (22 x 22mm) com a utilização de Bálsamo do Canadá. Cada lâmina foi mantida em temperatura ambiente até a total secagem do Bálsamo.

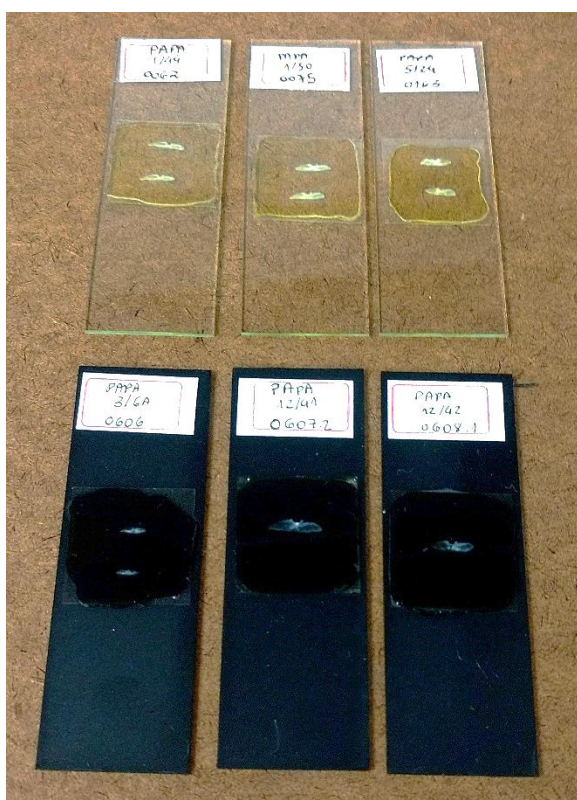


Figura 7. Otólitos seccionados e fixados com Bálsamo do Canadá em lâminas transparentes e de coloração preta.

6. Registro fotográfico dos cortes

O registro fotográfico foi feito imediatamente após o corte e montagem do otólito, utilizando-se luz refletida e estereomicroscópio binocular, em aumento de 10x, equipado com uma escala micrométrica e um sistema de captação de imagem digital, ZEISS STEMI 508. Os registros obtidos a partir do software ZEN (Blue edition®) foram armazenados para análises posteriores (medições, contagens de anéis, análise de legibilidade e registro do tipo de borda) (Fig. 8).

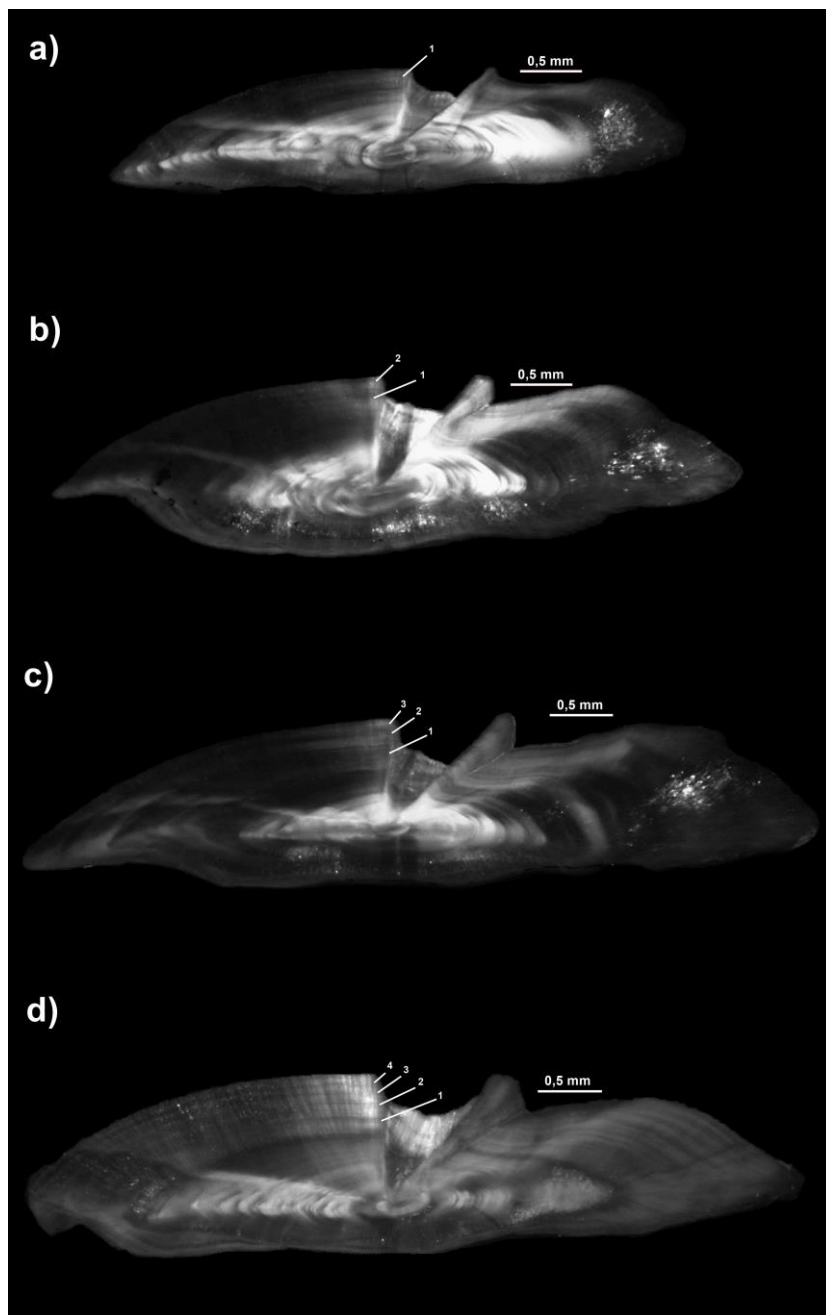


Figura 8. Registro fotográfico de otólitos *sagitta* de pargo-rosa sob luz refletida. (a) CT = 194mm, 1 ano; (b) CT = 261mm, 2 anos; (c) CT = 307mm, 3 anos e (d) CT = 309mm, 4 anos.

Durante as análises das imagens tomou-se como referência para a leitura e contagem de anéis o eixo que apresentou melhor visibilidade das marcas de crescimento na maior parte dos otólitos registrados (eixo Rt_1). Entretanto, otólitos de *P. pagrus* apresentaram grande variabilidade quanto a sua forma, de modo que foi testada a relação entre o raio total dos eixos Rt_1 , Rt_2 e Rt_3 através de uma regressão e o eixo escolhido para serem obtidos os raios total e de cada anel sendo o Rt_2 , por apresentar melhor relação entre as variáveis e a menor interseção (Fig. 9).

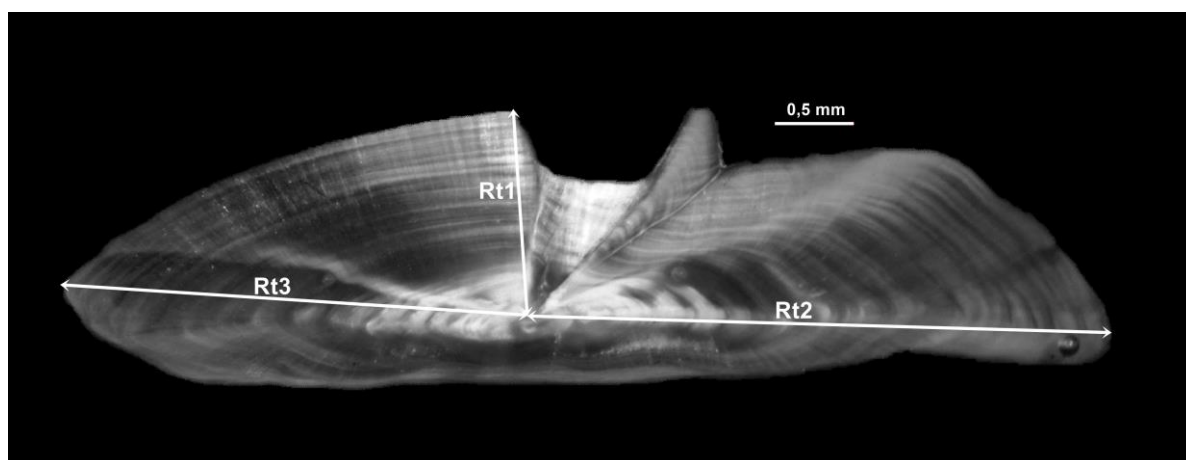


Figura 9. Corte transversal de otólito *sagitta* de *P. pagrus* com setas como indicação dos eixos testados.

Uma vez que a visualização/identificação do núcleo foi difícil, as leituras foram padronizadas adotando-se a região final do *sulcus acusticus* como ponto inicial para as medições. Assim sendo, a partir do eixo Rt_2 foram possíveis as medições do eixo médio-dorsal do raio do otólito (Rt) e do raio de cada incremento identificado (Ri), sendo registrados o número e a posição dos anéis em ambos os eixos. Além das medidas, foram registrados o tipo de borda e a legibilidade do otólito.

A interpretação dos anéis foi realizada com base em trabalhos realizados com escamas e otólitos da espécie (Cotrina e Raimondo, 1977; Manooch e Huntsman, 1977; Vassilopoulou e Papaconstantinou, 1992; Serafim e Krug, 1995; Pajuelo e Lorenzo, 1996; Ávila-da-Silva, 1996; Costa *et al*, 1997; Hood e Johnson, 2000), de modo que os critérios indicaram um anel ou marca de

crescimento anual, com o mesmo consistindo de uma banda translúcida (região de aspecto escuro em fundo preto e luz refletida), relacionada a taxas de crescimento mais lentas, intercalada com uma banda opaca (região de aspecto branco em fundo preto e luz refletida), relacionada a taxas de crescimento mais rápidas.

A classificação quanto a legibilidade foi baseada na proposta adotada por Ávila-da-Silva (1996), com a finalidade de análise do grau de dificuldade de leitura dos otólitos. Os otólitos foram qualificados como:

- **Ilegível (0):** Otólitos com alguns ou todos os anéis impossíveis de serem identificados;
- **Legível ruim (1):** Otólitos com anéis pouco marcados ou de difícil identificação;
- **Legível bom (2):** Otólitos de fácil leitura e anéis bem demarcados;
- **Legível ótimo (3):** Otólitos assim como em (2), de fácil leitura e anéis demarcados, mas sem danos e com *sulcus acusticus* bem demarcado, assim como o núcleo de fácil identificação.

Para a correta interpretação dos otólitos de pargo-rosa, foram realizadas leituras prévias a fim de padronizar-se a indicação de uma marca de crescimento verdadeira. Além desta, foram realizadas duas leituras em momentos distintos e, na ausência de concordância entre elas, uma terceira leitura foi realizada. Permanecendo a discordância, o otólito foi excluído das análises e considerado ilegível.

7. Validação

A validação consiste na determinação da periodicidade de formação dos anéis ou marcas de crescimento. É um processo fundamental para a determinação da idade individual, assim como uma etapa indispensável nos estudos de crescimento (Campana, 2001).

No presente trabalho, a época de formação dos anéis foi determinada através da análise do incremento marginal médio, ao longo do ano e da frequência relativa mensal do tipo de borda (hialina ou opaca).

A predominância de otólitos com borda hialina é uma evidência do período de formação do anel etário (Otero, 1977), de modo que o registro do tipo de

borda de todas as secções foi analisado, permitindo o cálculo das porcentagens de cada tipo para cada estação do ano para machos (n = 208), fêmeas (n = 224) e todos os peixes (n = 502), o que inclui hermafroditas (n = 60) e indeterminados (n = 10). Para a avaliação do tipo de borda os meses foram agrupados em estações do ano referentes ao hemisfério sul: **Verão** (janeiro, fevereiro, março), **Outono** (abril, maio, junho), **Inverno** (julho, agosto, setembro) e **Primavera** (outubro, novembro, dezembro). O incremento marginal (IM) foi agrupado do mesmo modo e calculado de acordo com a equação proposta por Mio (1961):

$$IM = \frac{(R_t - R_n)}{R_t}$$

onde R_t = Raio do otólito (mm); R_n = Distância do núcleo ao anel mais externo (mm).

Os valores médios de incremento marginal foram testados utilizando uma ANOVA não paramétrica de Kruskal-Wallis (Zar, 1999), seguida pelo contraste de Mann-Whitney (Tallarida e Murray, 1987), presente no software PAST® (3.13).

8. Precisão das leituras

Para a comparação entre idades obtidas nas três leituras realizadas, foram calculados o Coeficiente de Variação (CV), de acordo com Chang (1982) e o Erro Percentual Médio (EPM), como definido por Beamish e Fournier, (1981):

$$CV_j = 100\% \times \sqrt{\sum_{i=1}^R \frac{(X_{ij} - X_j)^2}{R - 1}}{X_j}$$

onde: Cv_j = Estimativa da percentagem de precisão de cada idade para cada j-ésimo peixe; X_{ij} = Determinação da idade do j-ésimo peixe feito pelo ij-ésimo leitor; X_j = Média da idade do j-ésimo peixe e R é o número de leituras.

O EPM foi calculado a partir da equação:

$$EPM_j = 100\% \times \frac{1}{R} \sum_{i=1}^R \frac{|X_{ij} - X_j|}{X_j}$$

onde: X_{ij} = i-ésima determinação de idade do j-ésimo peixe; \bar{X}_j = Média da idade estimada do j-ésimo peixe; R = Número de vezes que cada peixe teve sua idade determinada.

9. Composição etária

A partir da validação da periodicidade da época de formação das marcas de crescimento, passou-se a considerar cada anel como correspondendo a uma idade. Dessa forma, foi possível a construção de uma chave comprimento-idade para *P. pagrus*. A composição de tamanhos foi separada por classes de 20mm de modo a permitir caracterização clara e direta da frequência de comprimento total por idade.

10. Retrocálculo

A partir da aplicação do método de retrocálculo é possível obter a estimativa do comprimento do peixe no momento da formação do anel, permitindo: (1) a geração de dados relativos a peixes pouco representados nas amostras, (2) aumentar a representatividade de tamanhos em idades pouco amostradas.

Métodos de retrocálculo sobre regressões lineares têm sido utilizados para obter comprimentos pretéritos a partir de medidas de escamas e otólitos (Serafim e Krug, 1995; Ávila-da-Silva, 1996; Potts e Manooch, 2002; Okubo-da-Silva e Ávila-da-Silva, 2003). Dentre eles, o método mais frequentemente aplicado para a espécie (Fraser-Lee: Bagenal e Tesch, 1978) utiliza o coeficiente linear (a) derivado da regressão entre o raio do otólito e o tamanho do peixe (R_o x L_t) através da equação:

$$L_i = a + \left[\frac{(L_t - a)}{R_o} \right] \times R_i$$

onde: L_i = Comprimento total na idade i ; a = Intercepto da regressão linear; L_t = Comprimento total do peixe na captura; R_o = Raio total do otólito; R_i = Raio do otólito na idade i .

11. Estimativa dos parâmetros e curva de crescimento

Os parâmetros do modelo de crescimento de von Bertalanffy (L_∞ , k e t_0) foram estimados diretamente sobre os dados de idade e tamanho dos peixes,

por meio de ajuste não-linear, disponível nas rotinas do software SOLVER do Excel®, de acordo com a equação (von Bertalanffy, 1938):

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

onde: $L_{(t)}$ = Comprimento médio estimado relativo a idade t ; L^{∞} = Comprimento máximo teórico dos maiores indivíduos da população assumindo um crescimento indefinido; k = Taxa de crescimento; t_0 = Idade teórica em que o comprimento do organismo é zero.

12. Estimativa da Performance de Crescimento

Visando comparar os parâmetros de crescimento obtidos no presente estudo com aqueles existentes na literatura, foi estimado o índice de performance de crescimento (Φ) de Munro e Pauly (1983):

$$\Phi = \log k + 2 \log L^{\infty}$$

onde: L^{∞} = Comprimento máximo teórico dos maiores indivíduos da população assumindo um crescimento indefinido; k = Taxa de crescimento.

Para aqueles estudos em que o índice Φ não foi apresentado, o mesmo foi estimado utilizando-se os dados fornecidos.

13. Mortalidade

13.1 Mortalidade total

Considera-se que a mortalidade de uma coorte é composta pela mortalidade provocada pela pesca (F) em espécies exploradas, e pela mortalidade natural (M), que compreende as mortes por outras causas, como: predação, doenças e morte por velhice (Sparre e Venema, 1997).

A mortalidade total ($Z = M + F$) foi estimada sobre os dados de composição de tamanho de machos, fêmeas e todos os espécimes separadamente. Foi utilizada curva de captura (catch-curve) baseada na frequência de peixes registrados entre classes etárias. Tendo em vista que a inclusão de idades que ainda não estão sendo exploradas ou as que são raras não fornecem informação verídica quanto a estrutura da população, as mesmas foram retiradas da análise para compor a curva (Sparre e Venema, 1997).

13.2. Mortalidade natural (M)

Uma média foi calculada com base nas taxas de mortalidade natural (M) estimadas utilizando o pacote de ferramentas de estimativa de mortalidade natural presente no site “Barefoot Ecologist’s Toolbox” (<http://barefootecologist.com.au>), desenvolvido com base em modelos para software R®.

A partir da inserção de dados calculados pelo modelo de von Bertalanffy (T_{max} , L_{∞} , k e t_0) e da temperatura média anual da água (**20°C**) com base na descrição das massas d’água presentes na região (Castro e Miranda, 1998), foram selecionadas as estimativas condizentes com a biologia da espécie. A mortalidade natural (M) foi calculada a partir de modelos derivados por:

1. Then *et al.* (2015), que consiste em um método baseado em comprimento, derivado de Ehrhardt e Ault (1992) e uma equação derivada da equação de não-equilíbrio de Gedamke e Hoenig (2006).
2. Jensen (1996), cujo modelo é derivado das invariantes de Beverton e Holt (Charnov, 1993);
3. Pauly (1980), cuja fórmula empírica é descrita como:

$$\ln M = -0,0152 - 0,279 \ln L_{\infty} + 0,6543 \ln k + 0,463 \ln T$$

onde: L_{∞} é o comprimento total assintótico; k é a taxa de crescimento (ano^{-1}); T é a temperatura média da água ($^{\circ}\text{C}$).

4. Chen e Watanabe (1989), que consiste em uma função baseada na relação entre a mortalidade natural e o crescimento, se utilizando dos parâmetros da equação de von Bertalanffy.

13.3. Mortalidade por pesca (F) e Taxa de exploração (E)

A taxa de mortalidade por pesca (F) foi estimada a partir da diferença entre a mortalidade total (Z) e a média entre as taxas de mortalidade natural (M) obtidas: $F = Z - M$. A taxa de exploração (E) (Baranov, 1918) é obtida a partir da razão entre as mortalidades por pesca e total, sendo: $E = F/Z$.

RESULTADOS

1. Dados abióticos

A seção construída com dados obtidos a partir de amostras coletadas entre 1975 e 2010 estão apresentados na Figura 10. Os mesmos indicam que as variações mais acentuadas na temperatura ocorreram na primavera-verão, com a presença de águas frias (15°C) sub-superficialmente (25m) a aproximadamente 50 km da costa. Durante o outono-inverno e a esta mesma distância da costa a temperatura a 25m aproxima-se de 22,5 °C.

Entre os períodos, a salinidade não exibiu grandes variações, apresentando-se em torno de 35-36 a menos de 100 km da costa. Entretanto, nota-se que durante o período primavera-verão, as áreas de menores salinidades e temperaturas (<18°C e S=35) abrangem maiores profundidades e afloram na superfície, sendo este um indicativo da presença da Água Central do Atlântico Sul (ACAS). O contrário ocorre no período outono-inverno, com águas mais frias retidas a 100m de profundidade, com salinidade em torno de 36.

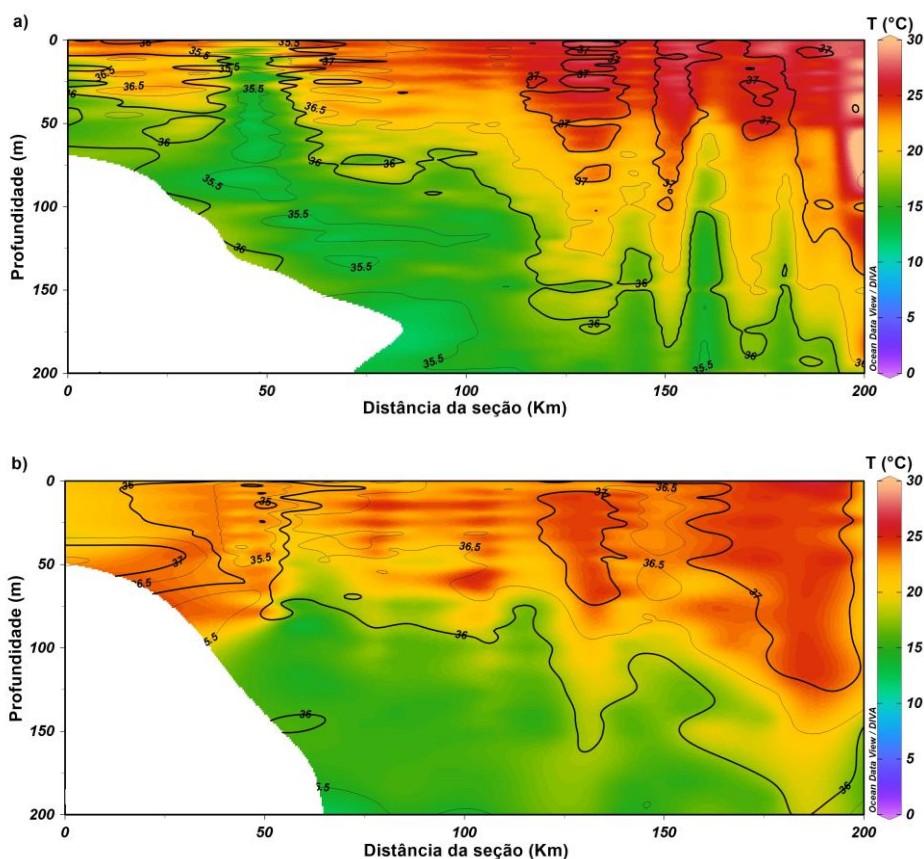


Figura 10. Seção vertical da área de estudo durante o período primavera-verão (a) e outono-inverno (b). Linhas de contorno indicam salinidade e cores temperatura potencial (°C) assumindo pressão superficial (σ_0). Batimetria não considerada.

O diagrama TS construído para o mesmo período (Fig.11) confirma a presença da ACAS ($T < 20^{\circ}\text{C}$, $S < 36$) de modo mais evidente durante a primavera-verão, superficialmente (<50m). A mesma é então substituída por Águas Costeiras (AC), passando a compor a camada de mistura, com temperaturas mais altas e menor salinidade. A Água Tropical (AT) está representada por um núcleo abaixo da camada de mistura, com temperaturas maiores que 20°C e salinidades acima de 36. Na Figura 11.b, no entanto, ilustra a retração da ACAS durante o período de outono-inverno, com a expansão da AT a maiores profundidades.

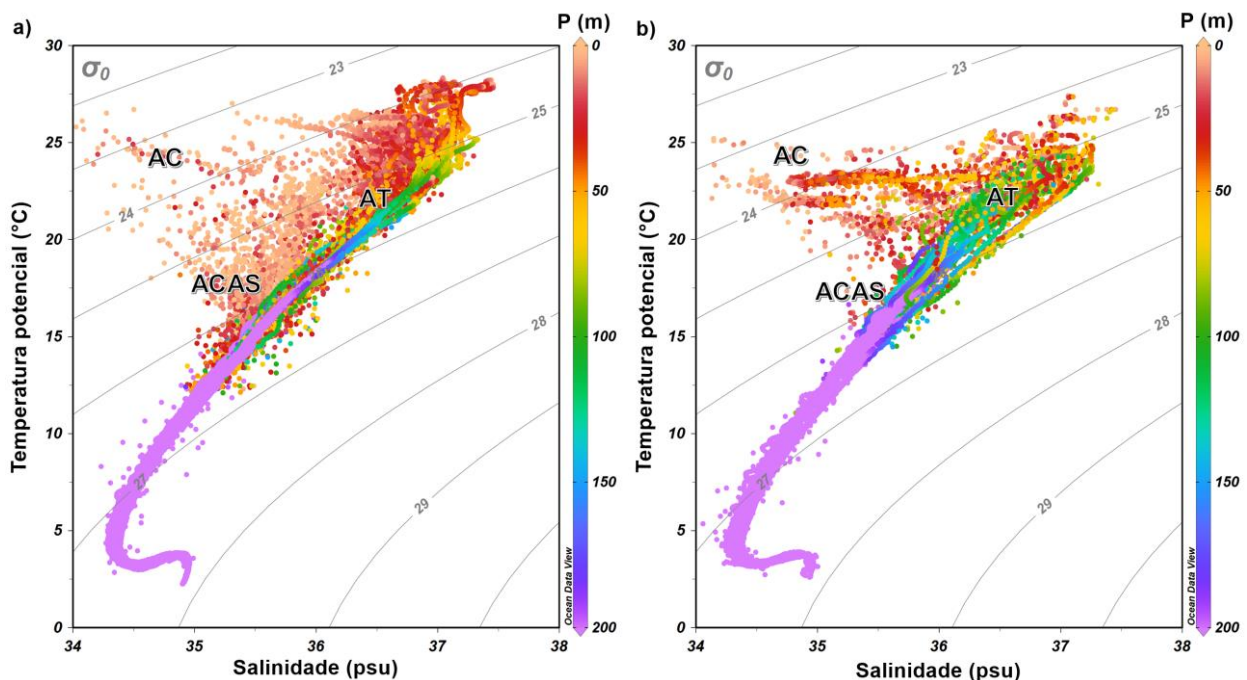


Figura 11. Diagramas T-S referentes aos períodos de primavera-verão (a) e outono-inverno (b). AC = Água Costeira; AT = Água Tropical; ACAS = Água Central do Atlântico Sul

2. Composição de tamanho e peso

Foram amostrados 784 espécimes, sendo 362 fêmeas, 332 machos, 79 hermafroditas e 11 classificados como indeterminados. Fêmeas variaram entre 209 e 620mm CT, machos entre 219 e 560mm CT e hermafroditas entre 200 e 580mm CT. Exemplos classificados como indeterminados apresentaram CT <200mm e, ocasionalmente 280 e 360mm (n=3). Foi identificada diferença significativa quanto a estrutura de tamanhos de fêmeas e machos (K-S= 0,111; p=0,99), com fêmeas atingindo maiores tamanhos.

As distribuições de tamanho de ambos os sexos foram bimodais, com as classes de maior frequência em fêmeas (280-300mm e 360-380mm CT) e machos (280-300mm e 300-320mm CT) representando 32,19% e 35,8%, respectivamente, da composição de tamanhos para cada sexo. O CT médio para fêmeas foi 339,3mm e para machos 330,7mm (Fig. 12). As classes de maior comprimento (>400mm) foram compostas, em sua maioria, por fêmeas.

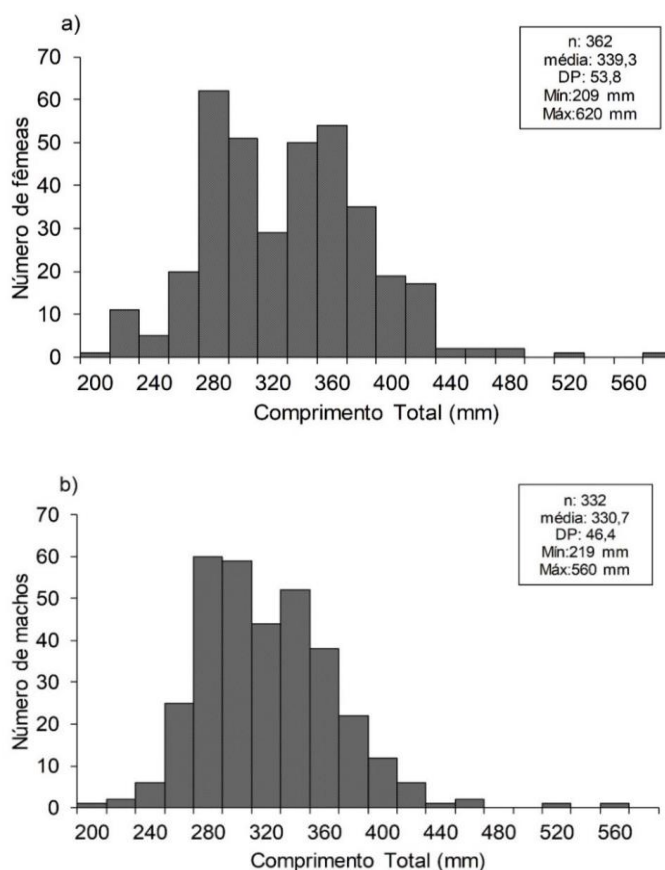


Figura 12. Distribuição de frequências de comprimento total determinadas para fêmeas (a) e machos (b) de *P. pagrus* desembarcados na região de Cabo Frio entre janeiro e dezembro de 2017. *n*= número de peixes; DP = desvio padrão.

A distribuição de comprimento total para machos e fêmeas ao longo das estações do ano está ilustrada na Figura 13. O menor comprimento observado foi de 209mm (fêmea) durante o inverno, e o maior foi de 620mm (fêmea) durante a primavera. A menor média de CT tanto para fêmeas como para machos ocorreu na primavera. A maior média de CT ocorreu no outono para fêmeas (350mm), com machos apresentando a maior média durante o inverno (338,7mm). Fêmeas exibiram diferença significativa quanto ao comprimento total para o período de primavera, com a ocorrência dos maiores comprimentos

($F=4,347$; $df=3$; $p<0,05$), enquanto nos machos comprimento total não diferiu entre as estações ($F=1,624$; $df=3$; $p>0,05$).

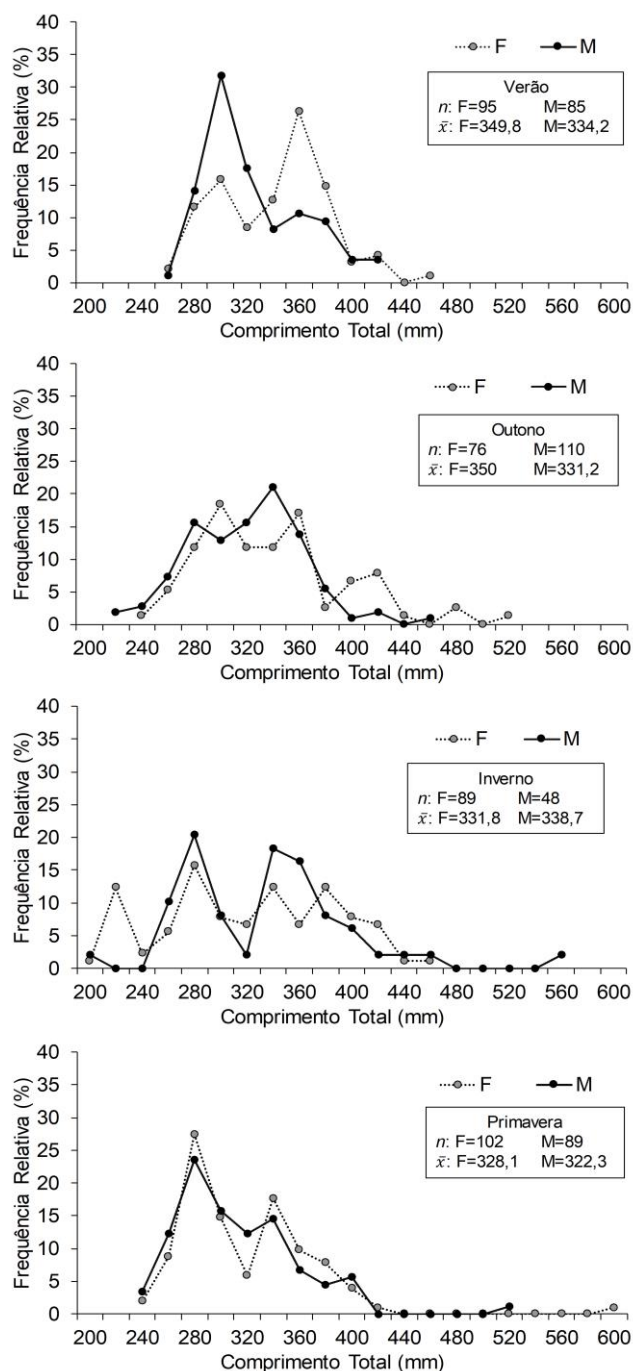


Figura 13. Distribuição sazonal de frequências relativas de comprimento total (mm) de machos (M) e fêmeas (F) de *P. pagrus*.

Os resultados da ANCOVA (Análise de covariância) sobre os parâmetros da relação comprimento-peso para machos e fêmeas não indicaram diferença significativa entre os mesmos ($F=0,9646$; $df=1$; $p>0,05$) ou diferença significativa nos coeficientes angulares das curvas ($F=0,205$; $p>0,05$).

O teste t indicou que ambos os sexos exibem correlação positiva, no entanto, fêmeas apresentaram um crescimento isométrico do peso em detrimento do tamanho ($b=1,0$) enquanto macho apresentaram alometria negativa ($b=-0,03$) (Fig. 14 a e b). Quando avaliada a relação entre peso e comprimento de todos os exemplares, a mesma se apresentou positiva e isométrica ($b=1$) (Fig. 14c).

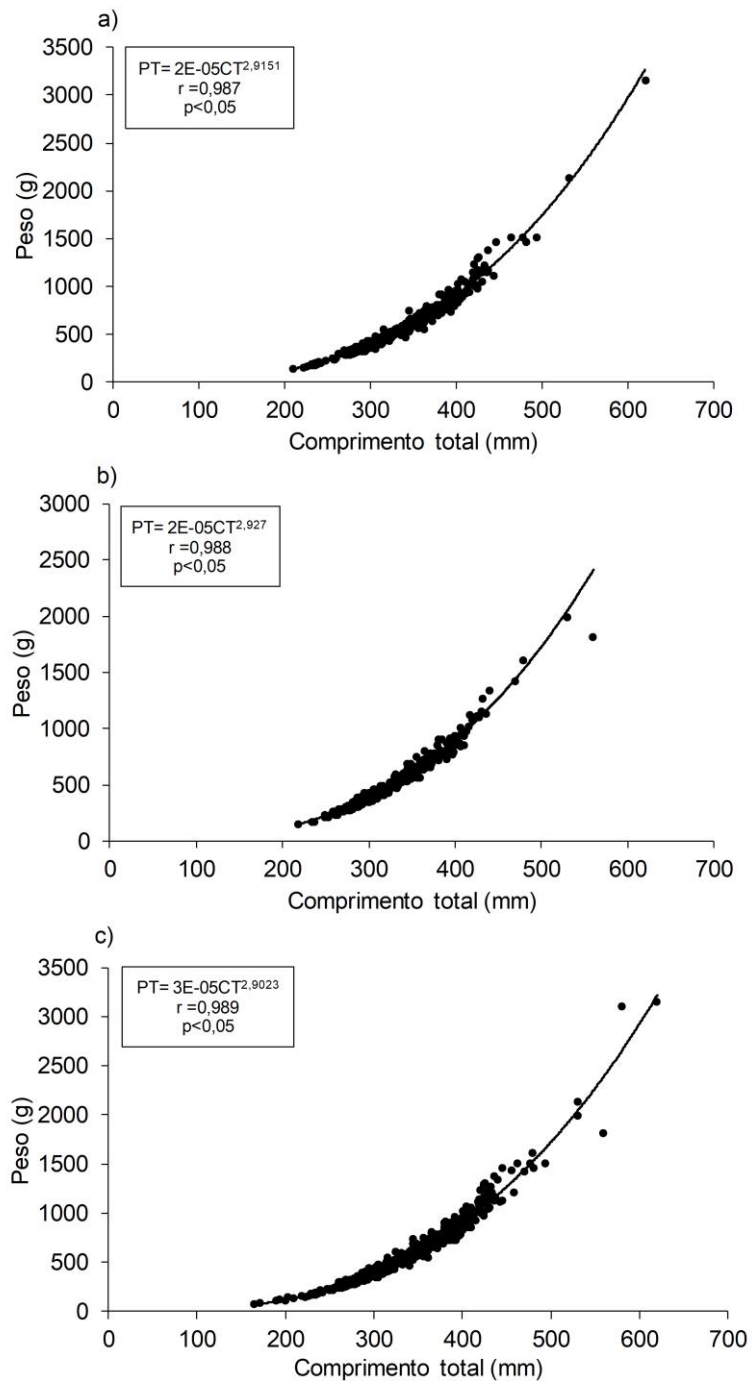


Figura 14. Relação peso-comprimento para fêmeas (a) e machos (b) e todos os exemplares (c) de *P. pagrus* desembarcados na região de Cabo Frio entre janeiro e dezembro de 2017. r = Coeficiente de correlação.

Os modelos que descrevem as relações para sexos separados (fêmeas e machos) e para todos os exemplares (incluindo hermafroditas e indeterminados) e o coeficiente de correlação são apresentados a seguir:

Fêmeas: $\text{Peso (g)} = 2\text{E-}05 \cdot \text{CT}^{2,9151}$ ($r=0,98$)

Machos: $\text{Peso (g)} = 2\text{E-}05 \cdot \text{CT}^{2,927}$ ($r=0,98$)

Todos os exemplares: $\text{Peso (g)} = 3\text{E-}05 \cdot \text{CT}^{2,9023}$ ($r=0,98$)

Desconsiderando-se hermafroditas e indeterminados, dentre os 694 peixes amostrados 52,2% foram fêmeas, enquanto 47,8% foram machos ($X^2=0,19$; $p>0,05$) (Tabela 1). Considerando o período total amostrado, a proporção sexual foi de 1,09 (F:M), com diferenças significativas nas proporções ao longo do ano ($X^2>3,84$; $df=1$). Embora fêmeas tenham predominado em quase todos os meses, não foi possível identificar um padrão nítido.

Tabela 1. Proporção de fêmeas (F), machos (M) de *P. pagrus* em número e frequência relativa; total de machos e fêmeas em número; valores de X^2 espécimes separados por mês.

Meses	Número			Freq. Relativa (%)		X^2	F/M
	F	M	Total	F	M		
Jan	44	33	77	57,3	42,7	2,15	1,34
Fev	28	44	72	38,9	61,1	4,94*	0,64
Mar	24	9	33	72,7	27,3	20,66*	2,67
Abr	20	14	34	58,8	41,2	3,11	1,43
Mai	27	49	76	35,5	64,5	8,38*	0,55
Jun	28	46	74	37,8	62,2	5,92*	0,61
Jul	36	12	48	75,0	25,0	25,00*	3,00
Ago	36	28	64	56,3	43,8	1,56	1,29
Set	18	8	26	69,2	30,8	14,79*	2,25
Out	17	34	51	33,3	66,7	11,11*	0,50
Nov	45	19	64	70,3	29,7	16,50*	2,37
Dez	39	36	75	52,0	48,0	0,16	1,08
Total	362	332	694	52,2	47,8	0,19	1,09

*Valores de X^2 significativos a nível de significância de 95%

Analisando-se as proporções por classes de comprimento total (CT – mm) (Tabela 2) observa-se o predomínio de fêmeas na maioria das classes ($X^2 > 3,84$; $df=1$), principalmente > 350 e 440mm. O número reduzido de espécimes >440mm impede qualquer conclusão sobre a proporção sexual nestas classes de tamanho.

Tabela 2. Proporção de fêmeas (F), machos (M) de *P. pagrus* em número e frequência relativa; total de machos e fêmeas em número; valores de X^2 de espécimes separados por classes de comprimento (CT – mm).

CT (mm)	Número			Freq. Relativa (%)		X^2	F/M
	F	M	Total	F	M		
200	3	1	4	75,0	25,0	25,00*	3,00
230	14	8	22	63,6	36,4	7,44*	1,75
260	42	57	99	42,4	57,6	2,30	0,74
290	91	87	178	51,1	48,9	0,05	1,05
320	57	66	123	46,3	53,7	0,54	0,86
350	76	68	144	52,8	47,2	0,31	1,12
380	46	29	75	61,3	38,7	5,14*	1,59
410	25	11	36	69,4	30,6	15,12*	2,27
440	3	1	4	75,0	25,0	25,00*	3,00
470	3	2	5	60,0	40,0	4,00*	1,50
530	1	1	2	50,0	50,0	0,00	1,00
560		1	1	0,0	100,0	100,00*	0,00
590	1	0	0	100,0	0,0	100,00*	1,09
Total	362	332	693	52,2	47,8	0,19	1,09

*Valores de X^2 significativos a nível de significância de 95%

3. Dimensões dos otólitos

As dimensões obtidas a partir de 600 otólitos cujos dados das medições e pesagem foram analisados estão descritas na Tabela 3.

Tabela 3. Dimensões obtidas sobre otólitos de *P. pagrus*. n = número de peixes; DP = desvio padrão.

	n	Mín. (mm)	Máx. (mm)	Média (mm)
Co	600	6,54	17,90	11,32 (DP±0,055)
Ao	600	4,53	10,05	7,18 (DP±0,0266)
Po	600	0,04	0,59	0,17 (DP±0,0019)

O teste t não apontou diferenças significativas entre as dimensões do otólito esquerdo e direito, quando comparados comprimento (Co) e altura (Ao) dos otólitos, de modo que ambos puderam ser utilizados (Co: $t=1,115$; $p>0,05$, Co: $t=-0,791$; $p>0,05$). Dessa forma, foi selecionado preferencialmente o otólito esquerdo para ser analisado quanto ao padrão de formação das marcas de crescimento. Quando o otólito esquerdo não estava disponível, utilizou-se o direito. Otólitos de machos e fêmeas não apresentaram diferença significativa quanto ao coeficiente angular em todas as relações da morfometria do otólito e do comprimento total do peixe (CT) analisadas, com exceção da relação entre o peso do otólito (Po) e seu comprimento (Co) (Tabela 4).

Tabela 4. Parâmetros dos modelos relacionados às dimensões do otólito de machos e fêmeas e número de amostras. df = Grau de liberdade; F_m = Valor de F da Ancova; p_m = p de significação da ANCOVA; F_b = valor de F do teste de homogeneidade dos coeficientes de inclinação (b); p_b = p de significância do teste de homogeneidade dos coeficientes de inclinação (b).

ANCOVA					
Relação	df	F_m	p_m	F_b	p_b
CT – Co	1	6,568	0,01	4,019	0,050
Ao – Co	1	0,766	0,387	0,1598	0,689
CT – Ao	1	1,428	0,23	2,738	0,090
Po – CT	1	21,88	<0,00*	3,214	0,070
Po – Co	1	19,42	<0,00*	4,156	0,042*
Po – Ao	1	12,84	<0,00*	1,034	0,300

*Valores de p_m e p_b significativos a nível de significância de 95%

De acordo com as análises do teste F (ANOVA), todas as correlações foram significativas para fêmeas e machos, evidenciando o grande potencial dos otólitos para estudos de idade e crescimento relativo em *P. pagrus*. A regressão sobre os dados da relação comprimento total do peixe e comprimento do otólito (Co) está representada na Figura 15a, enquanto as análises de regressão da altura do otólito (Ao) em relação ao seu comprimento (Co) e ao comprimento total do peixe, estão ilustradas nas Figuras 15 b e c.

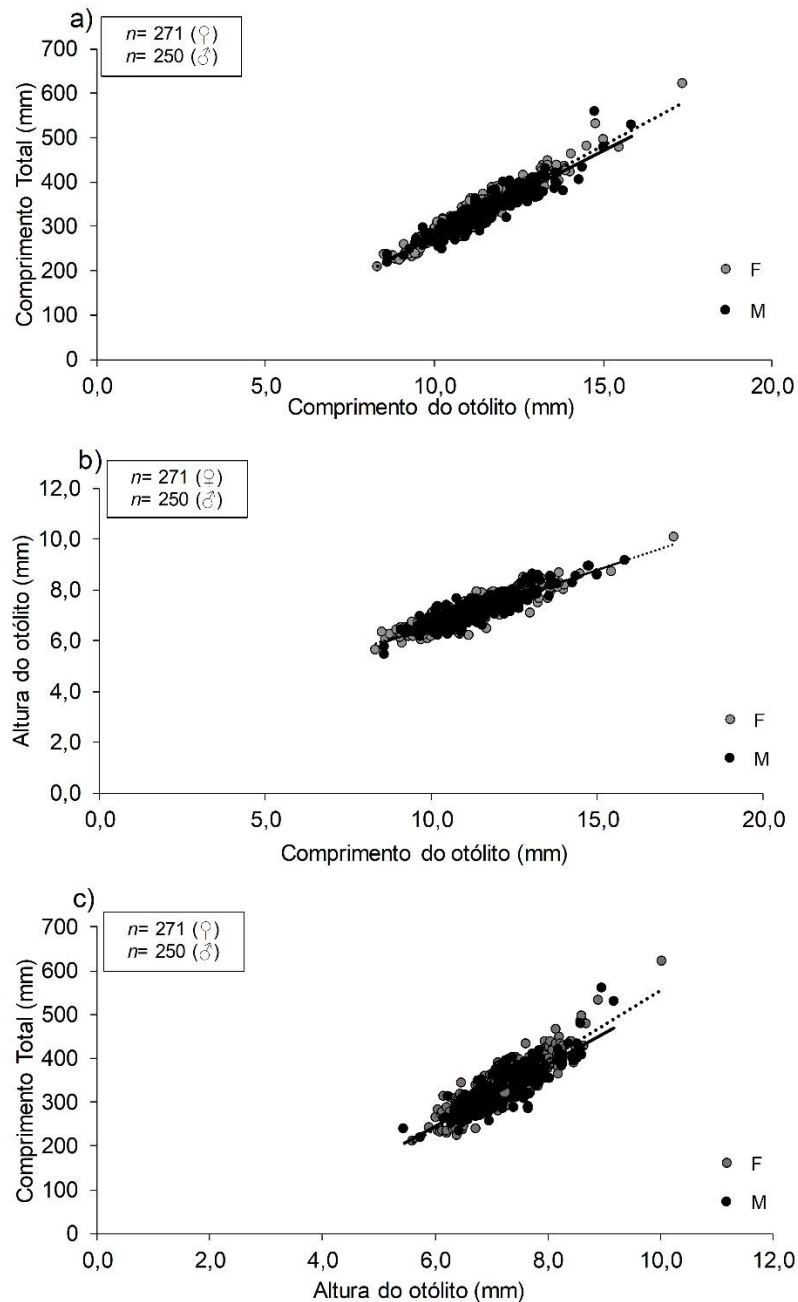


Figura 15. Diagramas de dispersão entre os dados de (a) Comprimento total do peixe (mm) e comprimento do otólito; (b) Altura do otólito e comprimento do otólito; (c) Comprimento do peixe (mm) e altura do otólito para machos (●/—) e fêmeas (○/---) de *P. pagrus*.

As relações entre o peso do otólito (P_o) e o comprimento do peixe (CT), assim como o comprimento do otólito (C_o) e sua altura (A_o), são apresentadas na Figura 16 (a, b e c). Todas foram melhor descritas a partir de modelo potencial.

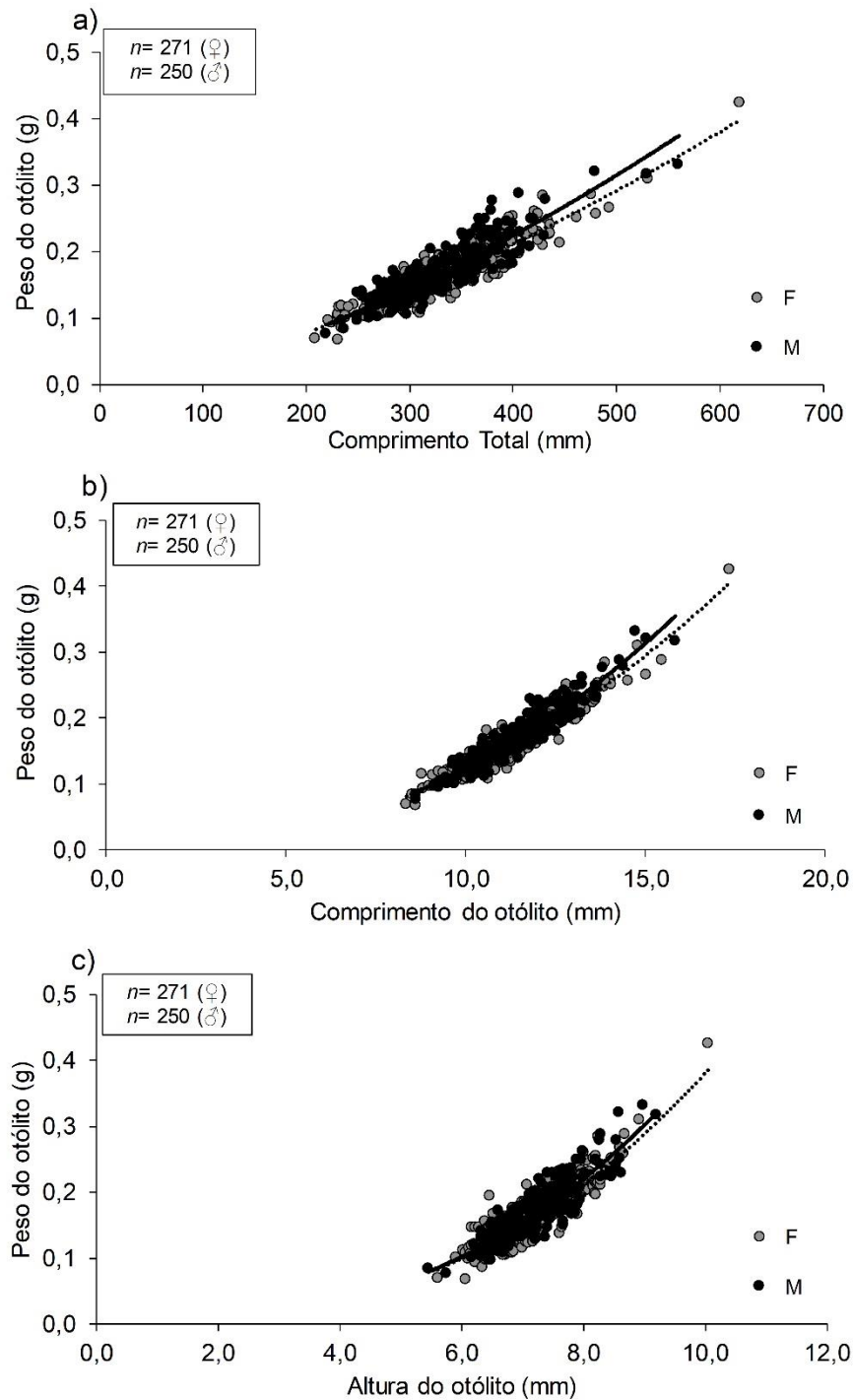


Figura 16. Diagramas de dispersão entre os dados de **(a)** Peso do otólito e comprimento total do peixe; **(b)** Peso e comprimento do otólito; **(c)** Peso e altura do otólito para machos (●/—) e fêmeas (○/···) de *P. pagrus*.

As relações entre o comprimento do peixe e dimensões do otólito separadamente para machos, fêmeas e todos os espécimes (incluindo indeterminados e hermafroditas) estão representadas na Tabela 5, assim como

os coeficientes angular e linear, número de otólitos analisados e o valor do coeficiente de correlação.

Tabela 5. Parâmetros dos modelos relacionados às dimensões do otólito e comprimento total do peixe (CT). a = coeficiente linear; b = coeficiente angular; n = número de peixes; r = coeficiente de correlação de Pearson.

Modelo	Sexo	a	b	n	r
	Machos	2,442	1,381	271	0,95
CT – Lo	Fêmeas	2,592	1,317	250	0,93
(Linear)	Total	2,539	1,341	600	0,95
	Machos	0,311	0,684	271	0,89
Ho – Lo	Fêmeas	0,295	0,690	250	0,88
(Linear)	Total	0,288	0,693	600	0,90
	Machos	2,498	1,672	271	0,89
CT – Ho	Fêmeas	2,773	1,530	250	0,85
(Linear)	Total	2,579	1,630	600	0,88
	Machos	$2 \cdot 10^{-5}$	1,521	271	0,90
Wo – CT	Fêmeas	$4 \cdot 10^{-5}$	1,448	250	0,88
(Potencial)	Total	$2 \cdot 10^{-5}$	1,531	600	0,90
	Machos	$6 \cdot 10^{-4}$	2,284	271	0,94
Wo – Lo	Fêmeas	$8 \cdot 10^{-4}$	2,181	250	0,93
(Potencial)	Total	$7 \cdot 10^{-4}$	2,258	600	0,94
	Machos	$9 \cdot 10^{-4}$	2,678	271	0,87
Wo – Ho	Fêmeas	$9 \cdot 10^{-4}$	2,620	250	0,87
(Potencial)	Total	$7 \cdot 10^{-4}$	2,756	600	0,89

4. Leitura dos anéis

4.1. Idade

Com base na contagem mensal de anéis opacos em luz refletida nos otólitos de *P. pagrus*, pôde-se evidenciar a ocorrência de fêmeas em classes etárias entre 2 e 12 anos e de machos entre 2 e 9 anos (Fig. 17).

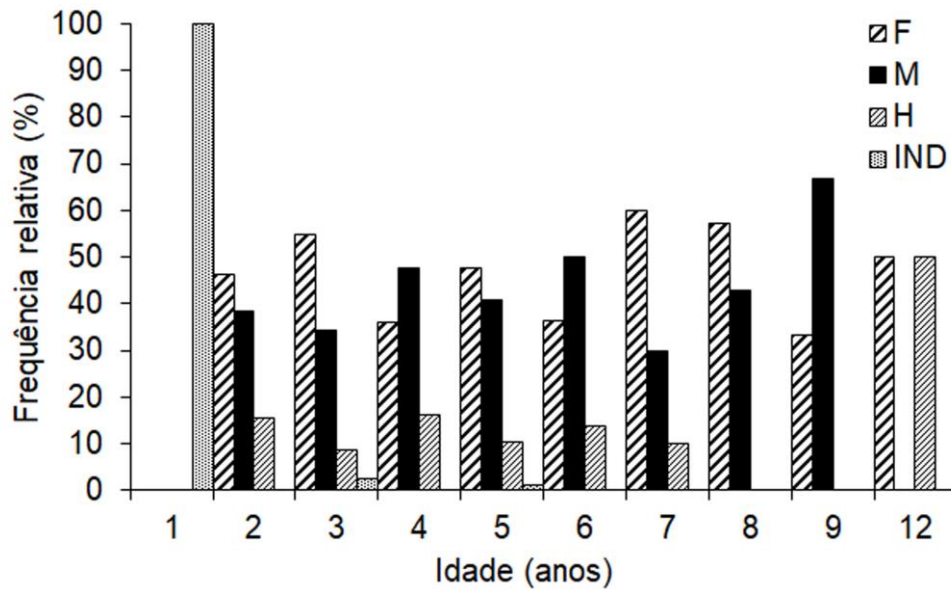


Figura 17. Frequência relativa por classe etária de fêmeas (F), machos (M), hermafroditas (H) e indeterminados (IND - inclui imaturos) de *P. pagrus*.

Fêmeas foram mais frequentes na maior parte das classes de idade, com exceção de 4, 6 e 9 anos, nas quais predominaram os machos. Peixes sem sexo identificado (que inclui imaturos) ocorreram em idades de 1, 3 e 6 anos, com imaturos constituindo 100% dos indivíduos na classe de 1 ano. Hermafroditas ocorreram ao longo de todas as classes de idade, com exceção de 1 ano.

4.2. Medições do raio das marcas de crescimento

Na Tabela 6 é apresentado o resumo estatístico dos raios medidos em relação às idades para o total de espécimes. A baixa proporção de indivíduos acima de 8 anos resultou em desvios altos ou inexistentes.

Tabela 6. Resumo estatístico das medidas dos raios dos anéis visualizados em cortes de otólitos de *P. pagrus*. *n* = número de vezes que o anel foi lido; DP = Desvio padrão.

Anel	Média (mm)	DP	Mín.	Máx	<i>n</i>
1	2,425	0,374	1,432	5,303	337
2	2,683	0,385	0,323	5,806	331
3	2,898	0,363	1,983	6,247	323
4	3,083	0,382	2,04	6,623	247
5	3,236	0,429	2,534	6,921	147
6	3,378	0,544	2,638	7,288	76
7	3,601	0,789	2,87	7,582	32
8	4,302	1,429	3,307	7,968	8
9	4,684	1,892	4,14	8,399	4
10	4,836	0	4,836	4,836	1
11	4,992	0	4,992	4,992	1
12	5,152	0	5,152	5,152	1

5. Validação

5.1. Incremento Marginal (IM) e tipo de borda dos otólitos

A validação foi realizada para todos os dados de machos e fêmeas, além dos dados de todos os peixes agrupados.

Fêmeas apresentaram uma maior frequência de bordas hialinas associadas com a menor média de IM, que foi durante a primavera (ANOVA: $F=2,857$; $df=3$; $p<0,05$) (Fig. 18). Em machos a maior frequência de bordas hialinas ocorreu durante o verão, também coincidindo com o período de menores valores de IM (Fig. 19). Os machos, porém, não apresentaram diferenças significativas entre as médias de IM (ANOVA: $F=0,659$; $df=3$; $p=0,59$).

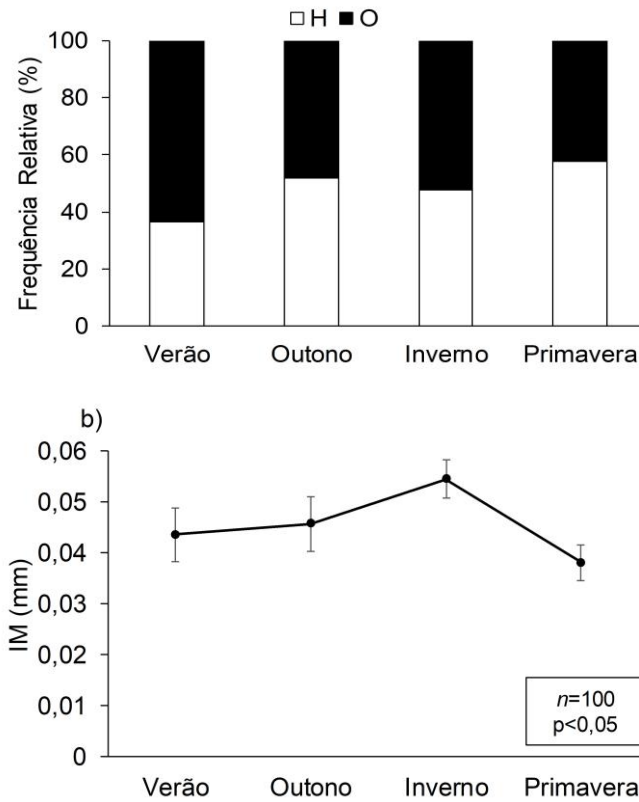


Figura 18. Distribuição sazonal de bordas (a) e incremento marginal (b) de fêmeas de *P. pagrus*. Barras verticais indicam erro padrão e n = número de valores de IM.

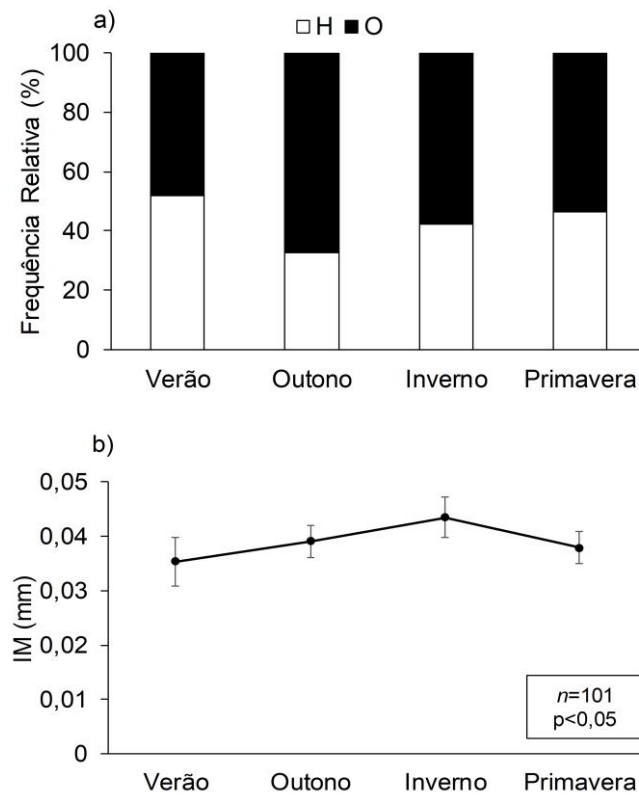


Figura 19. Distribuição sazonal de bordas (a) e incremento marginal (b) de machos de *P. pagrus*. Barras verticais indicam erro padrão e n = número de valores de IM.

Quando analisados todos os espécimes (fêmeas, machos, hermafroditas e indeterminados) a maior frequência de bordas hialinas foi observada durante a primavera, mesmo período de ocorrência da menor média de IM, que foi significativamente diferente das outras estações do ano (ANOVA: $F=3,943$; $df=3$; $p<0,05$) (Fig. 20).

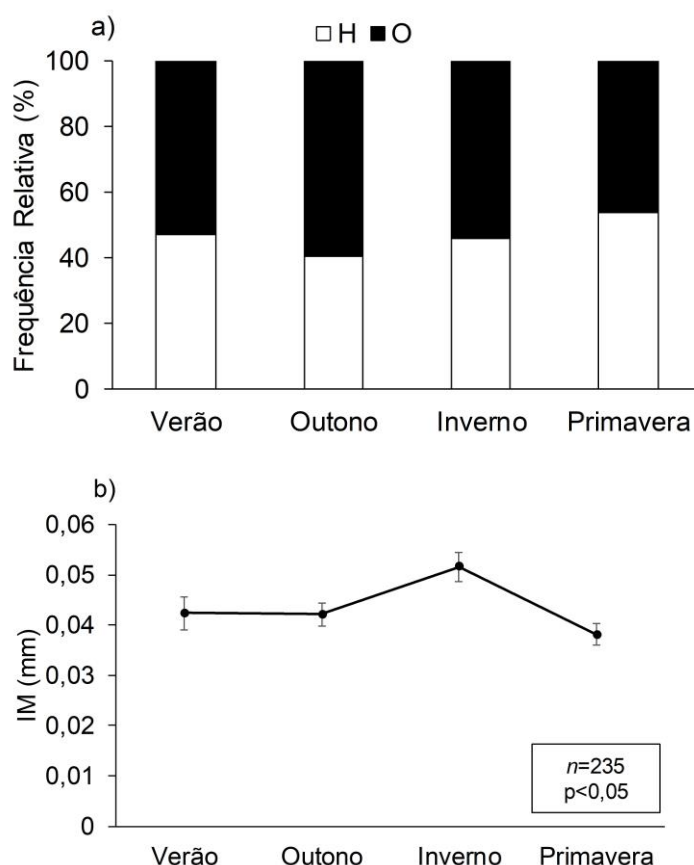


Figura 20. Distribuição sazonal do tipo de borda e dos valores de Incremento Marginal (IM) médio para todos os espécimes de *P. pagrus*. Barras verticais indicam erro padrão e n = número de valores de IM.

Os dados analisados indicam que, embora as variações sazonais nesses dois indicadores sejam pouco evidentes, é possível assumir a formação de um único anel de crescimento durante a primavera.

5.2. Legibilidade

Foram lidos 565 otólitos, a maior parte (46%) classificada como legível bom (2) ou ótimo (3). Otólitos ilegíveis corresponderam a 11% da amostra. O grau de legibilidade esteve mais claramente relacionado à idade que ao

comprimento total do peixe (Figs. 21 e 22). Com o avanço em idade, os anéis tornam-se em geral menos evidentes na matriz do otólito, apresentando-se relativamente menos definidos, principalmente à medida que se aproximam da margem do otólito.

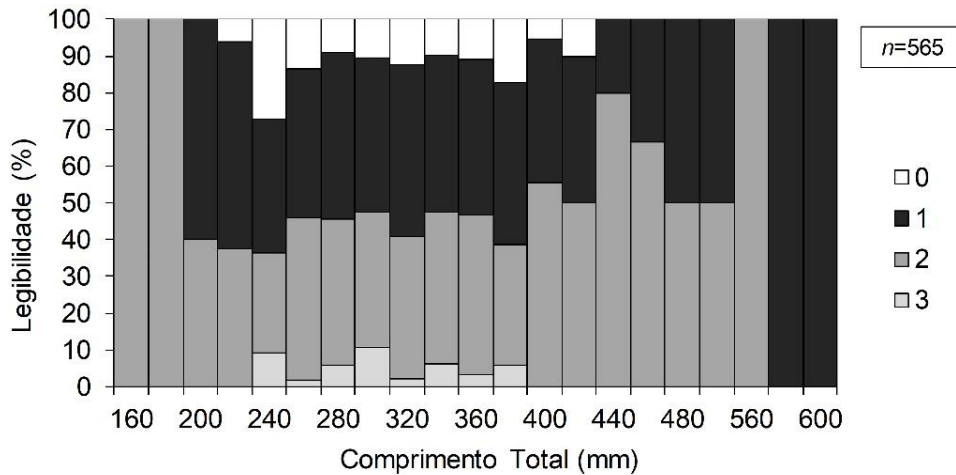


Figura 21. Percentagem de classes de legibilidade por comprimento total do peixe (CT – mm).

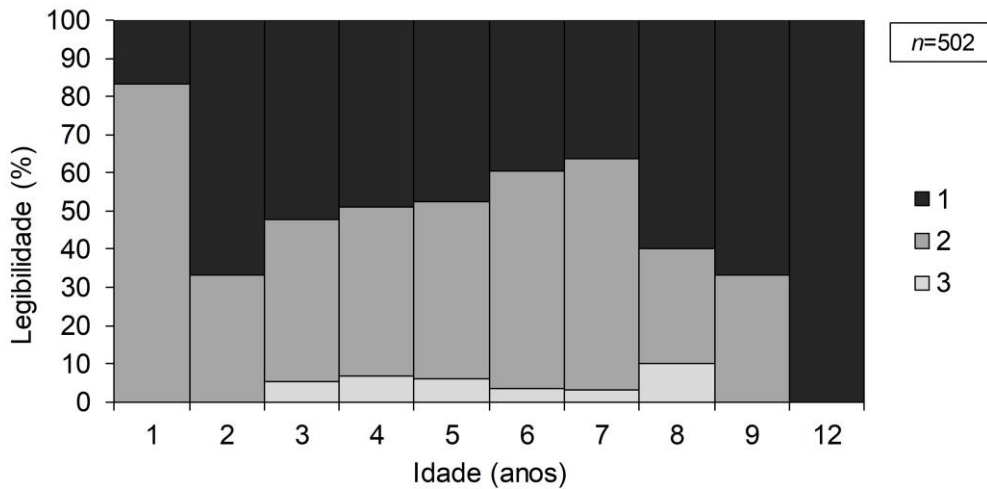


Figura 22. Percentagem de classes de legibilidade por idades observadas de *P. pagrus*.

Com base nos valores médios do Coeficiente de Variação (CV=5,87) e Erro Percentual Médio (EPM=5,48%) pôde-se inferir que as leituras apresentaram pouca variabilidade entre o número de anéis observados entre sucessivas leituras.

6. Composição etária

Considerando a formação de um único anel anual, foi possível construir uma chave de comprimento-idade para fêmeas e machos do pargo-rosa (Tabelas 7 e 8). A maior proporção de fêmeas correspondeu à idade de 3 anos (29%), a qual foi mais numerosa na classe de comprimento de 280mm (39%). Houve sobreposição de comprimentos para diferentes idades, principalmente na classe de 380mm.

Tabela 7. Chave comprimento-idade para fêmeas de *P. pagrus*. CT = Comprimento total (mm).

CT (mm)	2	3	4	5	6	7	8	9	12	Total Geral
200	1									1
220	2	7								9
240		3	2							5
260	1	10	2							13
280	2	25	14							41
300		8	13	11						32
320		4	2	6	1					13
340		7	9	10	4					30
360			7	13	6	3	1			30
380			6	6	4	1	1			18
400				4	1	5	1			11
420				1	4	6	1			12
440						1	1			2
460								1		1
480					1	1				2
520						1				1
540										0
560										0
580										0
600									1	1
Total	6	64	55	51	21	18	5	1	1	222

A maior proporção de machos correspondeu à idade de 4 anos, em classes de tamanho de 280mm (32,8%). Assim como nas fêmeas, houve considerável sobreposição de tamanhos para uma mesma idade, aspecto característico nas espécies de crescimento lento.

Tabela 8. Chave comprimento-idade para machos de *P. pagrus*. CT = Comprimento total (mm).

CT (mm)	2	3	4	5	6	7	8	9	Total Geral
200	1								1
220	1	1							2
240		2							2
260	2	11	6						19
280	1	13	24	3					41
300		4	13	11					28
320		7	11	6	1	1			26
340		2	10	10	11	2			35
360			5	6	6	4	1		22
380			3	4	6	4	1		18
400			1	2	2				5
420				1	2		1		4
440							1		1
460					1	1			2
480									0
500									0
520								1	1
540									0
560								1	1
Total	5	40	73	43	29	12	4	2	208

7. Relação entre Comprimento total (CT) e raio do otólito

Machos e fêmeas apresentaram diferença significativa (ANCOVA: $F=4,083$; $df=1$; $p<0,05$) no coeficiente angular (b) da relação entre o raio do otólito e o comprimento total (Fig. 23). As correlações de machos ($r=0,79$) e fêmeas ($r=0,88$) foram significativas (machos: $F=382$; $df=1$; $p<0,05$; fêmeas: $F=181$; $df=1$; $p<0,05$) e correlacionadas linearmente com o comprimento total, indicando que o raio do otólito pode ser considerado um bom estimador do comprimento do peixe.

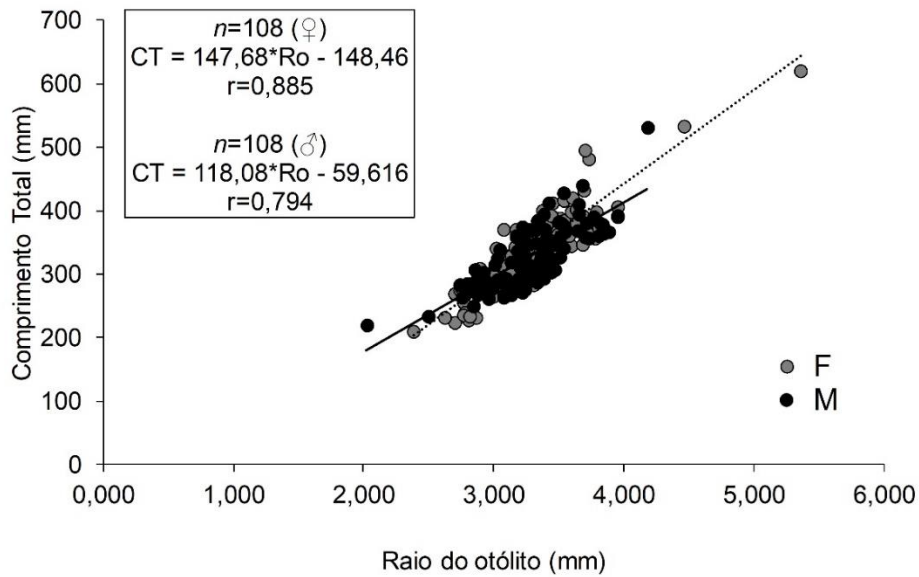


Figura 23. Relação entre Comprimento Total do peixe (CT - mm) e o raio do otólito de machos (●/—) e fêmeas (●/...) de *P. pagrus*.

8. Retrocálculo

Os valores retrocalculados de comprimento total para fêmeas e machos e todos os espécimes são apresentados na Tabela 9. Quando comparadas através do desvio padrão, as médias de comprimento total observado apresentado por *P. pagrus* apresentou menor variabilidade em relação aos comprimentos retrocalculados. Os mesmos também apresentaram menores médias por classe etária quando comparados aos observados e o desvio padrão tendeu a aumentar com a idade. Entretanto, o método permitiu um aumento considerável no número de amostras, principalmente nas classes etárias entre 1 e 3 anos.

Tabela 9. Comprimento total (CT - mm) médio retrocalculados e observados de *P. pagrus*. CT = Comprimento Total (mm); n = número de peixes amostrados com idades lidas em otólitos; DP = desvio padrão; m = número final de peixes cujos comprimentos foram retrocalculados

Fêmeas				Idades											
Idade	n	CT	DP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	3	220	9	210	215										
3	27	289	35	257	271	280									
4	29	325	44	284	296	308	318								
5	25	357	31	301	315	327	336	348							
6	12	370	39	298	316	331	342	353	363						
7	9	419	53	329	346	360	372	384	439	408					
8	2	401	30	333	345	356	364	372	380	386	421				
12	1	620	0	421	444	468	490	504	518	531	546	561	574	588	602
108			m	108	108	105	78	49	19	12	3	1	1	1	1
			DP	-	44	44	44	42	56	59	63	1	1	1	1

Machos				Idades								
Idade	n	CT	DP	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	2	243	24	222	235							
3	23	289	27	238	261	279						
4	37	316	34	257	275	291	304					
5	23	336	40	262	283	299	313	326				
6	12	370	25	270	295	316	332	346	359			
7	9	374	14	270	290	310	327	342	353	363		
8	1	440	0	309	325	345	364	378	390	405	417	
9	1	530	0	380	397	416	435	454	418	493	509	525
108			m	108	108	106	83	46	23	11	2	1
			DP		32	33	35	36	32	40	46	0

Total				Idades											
Idade	n	CT	DP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	6	188	15	184											
2	5	229	20	215	223										
3	50	289	31	248	266	280									
4	66	320	39	269	285	298	310								
5	48	347	37	283	300	314	325	338							
6	24	370	33	284	305	323	337	350	361						
7	18	396	45	299	318	335	349	363	379	385					
8	3	414	30	325	338	352	364	374	383	392	419				
9	1	530	0	380	397	416	435	454	474	493	509	525			
12	1	620	0	421	444	468	490	504	518	531	546	561	574	588	602
222			m	222	216	211	161	95	42	23	5	2	1	1	1
			DP	42	40	40	41	41	47	54	56	18	1	1	1

9. Curva de crescimento

Os parâmetros do modelo de crescimento em comprimento para fêmeas, machos e todos os espécimes de *P. pagrus* são apresentadas na Tabela 10. Fêmeas atingem maior tamanho, crescem mais lentamente ($k = 0,268$) que os machos, que são menores ao fim da vida, mas crescem mais rapidamente ($k = 0,379$). Na Tabela 11 é apresentada uma compilação dos parâmetros de crescimento disponíveis para a espécie, podendo-se compará-los diretamente.

Tabela 10. Parâmetros de crescimento, determinados diretamente sobre o modelo de von Bertalanffy ajustado sobre os dados de tamanho e idades observadas por sexo e todos os peixes.

	Equação
Fêmeas	$L(t) = 470,3.[1 - e^{-0,268(t - (-0,04))}]$
Machos	$L(t) = 409,3.[1 - e^{-0,379(t - (-0,04))}]$
Todos	$L(t) = 428,1.[1 - e^{-0,356(t - (-0,10))}]$

As curvas de crescimento com os dados de comprimento total em relação às idades determinadas a partir de leituras de otólitos foram ajustadas (Fig. 24). Uma comparação das curvas de crescimento de *P. pagrus* para diferentes métodos em diferentes regiões do mundo (Figs. 25 e 26) indica que os parâmetros obtidos no presente estudo se encontram ajustados aos diferentes cenários de crescimento da espécie.

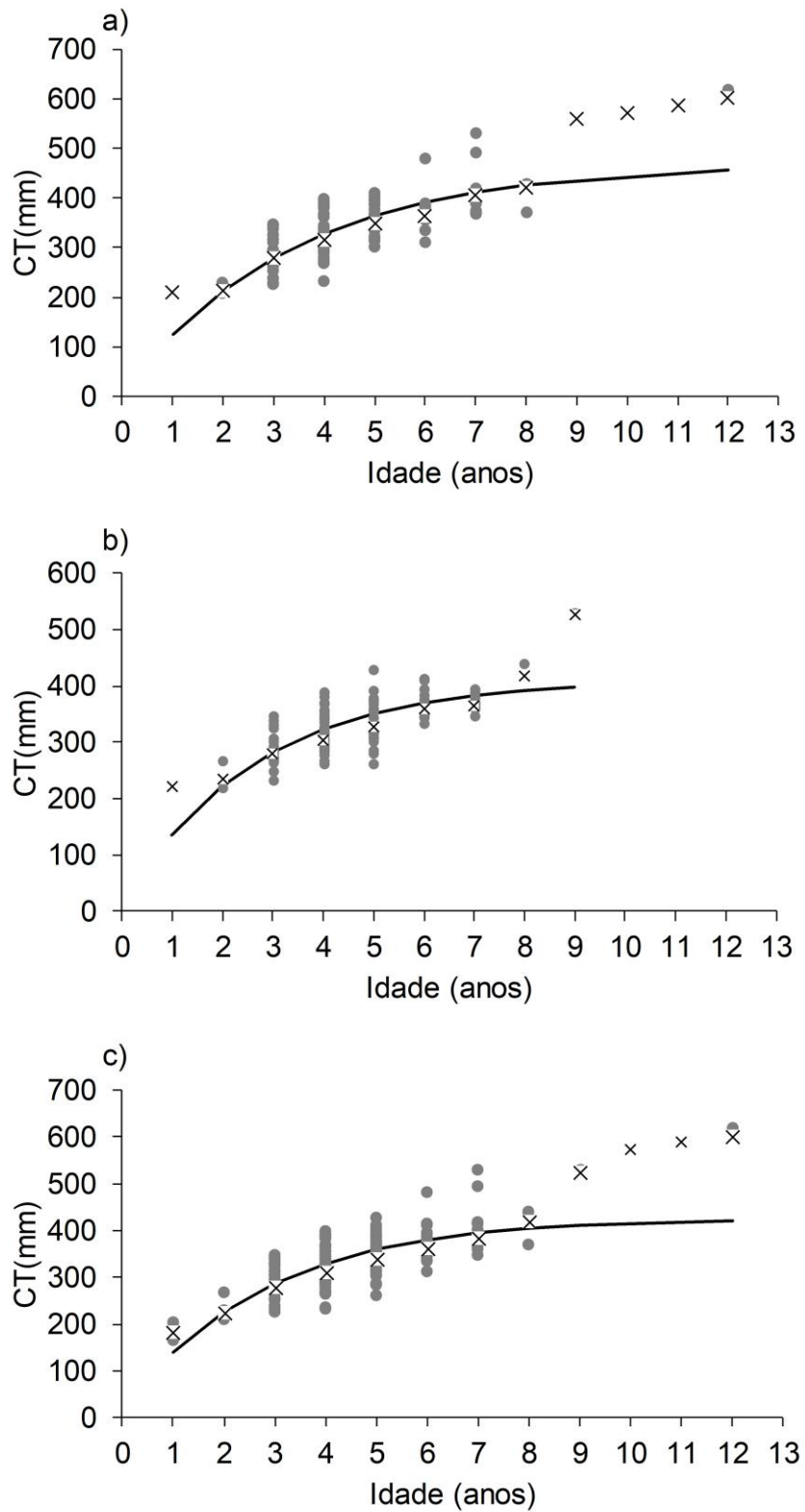


Figura 24. Curvas de crescimento em comprimento total estimadas para fêmeas (a), machos (b) e todos os espécimes (c). (●) comprimentos observados; (x) comprimentos médios retrocalculados; (—) curva de crescimento estimada a partir da equação de von Bertalanffy.

As curvas de crescimento presentes na literatura estimadas a partir de dados sobre análise de escamas, assim como otólitos e a do presente estudo, estão graficamente representadas na Figuras 25 e 26, respectivamente. A curva de crescimento estimada por Haimovici (1991) (*apud*. Ávila-da-Silva e Haimovici, 2006) para *P. pagrus* sobre dados de escamas, representada pela equação $L_t = 446.[1 - e^{-0,237(t - (-0,551))}]$, foi a mais similar àquela obtida no presente estudo.

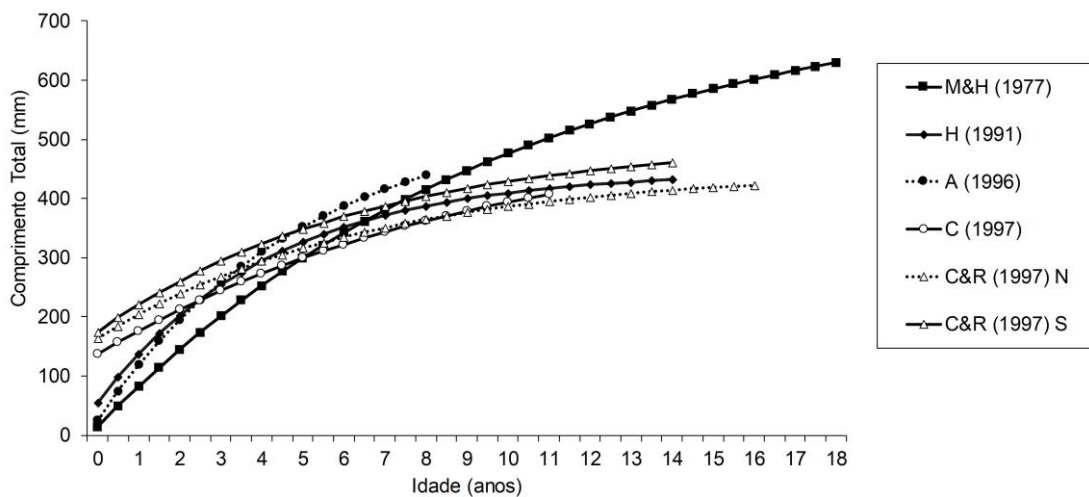


Figura 25. Comparação de curvas de crescimento de von Bertalanffy obtidas em estudos anteriores em várias localidades do Oceano Atlântico utilizando escamas. M&H = Manooch e Huntsman (1977); H= Haimovici (1991); A = Ávila-da-Silva (1996); C = Costa *et al.* (1997); C&R = Cotrina e Raimondo (1997) para estoque ao norte e ao sul da Argentina.

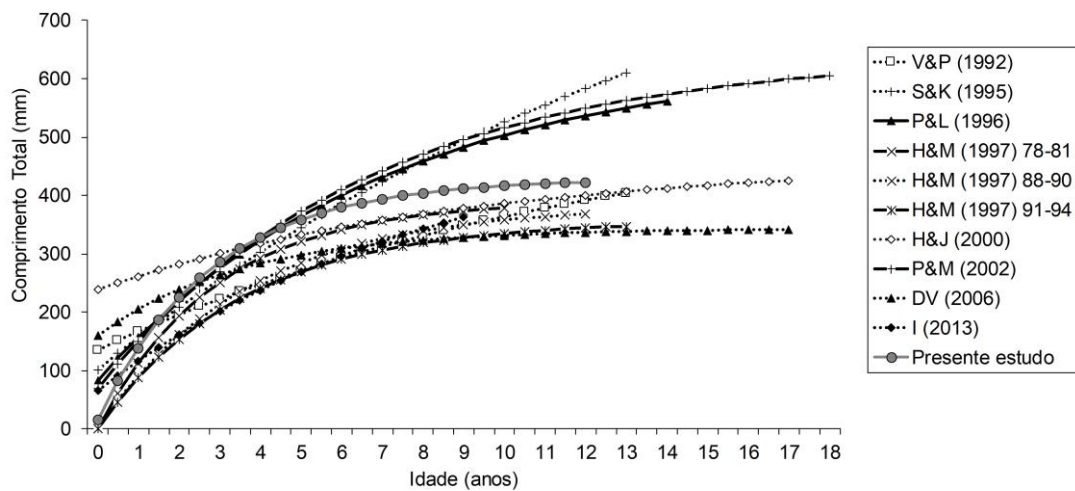


Figura 26. Comparação de curvas de crescimento de von Bertalanffy obtidas em estudos anteriores em várias localidades do Oceano Atlântico utilizando otólitos. V&P = Vassilopoulou e Papaconstantinou (1992); S&K = Serafim e Krug (1995); P&L = Pajuelo e Lorenzo (1996); H&M = Harris e McGovern (1997) de três conjuntos dados de diferentes anos; H&J = Hood e Johnson (2000); P&M = Potts e Manooch (2002); DV = DeVries (2006); I = Işmen et al. (2013).

10. Índice de performance de crescimento

O índice de performance de crescimento obtido para *P. pagrus* no presente estudo foi 4,80 (Tabela 11). Valores semelhantes foram obtidos para a espécie no Brasil na década de 1990 (Costa *et al.* 1997; Ávila-da-Silva, 1996), assim como nos Açores (Serafim e Krug, 1995) e nos EUA (Potts e Manooch, 2002).

Tabela 11. Parâmetros de crescimento obtidos na literatura e no presente estudo para *P. pagrus*. L_{∞} = Comprimento assintótico; k = Taxa de crescimento; t_0 = idade no comprimento teórico zero; ϕ = Índice de performance de crescimento.

Referência	Método	L_{∞} (mm)	k	t_0	ϕ	Local
Manooch e Huntsman (1977)	FISAT* (escamas)	843	0,07	-2,915	4,71	EUA
Manooch e Hassler (1978)	Método direto (escamas)	746	0,09	-1,880	4,70*	EUA
Harris e McGovern (1997)	Otólitos (1978-1981)	391,4	0,343	0	4,72	EUA
Harris e McGovern (1997)	Otólitos (1988-1990)	382,7	0,273	0	4,60	EUA
Harris e McGovern (1997)	Otólitos (1991-1994)	356,4	0,281	0	4,55	EUA
Potts e Manooch (2002)	Otólitos	644	0,15	-0,760	4,79*	EUA
Hood e Johnson (2000)	Otólitos	459	0,11	-6,600	4,37	GM
DeVries (2006)	Otólitos	343,2	0,28	-2,250	4,52*	GM
Vassilopoulou e Papaconstantinou (1992)	FISAT* (otólitos)	556	0,11	-2,026	4,56	Grécia
Serafim e Krug (1995)	Otólitos ¹	1.030	0,06	-1,700	4,81*	Açores
	Otólitos ²	1.040	0,06	-0,700	4,81*	
	Método indireto	1.020	0,06	-1,000	4,80*	
Pajuelo e Lorenzo (1996)	Otólitos	639	0,14	-0,994	4,76*	Espanha
Işmen <i>et al.</i> (2013)	Otólitos	515,9	0,12	-1,130	4,50*	Mar Egeu
Cotrina (1977)	FISAT* (escamas)	427	0,29	-0,019	4,72	Argentina
Cotrina e Raimondo (1997) Escamas	Área norte	447	0,15	-2,960	4,49*	Argentina
	Área sul	499	0,15	-2,810	4,58*	
Haimovici (não publ.)	FISAT* (escamas)	437	0,27	-0,291	4,72	Rio Grande do Sul (BR)
Ávila-da-Silva (1996) - Urohial	F-Lee	540	0,17	-0,089	4,70	São Paulo (BR)
	BPH-SPH	535	0,17	-0,032	4,70	
Ávila-da-Silva (1996) - Método indireto¹	Não sazonal	559	0,20	-	4,79	São Paulo (BR)
	Sazonal	549	0,25	-	4,87	
Ávila-da-Silva (1996) - Método indireto²	Não sazonal	559	0,25	-	4,89	São Paulo (BR)
	Sazonal	551	0,28	-	4,93	
Ávila-da-Silva (1996) - Método indireto³	Gulland & Holt	542	0,22	-	4,81	São Paulo (BR)
Ávila-da-Silva (1996) - Escamas	F-Lee	551	0,19	-0,297	4,76	São Paulo (BR)
	BPH-SPH	546	0,19	-0,235	4,77	
Costa <i>et al.</i> (1997)	Escamas	528	0,10	-2,780	4,48*	Cabo Frio (BR)
Presente estudo Otólitos	Fêmeas	470	0,29	-0,040	4,80	Cabo Frio (BR)
	Machos	409	0,37	-0,040	4,80	
	Total	428	0,35	-0,100	4,80	

FISAT* = Parâmetros calculados a partir de dados de retrocálculo de cada estudo por Ávila-da-Silva (1996); F-Lee: método Fraser-Lee; não sazonal = equação von Bertalanffy sem variação sazonal (sistema ELEFAN I); sazonal = equação de von Bertalanffy com variação sazonal (sistema ELEFAN II); GM = Golfo do México; ϕ^* = valores de phi calculados no presente estudo.

11. Mortalidade

As taxas de mortalidade total (Z) obtidas através das curvas de capturas baseadas na frequência de indivíduos por classe etária para fêmeas, machos e o total de espécimes estão representadas na Figura 26. Machos e fêmeas estão completamente recrutados à pesca a partir da idade de 4 anos, quando atingem aproximadamente 320mm de comprimento total.

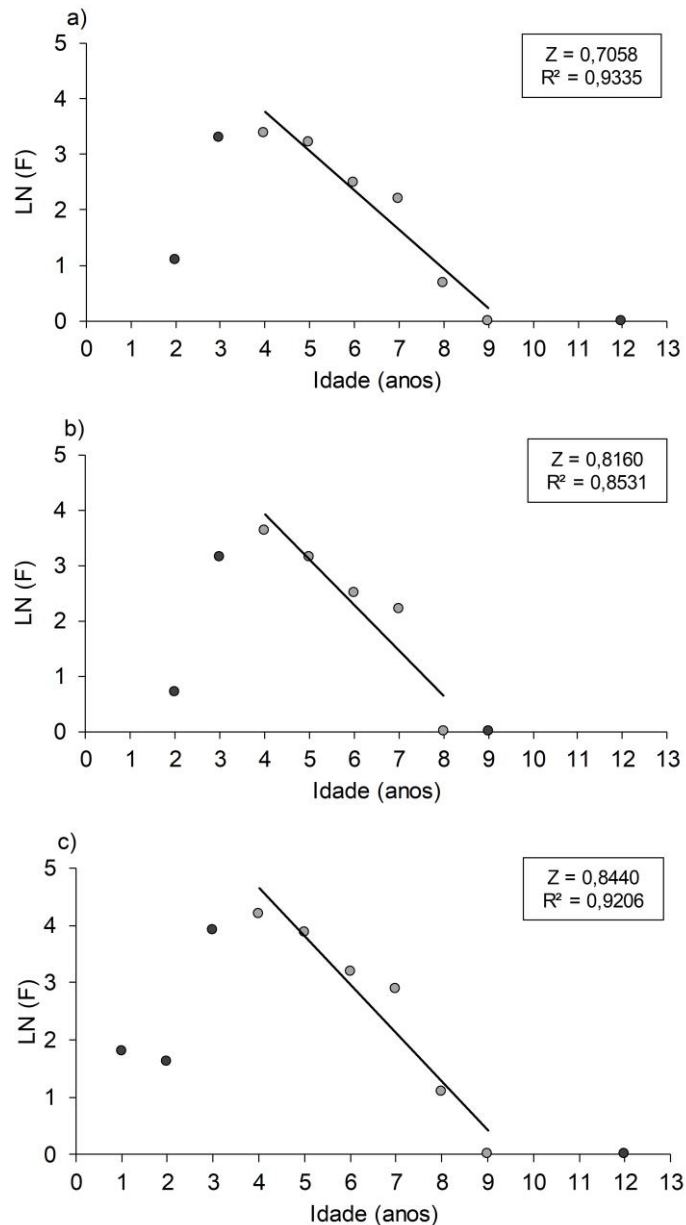


Figura 27. Curvas de mortalidade total (Z) estimadas sobre os dados de composição de tamanho de fêmeas (a), machos (b) e todos os espécimes (c). (○) representa dados utilizados na estimativa e (●) representa os não utilizados. Z e R^2 representam valores de mortalidade total e coeficiente de determinação, respectivamente.

Os valores de taxa de mortalidade total (Z) obtidas foram:

Fêmeas: $Z = 0,70 \text{ ano}^{-1}$ ($R^2=0,93$)

Machos: $Z = 0,81 \text{ ano}^{-1}$ ($R^2=0,85$)

Todos os espécimes: $Z = 0,84 \text{ ano}^{-1}$ ($R^2 = 0,92$)

11.1. Mortalidade Natural (M)

Os valores de mortalidade natural (M) estimados por diferentes métodos para fêmeas, machos e o total, encontram-se representados na Tabela 12. A média calculada entre os mesmos foi utilizada para o cálculo de mortalidade por pesca.

Tabela 12. Valores de mortalidade natural (M) estimados a partir de diferentes modelos através do site *Barefoot Ecologist's Toolbox*.

Método	Fêmeas	Machos	Total
Then (2015) ^{1a}	0,43	0,57	0,43
Then (2015) ^{1b}	0,45	0,61	0,45
Jensen (1996)	0,45	0,57	0,53
Pauly (1980)	0,31	0,38	0,36
Chen-Wat (1989)	0,45	0,56	0,50
Média	0,43	0,55	0,47

^{1a}= equação derivada de Ehrhardt e Ault (1992); ^{1b}= equação derivada de Gedamke e Hoenig (2006)

11.2. Mortalidade por pesca (F) e taxa de exploração (E)

A taxa de mortalidade por pesca (F) estimada a partir dos valores de mortalidade total (Z) e das médias dos valores estimados de mortalidade natural (M) foi $F = 0,28 \text{ ano}^{-1}$ para fêmeas, $F = 0,27 \text{ ano}^{-1}$ para machos, e $F = 0,37 \text{ ano}^{-1}$ para todos os espécimes.

A taxa de exploração (E) estimada a partir dos valores de mortalidade por pesca (F) e taxa de mortalidade total (Z) foi de $E=0,39$ para fêmeas, $E=0,34$ para machos e $E=0,44$ para o total.

Uma compilação dos valores de mortalidade total (Z), mortalidade natural (M), mortalidade por pesca (F), taxa de exploração (E), temperatura do ambiente (T°C) utilizada para obtenção dos valores de mortalidade natural e a idade de

primeira captura (T_c) obtidos na literatura e no presente estudo são apresentadas na Tabela 13.

Tabela 13. Compilação dos valores de mortalidade total (Z), mortalidade natural (M), mortalidade por pesca (F), taxa de exploração (E), temperatura do ambiente (T °C) e idade de primeira captura (I_c) obtidos na literatura e no presente estudo.

Referência	Sexo	Z (ano ⁻¹)	M (ano ⁻¹)	F (ano ⁻¹)	E	T (°C)	I_c (anos)
Manooch e Huntsman (1977)		0,32-0,52	-	-	-	-	5
Vassilopoulou e Papaconstantinou (1992)		0,34	0,22	0,13	0,37	16	±3
Pajuelo e Lorenzo (1996)		0,56	0,32	0,24	0,43	-	±2
Hood e Johnson (2000)		0,54-0,87	0,32	0,24	0,43	-	±4
Ávila-da-Silva (1996) 1988-1991		0,85	0,43	0,42	0,52	18	±2
Ávila-da-Silva (1996) 1994/1995		0,93	0,57	0,36	0,4	18	±3
Presente estudo	Fêmeas	0,70	0,43	0,28	0,39		
	Machos	0,80	0,55	0,27	0,34	20	4*
	Total	0,80	0,47	0,37	0,44		

* = valor de mortalidade total com base na curva de captura

DISCUSSÃO

O teste realizado sobre os valores de b calculados para fêmeas (2,91) e machos (2,92) indicou que não há diferença significativa no peso em relação ao comprimento quando comparados machos e fêmeas. Os valores também estiveram dentro da faixa dos valores anteriormente registrados para a espécie, entre 2,7 e 3,0 (Dias *et al.*, 1972; Manooch e Hassler, 1978; Vassilopoulou e Papaconstantinou, 1992; Ávila-da-Silva, 1996; Pajuelo e Lorenzo, 1996; Costa *et al.*, 1997; Hood e Johnson, 2000; Potts e Manooch, 2002; Minos *et al.*, 2008).

Diferenças nesta relação, entretanto, foram apontadas no trabalho de Manooch e Huntsman (1977), onde machos de pargo-rosa capturados nas Carolinas apresentaram-se levemente mais pesados que fêmeas, assim como indicaram Vassilopoulou & Papaconstantinou (1992). No trabalho realizado por Cotrina (1986) na Argentina, porém, fêmeas se apresentaram mais pesadas que

machos na porção norte da área de estudo, enquanto o contrário foi visto na porção mais ao sul. Ávila da Silva (1996) aponta que diferenças para esta relação entre diferentes estoques de pargo-rosa seriam justificadas pela taxa de crescimento orgânico instraespecífica, que pode variar em resposta à temperatura, disponibilidade de alimento, além de luz, oxigênio e outras variáveis, como indicado por Weatherley (1990).

Devries (2006) apontou a existência de dimorfismo sexual entre machos e fêmeas de pargo-rosa explorados no Golfo do México, com diferenças na coloração da pré-maxila (lábio superior) e, em menor grau, no focinho e na testa ao longo do ano, principalmente em peixes mantidos em gelo durante algumas horas, como ocorreu no presente estudo. Nossos espécimes, porém, não apresentaram aparente dimorfismo sexual, assim como descrevem diversos estudos acerca do tema (Manooch e Huntsman, 1977; Vassilopoulou e Papaconstantinou, 1992; Ávila-da-Silva, 1996).

Os resultados da análise de proporção sexual obtidos (1,09:1) podem ser explicados principalmente pela presença de hermafroditas ao longo do ano, o que levaria a uma estabilidade da proporção sexual, pois, havendo queda no número de indivíduos de um determinado sexo, a troca de sexo ocorreria para reequilibrar a proporção sexual. Tal proporção de fêmeas para machos ao longo do ano também indicou que a população estudada não apresenta padrão que possa sugerir agregação ao longo do ano, tal como aponta DeVries (2006), cujos dados não indicaram padrão sazonal de agregação para reprodução, como é o caso de diversos serranídeos.

As proporções de fêmeas e machos separados por classes de tamanho, entretanto, foram diferentes do reportado em estudos acerca da estrutura populacional do pargo-rosa, que apontam padrões típicos de espécies protogínicas, com fêmeas dominando as menores classes de tamanho e machos as maiores (Manooch, 1977; Vaughan *et al.*, 1992; Serafim e Krug, 1995; Ávila-da-Silva, 1996; Pajuelo e Lorenzo, 1996; Hood e Johnson, 2000). Porém, destaca-se um número pequeno de exemplares maiores que 440mm, de modo que conclusões sobre a estrutura de comprimento da população explorada em Cabo Frio devem ser vistas com cautela.

Dentre os requisitos necessários para se utilizar estruturas de aposição na inferência de idade em peixes deve-se observar uma boa proporcionalidade

entre o crescimento da estrutura e o crescimento do peixe (Fowler e Doherty, 1992), aspecto confirmado pela correlação entre os valores obtidos a partir das medições dos otólitos inteiros (Lo, Ho, Wo), que não apresentaram distribuição normal, mas alta correlação entre si e com o comprimento total do peixe.

Os testes estatísticos sobre os dados dos otólitos esquerdo e direito sugerem que suas diferenças quanto à altura, comprimento e peso não foram significativas e indicam que qualquer um dos otólitos poderia ser considerado em estudos de crescimento.

As idades máximas do pargo-rosa neste estudo (fêmeas: 12 anos, machos: 9 anos) aproximam-se daquelas obtidas anteriormente para a espécie na mesma região (Costa *et al.*, 1997; fêmeas: 11 anos, machos: 7 anos), no Sudeste (Ávila-da-Silva, 1996: 8 anos) e no extremo sul brasileiro (Haimovici *apud*. Ávila-da-Silva e Haimovici, 1996: 14 anos). No sudeste dos EUA, entretanto, há registro de pargos-rosa com 18 anos (Potts e Manooch, 2002).

Os cortes de otólitos de pargo-rosa apresentaram relativa dificuldade quanto à localização do núcleo, normalmente localizado no interior de uma área central opaca. Morales-Nin (2000) aponta que a dificuldade de visualização pode ser reflexo da alta densidade da matéria orgânica presente no núcleo, de modo que, mesmo durante os períodos de crescimento lento, quando há maior deposição de carbonato de cálcio, há grande opacidade. Nas classes de 8 e 9 anos, apesar da contagem de anéis e inferência de idade ter sido realizada no eixo de contagem (Rt_1), poucos otólitos apresentaram legibilidade suficiente no eixo de medidas (Rt_2), impossibilitando a sua realização. Tal fator, associado ao número reduzido de espécimes nessas classes etárias, causou certa variabilidade nas medidas, reduzindo os níveis de correlação entre Rt e CT (0,7 - 0,8).

A formação de anéis de crescimento é frequentemente associada com mudanças no metabolismo do peixe, que determinam diferenças na deposição de carbonato de cálcio na matriz do otólito (Weatherley e Gill, 1987). Fatores como temperatura, alimentação e reprodução são frequentemente observados na literatura, como o estudo realizado por Cotrina (1977), onde a autora associou a formação das marcas de crescimento nas escamas aos eventos reprodutivos e ritmos alimentares da espécie na Argentina. Em águas brasileiras, Ávila-da-Silva (1996) e Costa *et al.* (1997) indicaram que a formação de incrementos em

escamas ocorreu majoritariamente entre a primavera e o verão, durante o período reprodutivo da espécie. No presente estudo, o mesmo padrão apontado pelos autores foi observado, com a formação de incrementos ocorrendo associado ao pico do período reprodutivo da espécie em Cabo Frio, entre dezembro e janeiro.

É importante ressaltar, entretanto, que Cabo Frio é uma região sob influência de ressurgência costeira, com a entrada de águas mais frias e nutritivas da ACAS na plataforma continental (Castro e Miranda, 1998). Essa característica da região está representada nas figuras 12 e 13, onde, a partir de uma série de 35 anos de dados da área principal de ocorrência da ACAS na região sudeste do Brasil, pôde-se observar a presença de águas mais frias e menos salinas próximo à costa em profundidades rasas ocorrendo principalmente durante o verão, como indicativo da presença da ACAS. Tendo em vista a associação da presença da espécie a penetração da ACAS, não se pode descartar os efeitos abióticos decorrentes do evento de ressurgência sobre a formação de incrementos em otólitos de pargos-rosa capturados na região de Cabo Frio.

Estudando o crescimento do pargo em águas no sudeste dos EUA, Manooch e Huntsman (1977) e Hood e Johnson (2000) indicam que a distinção entre os anéis mais próximos à borda é mais difícil, como também observado no presente estudo. Em peixes mais velhos (>7 anos) frequentemente as marcas de crescimento tornaram-se mais difusas à medida que se aproximavam da borda.

Os valores médios de CV (5,9%) e EPM (5,5%) obtidos foram próximos do valor de referência CV=5 indicado por Campana (2001) para que uma estrutura de aposição possa ser considerada como bom indicador de idade em peixes. Dentre os estudos sobre a espécie, são desconhecidos trabalhos que tenham calculado tais índices, de modo que uma comparação direta não é possível. Entretanto, os valores de EPM e CV obtidos neste estudo aproximam-se daqueles registrados para outras espécies da família Sparidae (Radebe *et al.*, 2002; Brouwer e Griffiths, 2004), indicando que a legibilidade dos otólitos de *P. pagrus* explorados na região de Cabo Frio (RJ) pode ser considerada alta.

O retrocálculo é uma técnica que utiliza um grupo de medições feitas sobre uma estrutura de aposição, para inferir comprimentos que teriam em

idades anteriores (Francis, 1990). Dentre os diversos métodos existentes, o método de retrocálculo de Fraser-Lee é o mais amplamente utilizado para a espécie, sendo o mesmo baseado na hipótese de que o crescimento da estrutura deve ser proporcional ao crescimento do peixe (Lee, 1920 *apud*. Sponaugle, 2009), apresentando uma relação linear entre tais variáveis, assim como observado no presente estudo.

Uma das dificuldades quanto a estimativa de parâmetros por meio da equação de von Bertalanffy foi a escassez de indivíduos maiores que 450mm CT e menores que 200mm CT, devido à seletividade da arte de pesca.

Os valores de comprimento assintótico (L_{∞}) e taxa de crescimento (k) obtidos refletiram a composição de tamanhos da amostra, no qual cerca de 80% apresentou comprimento total entre as classes de 260 e 350mm.

O comprimento assintótico estimado no presente estudo foi levemente menor que aquele estimado anteriormente para a mesma região (Costa *et al.*, 1997). Tal fator, associado a maiores valores de k , indicam um crescimento mais acelerado da espécie nos dias atuais. Tais aspectos são característicos de espécies continuamente exploradas. Com a retirada dos maiores indivíduos pela pesca, o pool genético dos maiores indivíduos da população também é retirado, ou seja, traços genotípicos e fenotípicos característicos, como redução da fecundidade, do tamanho dos ovos e das larvas, que, ao longo das gerações, passam a atingir tamanhos menores também são retirados (Walsh, 2006). Assim sendo, o valor de índice de performance de crescimento obtido no presente estudo (4,8) encontra-se dentro do esperado para a espécie, apesar de ser um dos mais altos valores estimados para o pargo-rosa. Quando comparado ao estudo realizado por Costa *et al.* (1997) em Cabo Frio, os valores do índice são consideravelmente maiores e isso se deve principalmente ao valor de taxa de crescimento (k) obtido, que foi consideravelmente menor que os valores de k estimados no presente estudo, gerando valores maiores de L_{∞} .

As taxas de mortalidade total (Z) calculadas concordam com aquelas anteriormente registradas para a espécie em águas brasileiras. Ávila-da-Silva (1996), em São Paulo, estimou taxas entre 0,85 e 0,93 ano⁻¹ a partir de métodos indiretos. Segundo o autor, valores maiores de Z estimados certamente estão relacionados ao método de pesca utilizado para a captura do recurso. A pesca comercial dirigida ao pargo-rosa em São Paulo é predominantemente de arrasto

(Ávila-da-Silva e Haimovici, 2006), enquanto em Cabo Frio (RJ) ocorre a pesca de linha e anzol, mais seletiva. A comparação com as taxas obtidas por Manooch e Huntsman (1977) no sudoeste dos EUA (0,32 - 0,55 ano⁻¹), Pajuelo e Lorenzo (1996) na Espanha (0,56 ano⁻¹), Hood e Johnson (2000) no Golfo do México (0,54 – 0,87 ano⁻¹) e Vassilopoulou e Papaconstantinou (1992) no Mediterrâneo (0,34 ano⁻¹) exigem cautela, tendo em vista as diferenças nos regimes de exploração sobre a espécie.

A mortalidade natural (M) estimada é maior em machos (M=0,55 ano⁻¹) que em fêmeas (M=0,43 ano⁻¹). Quando são considerados todos os espécimes, o valor estimado (M= 0,47 ano⁻¹) é bastante semelhante aos calculados por Ávila-da-Silva em 1996, para os anos de 1988 - 1991 e 1994/1995 (0,43 e 0,57 ano⁻¹, respectivamente), tomando como base uma temperatura média de 20°C. Em comparação, os valores obtidos por Pajuelo e Lorenzo (1996) para as Ilhas Canárias (0,32 ano⁻¹) e Hood e Johnson (2000) para o Golfo do México (0,32 ano⁻¹) são consideravelmente menores.

A partir dos dados de mortalidade natural e por pesca, pôde ser estimada a taxa de exploração para *P. pagrus*. Segundo Pauly (1983), tal estimativa permite uma avaliação aproximada do estado de exploração de um estoque, assumindo o valor ótimo de E como sendo 0,5 de modo a um estoque ser considerado como sobreexplorado caso apresente valores maiores. As taxas de exploração estimadas para fêmeas (0,39) e para o total de espécimes (0,44) no presente estudo foram semelhantes àquelas obtidas por Ávila-da-Silva (1996) (0,40 – 0,52) e não indicaram sinais de sobreexploração da população desembarcada em Cabo Frio.

DeVries (2006) afirma que, apesar da noção existente de que espécies protogínicas são mais vulneráveis à pesca, seus dados do Golfo México não indicaram correlação entre esse aspecto da biologia da espécie ao seu aparente colapso na região. Inclusive, o mesmo aponta que *P. pagrus* poderia até mesmo apresentar maior resiliência quando considerados seus aspectos biológicos e comportamentais, como sua desova em locais diversos, ausência de tendências à formação de grandes agregações para desova ou de seletividade de tamanho ou sexo associados ao comportamento, assim como sua mudança de sexo, com ocorrência de ambos os sexos ao longo do ano e de hermafroditas em uma grande amplitude de classes de idade, como ocorreu no presente estudo. Desse

modo, quando consideradas os valores de taxa de mortalidade por pesca obtidas para todos os exemplares, as características biológicas citadas pelos autores parecem refletir a capacidade de manutenção do tamanho populacional da espécie, indicada pela constância em nos valores de mortalidade por pesca e da taxa de exploração ao longo do tempo.

CONCLUSÕES

- I. Os otólitos podem ser considerados estimadores relativamente confiáveis da idade individual de *P. pagrus*, apresentando baixos valores médios de discordância entre as leituras e legibilidade menor em peixes mais velhos que 7 anos;
- II. A idade máxima determinada a partir de leitura dos otólitos foi de 12 anos para fêmeas, e 9 anos nos machos;
- III. Os parâmetros de crescimento indicam que fêmeas atingem maiores comprimentos assintóticos (L_{∞}), enquanto machos apresentam maiores taxas de crescimento (k);
- IV. As taxas de mortalidade total (Z) calculadas estão dentro dos níveis reportados anteriormente para a espécie em águas brasileiras, com a mortalidade natural (M) sendo maior em machos quando comparados com as fêmeas, enquanto as taxas de mortalidade por pesca foi a praticamente a mesma para ambos os sexos;
- V. A semelhança com parâmetros de crescimento (L_{∞} , k , t_0) estimados anteriormente para o pargo-rosa nessa mesma região indica que o estoque vem mantendo sua população relativamente estável, com constância nos níveis de mortalidade por pesca e baixas taxas de exploração ($<0,5$) ao longo do tempo;
- VI. O estudo fornece informações básicas e indispensáveis para o manejo pesqueiro do estoque explorado pela frota de espinhéis e linhas-de-fundo na região de Cabo Frio (RJ).

REFERÊNCIAS

- ARISTIZABAL, E. O. 2007. Energy investment in the annual reproduction cycle of female red porgy, *Pagrus pagrus* (L.). *Marine Biology*, v. 152, n. 3, p. 713-724.
- ÁVILA-DA-SILVA, A. O.; HAIMOVICI, M.; 2006. Diagnóstico do estoque e orientações para o ordenamento da pesca de *Pagrus pagrus* (Linnaeus, 1758). Em: Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B., Ávila-da-Silva, A. O., Cergole, M. C. (Org.). *Análise das Principais Pescarias Comerciais da Região Sudeste-Sul do Brasil: Dinâmica Populacional das Espécies em Exploração – II*. São Paulo: USP, p. 49-58.
- ÁVILA-SILVA, A. O. 1996. Idade, crescimento, mortalidade e aspectos reprodutivos do pargo, *Pagrus pagrus* (Teleostei: Sparidae), na costa do Estado de São Paulo e adjacências. Tese de Mestrado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo. 116p.
- BAGENAL, T. B.; TESCH, F. W. 1978. Age and growth. Pp. 101-136. In: Bagenal, T. B. (Ed.). *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. 3rd Ed. Oxford, Blackwell Scientific Publications. 365p.
- BARANOV, F.I. 1918. On the question of the biological basis of fisheries. *Nauchn. Issled. Ikhtiol. Inst. Izv.*, n. 1. p. 81-128.
- BEAMISH, R. J.; FOURNIER, D. A. 1981. A method for comparing the precision of a set of age determinations. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, v. 38, n. 8, p. 982-983.
- BOYER, T.P., ANTONOV, J.I., BARANOVA, O.K., COLEMAN, C., GARCIA, H.E., GRODSKY, A., JOHNSON, D.R. LOCARNINI, R.A., MISHONOV, A.V., O'BRIEN, T. D., PAVER, C.R., REAGAN, J. R., SEIDOV, D., SMOLYAR, I.V. AND ZWENG, M.M. 2013. *World Ocean Database 2013*. Silver Spring, MD, NOAA Printing Office, 208 p.
- BROUWER, S. L.; GRIFFITHS, M. H. 2004. Age and growth of *Argyrozona argyrozona* (Pisces: Sparidae) in a marine protected area: an evaluation of methods based on whole otoliths, sectioned otoliths and mark-recapture. *Fisheries Research*, v. 67, n. 1, p. 1-12.
- BURATTI, C. C. 2003. Microestructura de los otolitos sagittae de larvas y juveniles de *Merluccius hubbsi* (Marini 1933): análisis comparativo entre las áreas de

- distribución bonaerense y norpatagónica. Tese de Mestrado. Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. 56p.
- CAMPANA, S. E. 1999. Chemistry and composition of fish otoliths: pathways, mechanisms and applications. *Marine Ecology Progress Series*, v. 188, p. 263-297
- CAMPANA, S. E. 2001. Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *Journal of Fish Biology*, v. 59, n. 2, p. 197-242.
- CAMPOS, E. JD; VELHOTE, D.; DA SILVEIRA, I. CA. 2000. Shelf break upwelling driven by Brazil Current cyclonic meanders. *Geophysical Research Letters*, v. 27, n. 6, p. 751-754.
- CASTELÃO, R. M.; CAMPOS, E. JD; MILLER, J. L. 2004. A modelling study of coastal upwelling driven by wind and meanders of the Brazil Current. *Journal of Coastal Research*, p. 662-671.
- CASTRO, BM de; MIRANDA, LB de. 1998. Physical oceanography of the western Atlantic continental shelf located between 4 N and 34 S. *The sea*, v. 11, n. 1, p. 209-251.
- 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 Revizee - Score Sul. 176 p.
- CHANG, W. Y. B. 1982. A statistical method for evaluating the reproducibility of age determination. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, v. 39, n. 8, p. 1208-1210.
- CHARNOV, E. L. 1993. Life history invariants: some explorations of symmetry in evolutionary ecology. Oxford University Press, USA. 184 p.
- CHEN, S.; WATANABE, S. 1989. Age Dependence of Natural Mortality Coefficient in Fish Population Dynamics. *Nippon Suisan Gakkaishi* v. 55, n. 2, p. 205-208.
- COSTA, P. A. S., BRAGA, A. C., MARTINS, A. S., HAIMOVICI, M., & MINCARONE, M. M., 2017. Padrões de distribuição das assembleias de peixes e cefalópodes demersais na plataforma e talude continental da Bacia de Campos. *Comunidades Demersais e Bioconstrutores: caracterização*

- ambiental regional da Bacia de Campos. Rio de Janeiro: Elsevier. Habitats, v. 4, p. 87-110.
- COSTA, P. A. S., FAGUNDES-NETTO, E. B., GAELZER, L. R., LACERDA, P. S., & MONTEIRO-RIBAS, W. M. 1997. Crescimento e ciclo reprodutivo do Pargo-rosa (*Pagrus pagrus* Linnaeus, 1758) na Região do Cabo Frio, Rio de Janeiro. *Nerítica*, v. 11, n. 1-2, p. 139-54.
- COTRINA, C.P. 1977. Interpretacion de las escamas del besugo del Mar argentino, *Pagrus pagrus* (L), en la determinacion de edades. *Physis*, vol. 36, n. 92, p. 31-40.
- COTRINA, C. P. 1986. Estudos biológicos sobre pezes costeros com dados de dos campanhas de investigacion realizadas en 1981. V. El besugo (*Sparus pagrus*). Publ. Com. Téc. Mix. Fr. Mar., v. 1, n. 1, p. 53-59.
- COTRINA, C. P.; RAIMONDO, M. C. 1997. Estudio de edad y crecimiento del besugo *Pagrus pagrus* del sector costero bonaerense. [Study on age and growth of the red porgy *Pagrus pagrus* from the Buenos Aires coastal shelf]. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero*, v. 11, p. 95-118.
- DE PONTUAL, H.; GEFFEN, A. J. 2002. Otolith microchemistry. *Manual of Fish Sclerochronology*, v. 1, p. 243-303.
- DEVRIES, D. A. 2006. Life history, reproductive ecology, and demography of the red porgy, *Pagrus pagrus*, in the northeastern Gulf of Mexico. Tese de Doutorado. The Florida State University, 160p.
- DIAS, R. K.; DIAS, J. K.; ANDERSON JR, W. D. 1972. Relationships of lengths (standard, fork, and total) and lengths to weight in the red porgy, *Pagrus sedecim* (Perciformes, Sparidae), caught off South Carolina. *Transactions of the American Fisheries Society*, v. 101, n. 3, p. 503-506.
- EHRHARDT, N. M.; AULT, J. S. 1992. Analysis of two length-based mortality models applied to bounded catch length frequencies. *Trans. Am. Fish. Soc.* v. 121, p. 115-122.
- EMÍLSSON, I. 1961. The shelf and coastal waters off southern Brazil. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, v. 11, n. 2, p. 101-112.
- FAO 2000-2011. FAO. 2018 In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Disponível em: < <http://www.fishbase.org> > Acesso em: 27 jan. 2018.

- FAO, 1981. Methods of collecting and analyzing size and age data for fish stock assessment. FAO Fishery Circular, v. 736, p. 1-104.
- FIPERJ, Fundação Instituto da Pesca do Estado do Rio de Janeiro. 2015. Relatório 2015. 164 p.
- FOWLER, A. J.; DOHERTY, P. J. 1992. Validation of annual growth increments in the otoliths of two species of damselfish from the southern Great Barrier Reef. Marine and Freshwater Research, v. 43, n. 5, p. 1057-1068.
- FRANCIS, R. I. C. C. 1990. Back-calculation of fish length: a critical review. Journal of Fish Biology, v. 36, n. 6, p. 883-902.
- GEDAMKE, T.; HOENIG, J. M. 2006. Estimating mortality from mean length data in nonequilibrium situations, with application to the assessment of goosfish. Transactions of the American Fisheries Society, v. 135, n. 2, p. 476-487.
- HAIMOVICI, M. 1991. Edad e crecimiento del besugo *Pagrus pagrus* del sur de Brasil. Resúmenes Octavo Simpósio Científico de la Comisión Mixta del Frente Marítimo, p. 49. Em: ÁVILA-DA-SILVA, A. O.; HAIMOVICI, M.; 2006. Diagnóstico do estoque e orientações para o ordenamento da pesca de *Pagrus pagrus* (Linnaeus, 1758). Análise das Principais Pescarias Comerciais da Região Sudeste-Sul do Brasil: Dinâmica Populacional das Espécies em Exploração – II. São Paulo: USP, p. 49-58.
- HAIMOVICI, M. 1998. Present state and perspectives for the southern Brazil shelf demersal fisheries. Fisheries Management and Ecology, v. 5, n. 4, p. 277-289.
- HARRIS, P. J.; MCGOVERN, J. C. 1997. Changes in the life history of red porgy, *Pagrus pagrus*, from the southeastern United States, 1972-1994. South Carolina State Documents Depository.
- HOOD, P. B.; JOHNSON, A. K. 2000. Age, growth, mortality, and reproduction of red porgy, *Pagrus pagrus*, from the eastern Gulf of Mexico. Fishery Bulletin, v. 98, n. 4, p. 723-734.
- İŞMEN, A.; ARSLAN, M.; GÜL, G.; & YIĞİN, C. Ç. 2013. Otolith morphometry and population parameters of red porgy, *Pagrus pagrus* (Linnaeus, 1758) in Saros Bay (North Aegean Sea). Su Ürünleri Dergisi, v. 30, n. 1, p. 31-35.
- JENSEN, A. L. 1996. Beverton and Holt life history invariants result from optimal trade-off of reproduction and survival. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 53, n. 4, p. 820-822.

- LORENZO, M. I. 2003. Crecimiento y mortalidad de la merluza (*Merluccius hubbsi*) en la zona comun de pesca uruguayo-argentina.[Growth and mortality of hake (*Merluccius hubbsi*) in the Uruguayan-Argentine common fishing zone]. Frente Marítimo, v. 19, p. 37-46.
- MACHIAS, A.; TSIMENIDES, N.; KOKOKIRIS, L.; DIVANACH, P. 1998. Ring formation on otoliths and scales of *Pagrus pagrus*: a comparative study. Journal of fish biology, v. 52, n. 2, p. 350-361.
- MANOOCH III, C. S.; HUNTSMAN, G. R. 1977. Age, growth, and mortality of the red porgy, *Pagrus pagrus*. Transactions of the American Fisheries Society, v. 106, n. 1, p. 26-33.
- MANOOCH, C. S. 1976. Reproductive cycle, fecundity, and sex-ratios of red porgy, *Pagrus pagrus* (PISCES-SPARIDAE) in North Carolina. Fishery Bulletin, v. 74, n. 4, p. 775-781.
- MANOOCH, C. S.; HASSLER, W. W. 1978. Synopsis of biological data on the red porgy, *Pagrus pagrus* (Linnaeus). National Marine Fisheries Service. NOAA Technical Report NMFS Circular 412. 19p.
- MARTINS, A. S., COSTA, P. A., OLAVO, G., & HAIMOVICI, M. 2006. Recursos Pesqueiros da região central. MMA, Secretaria de qualidade ambiental (Org.). Programa REVIZEE. Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva. Brasília: Relatório Executivo. MMA, p. 181-206.
- MIHELAKAKIS, A.; YOSHIMATSU, T.; TSOLKAS, C. 2001. Spawning in captivity and early life history of cultured red porgy, *Pagrus pagrus*. Aquaculture, v. 199, n. 3-4, p. 333-352.
- MINOS, G.; KOKOKIRIS, L.; KENTOURI, M. 2008. Allometry of external morphology and sexual dimorphism in the red porgy (*Pagrus pagrus*). Belgian Journal of Zoology, v. 138, n. 1, p. 90.
- MIO, S. 1961. Age and growth of red sea bream, *Evynnis japonica*. Tanaka. Records of Oceanographic Works in Japan, v. 5, p. 95-101.
- MORALES-NIN, B. 2000. Review of the growth regulation processes of otolith daily increment formation. Fisheries Research, v. 46, n. 1-3, p. 53-67.
- MPA. 2011. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura, Brasil, 2011. Ministério da Pesca e Aquicultura, 60 p.

- MUNRO, J. L.; PAULY, D. 1983. A simple method for comparing the growth of fishes and invertebrates. *Fishbyte*, v.1, n. 1, p. 5-6.
- NELSON, R. S. 1988. A study of the life history, ecology, and population dynamics of four sympatric reef predators (*Rhomboplites aurorubens*, *Lutjanus campechanus*, Lutjanidae; *Haemulon melanurum*, Haemulidae; and *Pagrus pagrus*, Sparidae) on the East and West Flower Garden Banks, northwestern Gulf of Mexico. Tese de Doutorado. North Carolina State University. Raleigh, NC, 197 p. Em: HOOD, P. B.; JOHNSON, A. K. 2000. Age, growth, mortality, and reproduction of red porgy, *Pagrus pagrus*, from the eastern Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin*, v. 98, n. 4, p. 723-734.
- NIELSEN, L.A.; JOHNSON, D. L. 1983. Fisheries techniques. American Fisheries Society, Maryland. 488 p.
- OKUBO-DA-SILVA, S.; ÁVILA-DA-SILVA, A. O. 2003. Estrutura etária do pargo-rosa (*Pagrus pagrus*) nas capturas experimentais com arrasto-de-profundidade. III Congresso Brasileiro de Pesquisas Ambientais e Saúde 2003, Santos, SP. p. 98-101.
- OTERO, H. O. 1977 Edad y crecimiento de la merluza (*Merluccius merluccius hubbsi*). [Age and growth of the hake (*Merluccius hubbsi*)]. *Physis*, v. 36, n. 92, p. 41-58.
- PAJUELO, J. G.; LORENZO, J. M. 1996. Life history of the red porgy *Pagrus pagrus* (Teleostei: Sparidae) off the Canary Islands, central east Atlantic. *Fisheries Research*, v. 28, n. 2, p. 163-177.
- PANFILI, J., DE PONTUAL, H., TROADEC, H., WRIGH, P. J 2002. Manual of fish sclerochronology. Brest, France: Ifremer-IRD coedition, 464 p.
- PAULY, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *ICES Journal of Marine Science*, v. 39, n. 2, p. 175-192.
- PAULY, D. 1983. Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fish. tech. Pap.* n. 234. 52 p.
- PHILIPPAS, D. Analysis of Covariance (ANCOVA). 2014. In: *Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research*. Springer, Dordrecht. p. 157-161.
- POTTS, J. C.; MANOOCH III, C. S. 2002. Estimated ages of red porgy (*Pagrus pagrus*) from fishery-dependent and fishery-independent data and a comparison of growth parameters. *Fishery Bulletin*, v. 100, n. 1, p. 81-89.

- RADEBE, P. V.; MANN, B. Q.; BECKLEY, L. E.; GOVENDER, A. 2002. Age and growth of *Rhabdosargus sarba* (Pisces: Sparidae), from KwaZulu-Natal, South Africa. *Fisheries Research*, v. 58, n. 2, p. 193-201.
- ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B.; PAES, E. T. 1993. Padrões espaciais e temporais da comunidade de peixes demersais do litoral norte do Estado de São Paulo-Ubatuba, Brasil. *Publ. Esp. Inst. Oceanogr*, v. 10, p. 169-188.
- SAGPyA-DNPYA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, Dirección Nacional de Pesca y Acuicultura, Buenos Aires, Argentina. 2004. *Capturas Marítimas Totales 2003*. Disponível em: <<https://www.agroindustria.gov.ar>> Acesso em: 04 set 2018
- SCHLITZER, R. 2017. Ocean Data View. Disponível em <odv.awi.de>. Acesso em: 10 jul. 2018.
- SECOR, D. H.; DEAN, J. M.; LABAN, E. H. 1991. Manual for otolith removal and preparation for microstructural examination. Belle Baruch Institute for Biology and Coastal Research, 85p.
- SERAFIM, M. P. P.; KRUG, H. 1995. Age and growth of the red porgy, *Pagrus pagrus* (Linnaeus, 1758) (Pisces: Sparidae), in Azorean waters. *ARQUIPÉLAGO. Ciências Biológicas e Marinhas = Life and Marine Sciences*, v. 13, p. 11-20.
- SPARRE, P.; VENEMA, S. C. 1997. Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais. Roma: FAO. Documento Técnico Sobre as Pescas, n. 306/1.
- SPONAUGLE, S. 2009. Tropical Fish Otoliths: Information for Assessment, Management and Ecology. *Reviews: Methods and Technologies in Fish Biology and Fisheries*, eds. Green BS, Mapstone BD, Carlos G, Begg GA. Springer. 313p.
- STEVENSON, D. K.; CAMPANA, S. E. (Ed.). 1992. Otolith microstructure examination and analysis. *Can. spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 117- 126 p.
- TALLARIDA, R. J.; MURRAY, R. B. 1987. Mann-Whitney Test. In: *Manual of Pharmacologic Calculations*. Springer New York. p. 149-153.
- THEN, A.Y.; HONEIG, J. M.; HALL, N. G.; HEWITT, D. A. 2015. Evaluating the predictive performance of empirical estimators of natural mortality rate using information on over 200 fish species. *ICES J. of Mar. Sci.* v. 72, n. 1, p. 82-92.

- VALENTIN, J. L.; ANDRE, D. L.; JACOB, S. A. 1987. Hydrobiology in the Cabo Frio (Brazil) upwelling: two-dimensional structure and variability during a wind cycle. *Continental Shelf Research*, v. 7, n. 1, p. 77-88.
- VASSILOPOULOU, V.; PAPACONSTANTINO, C. 1992. Age, growth and mortality of the red porgy, *Pagrus pagrus*, in the eastern Mediterranean Sea (Dodecanese, Greece). *Vie et milieu. Paris*, v. 42, n. 1, p. 51-55.
- VAUGHAN, D. S.; HUNTSMAN, G. R.; MANOOCH, C.; ROHDE, F. C.; ULRICH, G. F. 1992. Population characteristics of the red porgy, *Pagrus pagrus*, stock off the Carolinas. *Bulletin of Marine Science*, v. 50, n.1, p. 1-20.
- VON BERTALANFFY, L. 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). *Human biology*, v. 10, n. 2, p. 181-213.
- WALSH, M. R.; MUNCH, S. B.; CHIBA, S.; CONOVER, D. O. 2006. Maladaptive changes in multiple traits caused by fishing: impediments to population recovery. *Ecology letters*, v. 9, n. 2, p. 142-148.
- WEATHERLEY, A. H.; GILL, H. S. 1987. Tissues and growth. *The biology of fish growth*, p. 147-175.
- WEATHERLEY, A. H. 1990. Approaches to understanding fish growth. *Transactions of the American Fisheries Society*, v. 119, n. 4, p. 662-672.
- WILCOX, R. 2005. Kolmogorov–Smirnov test. *Encyclopedia of Biostatistics*.
- ZAR, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. 4th. New Jersey, USA, 929 p.