

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

BIOLOGIA REPRODUTIVA DA SARDINHA BOCA-TORTA
Cetengraulis edentulus NA BAÍA DE GUANABARA, RJ

ANA CLARA SAMPAIO FRANCO

Rio de Janeiro

2013

BIOLOGIA REPRODUTIVA DA SARDINHA BOCA-TORTA
Cetengraulis edentulus NA BAÍA DE GUANABARA, RJ

ANA CLARA SAMPAIO FRANCO

Monografia apresentada ao Curso de bacharelado em Ciências Biológicas, do Instituto de Biociências (IBIO), da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas desenvolvida sob a orientação do Prof. Dr. Luciano Neves dos Santos

Rio de Janeiro
Abril de 2013

BIOLOGIA REPRODUTIVA DA SARDINHA BOCA-TORTA
Cetengraulis edentulus NA BAÍA DE GUANABARA, RJ

Ana Clara Sampaio Franco

Orientador: Dr. Luciano Neves dos Santos

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Biológicas, do Instituto de Biociências (IBIO), da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Monografia avaliada em 4 de abril de 2013, pela banca examinadora:

Prof. Dr. Luciano Neves dos Santos – Orientador
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Daniel Shimada Brotto
Universidade Veiga de Almeida

Prof^a. Dr^a. Magda Fernandes de Andrade-Tubino
Universidade Veiga de Almeida

Rio de Janeiro,
Abril de 2013

FICHA CATALOGRÁFICA

Franco, Ana Clara Sampaio

BIOLOGIA REPRODUTIVA DA SARDINHA BOCA-TORTA
***Cetengraulis edentulus* NA BAÍA DE GUANABARA, RJ**
39 Páginas, 12 Figuras.

Orientador: Luciano Neves dos Santos

Monografia de conclusão do curso Bacharel em Ciências Biológicas, UNIRIO.

1. Baía de Guanabara
2. Reprodução
3. Engraulidae
4. Recursos pesqueiros

I. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)

II. Biologia Reprodutiva da Sardinha Boca-Torta *Cetengraulis edentulus* na Baía de Guanabara, RJ

À minha família.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à minha mãe, Carla Maria Franco, por estar sempre do meu lado, mesmo nas situações mais difíceis; por ser um exemplo para mim; por sempre me apoiar e torcer pela realização dos meus sonhos e metas; por acreditar na minha capacidade, mesmo quando eu mesma não acreditei; por todos os conselhos, os quais sempre me ajudaram. Esse diploma é nosso. Obrigada por tudo. Amo-te.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luciano Neves dos Santos, por toda a atenção, dedicação, paciência, esforço e companheirismo nesses anos de parceria. Tenho plena certeza de que meus sucessos profissionais se devem a você também. Você tem toda a minha gratidão por ser sempre tão tranquilo e amigo de todos nós. E que nossa parceria ainda nos renda muitos frutos. Desejo tudo de mais maravilhoso em sua vida. Muito obrigada!

Ao meu avô, José Farias Franco, que foi crucial na minha escolha profissional, na formação da minha conduta, do meu caráter e da minha personalidade. Foi sempre o meu maior torcedor, mesmo quando todos diziam que eu tinha um “gênio incorrigível”. Estava sempre do meu lado e dividíamos gostos por aves, cavalos, livros e pela natureza. Meu maior professor, sempre ajudando nas lições de casa e me contando histórias mil, as quais enchem a minha mente até hoje. Sua lembrança jamais se afasta de minha mente e coração. Que sua essência esteja sempre por perto. Certa de que ainda nos encontraremos, obrigada!

À minha avó, Maria de Lourdes, aos meus irmãos, Tadeu, Matheus e Ana Carolina, e à minha prima-irmã, Maria Helena, obrigada por escutarem meus devaneios biológicos e por me considerarem sábia o suficiente para me pedirem conselhos. O apoio e a companhia de vocês sempre foram muito importantes para levantar meu astral e me fazer enxergar a vida de forma mais leve. Que venham muitos anos de risos, companheirismo e sucessos. Amo vocês demais!

Às minhas tias-avós, Maria Lúcia e Maria Luisa, meu tio-avô, Evanir Montenegro e aos meus padrinhos, Carlos e Koda, por todos os conselhos, apoio, torcida e companheirismo em todas as etapas da minha vida. Minha felicidade se deve à família maravilhosa na qual nasci e fui criada. São referências de conduta, seja na vida profissional, seja na pessoal. Muito obrigada por tudo. Estejam sempre comigo!

Ao meu companheiro, Luis Filipe Bantim de Assumpção, por estar comigo em todos os momentos e todos os lugares. Sempre me aconselhando, sendo meu maior

incentivador, colocando a mão na massa para revisar e dar dicas em todos os meus trabalhos, sendo o ombro, o abraço e o carinho que eu mais desejo. Obrigada por sempre enxergar o melhor em mim e nunca me permitir desistir do que sou. Obrigada por ser o único que compreende e ama o meu jeito louco de ser. Obrigada por ser o único que concorda com minhas opiniões polêmicas e me faz rir do “irrisível”. Seus conselhos me fazem ser uma pessoa melhor e nada nesse mundo será suficiente para agradecê-lo. Apenas esteja comigo sempre. Eu Te Amo!

Aos meus amigos, Gabriel, Maria Helena, Marcela, Letícia e Vinício, meus companheiros de todos os momentos, que sempre estiveram ali quando precisei. Obrigada por terem escutado meus desabafos, chorado minhas lágrimas, por me fazerem rir, por compreenderem meu jeito louco de agir e falar, por suportarem o meu humor e por sempre me aconselharem e se preocuparem comigo. Sem vocês, a vida seria bem menos colorida.

Aos meus amigos do LICTA, Juliana, Lívia, Luana, Daniel, Maria Clara, Nathália, Rodolfo, Cássia, Joice, Amanda, Lorena, Mariana e Cíntia, por terem estado comigo em todos os perrengues, por me fazerem rir das coisas mais loucas possíveis, por transformarem qualquer viagem em momentos inesquecíveis, por me incentivarem, por me fazerem, muitas vezes, enxergar o mundo numa forma mais ampla e por espalharem duendes por nossa pequena sala. Vocês são incríveis!

À todos os professores e funcionários da UNIRIO, os quais sempre foram maravilhosos comigo e contribuíram para a minha formação. Especialmente aos professores Dr. Ricardo Campos da Paz, por transformar uma simples disciplina numa mudança de maneiras de pensar e enxergar o mundo; Dr. Carlos Henrique Soares Caetano por ser sempre parceiro dos alunos, disposto a nos ouvir e nos aconselhar, seja em sala de aula ou num esbarrão no corredor; Dr. Rafael da Rocha Fortes, por contribuir mais efetivamente do que muitos outros profissionais da sua área para o engrandecimento do aprendizado de seus alunos, sempre disposto a nos ajudar e aconselhar; Dr. Daniel Shimada Brotto e Dr. David Zee, por todo o apoio na minha formação, na elaboração e desenvolvimento do projeto *C. edentulus*, seus conselhos e suporte foram essenciais.

À UNIRIO, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e às empresas Conservas Rubi S.A. e Marítima Pescados, pelo apoio institucional e financeiro, sem os quais essa realização não seria possível.

RESUMO

Os estudos sobre a biologia reprodutiva de peixes marinhos neotropicais podem fornecer informações importantes para o manejo e conservação dos estoques de espécies exploradas comercialmente, além de ampliarem o conhecimento sobre um grupo pouco conhecido quando comparado às espécies de mares temperados. A sardinha-boca torta *Cetengraulis edentulus* (Cuvier, 1829) é um engraulídeo de hábitos planctófagos, amplamente distribuído no Atlântico Central Oeste e Sul, constituindo a principal espécie explorada comercialmente na baía de Guanabara, RJ, Brasil. O presente estudo objetivou ampliar as informações sobre a reprodução de *C. edentulus* na baía de Guanabara e analisar se os descritores de atividade reprodutiva, em especial o Índice Gonadossomático, o Índice de Atividade Reprodutiva e a fertilidade variaram entre estações do ano. Um total de 978 indivíduos de *C. edentulus* foram obtidos junto a desembarques de pescadores comerciais (redes-de-cerco) no cais da empresa Conservas Rubi S.A., São Gonçalo, RJ. Foram obtidas subamostras de 90-120 indivíduos de *C. edentulus* de desembarques bimestrais entre julho de 2010 (inverno) e junho de 2011 (outono). De todos os indivíduos foram obtidas as medidas de comprimento total e peso total, e destes, 754 indivíduos foram dissecados, sendo seus estômagos e gônadas pesados e separados, conservados em formol 10%, e analisados posteriormente no Laboratório de Ictiologia Teórica e Aplicada (LICTA) da UNIRIO. Os estágios de maturação gonadal foram analisados macroscopicamente e os índices Gonadossomático (IGS), de Atividade Reprodutiva (IAR), Hepatossomáticos (IHS), de Repleção (IR) e o Fator de Condição (K) foram calculados. Análises de Variância bifatorial (ANOVAs) foram aplicadas para testar diferenças nos descritores entre estações do ano, enquanto Modelos Aditivos Generalizados foram aplicados para testar relações lineares ou não-lineares entre os descritores biológicos. A maioria dos indivíduos capturados foi representada por adultos (120-170 mm), devido ao elevado grau de seletividade das pescarias comerciais. Todos os descritores analisados indicaram um extenso período reprodutivo para *C. edentulus*, porém a maior atividade ocorreu entre o final do inverno e ao longo de toda primavera, com pico em novembro, período indicado para a implementação do defeso, caso seja diagnosticado sobreexploração dos estoques nos locais. A fertilidade total foi de 12.720 ovócitos em média, estando relacionada com o tamanho dos indivíduos, com o IGS e o IR, corroborando com outros estudos para engraulídeos.

ABSTRACT

Studies on reproductive biology of neotropical marine fishes can provide important information for management and conservation of fish stocks commercially explored, in addition to broaden the knowledge about a poorly-known group in comparison to species of temperate seas. The Atlantic anchoveta *Cetengraulis edentulus* (Cuvier, 1829) is a planktivorous engraulid, broadly distributed in Central-West and Southern Atlantic, accounting for the main fish species commercially explored at Guanabara Bay, RJ, Brazil. This study aimed to expand the information on reproduction of *C. edentulus* at Guanabara Bay and to test whether the descriptors of reproductive activity, especially the Gonadosomatic Index (GI), the Reproductive Activity Index (RAI), and fertility changed among seasons. A total of 978 individuals of *C. edentulus* were retrieved from fishery landings (purse seine) at Conservas Rubi S.A. company, in São Gonçalo, RJ. Subsamples of 90-120 *C. edentulus* were collected from bimonthly yields from July 2010 (winter) to June 2011 (autumn). All the fish were measured in total length and weighted, of which 754 individuals were dissected with their guts and gonads being weighted, separated, and preserved in 10% formalin solution for latter analyses at Laboratório de Ictiologia Teórica e Aplicada (LICTA), UNIRIO. The gonadal maturation stages were macroscopically analysed, the Gonadosomatic (GI), the Reproductive Activity (RAI), Hepatosomatic (HI), and Fullness (FI) indexes and Condition Factor (K) were calculated. Two-way Analyses of Variance (ANOVA) were performed to test for differences on descriptors among seasons, while Generalized Additive Models (GAMs) were performed to test for linear or non-linear relationships among biological descriptors. The majority of captured fish were adults (120-170 mm TL), in response to the high selectivity level of commercial fisheries. All descriptors indicated a broad spawning period for *C. edentulus*, however the high reproductive activity occurred from the late Winter throughout the Spring, peaking in November, which is the best period to close the fisheries of *C. edentulus* stocks at Guanabara Bay. Total fecundity averaged 12,720 oocytes, being related with fish size, GSI and FI, and confirming other studies for engraulids.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fotografia de um exemplar adulto de *Cetengraulis edentulus* (Fonte: www.fishbase.org).

Figura 2. Localização geográfica da Baía de Guanabara, mostrando os principais municípios circunjacentes e as feições geomorfológicas.

Figura 3. Frequência absoluta de indivíduos coletados em cada classe de tamanho (mm), (\square = fêmeas; \blacksquare = machos).

Figura 4. Frequência relativa dos estágios de maturação gonadal de fêmeas (\blacksquare) e machos (\bullet) por estação do ano.

Figura 5. Valores médios (\pm erro padrão) do Índice Gonadossomático entre os meses de coleta e estações do ano (\blacksquare = fêmeas; \bullet = machos).

Figura 6. Relação do Índice Gonadossomático com o Índice de Repleção (A) e o Comprimento Total (B) de *C. edentulus*. As linhas representam os modelos aditivos generalizados selecionados pelo critério de informação de Akaike.

Figura 7. Valores médios (\pm erro padrão) do Índice de Atividade Reprodutiva entre os meses de coleta e estações do ano.

Figura 8. Valores médios (\pm erro padrão) do Fator de Condição entre os meses de coleta e estações do ano (\blacksquare = fêmeas; \bullet = machos).

Figura 9. Valores médios (\pm erro padrão) do Índice Hepatosomático entre os meses de coleta e estações do ano (\blacksquare = fêmeas; \bullet = machos).

Figura 10. Valores médios (\pm erro padrão) do Índice de Repleção entre os meses de coleta e estações do ano.

Figura 11. Relação da Fertilidade com Comprimento Total (A) e o Índice de Repleção (B) e dos Resíduos da Fertilidade (após a remoção do efeito do tamanho) e o Índice Gonadosomático (C) de *C. edentulus*. As linhas representam os modelos aditivos generalizados selecionados pelo critério de informação de Akaike.

Figura 12. Relação da Fertilidade com Comprimento Total (A) e o Índice de Repleção (B) e dos Resíduos da Fertilidade (após a remoção do efeito do tamanho) e o Índice Gonadosomático (C) de *C. edentulus*. As linhas representam os modelos aditivos generalizados selecionados pelo critério de informação de Akaike.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
LISTA DE FIGURAS	x
INTRODUÇÃO	1
OBJETIVOS	4
<i>Geral</i>	4
<i>Específico</i>	4
MATERIAL E MÉTODOS	4
<i>Área de Estudo</i>	4
<i>Amostragem e Tratamento de Dados</i>	6
RESULTADOS	9
DISCUSSÃO	18
CONCLUSÃO	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

INTRODUÇÃO

Os estudos sobre a biologia reprodutiva de peixes indicam o potencial de produção de novos indivíduos, refletindo no equilíbrio e manutenção das populações (VAZZOLER, 1996; MARQUES *et al.*, 2000). Tais estudos são baseados, em grande parte, em análises macroscópicas e histológicas das gônadas, dentre elas, a identificação dos estágios de maturação gonadal. Essas informações fornecem subsídios para a determinação do período de desova, comprimento de primeira maturação, fertilidade e outros dados que, quando analisados de maneira integrada, possibilitam a caracterização da estratégia reprodutiva de uma espécie (VAZZOLER, 1996). Estudos como os de FÁVARO *et al.* (2005), SILVA *et al.* (2005) e SOUZA-CONCEIÇÃO *et al.* (2005), os quais investigaram as estratégias reprodutivas, períodos e locais de desova, são de elevada importância para o desenvolvimento de ações de conservação e manejo sustentável de estoques de espécies de interesse comercial. Iniciativas dessa natureza são aplicadas no Brasil sob a forma de restrições na captura, durante períodos determinados ou para comprimentos específicos (MMA, 2004; 2005). Também é possível encontrar regulamentações desse tipo na costa Leste do Pacífico, (BUITRÓN & DE LA MATTA, 2003).

Os métodos de estudo sobre reprodução estão voltados à abordagem de eventos particulares do processo reprodutivo de espécies ou populações ao longo de sua área de ocorrência. A presença de indivíduos com gônadas macroscopicamente maduras, em uma parte restrita da área de ocorrência da espécie, não é evidência segura de que a desova ocorra nesse local. Tais indivíduos podem aí permanecer, por ser esta área favorável à alimentação e à maturação gonadal, até que atinjam fases avançadas desse processo, e desloquem-se para desovar em uma área adequada ao desenvolvimento de ovos e larvas. Quando o objetivo é avaliar a intensidade reprodutiva de comunidades ícticas, em um determinado ecossistema, essas metodologias podem ser pouco efetivas (VAZZOLER, 1996). Por conta disso, um método baseado na associação de dados sobre frequência de indivíduos com gônadas classificadas macroscopicamente como maduras e sobre valores do Índice Gonadossomático foi proposto por AGOSTINHO *et al.* (1993). Esse método, denominado Índice de Atividade Reprodutiva (IAR), permite avaliar a atividade reprodutiva dos estratos que integram a comunidade em questão, identificar estratos de mesmo estágio reprodutivo, além de avaliar a intensidade

reprodutiva da comunidade como um todo (VAZZOLER, 1996). Esse índice foi aplicado para peixes em ambientes de água doce (AGOSTINHO *et al.*, 2003; MARCUCCI *et al.*, 2005; BRAGA *et al.*, 2008) e marinho (SOUZA & CHAVES, 2007; RODRIGUES-FILHO *et al.*, 2011).

Os peixes da família Engraulidae, conhecidos como manjubas, apresentam vasta distribuição em baías tropicais e sub-tropicais (MCGOWAN & BERRY, 1983). No ciclo de vida dos engraulídeos, esses ambientes desempenham um importante papel como áreas de berçário, onde ovos e larvas encontram melhores condições de proteção contra predadores e maior disponibilidade de alimento (BLAXTER & HUNTER, 1982; SILVA *et al.*, 2003). Por seu papel na conversão de biomassa planctônica e como forragem para peixes piscívoros, os engraulídeos são vistos como um dos principais elos das cadeias tróficas de baías (HILDEBRAND, 1963). A maior parte desses engraulídeos desova em áreas abertas, localizadas na parte interna da plataforma continental, enquanto os adultos realizam migrações periódicas entre baías e áreas oceânicas adjacentes (MACGREGOR & HOUDE, 1996), onde formam agregações numerosas, muito visadas pelos pescadores. Muitos representantes desta família, portanto, apresentam grande importância econômica em diversos países, com destaque para *Engraulis ringens* no Peru (MENDIOLA, 1978), *Engraulis anchoita* na Argentina (CIECHOMSKI *et al.*, 1979) e *Cetengraulis edentulus* na Venezuela (WHITEHEAD, 1977) e baía de Guanabara (JABLONSKI *et al.*, 2006).

Na baía de Guanabara diversas espécies de peixes realizam migrações para fins tróficos e reprodutivos (ANDRADE-TUBINO *et al.*, 2009). Por estar inserida em uma das zonas mais urbanizadas do Brasil, a baía vêm sofrendo impactos resultantes das atividades antropogênicas, sobretudo, pelos efluentes urbanos e industriais, afetando a integridade de seus habitats e organismos (VALENTIN *et al.*, 1999; KEHRIG *et al.*, 2002). Apesar dos impactos crescentes a que vem sendo submetida, a baía de Guanabara sustenta uma intensa atividade pesqueira comercial com cerca de 19.000 ton de pescado sendo desembarcadas por ano. Nessa região, *Cetengraulis edentulus* figura como espécie dominante, contribuindo com 69% das capturas totais (JABLONSKI *et al.*, 2006).

A sardinha-boca-torta *Cetengraulis edentulus* (Cuvier, 1829) (Figura 1) é um membro da família Engraulidae amplamente distribuído no Atlântico Central Oeste e Sul, ocorrendo das Antilhas e Sul de Cuba até Santa Catarina (WHITEHEAD, 1988).

Essa espécie caracteriza-se por ser predominantemente fitoplanctófaga e amplamente tolerante a mudanças nas condições ambientais. Em geral, se estabelece em zonas de fundo de baías, associada a fundos lamosos, onde a salinidade é mais baixa, as temperaturas são maiores, e o elevado aporte de matéria orgânica de origem continental contribui para altas produtividades fitoplanctônicas (SERGIPENSE *et al.*, 1999; GAY *et al.*, 2000; SILVA *et al.*, 2003; ARAÚJO *et al.*, 2008a). Até o presente, existe pouca informação sobre a ecologia dessa espécie, sabe-se que seus juvenis são pouco abundantes em praias arenosas, sugerindo que o recrutamento ocorra em outras áreas, como nas proximidades de rios e em estuários, e em zonas mais internas de baías costeiras (ARAÚJO *et al.*, 2008a).



Figura 1. Fotografia de um exemplar adulto de *Cetengraulis edentulus* (Fonte: www.fishbase.org).

Até a década de 1970, *Cetengraulis edentulus* não apresentava muita visibilidade comercial como fonte de alimento. Porém, na década seguinte, passou a ser utilizado no consumo humano e na produção de farinha de peixe, em parte devido à diminuição dos estoques de outras espécies tradicionalmente exploradas pela pesca, como a sardinha verdadeira, *Sardinella brasiliensis* (FIGUEIREDO & MENEZES, 1978; WHITEHEAD, 1988). Atualmente, *Cetengraulis edentulus* sustenta uma importante pesca comercial e de subsistência na baía de Guanabara. Além disso, juntamente com outros dois engraulídeos, *Anchoa januaria* e *Anchoa tricolor*, figura como uma das espécies mais abundantes também na baía de Sepetiba, sudeste do Brasil (ARAÚJO *et al.*, 2008a). Apesar do crescente interesse comercial por essa espécie, são poucos os estudos que analisaram a reprodução dessa espécie, com ênfase no comprimento de primeira maturação sexual, Índice Gonadossomático, período de desova e dispersão larval (DA-SILVA-KRAUS & TEIXEIRA-BONECKER, 1994; SOUZA-

CONCEIÇÃO *et al.*, 2005). Neste contexto o presente estudo objetivou ampliar as informações sobre a reprodução de *C. edentulus* na baía de Guanabara e analisar se a atividade reprodutiva, o Índice Gonadossomático e a fertilidade variaram entre estações do ano. Especificamente, este trabalho avaliou se os indicadores de atividade reprodutiva foram mais elevados durante a primavera-verão, baseado nos resultados de SOUZA-CONCEIÇÃO *et al.* (2005) para populações de *C. edentulus* numa baía no sul do Brasil. As implicações dos resultados obtidos para a conservação e manejo dos estoques de *C. edentulus* na baía de Guanabara também são discutidas.

OBJETIVOS

Geral

Identificar o período reprodutivo de *Cetengraulis edentulus* na baía de Guanabara e inferir sobre a estratégia reprodutiva da espécie.

Específicos

- caracterizar o período de maior atividade reprodutiva de *Cetengraulis edentulus* na Baía de Guanabara;
- identificar macroscopicamente os estágios de maturação gonadal;
- determinar os índices Gonadossomático, de Atividade Reprodutiva, Hepatossomático e de Repleção, e o Fator de Condição;
- avaliar a fertilidade por meio da contagem e medição do tamanho de ovócitos vitelogênicos;
- testar eventuais diferenças nos descritores da atividade reprodutiva entre estações ano;
- relacionar quantidade e diâmetro médio dos ovócitos vitelogênicos com alguns descritores biológicos;
- fornecer subsídios para programas de conservação e manejo dos estoques da espécie na baía de Guanabara.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

Possuindo 28 km de extensão no eixo norte-sul, e uma largura máxima de 20 km, a baía de Guanabara (Figura 2), localiza-se a 22°24' – 22°57'S; 42°33'– 43°19'W, e apresenta um volume estimado de 2×10^9 m³, em uma superfície de aproximadamente 400 km². Apresenta uma profundidade que varia de 50 m na entrada do canal de ligação com a plataforma interna (de 1,8 km de largura), até menos de 1 m nas áreas internas, próxima às margens (MAYR *et al.*, 1989). A circulação da água da Baía de Guanabara é essencialmente influenciada pelas correntes de maré do tipo semi-diurna, com amplitude máxima de 1,4 m. A velocidade das correntes é máxima na boca da baía (80-150 cm.s⁻¹), diminui na parte central (30-50 cm.s⁻¹), chegando até menos de 30 cm.s⁻¹ na área interna. Suas características hidrológicas são diretamente influenciadas pela contribuição de água doce, oriunda dos 55 rios de pequeno porte, e, sobretudo, dos efluentes urbanos e industriais, aliada às intrusões de água oceânica causadas pela maré (PONCIANO, 1985; MAYR *et al.*, 1989; JICA, 1994; AMADOR, 1997).

As características hidrológicas obedecem a um fator temporal, regido pelo período de chuvas, a passagem de frentes e o regime de maré, e a um fator espacial ligado a dois gradientes: (a) gradiente longitudinal entre a entrada da baía e as áreas internas, (b) gradiente vertical (MAYR *et al.*, 1989). A alternância destes dois fatores imprime uma forte variabilidade às condições ambientais. A salinidade é baixa nas áreas internas onde se refletem os efeitos dos rios e efluentes continentais, sobretudo em período de chuva, e atinge os mais altos valores nas regiões de maior profundidade devido à intrusão de água de plataforma durante as marés enchentes. Este fato proporciona uma forte estratificação vertical da coluna d'água. A temperatura da água segue um padrão inverso ao da salinidade, além de obedecer às flutuações sazonais da temperatura atmosférica (KJERFVE *et al.*, 1997).

Os teores em oxigênio dissolvido são elevados na superfície e nas áreas internas onde há forte desenvolvimento fitoplanctônico, mas apresentam valores próximo à zero na camada mais profunda destas mesmas áreas, devido a intensos processos de oxidação da matéria orgânica. De maneira geral, os nutrientes alcançam os seus maiores teores nas áreas internas, mais poluídas, e mantêm suas características costeiras nas águas do canal central de acordo com o fluxo da maré. Além disso, a elevada carga em fosfato proporciona uma razão N/P extremamente baixa, reveladora de uma acentuada distrofia do ecossistema. Em razão do seu caráter eutrófico e da grande quantidade de detritos, a transparência das águas da baía de Guanabara é reduzida, principalmente nas áreas

internas e durante os períodos chuvosos (MAYR *et al.*, 1989). Na sua parte central, a influência da maré, aliada a uma provável redução do caráter eutrófico, proporciona melhores condições para a penetração da energia luminosa. LAVRADO *et al.* (1991) concluíram, em seu estudo, que o impacto antrópico sobre o ecossistema da baía de Guanabara vem aumentando significativamente ao longo do tempo, mas que, por outro lado, as trocas de água da baía com áreas oceânicas adjacentes, têm criado condições de autodepuração que ainda preservam sua biota de um irreversível comprometimento.

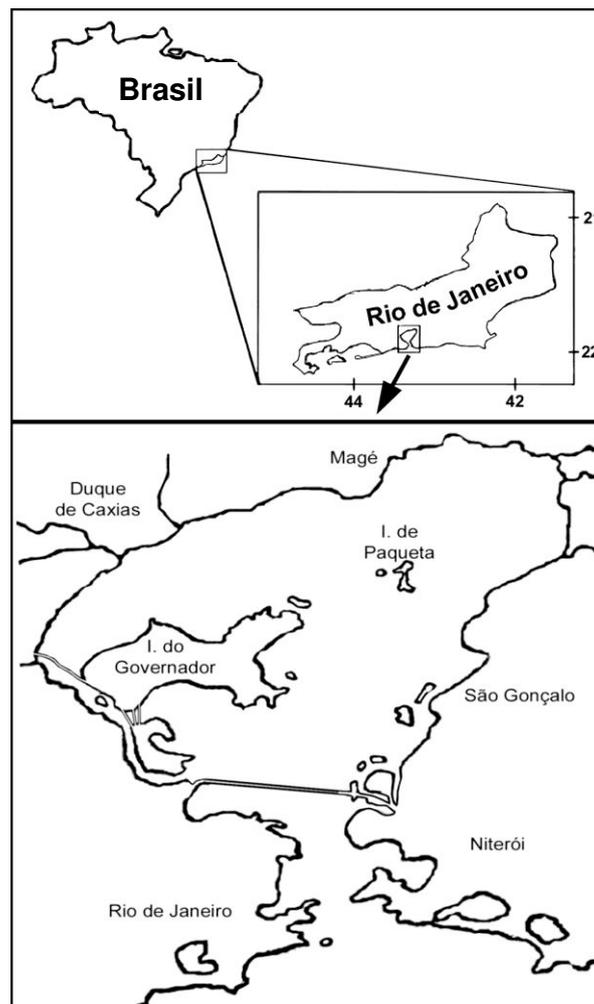


Figura 2. Localização geográfica da baía de Guanabara, mostrando os principais municípios circunjacentes.

Amostragem e tratamento dos dados

Indivíduos de *C. edentulus* foram obtidos junto a desembarques de pescadores artesanais (redes-de-cerco) no cais da empresa Conservas Rubi S.A., localizada no município de São Gonçalo, RJ. Foram obtidas subamostras de 90-120 indivíduos de *C. edentulus* de desembarques ocorridos bimestralmente entre julho de 2010 (inverno) e junho de 2011 (outono), perfazendo-se um ciclo anual completo. A maior parte das capturas foi realizada nas proximidades de São Gonçalo e da ilha de Paquetá. De todos os indivíduos foram obtidas as medidas de comprimento total (mm), comprimento padrão (mm) e peso total (g), e destes, 754 indivíduos foram dissecados, sendo seus estômagos e gônadas pesados e separados, conservados em formol 10%, e analisados posteriormente no Laboratório de Ictiologia Teórica e Aplicada (LICTA) da UNIRIO. O peso do fígado (g) também foi tomado para posterior estimativa do Índice Hepatosomático (IHS). As medidas de comprimento foram obtidas através de ictiômetro e as pesagens foram realizadas com o auxílio de uma balança com precisão de 0,001g.

Os estágios de maturação gonadal foram analisados macroscopicamente, segundo VAZZOLER (1996), em cinco estágios de maturação: A-imaturo, B-em maturação, C-maduro, D-desovado, E-reposo/recuperação. O Índice Gonadossomático (IGS) foi calculado a partir da seguinte fórmula:

$$\text{IGS} = (\text{Wg} / \text{Wt}) \times 100, \text{ onde}$$

Wg é o peso da gônada (g) e Wt é o peso total (g). Esse índice expressa a porcentagem da representatividade das gônadas em relação ao peso total dos indivíduos, constituindo-se um indicador eficiente do estado funcional dos ovários e testículos (VAZZOLER, 1996).

Para análise da atividade reprodutiva, foi utilizado o Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) e a abundância relativa de peixes em diferentes estágios de maturação gonadal. O índice foi calculado segundo AGOSTINHO *et al.* (1993), sendo utilizado para fêmeas e machos, através da seguinte fórmula:

$$\text{IAR} = \frac{\ln N_i \left(\frac{n_i}{\sum n_i} + \frac{n_i}{N_i} \right) \frac{\text{RGS}_i}{\text{RGS}_c}}{\ln N_m \left(\frac{n_m}{\sum n_i} + 1 \right)} 100, \text{ onde}$$

N_i é o número de indivíduos na unidade amostral (u.a.) “i”, ou seja, o número de indivíduos na unidade amostral K, onde K corresponde a cada coleta; n_i o número de

indivíduos em reprodução (estágios B e C) na u.a. “i”; Nm o número de indivíduos na u.a. com maior número de peixes, considerando o conjunto das 48 unidades amostrais (j); nm o número de indivíduos em reprodução (estádios maduro e recuperação) na u.a. com maior número de peixes, considerando o conjunto das unidades amostrais (j), IGSi o valor médio de IGS dos indivíduos em reprodução na u.a. “i” e IGSe o valor individual mais alto de IGS, considerando o conjunto das unidades amostrais (j). Para cada mês calculou-se o IAR e, seguindo proposição de AGOSTINHO *et al.* (1993), a atividade reprodutiva foi classificada em cinco categorias: “nula” quando $IAR \leq 2$, “incipiente” quando $2 < IAR \leq 5$, “moderada” quando $5 < IAR \leq 10$, “intensa” quando $10 < IAR \leq 20$, e “muito intensa” quando $IAR > 20$.

Para inferir sobre a condição fisiológica do peixe, foi calculado o fator de condição (K) de Fulton (LE CREN, 1951), dado pela relação entre peso e comprimento do indivíduo, expresso em:

$$K = W/L^3, \text{ onde}$$

W é o peso total (g) e L é o comprimento total (mm). O Índice de Repleção (IR) foi calculado como um indicativo da atividade alimentar dos peixes, segundo a seguinte fórmula:

$$IR = 100 (Ws/We), \text{ onde}$$

Ws-peso do estômago (g) e We-peso eviscerado (g). O Índice Hepatosomático (IHS), que demonstra a relação do peso do fígado com o peso corporal, foi calculado para todas as estações, exceto o inverno, de acordo com a fórmula:

$$IHS = Wf/We, \text{ onde}$$

Wf-peso do fígado (g) e We-peso eviscerado (g).

Para cálculo da fertilidade, foi utilizada uma adaptação do método gravimétrico, onde as gônadas foram analisadas macroscopicamente com auxílio de binocular estereoscópica, obedecendo ao seguinte procedimento: cada gônada foi pesada e dividida em cinco seções, de forma a contemplar possíveis variações no número de ovócitos ao longo da extensão da gônada, essas seções também foram pesadas e uma fração de, aproximadamente, 0,01 g foi extraída de cada uma. Essas frações foram transferidas para uma placa de Petri e todos os ovócitos contidos nas mesmas foram contabilizados. Destes, quarenta foram medidos através de ocular micrométrica de precisão de 0,1 milímetro e zoom de 32 vezes. Posteriormente, o número de ovócitos

em cada fração foi extrapolado para o peso correspondente de cada lote e para o peso da gônada analisada, possibilitando a obtenção da fertilidade total.

Os dados obtidos foram testados por meio de Análises de Variância (ANOVA), adotando-se $p < 0,05$ para significância estatística. Havendo significância, aplicou-se o teste *post-hoc* de Tukey para identificar quais médias diferiram entre si (ZAR, 1999). ANOVAs bifatoriais foram aplicadas para testar possíveis diferenças nos descritores biológicos (i.e. IGS, IAR, K, IHS e IR) entre sexos e estações do ano.

Modelos aditivos não-generalizados (GAMs) foram aplicados para determinar as relações da fertilidade e o diâmetro dos ovócitos com outros atributos, tais como o IGS, o comprimento total (CT) e o IR. Os GAMs são uma técnica de regressão não-paramétrica, que não se restringe a relações lineares e é flexível em relação à distribuição dos dados. O modelo de complexidade escolhido para os GAMs foi o procedimento de seleção passo-a-passo, utilizando o Critério de Informação Akaike (AIC). O AIC considera não somente o grau de ajuste, mas também utiliza o critério de parcimônia, penalizando modelos mais complexos quando estes acrescentam poucas melhorias na explicação do modelo (BURNHAM & ANDERSON, 1998).

RESULTADOS

Foi capturado um total de 978 indivíduos com comprimento total variando entre 114 mm e 179 mm (média de 147 mm), sendo representado em sua maioria por indivíduos adultos (Figura 3), adotando-se o comprimento de primeira maturação ($L_{50}=118$ mm CT) estimado por SOUZA-CONCEIÇÃO *et al.* (2005) para sexos agrupados. Machos predominaram nas classes de tamanho entre 120 – 150 mm, enquanto as fêmeas foram mais frequentes nas classes acima de 150 mm. Não foram capturados machos em classes de tamanho acima de 165 mm, enquanto as fêmeas não foram registradas em classes de tamanho inferiores a 130 mm.

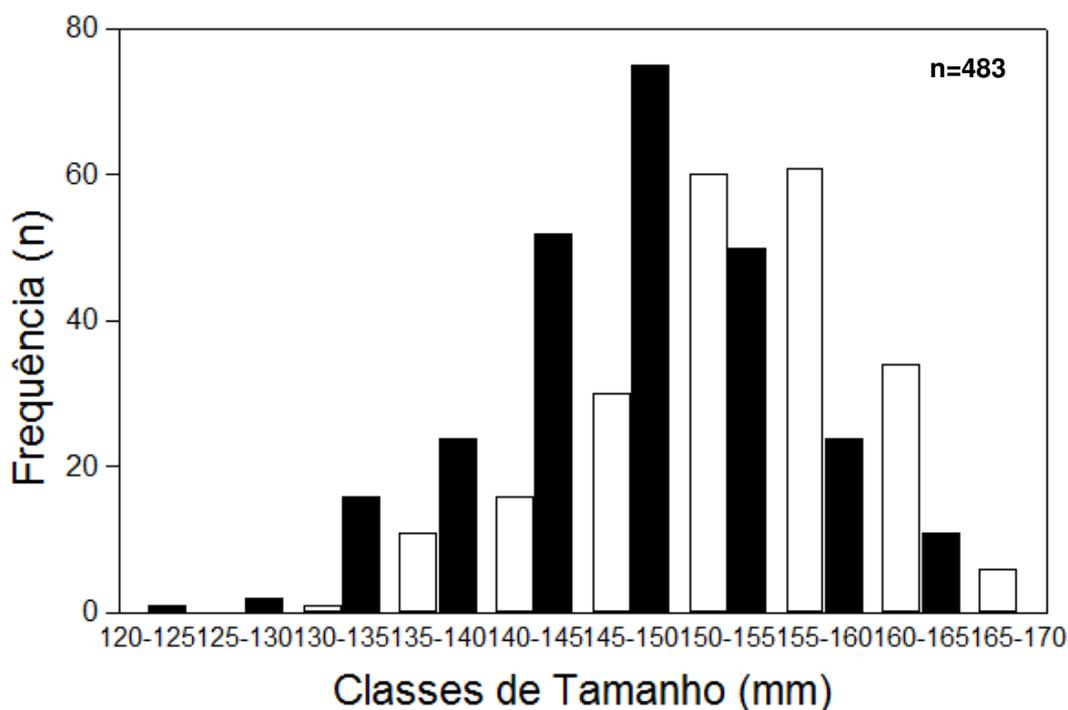


Figura 3. Frequência absoluta de indivíduos coletados em cada classe de tamanho (mm), (□ = fêmeas; ■ = machos).

A frequência relativa percentual dos estágios de maturação gonadal (EMG) mostra a contribuição de machos e fêmeas em cada estágio durante o período estudado (Figura 4). Não foram observados indivíduos imaturos (estágio A, segundo VAZZOLER (1996)). Durante o inverno, foram observadas maiores frequências de gônadas em estágio maduro (C), com 90,2% dos machos e 63,4% das fêmeas nesse estágio. Ainda nesse período, 32,7% das fêmeas apresentaram gônadas no estágio em maturação (B), enquanto 6,6% dos machos apresentaram gônadas em repouso (E). Na primavera, foi observada uma maior frequência de gônadas no estágio C, representadas por 60,8% dos machos e 47,1% das fêmeas. Gônadas nos estágios D (desovado) e E representaram, respectivamente, 38,2% e 13,7% das fêmeas nesse período. Gônadas em estágio B predominaram durante o verão e o outono, representado 68,2% dos machos e 64,5% das fêmeas na primeira estação, e 59,4% dos machos e 81,2% das fêmeas na segunda. O verão ainda apresentou indivíduos em estágio C (3,2%), todos fêmeas, além de contribuições de ambos os sexos nos estágios D (2,3% dos machos e 3,2% das fêmeas) e E (29,5% dos machos e 29% das fêmeas). No outono, por sua vez, foram capturados indivíduos representativos apenas dos estágios B, com 59,4% dos machos e 81,2% das fêmeas, e E, contabilizando 40,6% dos machos e 18,9% das fêmeas.

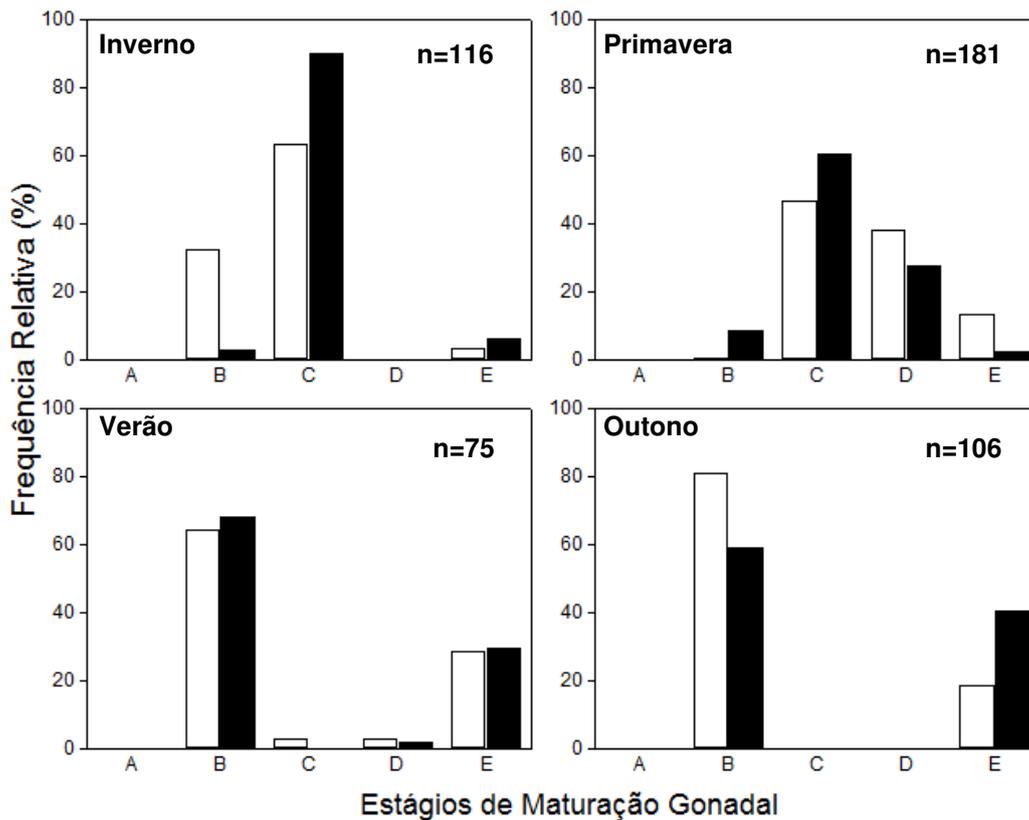


Figura 4. Frequência relativa dos estágios de maturação gonadal de fêmeas (□) e machos (■) por estação do ano.

O Índice Gonadosomático (IGS) apresentou diferenças entre sexos (ANOVA; $F=5,77$; $p=0,02$) e entre estações ($F=111,55$; $p<0,001$), assim como interação entre esses dois fatores ($F=7,88$; $p<0,001$). Os machos apresentaram pico do IGS no final da primavera (Figura 5), sendo esses valores significativamente diferentes de todos os outros (teste *post-hoc* Tukey; $p<0,05$). Os valores de IGS para o final da primavera não diferiram significativamente daqueles do início do inverno e do verão, enquanto o início do inverno não diferiu do final do verão e do outono como um todo. O pico de IGS das fêmeas ocorreu no início da primavera, o qual não diferiu de machos e fêmeas no final do inverno e da primavera (teste *post-hoc* Tukey; $p<0,05$). No início do verão foram observados valores intermediários para o IGS para ambos os sexos.

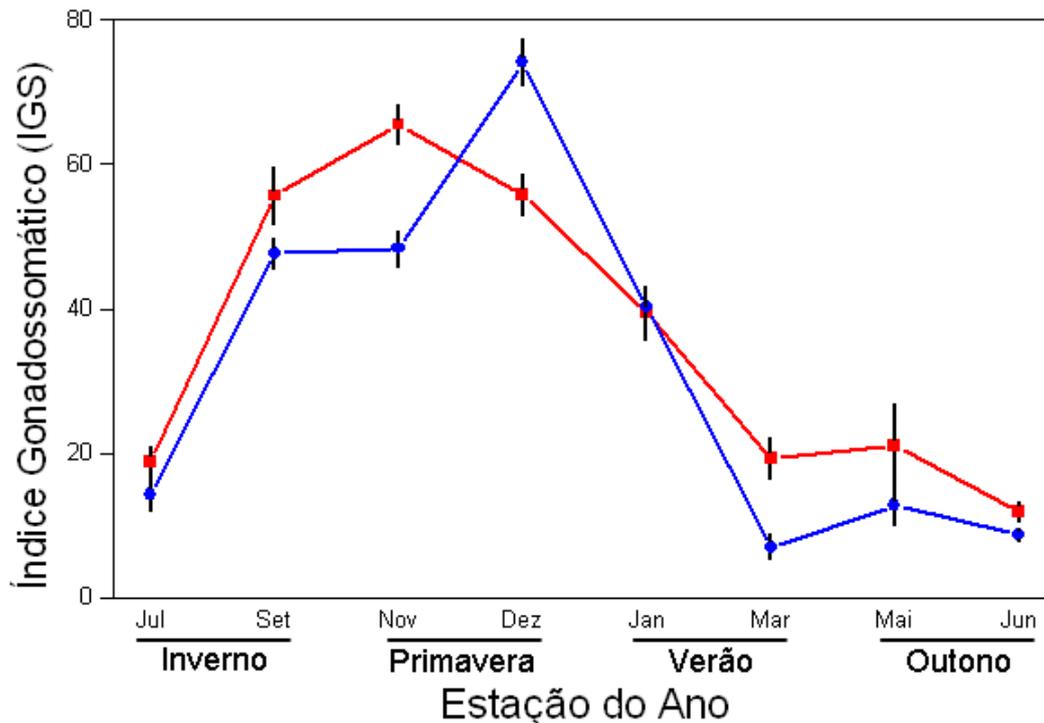


Figura 5. Valores médios (\pm erro padrão) do Índice Gonadosomático entre os meses de coleta e estações do ano (■ = fêmeas; ■ = machos).

O Índice Gonadosomático apresentou-se correlacionado com o Índice de Repleção (IR) e o comprimento total dos indivíduos (Figuras 6A e 6B). O AIC selecionou uma relação linear negativa entre o IGS e o IR ($F_{1, 24}=7,94$; $p<0,01$), indicando que nos peixes com estômagos mais pesados, as gônadas ocuparam uma pequena proporção da cavidade abdominal (Figura 6A). Uma relação não-linear foi encontrada entre o IGS e o LT (AIC; não-linear $F_{2, 22}=6,1$; $p<0,01$), revelando um incremento linear do IGS até que os indivíduos atinjam 160 mm de comprimento, tornando-se praticamente constante a partir deste tamanho (Figura 6B).

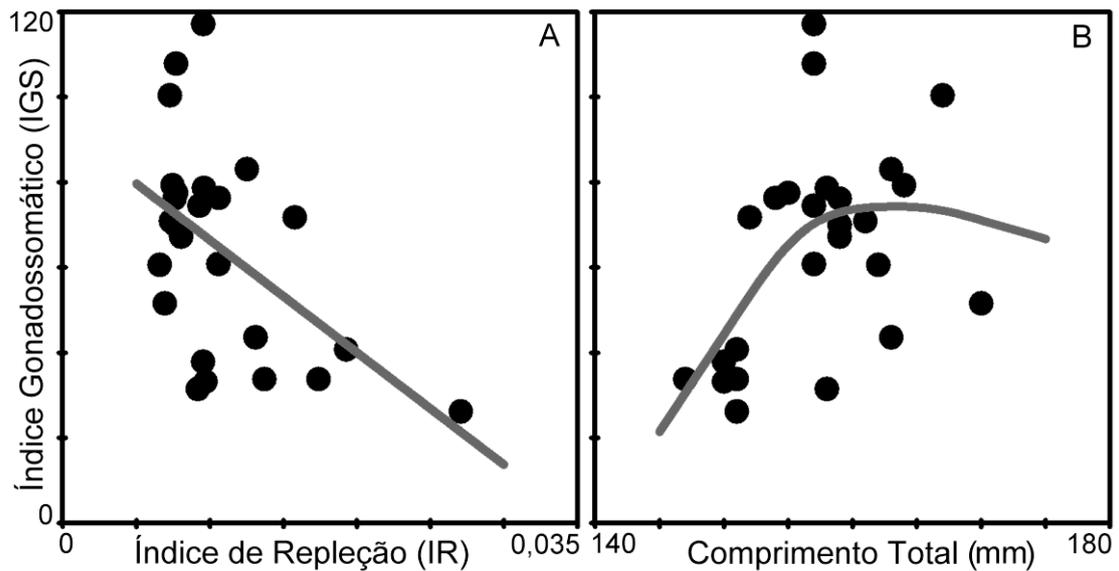


Figura 6. Relação do Índice Gonadosomático com o Índice de Repleção (A) e o Comprimento Total (B) de *C. edentulus*. As linhas representam os modelos aditivos generalizados selecionados pelo critério de informação de Akaike.

O Índice de Atividade Reprodutiva – IAR apresentou diferenças altamente significativas entre estações (ANOVA; $F=8,46$; $p=0,007$), porém sem diferenças entre sexos (Figura 7). A primavera foi significativamente diferente de todas as outras estações (para sexos agrupados; teste *post-hoc* Tukey; $p<0,05$). Maiores valores do IAR, superiores a 95, foram encontrados para os meses de setembro, novembro e dezembro, correspondendo à classificação de atividade reprodutiva “muito intensa”. O início do inverno e do outono apresentaram valores equivalentes à categoria “intensa” de atividade reprodutiva, enquanto os demais meses se enquadraram na categoria “nula”.

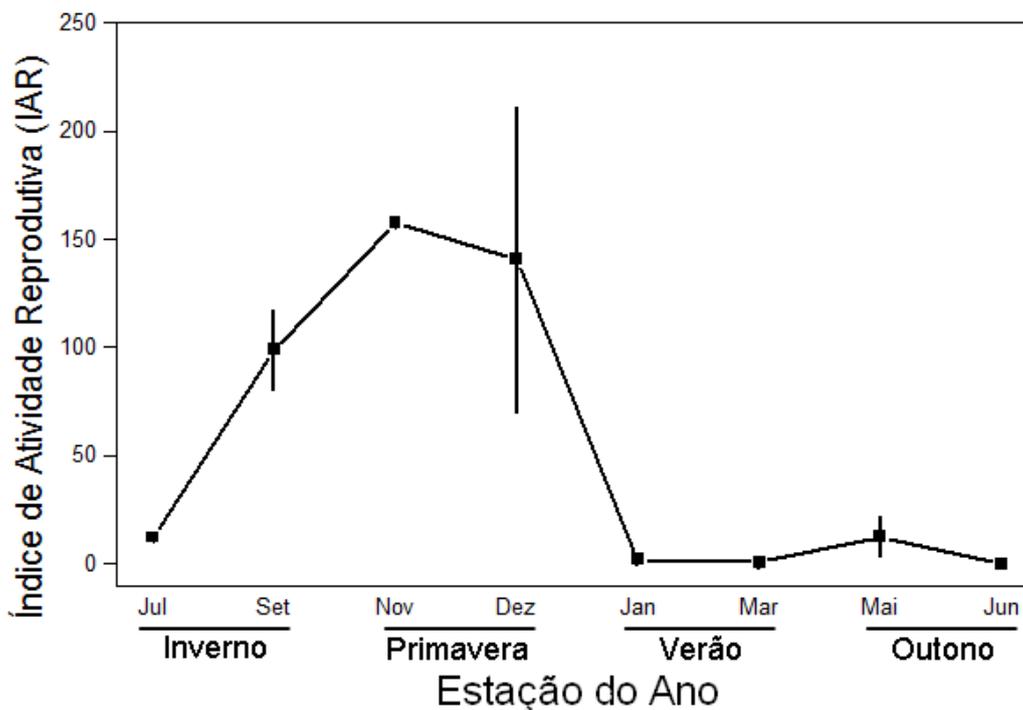


Figura 7. Valores médios (\pm erro padrão) do Índice de Atividade Reprodutiva entre os meses de coleta e estações do ano.

O Fator de Condição (K) apresentou diferenças significativas entre sexos (ANOVA; $F=13,96$; $p<0,001$) e entre estações ($F=18,51$; $p<0,0001$), sem interação significativa entre esses dois fatores. Fêmeas atingem maiores valores de K que machos, particularmente devido a maiores contribuições no início da primavera e do outono (Figura 8). Maiores valores de K foram registrados no início do inverno, seguidos por valores intermediários no final do inverno e início da primavera, e de valores mínimos nas demais estações (teste *post-hoc* Tukey, $p<0,05$).

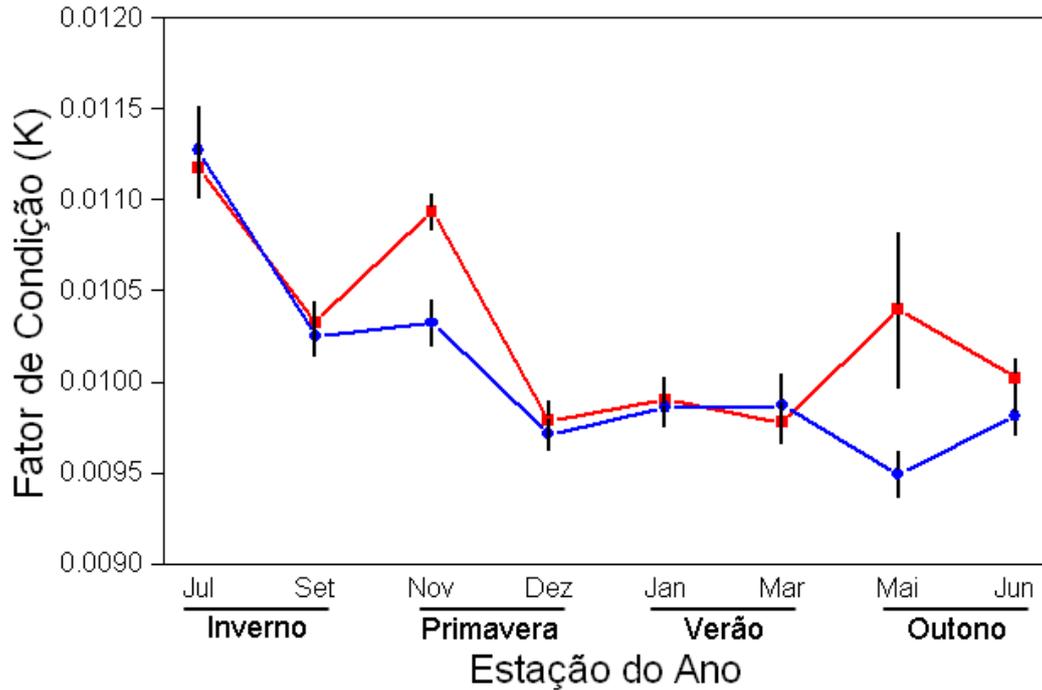


Figura 8. Valores médios (\pm erro padrão) do Fator de Condição entre os meses de coleta e estações do ano (■ = fêmeas; ■ = machos).

O Índice Hepatosomático (IHS) apresentou diferenças altamente significativas entre estações (ANOVA; $F=30,3$; $p<0,001$), sexo ($F=55,75$; $p<0,001$) e interação entre esses dois fatores ($F=9,70$; $p<0,001$). Machos e fêmeas diferiram entre si nos meses da primavera, como ocorreu com o IGS, e também no início do verão (teste *post-hoc* Tukey; $p<0,05$). Para fêmeas, os meses da primavera e o início do verão foram significativamente diferentes de todos os outros, representando os valores mais elevados de IHS (Figura 9). Os demais meses não diferiram entre si. Para machos, apenas o final da primavera foi significativamente diferente do final do outono (teste *post-hoc* Tukey; $p<0,05$), os demais meses não apresentaram diferenças.

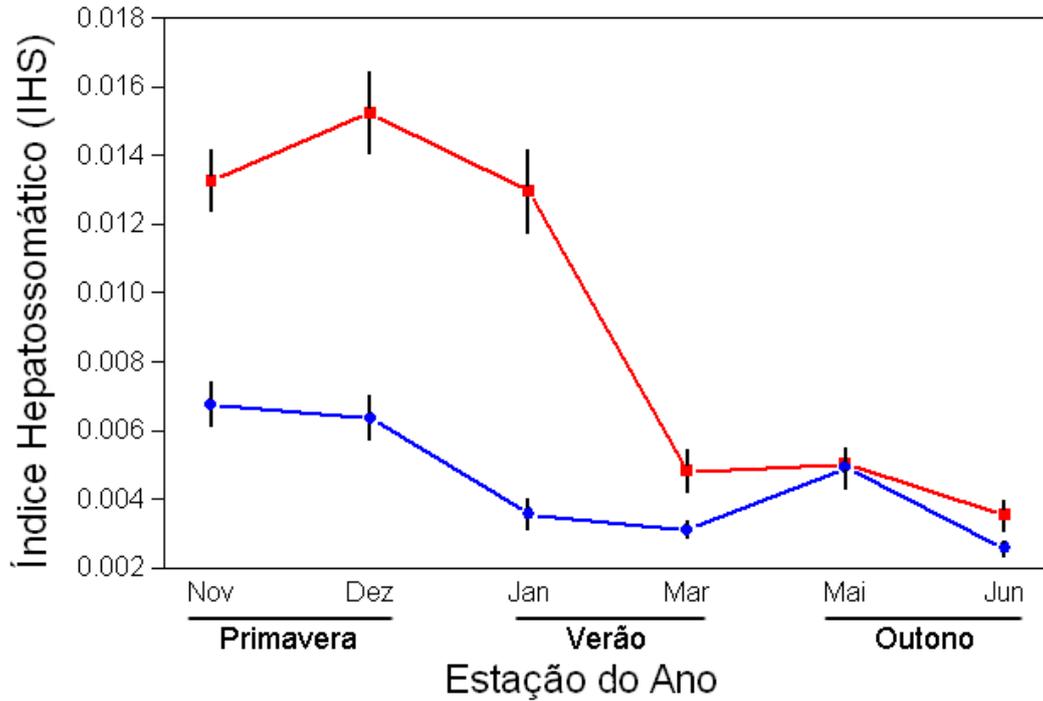


Figura 9. Valores médios (\pm erro padrão) do Índice Hepatosomático entre os meses de coleta e estações do ano (■ = fêmeas; ■ = machos).

O Índice de Repleção (IR) apresentou diferenças significativas apenas entre estações ($F=65,91$; $p<0,0001$) (Figura 10). Os meses do inverno foram significativamente diferentes de todos os outros, os quais não diferiram entre si (teste *post-hoc* Tukey; $p<0,05$).

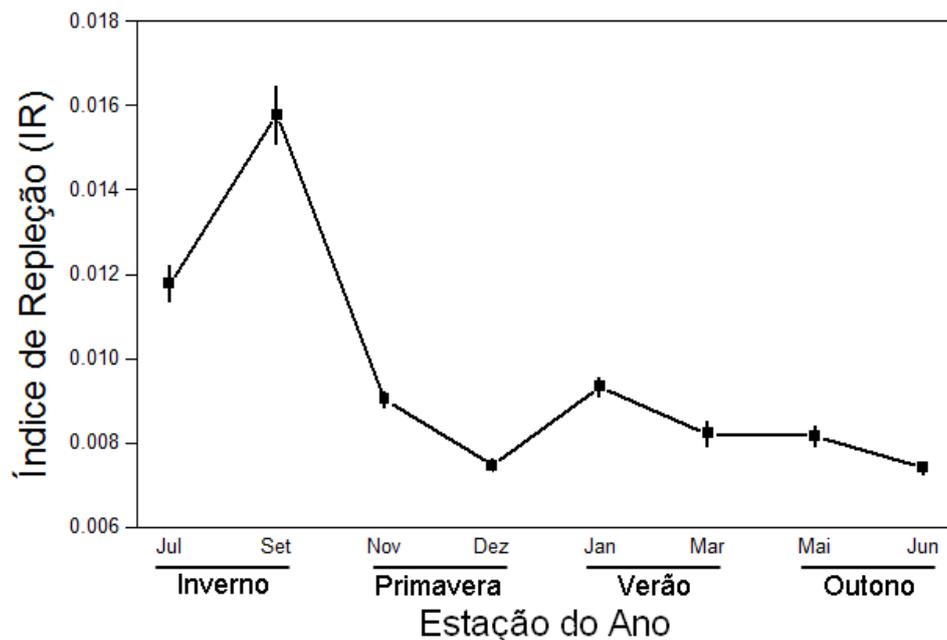


Figura 10. Valores médios (\pm erro padrão) do Índice de Repleção entre os meses de coleta e estações do ano.

A contagem dos ovócitos vitelogênicos revelou uma fertilidade absoluta média de 12.720,6 ovócitos (erro-padrão \pm 823,5), com diâmetros variando entre 300 e 950 μm (média = 619,3 μm). A fertilidade apresentou-se linear e positivamente relacionada com o comprimento total (CT) (AIC; linear $F_{1, 24}=7,24$; $p=0,01$), porém negativamente relacionada com o IR (AIC; linear $F_{1, 24}=3,58$; $p=0,07$) (Figuras 11A e B). Após controle do efeito do tamanho (i.e. resíduos padronizados entre fertilidade \times comprimento total), foi observada uma resposta significativa da fertilidade com o IGS (AIC; não-linear $F_{2, 22}=2,1$; $p=0,11$), em que uma relação linear e praticamente constante ocorre até valores intermediários de IGS, quando a partir destes registrou-se uma relação exponencial (Figura 11C).

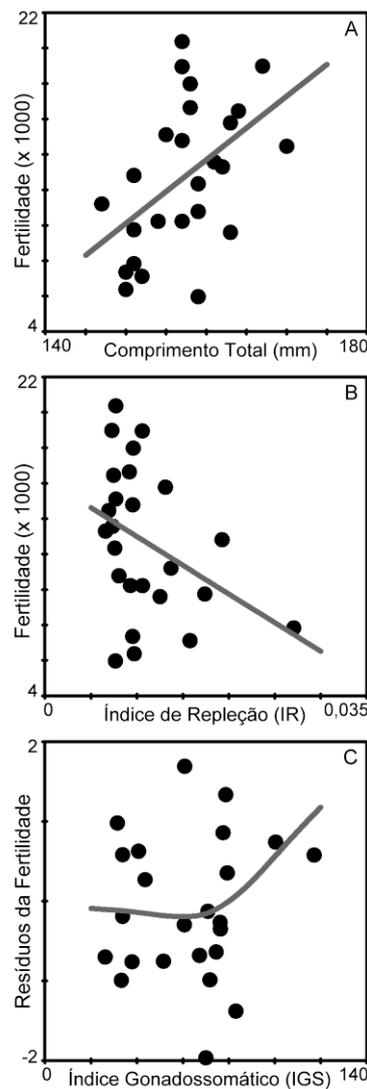


Figura 11. Relação da Fertilidade com Comprimento Total (A) e o Índice de Repleção (B) e dos Resíduos da Fertilidade (após a remoção do efeito do tamanho) e o Índice Gonadosomático (C) de *C. edentulus*. As linhas representam os modelos aditivos generalizados selecionados pelo critério de informação de Akaike.

Uma relação linear positiva foi selecionada entre o IGS e o diâmetro dos ovócitos (AIC; $F_{1, 24}=39,17$; $p<0,01$) (Figura 12A). O AIC também selecionou uma relação linear positiva para o Fator de Condição (K) e o diâmetro dos ovócitos (linear $F_{1, 24}=3,96$; $p=0,06$) (Figura 12B).

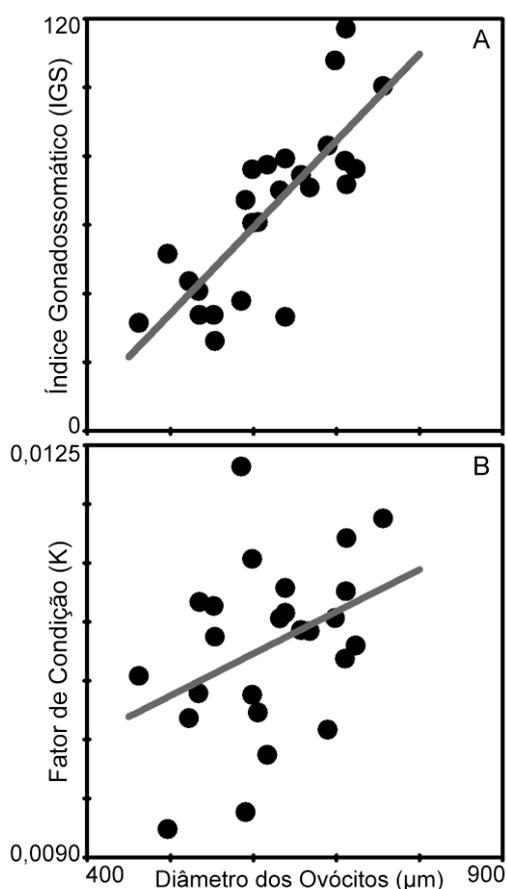


Figura 12. Relação da Fertilidade com Comprimento Total (A) e o Índice de Repleção (B) e dos Resíduos da Fertilidade (após a remoção do efeito do tamanho) e o Índice Gonadosomático (C) de *C. edentulus*. As linhas representam os modelos aditivos generalizados selecionados pelo critério de informação de Akaike.

DISCUSSÃO

Na baía de Guanabara, a estação reprodutiva de *Cetengraulis edentulus* ocorreu do final do inverno e continuou por toda a primavera, analisando-se os resultados obtidos tanto isolada como integradamente. Tal padrão concorda com os resultados obtidos não somente para seu congênera *Cetengraulis mysticetus* no Golfo do Panamá, com o qual compartilha muitas semelhanças morfológicas e ecológicas (HOWARD & LANDA, 1958; BAYLIFF, 1966; BELTRÁN-LEÓN, 2002), mas também para outros engraulídeos, como, por exemplo, *Anchoa tricolor* na baía de Sepetiba ARAÚJO *et al.* (2008b). Surpreendentemente, nossos resultados contrastaram parcialmente com os de SOUZA-CONCEIÇÃO *et al.* (2005) para *Cetengraulis edentulus* numa baía do sul do Brasil (Santa Catarina), onde a reprodução concentrou-se na primavera e verão. Estas variações revelam uma considerável plasticidade de *C. edentulus* em ajustar seu período reprodutivo de acordo com as características ambientais locais, entre as quais a temperatura, o fotoperíodo e a disponibilidade de alimento têm sido apontadas como as determinantes para a reprodução de engraulídeos em baías costeiras (ZASTROW *et al.*, 1991; ARAÚJO *et al.*, 2008b). Comparando esses resultados, com os obtidos para populações de *C. mysticetus* mais setentrionais (Golfo do Panamá) e de *C. edentulus* mais meridionais (Santa Catarina), a elevação da temperatura da água parece ser o fator crucial para a reprodução da espécie, uma vez que esta é antecipada, iniciando-se no fim do inverno, ou seja, quando as temperaturas já se elevaram, para populações localizadas em menores latitudes (BELTRÁN-LEÓN, 2002; presente estudo), e concentrada na primavera-verão para populações mais meridionais (SOUZA-CONCEIÇÃO *et al.*, 2005).

Neste estudo, todos os descritores da atividade reprodutiva convergiram para resultados similares quanto ao período de desova de *C. edentulus* na baía de Guanabara, porém foram observadas algumas variações nas respostas de cada índice. O Índice Gonadossomático (IGS) atingiu maiores valores entre setembro e dezembro, os quais coincidiram com o predomínio de gônadas em estágio maduro (C). Valores elevados de IGS e da frequência de gônadas maduras indicam a ocorrência de desova, e análises similares foram empregadas por ARAÚJO *et al.* (2008b), para *Anchoa tricolor* na Baía de Sepetiba, e por RODRIGUES-FILHO *et al.* (2011), para três espécies do gênero *Stellifer*. No início do verão, por outro lado, foi observada uma queda abrupta no IGS, coincidente com a diminuição da participação de indivíduos em reprodução (estágio C) e um aumento da frequência de estágios desovado e em recuperação, indicando o início

do período pós-reprodutivo de *C. edentulus* na baía de Guanabara. O Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) confirmou as tendências encontradas nas análises do IGS e dos estágios de maturidade gonadal, porém, por incorporar informações integradas de ambos os índices e fornecer resultados diretos e mais refinados, o IAR apresentou vantagens sobre os outros descritores. Neste sentido, o IAR indicou que, embora *C. edentulus* tenha apresentado um amplo período reprodutivo, compreendendo todo o inverno e primavera, e ocorrendo também no início do outono, a atividade reprodutiva foi muito mais elevada entre setembro e dezembro, com pico em novembro. Apesar da ausência de análises histológicas, o extenso período reprodutivo identificado pelo IAR (sete meses), em conjunto, com a presença de ovócitos em diferentes estágios de desenvolvimento em gônadas maduras (ACS Franco; observação pessoal) sugere que *C. edentulus* apresenta estratégia de desova múltipla, corroborando com os resultados encontrados para *Anchoa tricolor* na baía de Sepetiba (ARAÚJO *et al.*, 2008b), porém divergindo da desova total apresentada por *C. mysticetus* no Golfo do Panamá (BELTRÁN-LEÓN, 2002).

Outro descritor largamente utilizado em estudos sobre a biologia reprodutiva de peixes é o Fator de Condição (K) (VAZZOLER, 1996; CHAVES & VENDEL, 1997), o qual pode indicar como o animal explora os recursos energéticos, assumindo-se que os indivíduos com maior massa em um determinado período estão em melhores condições fisiológicas (LE CREN, 1951; RODRIGUES-FILHO, 2011). No presente estudo foram observados maiores valores no fator de condição antes dos períodos de maior atividade reprodutiva, indicando que os indivíduos armazenam reservas para suportar perdas futuras de energia durante a maturação das gônadas. Maiores valores do fator de condição podem estar associados a ofertas elevadas de alimento, as quais podem ser convertidas em reservas energéticas armazenadas no fígado e/ou na forma de gordura visceral (VAZZOLER & VAZZOLER, 1965; VAZZOLER, 1996; ARAÚJO *et al.*, 2008b). Um fator de condição elevado durante a reprodução, conforme observado para *C. edentulus* na baía de Guanabara, pode refletir em uma baixa mortalidade de ovos recém-fecundados e altas taxas de eclosão e sobrevivência dos embriões, além de confirmar o período de desova (GIAMAS *et al.*, 1984; BARBIERI & SANTOS, 1987; LAINE & RAJASILTA, 1999; SOUZA-CONCEIÇÃO *et al.*, 2005). Por outro lado, a queda acentuada dos valores de K no momento imediatamente posterior ao pico reprodutivo, evidencia um intenso gasto energético nesse processo e na reestruturação

das gônadas (RODRIGUES-FILHO, 2011). Assim como o fator de condição, o Índice Hepatosomático (IHS) pode ser utilizado como um indicador do período reprodutivo, por estar relacionado à mobilização de reservas energéticas para o processo de vitelogênese e reprodução (QUEROL *et al.*, 2002). Durante o período de maior atividade reprodutiva de *C. edentulus*, foram registrados maiores valores médios do IHS nas fêmeas, o que sugere uma maior síntese de proteínas nesse período (VAZZOLER, 1996).

A fertilidade é um traço importante da história de vida, sendo considerada uma medida de ajuste reprodutivo de um organismo (CHARLESWORTH, 1994). Altos investimentos na reprodução podem representar prejuízos para a manutenção somática, resultando em diminuição da longevidade em espécies altamente fecundas (HAAG, 2013). Valores de fertilidade absoluta similares aos registrados para *C. edentulus* na Baía de Guanabara foram registrados para outros engraulídeos, tais como *Engraulis ringens* (8.197–12.788 ovócitos; LEAL *et al.*, 2009), *Engraulis encrasicolus* (14.616 ovócitos; OUATTARA *et al.*, 2008) e *Engraulis anchoita* (6.270–13.992; PÁJARO *et al.*, 2009). A relação linear e positiva entre a fertilidade e o comprimento total (GAM) observada para *C. edentulus*, indica que, a maior disponibilidade de espaço na cavidade abdominal está associada a uma maior quantidade de ovócitos (WOOTTON, 1999). Por outro lado, a fertilidade relacionou-se negativamente com o Índice de Repleção, sugerindo que *C. edentulus* diminui sua atividade alimentar à medida que se aproxima da estação reprodutiva. Isto pode estar relacionado à necessidade de um maior espaço disponível na cavidade abdominal para acomodar as gônadas aumentadas pela maturação dos ovócitos, principalmente nas fêmeas (HARTZ *et al.*, 1996; NUNES & HARTZ, 2006). A relação linear negativa entre o Índice de Repleção e o Índice Gonadosomático (GAM) corroboram a afirmação anterior. A fertilidade pouco se alterou em indivíduos com valores baixos e intermediários de IGS, porém aumentou exponencialmente em direção aos valores máximos registrados para o IGS, indicando que peixes com maiores contribuições da gônada em relação ao peso corporal apresentam um maior investimento na produção numérica de ovócitos. Curiosamente, não foram detectadas relações entre a fertilidade e o diâmetro de ovócitos, no entanto, este último apresentou-se positivamente correlacionado com o IGS e o Fator de Condição, como reflexo do maior investimento na produção de vitelo. LAMBERT (2008) afirma que variações no estado nutricional estimadas através do fator de

condição influenciam a fecundidade potencial de peixes pelágicos. Portanto, é possível inferir que indivíduos de *C. edentulus* em melhores condições fisiológicas, possuem ovócitos com maior quantidade de vitelo, com reflexos positivos sobre o IGS.

Os resultados obtidos no presente estudo, embora o mesmo não tenha sido concebido para essa finalidade, podem ser utilizados para subsidiar medidas de gestão e manejo *C. edentulus* na baía de Guanabara. A implementação de tais medidas depende, no entanto, de estudos sobre as características biológicas da população de peixes exploradas (HILBORN & WALTERS, 1992). Peixes com estratégias de vida como a de *C. edentulus*, os quais apresentam pequeno porte, precocidade sexual e alto investimento reprodutivo, são vulneráveis ao rápido esgotamento pela pressão de pesca (KING & MCFARLANE, 2003). Por outro lado, observou-se que os estratos de *C. edentulus* capturados na baía de Guanabara apresentaram um extenso período reprodutivo, elevada fertilidade, e aparente desova múltipla, além de provavelmente não enfrentarem restrições na disponibilidade de alimento, em função do seu hábito alimentar planctófago e das condições eutrofizadas predominantes nas regiões mais internas da baía (LAVRADO *et al.*, 1991; SERGIPENSE *et al.*, 1999), características estas que poderiam atenuar um eventual quadro de sobrexplotação. Logo, estudos que avaliem o tamanho dos estoques de *C. edentulus* são de fundamental importância para a gestão da pesca da espécie na baía de Guanabara, uma vez que trabalhos desta natureza podem determinar os níveis máximos sustentáveis para captura que permitam a conservação do recurso ou de recuperação das populações reduzidas (MORGAN *et al.*, 2009). Caso seja identificado que as capturas atuais de *C. edentulus*, as quais em 2004 já se situavam próximas a 20.000 toneladas/ano (JABLONSKI *et al.* 2006), representem um risco aos estoques na baía de Guanabara, nossos resultados indicam que o início da primavera (novembro) representa o pico reprodutivo da espécie, sendo, portanto, o período mais indicado para o estabelecimento do defeso. Sob uma ótica conservacionista, nossos resultados revelam ainda a importância da manutenção de indivíduos de maior porte, uma vez que estes apresentaram variações na estratégia reprodutiva, como por exemplo, um investimento na produção de ovócitos maiores, os quais podem representar a manutenção do elevado sucesso reprodutivo da espécie em condições ambientais instáveis.

CONCLUSÃO

O período de maior atividade reprodutiva de *Cetengraulis edentulus* na baía de Guanabara foi caracterizado para os meses de setembro, novembro e dezembro. Esse resultado foi corroborado por todos os descritores biológicos analisados. Além disso, maiores estudos sobre o tamanho dos estoques de *C. edentulus* na baía de Guanabara são necessários para determinação da capacidade máxima sustentável de captura. Caso seja detectado risco a essa espécie, o mês de novembro seria o ideal para estabelecimento do defeso. Por fim, a manutenção de indivíduos de grande porte nas populações é de grande valor, devido as variações na estratégia reprodutiva apresentadas pelos mesmos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, A.A.; MENDES, V.P.; SUZUKI, H.I.; CANZI, C. 1993. Avaliação da atividade reprodutiva da comunidade de peixes dos primeiros quilômetros a jusante do reservatório de Itaipu. *Revista UNIMAR*, 15: 175-189.
- AMADOR, E.S. 1997. Baía de Guanabara e ecossistemas periféricos: homem e natureza. Rio de Janeiro: Editora Reproarte. 539p.
- ANDRADE-TUBINO, M.F.; FIORE-CORREIA, L.B.; VIANNA, M. 2009. Morphometrics and length structure of *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) (Perciformes, Sciaenidae) in Guanabara Bay, State of Rio de Janeiro, Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca (Impresso)*, 35: 239-246.
- ARAÚJO, F.G.; SILVA, M.A.; SANTOS, J.N.S.; VASCONCELLOS, R.M. 2008a. Habitat selection by anchovies (Clupeiformes: Engraulidae) in a tropical bay at Southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 6 (4): 583–590.
- ARAÚJO, F.G.; SILVA, M.A.; AZEVEDO, M.C.C.; SANTOS, J.N.S. 2008b. Spawning season, recruitment and early life distribution of *Anchoa tricolor* (Spix and Agassiz, 1829) in a tropical bay in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 68 (4): 823-829.
- BARBIERI, G.; SANTOS, E.P. 1987. Crescimento e tamanho de primeira maturação gonadal de *Hypostomus aff. Plecostomus* (Linnaeus, 1758) (Osteichthyes, Loricariidae), da Represa do Monjolinho (São Carlos, SP). *Ciência e Cultura*, São Paulo, 39 (7): 659-663.

- BAYLIFF, W.H. 1966. Population dynamics of the anchoveta, *Cetengraulis mysticetus*, in the Gulf of Panama, as determined by tagging experiments. Bulletin Inter-American Tropical Tuna Commission, 11 (4): 175-239.
- BÉLTRAN-LÉON, B.S. 2002. Changes in the distribution, abundance and spawning season of the anchovy *Cetengraulis mysticetus*, in the Pacific Ocean off Colombia during events of El Niño e La Niña. Investigaciones Marinas, 30 (1).
- BLAXTER, J.H.S.; HUNTER, J.R. 1982. The biology of the clupeoid fishes. Advances in Marine Biology, London, 20: 1-223.
- BRAGA, M.R.; ARANHA, J.M.R.; VITULE, J.R. 2008. Reproduction period of *Mimagoniates microlepis*, from an Atlantic forest stream in Southern Brazil. Brazilian Archives of Biology and Technology, 51 (2): 345-351.
- BUITRÓN, B.; DE LA MATTA, A.P. 2003. Reproduction studies of Peruvian anchovy and hake – the 1997–1998 El Niño effect. Workshop on Modern Approaches to Assess Maturity and Fecundity, 12: 29-33.
- BURNHAM, K.P.; ANDERSON, D.R. 1998. Model selection and inference. Springer-Verlag, New York, USA.
- CHARLESWORTH, B. 1994. Evolution in Age-Structured Populations. Cambridge University Press, Cambridge.
- CHAVES, P.T.C.; VENDEL, A.L. 1997. Reprodução de *Stellifer rastrifer* (Jordan) (Teleostei, Sciaenidae) na baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, 14 (1): 81-89.
- CIECHOMSKI, J. D.; SANCHEZ, R P.; EHRLICH, M. D.; LASTA, C. A. 1979. Distribución de huevos y larvas de Anchoita (*Engraulis anchoita*) en el Mar Argentino en diferentes épocas de año y evaluación de sus efectivos de adultos desovantes. Contr. INIDEP, (379): 1-14.
- DA-SILVA-KRAUS, L.A.; TEIXEIRA-BONECKER, A.C. 1994. The spawning and early life stages of *Cetengraulis edentulus* in a fixed point in Guanabara Bay. Revista Brasileira de Biologia, 54(2): 199-209.
- FÁVARO, L.F.; FREHSE, F.A.; OLIVEIRA, R.N.; JÚNIOR, R.S. 2005. Reprodução do bagre amarelo, *Cathorops spixii*, da Baía de Pinheiros, região estuarina do litoral do Paraná, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, 22(4): 1022-1029.
- FIGUEIREDO, J.L.; MENEZES, N.A. 1978. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. II. Teleostei (1). São Paulo, Museu de Zoologia, 110p.

- GAY, D.; SERGIPENSE, S.; ROCHA, C.F.D. 2000. Ocorrência e distribuição de *Cetengraulis edentulus* (Cuvier, 1829) (Teleostei, Engraulidae) na Laguna de Itaipu, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 17: 463-472.
- GIAMAS, M.T.D.; MOTA, A.; RODRIGUES, J.D.; MANDELLI, J. 1984. Dinâmica da nutrição da manjuba *Anchoviella lepidentostole* (Fowler, 1911) (Osteichthyes, Engraulidae), do Rio Ribeira de Iguape, estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*, 11: 107-113.
- HAAG, W.R. 2013. The role of fecundity and reproductive effort in defining life-history strategies of North American freshwater mussels. *Biological Reviews*: 1-22.
- HARTZ, S.M.; MARTINS, A.; BARBIERI, G. 1996. Dinâmica da alimentação e dieta de *Oligosarcus jenynsii* (Gunther, 1864) na Lagoa Caconde, Rio Grande do Sul, Brasil (Teleostei, Characidae). *Boletim do Instituto de Pesca*, 23: 21-29.
- HILBORN, R.; WALTERS, C.J. 1992. Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics, and uncertainty. Chapman and Hall, New York
- HILDEBRAND, S.F. 1963. Family Engraulidae. *Memoiries Sears Foundation for Marine Research*, 1: 152-249.
- HOWARD, G.V.; LANDA, A. 1958. A study of the age, growth, sexual maturity, and spawning of the anchoveta (*Cetengraulis mysticetus*) in the Gulf of Panama. *Bulletin Inter-American Tropical Tuna Commission*, 11 (9): 391-427.
- JABLONSKI, S.; AZEVEDO, A.F.; MOREIRA, L.H.A. 2006. Fisheries and conflicts in Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 49(1):79-91.
- JICA. Japan Internacional Cooperation Agency. 1994. The study on the recuperation of the Guanabara Bay ecosystem. Supporting Report, Kokusai Kogyo Co: 1-4.
- KEHRIG, H.A.; COSTA, M.; MOREIRA, I.; MALM, O., 2002. Total and methylmercury in a Brazilian estuary, Rio de Janeiro. *Marine Pollution Bulletin*, 44: 1018–1023.
- KING, J.R.; MCFARLANE, G.A. 2003. Marine fish life history strategies: applications to fishery management. *Fisheries Management and Ecology*, 10 (4): 249-264.
- KJERFVE, B.; RIBEIRO, C.H.A.; DIAS, G.T.M.; FILIPPO, A.M.; QUARESMA, V.S. 1997. Oceanographic characteristics of an impacted coastal bay: Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brazil. *Continental Shelf Research*, 17: 1609–1643.

- LAINE, P.; RAJASILTA, M. 1999. The hatching success of Baltic herring eggs and its relation to female condition. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 237: 61-73.
- LAMBERT, Y. 2008. Why should we closely monitor fecundity in marine fish populations? *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 41: 93-106.
- LAVRADO, H.P.; MAYR, L.M.; CARVALHO, V.; PARANHOS, R. 1991. Evolution (1980-1990) of ammonia and dissolved oxygen in Guanabara Bay, RJ, Brazil. In: *Proceedings of the 7th Symposium on Coastal and Ocean Management. Coastal Zone 91 (4): 3234-3245.*
- LE CREN, E.D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Percapuviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, 20: 201-219.
- LEAL, E.M.; CASTRO, L.R.; CLARAMUNT, G. 2009. Variability in oocyte size and batch fecundity in anchoveta (*Engraulis ringens*, Jenys 1842) from two spawning areas off the Chilean coast. *Scientia Marina*, 73 (1): 59-66.
- MACGREGOR, J.M.; HOUDE, E.D. 1996. Onshore-Offshore pattern and variability in distribution and abundance of bay anchovy *Anchoa mitchilli* eggs and larvae in Chesapeake Bay. *Marine Ecology Progress Series*, 138: 15-25.
- MARCUCCI, K.M.I.; ORSI, M.L.; SHIBATTA, O.A. 2005. Abundância e aspectos reprodutivos de *Loricariichthys platymetopon* (Siluriformes, Loricariidae) em quatro trechos da represa Capivara, médio rio Paranapanema. *Ilheringia, Série Zoologia*, 95 (2): 197-203.
- MARQUES, D.K.S.; ROSA, I.L.; GURGEL, H.C.B. 2000. Descrição histológica de gônadas de traíra *Hoplias malabaricus* (Bloch) da barragem do rio Gramame, Alhandra, Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 17 (3): 573-582.
- MAYR, L.M.; TENENBAUN, D.R.; VILLAC, M.C.; PARANHOS, R.; NOGUEIRA, C.R.; BONECKER, S.L.C.; BONECKER, A.C. 1989. Hydrobiological Characterization of Guanabara Bay, in: Magoon, O.T.; Neves, C. (eds.), *Coastlines of Brazil*: 124-139
- MCGOWAN, M.F.; BERRY, F.H. 1983. Clupeiformes: Development and Relationships. In: Blaxter, J.H.S. (Ed.), *Ontogeny and Systematics of Fishes*, 8: 108-126.

- MENDIOLA, B. R. 1978. El alimento de la anchoveta *Engraulis ringens* J. en una zona de afloramiento (San Juan). Infrnes Inst. Mar. Peru, 49: 1-16.
- MMA. 2004. Instrução Normativa nº 5. Ministério do Meio Ambiente.
- MMA. 2005. Instrução Normativa MMA nº 53. Ministério do Meio Ambiente.
- MORGAN, M.J.; MURUA, H.; KRAUS, G.; LAMBERT, Y.; MARTEINSDOTTIR, G.; MARSHALL, C.T.; O'BRIEN, L.; TOMKIEWICZ, J. 2009. The evaluation of reference points and stock productivity in the context of alternative indices of stock reproductive potential. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 66: 404–414.
- NUNES, D.M.; HARTZ, S.M. 2006. Feeding dynamics and ecomorphology of *Oligosarcus jenynsii* (Gunther, 1864) and *Oligosarcus robustus* (Menezes, 1969) in the Lagoa Fortaleza, Southern Brazil. Brazilian Journal of Biology, 66 (1A): 121-132.
- OUATTARA, S.; FANTODJI, A.; OUATTARA, M. 2008. Quelques aspects reproductifs de l'anchois (*Engraulis encrasicolus*) de la pêche artisanale du littoral est ivoirien. Cybium, 32 (3): 201-209.
- PÁJARO, M.; MACCHI, G.J.; LEONARDUZZI, E.; HANSEN, J.E. 2009. Spawning biomass of Argentine anchovy (*Engraulis anchoita*) from 1996 to 2004 using Daily Egg Production Method. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 89 (4): 829-837.
- PONCIANO, C. R. 1985. Avaliação da produtividade primária e da disponibilidade de nutrientes na Baía de Guanabara. Rio de Janeiro, PUC. 77p.
- QUEROL, M.V.M.; QUEROL, E.; GOMES, N.N.A. 2002. Fator de condição gonadal, índice hepatossomático e recrutamento como indicadores do período de reprodução de *Loricariichthys platymetopon* (Osteichthyes, Loricariidae), Bacia do Rio Uruguai Médio, Sul do Brasil. Ilheringia, Série Zoologia, 92b(3): 79-84.
- RODRIGUES, C.; LAVRADO, H.P.; FALCÃO, A.P.C.; SILVA, S.H.G. 2007. Distribuição da ictiofauna capturada em arrasto de fundo na Baía de Guanabara – Rio de Janeiro, Brasil. Arquivos do Museu Nacional, 65 (2): 199-210.
- RODRIGUES-FILHO, J.L.; VERANI, J.R.; PERET, A.C.; SABINSON, L.M.; BRANCO, J.O. 2011. The influence of population structure and reproductive aspects of the genus *Stellifer* (Oken, 1817) on the abundance of species on the southern Brazilian coast. Brazilian Journal of Biology, 71 (4): 991-1002.

- SERGIPENSE, S.; CARAMASCHI, E. P.; SAZIMA, I. 1999. Morfologia e hábitos alimentares de duas espécies de Engraulidae (Teleostei, Clupeiforme) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Oceanografia*, 47 (2): 173-188.
- SILVA, M.A.; ARAÚJO, F.G.; AZEVEDO, M.C.C.; MENDONÇA, P. 2003. Distribuição espacial e temporal de *Cetengraulis edentulus* (Cuvier, 1829) (Actinopterygii, Engraulidae) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20 (4): 577-581.
- SILVA, G.C.; CASTRO, A.C.L; GUBIANI E.A. 2005. Estrutura populacional e indicadores reprodutivos de *Scomberomorus brasiliensis* no litoral ocidental maranhense. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 27(4): 383-389.
- SOUZA-CONCEIÇÃO, J.M.; RODRIGUES-RIBEIRO, M.; CASTRO-SILVA, M.A. 2005. Dinâmica populacional, biologia reprodutiva e o ictioplâncton de *Cetengraulis edentulus* na enseada do Saco dos Limões, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22 (4): 953-961.
- SOUZA, L.M.; CHAVES, P.T. 2007. Atividade reprodutiva de peixes e o defeso da pesca de arrasto no litoral norte de Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24(4): 1113-1121.
- VALENTIN, J.L.; TENENBAUM, D.R.; BONECKER, A.; BONECKER, S.L.C.; NOGUEIRA, C.R.; PARANHOS, R.; VILLAC, M.C., 1999. Caractéristiques hydrologiques de La Baie de Guanabara (Rio de Janeiro, Brésil). *J. Rech. Océanogr*, 24: 33-41.
- VAZZOLER, A.E.A.M.; VAZZOLER, G. 1965. Relation between condition factor and sexual development in *Sardinella aurita* (Cuvier and Valenciennes, 1847). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 37: 353-359.
- VAZZOLER, A.E.A.M. 1996. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. EDUEM, Maringá, 169 p.
- VIANNA, M.; VERANI, J.R. 2002. Biologia populacional de *Orthopristis ruber* (Teleostei, Haemulidae) espécie acompanhante da pesca de arrasto do camarão-rosa, no sudeste brasileiro. *Atlântica, Rio Grande*, 23 (1): 27-36.
- WHITEHEAD, P.J.P. 1977. Engraulidae. In *FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Central Atlantic (Fishing Area 31)*, 2.

- WHITEHEAD, P.J.P. 1988. Clupeoid of the world (Suborder Clupeoidei): an annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolf-herrings. FAO Fisheries Synopsis, Rome, 7 (125): 1-579.
- WOOTTON, R.J. 1999. Ecology of teleost fishes. Chapman and Hall, London-New York, 404.
- ZAR, J.H. 1999. Biostatistical Analysis. Prentice Hall International. 4^a ed. New Jersey.
- ZASTROW, C.E.; HOUDE, E.D.; MORIN, L.G. 1991. Spawning, fecundity, hatch-date frequency and young-of-the-year growth of bay anchovy *Anchoa mitchilli* in mid-Chesapeake bay. Marine Ecology Progressive Series, 73: 161-171.