



UNIVERSIDADE  
DO BRASIL  
UFRJ

INSTITUTO DE BIOLOGIA – CEDERJ



VARIAÇÃO TEMPORAL DA PRODUÇÃO DE OVOS DO COPÉPODE *ACARTIA*  
*TONSA* NA BAÍA DE GUANABARA

CAROLINE RIBEIRO ALMEIDA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

PÓLO UNIVERSITÁRIO DE NOVA IGUAÇU

2018



UNIVERSIDADE  
DO BRASIL

UFRJ

INSTITUTO DE BIOLOGIA – CEDERJ



VARIAÇÃO TEMPORAL DA PRODUÇÃO DE OVOS DO COPÉPODE *ACARTIA*  
*TONSA* NA BAÍA DE GUANABARA

CAROLINE RIBEIRO ALMEIDA

Monografia apresentada como atividade obrigatória à integralização de créditos para conclusão do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas - Modalidade EAD.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Gisela Mandali de Figueiredo

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Gisela Mandali de Figueiredo

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

PÓLO UNIVERSITÁRIO DE NOVA IGUAÇU

2018

ALMEIDA, CAROLINE RIBEIRO

Variação Temporal da Produção de Ovos do Copépode *Acartia tonsa* na Baía de Guanabara. Nova Iguaçu. 2018. 32 f. il: 21 x 29,7 cm

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Gisela Mandali de Figueiredo

Monografia apresentada à Universidade Federal do Rio de Janeiro para obtenção do grau de Licenciada no Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas – Modalidade EAD. 2018.

Referências bibliográficas: f. 29-32

1. Copepoda 2. Produção de ovos

I. FIGUEIREDO, G. M.

II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Licenciatura em Ciências Biológicas – Modalidade EAD

III. Variação Temporal da Produção de Ovos do Copépode *Acartia tonsa* na Baía de Guanabara



UNIVERSIDADE  
DO BRASIL  
UFRJ



instituto de **biologia**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

ATA - DEFESA DE MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL		
NOME DO GRADUANDO (A)		MATRÍCULA
Caroline Ribeiro Almeida		11214020293
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – IB – UFRJ – EAD – POLO: Nova Iguaçu		
TÍTULO DA MONOGRAFIA		
"Variação temporal da produção de ovos do copépode <i>Acartia tonsa</i> na Baía de Guanabara"		
NOME DOS MEMBROS DA BANCA	TÍTULO	ASSINATURA
Orientadora Gisela Mandali de Figueiredo	Doutor	<i>Gisela M. de Figueiredo</i>
Gisele Occhioni	Doutor	<i>Gisele Occhioni</i>
Nivea Karina Andrade da Silva	Mestre	<i>Nivea Karina A. da Silva</i>
Data: 30/08/2018		
<input checked="" type="checkbox"/> APROVADO (A)		<input type="checkbox"/> REPROVADO (A)
HAVENDO SUGESTÕES NA DEFESA, COLOCAR TÍTULO MODIFICADO DA MONOGRAFIA		
Sr.(a) Coordenador (a): encaminho, em anexo, a versão <u>revisada</u> do Trabalho Final de Curso nos formatos <u>impresso</u> e <u>digital</u> . Atesto que tal versão contempla as sugestões e/ou observações feitas pela banca durante a defesa.		
ORIENTADOR:		
<i>Gisela M. de Figueiredo</i>		
LOCAL E DATA: Departamento de Biologia Marinha Sala A1 –CCS/UFRJ– 30/08/2018		
COORDENADOR DO CURSO		
LOCAL E DATA: Departamento de Biologia Marinha Sala A1 –CCS/UFRJ – 30/08/2018		

Aos meus avós e aos meus pais por todo  
carinho e apoio nesta jornada.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter aberto todas as portas até aqui. Aos meus pais por todo amor e dedicação até aqui, principalmente a minha mãe, por todo carinho, apoio e palavras de conforto quando queria desistir, posso agradecer por horas e ainda assim não será suficiente. Meu irmão, Vinícius, pelo companheirismo em diversos momentos. Aos amigos que fiz nessa caminhada, em especial: Camylla, pelas risadas e doces compartilhados. Danillo e Fátima, por toda ajuda oferecida, obrigada pelo carinho e incentivo. Agradeço a Professora Gisela, por ter aberto as portas de seu laboratório, pela orientação e por toda paciência na construção desse trabalho. Aos colegas do Laboratório de Ecologia Trófica, pela receptividade e coleta dos dados deste projeto. Ao Espaço Ciência Viva, que mesmo não tendo relação com este trabalho, contribuiu para minha formação acadêmica e pessoal através da extensão. Aos colegas e tutores do Cederj, a caminhada foi longa e vocês também ajudaram de alguma forma para minha formação. Ao Cecierj por acreditar no ensino semipresencial e permitir que muitas pessoas tenham acesso a Graduação. Obrigada a todos que de alguma forma contribuíram com meu desenvolvimento pessoal e acadêmico.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	14
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
3.1 Coleta.....	14
3.2 Experimentos.....	15
3.3 Contagem e medição de ovos e pesagem de fêmeas.....	16
3.4. Análises.....	17
4. RESULTADOS.....	18
4.1 Variáveis ambientais.....	18
4.2 Produção de ovos.....	20
5. DISCUSSÃO.....	23
5.1 Condições ambientais.....	23
5.2 Produção de ovos.....	24
6. CONCLUSÕES.....	28
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Mapa indicando a localização da estação de coleta na Baía de Guanabara .....	14
Figura 2. Fêmea e macho (a); e Copepodito (b) de <i>Acartia tonsa</i> . Fonte: impaq.ruc.dk(a) e Laboratório de Ecologia Trófica (b) .....	15
Figura 3. Foto do ovo (a) e náuplio (b) de <i>Acartia tonsa</i> e medição de ovos durante o experimento (c) .....	16
Figura 4. Temperatura (a), salinidade (b), clorofila- <i>a</i> (c) durante o período de amostragem na Baía de Guanabara. Amostras coletadas em 1m (linha tracejada) e em 18 m (linha contínua). A linha divisória em (a) indica temperatura da água de fundo <20°C, indicando ocorrência da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) .....	19
Figura 5. Média da produção de ovos ( $n^{\circ}\text{ovos.fêmea}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ) de <i>Acartia tonsa</i> nos meses de coleta (Fevereiro de 2012 a Fevereiro de 2013) na Baía de Guanabara. Barras representam o erro padrão .....	20
Figura 6. Média da produção de ovos em biomassa ( $\mu\text{gC de ovos.fêmea. d}^{-1}$ ) produzidos por <i>Acartia tonsa</i> nos meses de coleta (Fevereiro 2012 a Fevereiro 2013) na Baía de Guanabara. Barras representam erro padrão .....	21
Figura 7. Média da porcentagem de carbono investido em produção de ovos por fêmea de <i>Acartia tonsa</i> por dia ( $\%\text{d}^{-1}$ ) nos meses de coleta na Baía de Guanabara. Barras representam erro padrão .....	22

## TABELAS

Tabela 1: Comparação entre taxas de produção de ovos de <i>Acartia tonsa</i> em diferentes regiões tropicais e subtropicais .....	25
---	----



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ACAS – Água Central do Atlântico Sul

CTD – Conductivity, Temperature and Deaph (condutividade, temperatura e pressão)

h - Horas

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a variação mensal na produção de ovos do copépode *Acartia tonsa* na Baía de Guanabara (RJ) sob influência das variações ambientais como temperatura, salinidade e clorofila-*a*, através de experimentos em laboratório. Foram realizadas coletas mensais do zooplâncton no período de um ano, entre fevereiro de 2012 e fevereiro de 2013 em um ponto no canal central da Baía. Dados de temperatura, salinidade e clorofila-*a* foram aferidos no campo através do CTD (Seabid Inc.) no momento das coletas. O zooplâncton foi coletado através de arrastos verticais com rede de 64 µm. Água da sub-superfície também foi coletada e filtrada em rede de 150 µm para remoção do mesozooplâncton. Experimentos foram realizados para determinar a produção de ovos em laboratório. Desta forma os tratamentos (n =3) foram estabelecidos através da separação de dois machos e dez fêmeas de *Acartia tonsa* e incubados em garrafas com a água do mar coletada e os controles (n=2) incubando apenas a água do mar. Os valores da taxa de produção de ovos na Baía de Guanabara foram de 3 a 44 ovos.fêmea<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, similares a valores registrados para estudos de outras regiões. A influência da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) na Baía foi identificada nos meses de primavera-verão, quando foram observadas as maiores taxas de produção. No entanto, não foi possível identificar a influencia dos fatores temperatura, salinidade e clorofila *a* na produção de ovos de *A. tonsa*. Outros fatores como disponibilidade e qualidade de alimento devem ser futuramente testados para avaliar o efeito na produção de ovos de copépodes da espécie *Acartia tonsa* na Baía de Guanabara.

**Palavras-chave:** zooplâncton, copépode, estuário, reprodução

## 1. INTRODUÇÃO

Copépodes são pequenos crustáceos considerados organismos dominantes do zooplâncton, são os produtores secundários mais importantes por representar um elo entre os produtores primários e os níveis tróficos superiores de muitos ecossistemas aquáticos (HOPCROFT; ROFF, 1996; WEBBER; ROFF, 1995), por isso possuem um papel fundamental na cadeia trófica. Os copépodes se alimentam de diversos tipos e tamanhos de produtores primários (e.g. cianobactérias, dinoflagelados, diatomáceas) e atuam na regeneração de nutrientes (MØLLER, 2007).

A abundância do zooplâncton é devido às variações espaciais e temporais da dinâmica trófica, que por sua vez são determinadas por fatores físicos, químicos e biológicos, que influenciam a produção secundária (MILLER, 2004). Fatores como temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, disponibilidade de alimentos e predação variam em escalas de tempo compatíveis com o ciclo de vida de copépodes (i.e. semanas e meses). Além desses fatores, as massas de água, ação das correntes costeiras e variações de maré também podem determinar a distribuição dos copépodes (BERASATEGUI *et al.*, 2005). Conhecer as variações do zooplâncton devido à influência desses fatores é fundamental para compreender o funcionamento e dinâmica do ecossistema pelágico e para avaliar o impacto de mudanças climáticas nos ecossistemas (DAM, 2013).

A produção dos ovos de copépodes determina a taxa de crescimento populacional e o potencial reprodutivo das espécies, tornando-se importante também para entender o papel do zooplâncton na transferência de energia da cadeia trófica (UYE; SHIBUNO, 1992). O estudo de Marshall & Orr (1955) foi pioneiro na estimativa da produção de ovos através de incubações de fêmeas do gênero *Calanus* em placas. Outros estudos sobre produção de ovos em laboratório foram feitos por Checkley (1980) com *Paracalanus parvus*, Dagg (1978) com *Centropages typicus*, Ambler (1985), Castro-Longoria (2003) e Kleppel (1992) para espécies do gênero *Acartia tonsa*.

Dentre esses fatores que influenciam a produção de ovos, a temperatura é considerada o principal fator ambiental a influenciar o metabolismo dos copépodes, estando fortemente relacionada ao crescimento e produção secundária (HUNTLEY; LOPEZ, 1992; MELÃO, 1999). Ela afeta a velocidade das reações metabólicas, desempenhando um papel importante no tempo de desenvolvimento, alimentação, movimento, taxas de reprodução e, desta forma, determina suas taxas de crescimento populacional. O tamanho das fêmeas também é apontado

junto com a temperatura como fator importante na regulação da produção de ovos. O desenvolvimento dos ovos pode ocorrer em um período de poucas horas até vários dias (MAUCLINE, 1988). Estudos em laboratório mostraram que a taxa de produção de ovos aumenta com a temperatura até um limite definido pelas próprias características fisiológicas de cada espécie (CORKETT; MCLAREN, 1979, HIRST; SHEADER, 1997). Além de apontarem que em regiões costeiras *A. tonsa* parece preferir temperaturas mais elevadas (MCMANUS; FOSTER, 1998; MONTÚ, 1980). Por isso, em regiões tropicais o desenvolvimento geralmente também é mais rápido (KIØRBOE; SABATINI, 1995; MAUCLINE, 1988).

Outra condição que também influencia o zooplâncton em ambientes estuarinos é a salinidade (CALBET *et al.*, 2001). Estudos de incubações realizados por Castro-Longoria (2003) apontaram que a fecundidade e a produção de ovos de algumas espécies do gênero *Acartia* são influenciadas por esse fator. Essa espécie é influenciada por gradientes fortes em salinidade que geralmente estão concentrados na água doce e são expostos a alterações pelo vento, marés e/ou outras ações que levem a mistura na zona costeira (MCMANUS; FOSTER, 1998).

A disponibilidade de alimentos também é um fator importante na produção de ovos. A variedade, quantidade e qualidade dos alimentos influenciam diretamente a produção de ovos, crescimento, fecundidade e viabilidade dos ovos de copépodes (CHECKLEY, 1980; MELÃO, 1999). Assim, o alimento afeta a produção secundária e, portanto, a produção de consumidores de copépodes (DURBIN *et al.*, 1983). Segundo Mullin & Brooks (1970), as variações sazonais no tamanho dos copépodes pode ser devido às alterações na disponibilidade de alimento durante o desenvolvimento. McLaren (1963) também concluiu que a concentração de alimentos influencia nas taxas de desenvolvimento, afetando o tamanho dos copépodes.

Estudos mostraram que a temperatura da água (HUNTLEY; LOPEZ, 1992) e a disponibilidade de alimentos (DURBIN *et al.*, 1983; KIØRBOE; NIELSEN, 1994; SCHMIDT *et al.*, 1998) são os principais fatores que influenciam o crescimento de copépodes, no entanto, a sua importância na regulação da produção de ovos de copépodes em ambientes naturais ainda é pouco conhecida. (YOUN; CHOI, 2007).

Os copépodes do gênero *Acartia* dominam em termos de biomassa grande parte de baías rasas, sendo importantes principalmente em estuários tropicais, subtropicais e também em regiões temperadas (MAUCLINE, 1988). Por isto muitos estudos vêm sendo realizados sobre sua alimentação, crescimento e fecundidade em relação à temperatura, salinidade e

concentração de alimentos (e.g. IRIGOIEN *et al.*, 2000; KLEPPEL, 1992). As taxas reprodutivas dos copépodes também respondem a outros fatores intra e interespecíficos como a razão entre macho e fêmea, comportamento sexual e ação dos predadores (HALSBANDLENK *et al.*, 2001; KIØRBOE, 2006).

Áreas costeiras são sujeitas a impactos humanos e sofrem alterações no transporte de água, sedimentos e eutrofização (VALIELA, 2006), além da influência por marés e de grandes variações, também possuem função de estuário. Estuários, por sua vez, são ambientes que possuem grande variedade de espécies e produtividade, servindo como área de reprodução e abrigo para outras espécies e também sofrem influências de marés, apresentando variação de sazonalidade espacial e temporal, que levam a mudanças físico-químicas (FISTAROL *et al.*, 2015; KJERFVE *et al.*, 1997). O zooplâncton nessas regiões pode ser afetado pela entrada de água fria ricas em nutrientes, que variam sazonalmente (LOPES, *et al.*, 1999).

O estuário da Baía de Guanabara é considerado um ecossistema costeiro semifechado e uma das Baías costeiras mais importantes do Brasil (KJERFVE *et al.*, 1997). Está em uma região de clima tropical úmido com intensa influência marinha. É um estuário bastante atingido por descargas de esgotos industriais e domésticos em seu entorno que o transformam em um dos ambientes mais eutrofizados do mundo (SILVA *et al.*, 2011). Devido à variação sazonal da pluviosidade, o clima na Baía pode ser dividido em um período seco (junho a agosto) e um período úmido (dezembro a abril). As águas da Baía são influenciadas por processos de aporte fluvial, vento local e pela maré, fazendo com que essas ações provoquem variações na qualidade das águas e definam a Baía como um estuário estratificado, dependendo da época do ano (BÉRGAMO, 2006).

A entrada das águas costeiras através de precipitações, ventos e da maré renovam as águas e facilita a entrada de populações planctônicas, diversificando a concentração de nutrientes, sendo influenciado também pela ressurgência da massa da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), fenômeno de ocorre na região de Cabo Frio que se estende até a região da Baía (TORRES JR., 1995). Essa massa d'água é altamente rica em nutrientes que contribuem para o crescimento de microalgas, fazendo com que a produtividade primária aumente, influenciando também os demais organismos que podem modificar toda a teia trófica (LASS; MOHRHOLZ, 2008; PEREIRA; EBECKEN, 2009).

Dessa forma, por meio das informações expostas o presente estudo tem o objetivo de descrever e analisar as variações da produção de ovos do copépode *Acartia tonsa* na Baía de

Guanabara relacionando com os fatores bióticos e abióticos (ex.: temperatura, salinidade e clorofila-*a*).

## 2. OBJETIVOS

- I. Avaliar a variação mensal e sazonal da produção de ovos do copépode *Acartia tonsa* ao longo de um ano
- II. Indicar a influência das variações de temperatura, salinidade e clorofila-*a* na produção de ovos de *Acartia tonsa*

## 3. MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 Coleta

As coletas de mesozoplâncton foram realizadas mensalmente de fevereiro de 2012 a fevereiro de 2013 em uma estação fixa localizada no canal central da Baía de Guanabara, Rio de Janeiro (Figura 1).

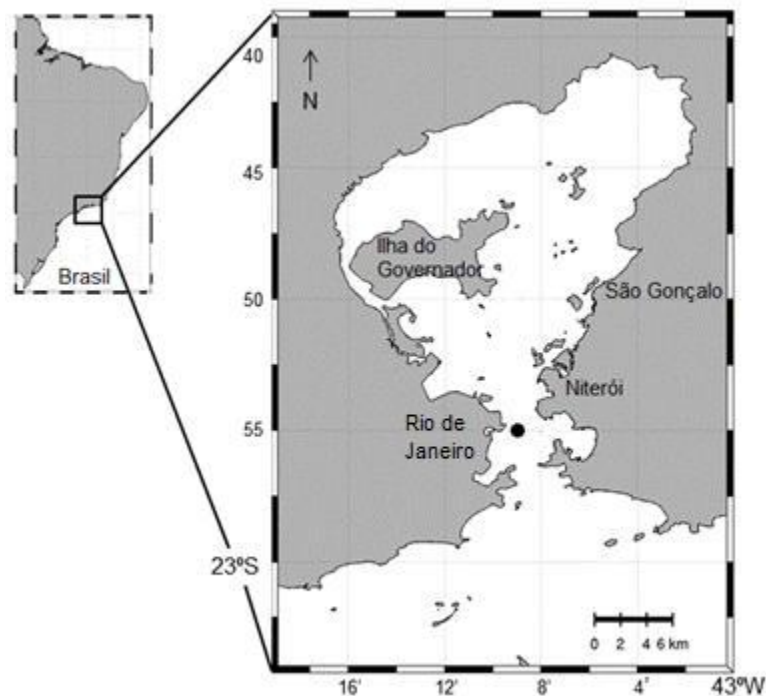


Figura 1: Mapa indicando a localização da estação de coleta na Baía de Guanabara

No local de coleta foi determinado um perfil de temperatura, salinidade e clorofila-*a* através do CTD (Seabid Inc.). O mesozooplâncton foi coletado através de um arrasto vertical utilizando rede de abertura de malha de 64  $\mu\text{m}$  e 30 cm de diâmetro de boca. Foi também coletada água da sub-superfície através de garrafa de Niskin (10 L) que foi filtrada em rede de 150  $\mu\text{m}$  para a remoção do mesozooplâncton. As amostras de água e zooplâncton foram mantidas em temperatura ambiente e transportadas rapidamente (20 minutos) para o Laboratório de Ecologia Trófica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), onde foram realizados os experimentos.

### 3.2 Experimentos

No laboratório aproximadamente dois machos e dez fêmeas de *Acartia tonsa* (Figura 2a) foram separados através de microscópio estereoscópico e incubados com água do mar do ambiente, previamente filtrada em malha de 150  $\mu\text{m}$  para remoção do mesozooplâncton, em garrafas de 1.100 ml para todos os meses. A proporção de machos e fêmeas foi baseada em estudos anteriores e também para evitar efeitos de densidade-dependente. Os experimentos foram realizados com 3 tratamentos e 2 controles, isto é, garrafas apenas com água do mar sem copépodes. Todas as garrafas foram levadas para a roda deplâncton por 24 horas e mantidas em sala ajustada com a na temperatura do local de coleta.

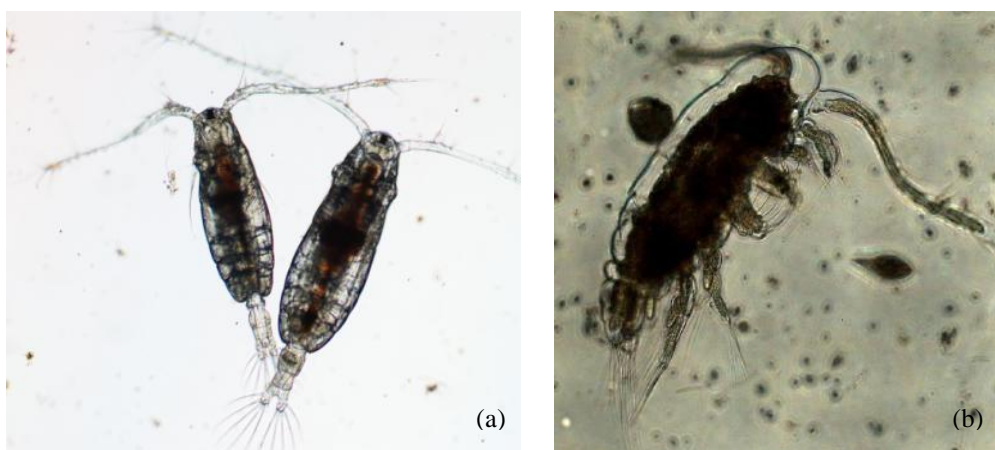


Figura 2: Fêmea e macho (a) de *A. tonsa*; e Copepodito (b) encontrado durante os experimentos. Fonte: [impaq.ruc.dk](http://impaq.ruc.dk) (a) e Laboratório de Ecologia Trófica (b).



Após as 24 horas de incubação os copépodes foram retirados das garrafas, foi verificado se estavam vivos, e todo o conteúdo da garrafa foi fixado em lugol (2 % concentração final) para posterior contagem dos ovos.

### 3.3 Contagem e medição de ovos e pesagem de fêmeas

Para a contagem dos ovos (Figura 3a), as amostras foram homogeneizadas e sedimentadas (~700ml) em provetas de 1L durante 3 dias. Após este período o sobrenadante foi descartado e o precipitado (~50ml) foi novamente sedimentado em câmara Utermohl por 24h para contagem dos ovos e náuplios (Figura 3b) recém eclodidos em microscópio invertido (Zeiss). Para estimativas do volume médio do ovo (esfera), o diâmetro de pelo menos 30 ovos de cada réplica do experimento de todos os meses foram medidos (Figura 3c) através de uma câmera acoplada ao microscópio invertido e utilizado o programa de análise de imagens (AxioVision). A biomassa de ovos em carbono foi estimada através da conversão de  $0,14 \times 10^{-6} \mu\text{gC}$  por  $\mu\text{m}^3$  de ovos (KIØRBOE *et al.*, 1985).

As fêmeas separadas de cada garrafa foram secas em estufa por 60°C no período de 48h, agrupadas e pesadas em balança de seis casas decimais para obtenção do peso seco (PS) por fêmea. Para as fêmeas que não foram possíveis obter o peso seco, este foi estimado através da equação de Durbin & Durbin (1978) com base no comprimento do prossoma das fêmeas. Foi utilizada a razão de 0,45 para PS: Carbono (KIØRBOE *et al.*, 1985).

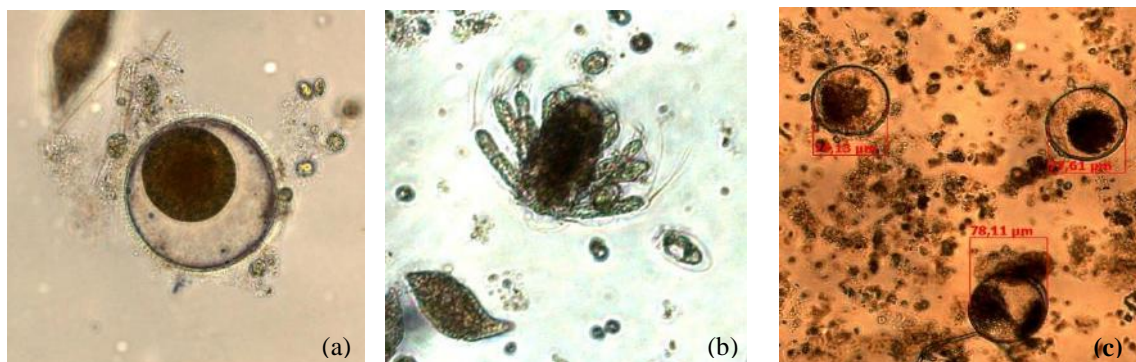


Figura 3: Foto do ovo (a), náuplio (b) e medição de ovos (c) de *Acartia tonsa* durante o experimento.

### 3.4. Análises

A estimativa da produção de ovos foi calculada através do: i) número de ovos por fêmea por dia durante o período de incubação ( $\text{ovos}^{-3} \cdot \text{fêmea}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ) e ii) biomassa em carbono de ovos por fêmea durante o período de incubação ( $\mu\text{g C ovos} \cdot \text{fêmea}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ). A percentagem do esforço reprodutivo em carbono por dia ( $\% \cdot \text{d}^{-1}$ ) foi calculado dividindo a média de biomassas em carbono do corpo da fêmea pelo total de ovos produzidos por dia em cada unidade experimental (garrafa) e, posteriormente, multiplicado por 100.

A homogeneidade das variâncias dos dados foi testada e a produção de ovos (número e biomassa) e o esforço reprodutivo foram comparados entre os meses de experimento através da Análise de Variância Unifatorial (ANOVA) e o teste *posteriori* de Tukey. A ANOVA foi realizada apenas quando foi atendido o pressuposto da homogeneidade das variâncias. A influência das variáveis temperatura, salinidade e clorofila-*a* sobre a produção de ovos pelas fêmeas e esforço reprodutivo foram testadas através de regressão múltipla. Todas as análises foram realizadas utilizando o software Estatística 8.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Variáveis ambientais

No período de um ano de coleta (2012 a 2013), a temperatura da água superficial foi mais baixa nos meses de julho a outubro (inverno-primavera) entre 21°C e 26°C, sendo em agosto a temperatura mais baixa (Figura 4a). Já as temperaturas mais altas foram registradas nos meses de março e abril de 2012 e janeiro e fevereiro de 2013 (verão). As temperaturas de água do fundo < 20°C, ocorreram nos meses de fevereiro e março e de agosto a dezembro de 2012, indicando forte estratificação da água e influencia da ACAS, sendo que em fevereiro, novembro e dezembro a temperatura foi < 18°C. De abril a julho a coluna d'água não apresentou qualquer estratificação. As maiores temperaturas de água de fundo foram nos meses de abril 2012 e janeiro e fevereiro de 2013 ~24°C (Figura 4a).

A salinidade superficial variou de ~27 a 34 e no fundo variou de ~34 a 36. As maiores salinidades de fundo coincidiram com os meses de fevereiro e março, e de agosto a dezembro de 2012, demonstrando a influencia da ACAS neste período (Figura 4b).

Os valores de clorofila-*a* na superfície (2 a 28 µg Cl-*a*/L) variaram mais que os do fundo (~2 a 10 µg C/L) (Figura 4c). As maiores concentrações de clorofila-*a* ocorreram no verão (novembro de 2012 a fevereiro 2013), ultrapassando 25 µg C/L, seguido pelos meses de fevereiro, março, setembro e outubro 2012. De abril a agosto, maior parte do inverno, as concentrações foram baixas, não passando de 10 µg Cl-*a*/L.

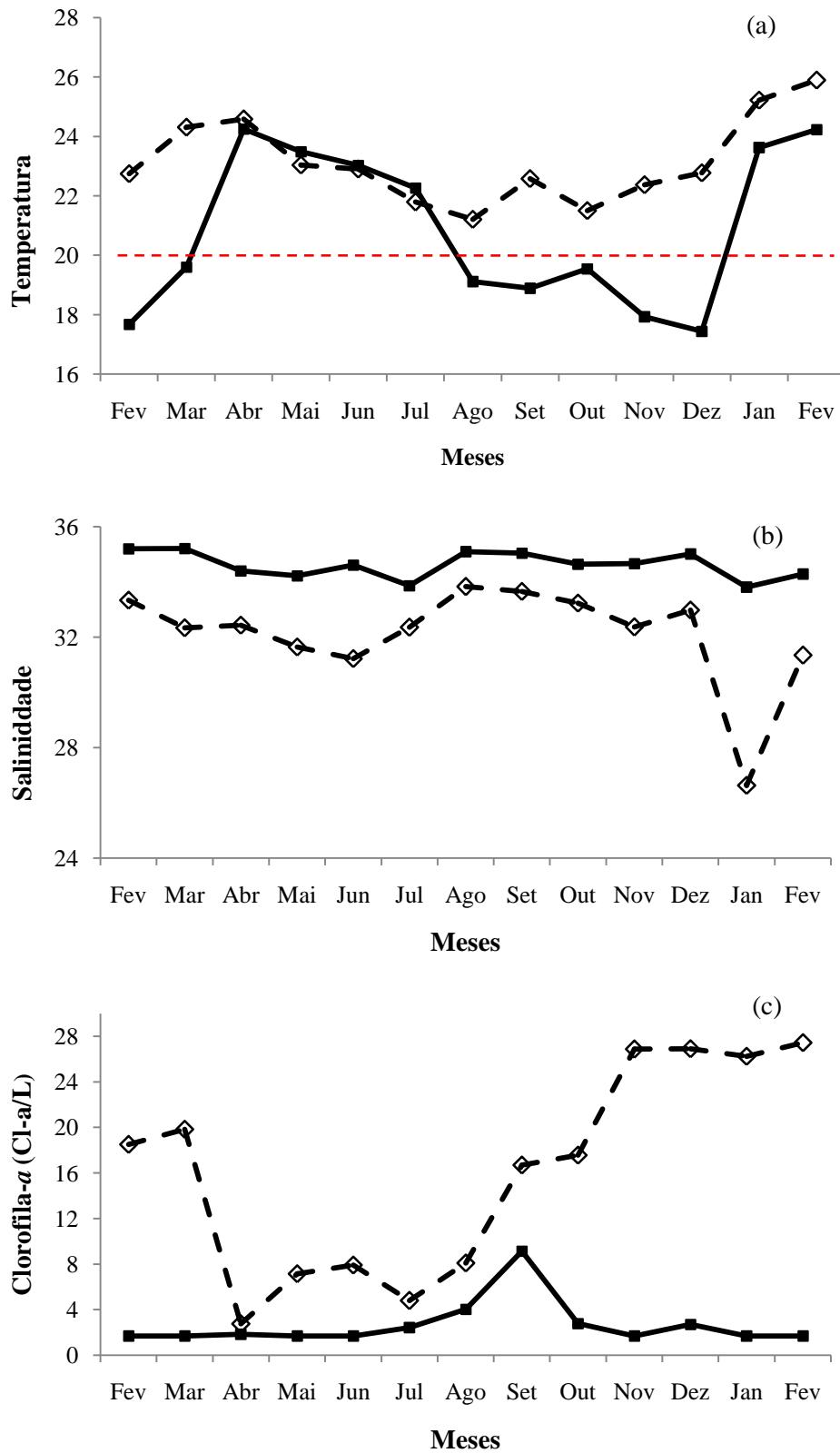


Figura 4: Temperatura (a), salinidade (b), clorofila-a (c) durante o período de amostragem na Baía de Guanabara. Amostras coletadas em 1m (linha tracejada) e em 18 m (linha contínua). A linha divisória em (a) indica temperatura da água de fundo  $<20^{\circ}\text{C}$ , indicando ocorrência da Água Central do Atlântico Sul (ACAS).

#### 4.2 Produção de ovos

A produção dos ovos variou significativamente conforme os meses de coleta (ANOVA,  $F_{(12,36)} = 7,65$ ,  $p < 0,05$ ), sendo observada uma produção entre 3 a 44 ovos.fêmea<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> (Figura 5). O resultado do mês de abril não foi considerado na comparação da produção por falta de réplicas, pois apenas em um tratamento foi possível separar machos e fêmeas. No mês de fevereiro de 2012 ocorreu a produção de ovos mais elevada ( $44 \pm 4$  ovos.fêmea<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>) que foi significativamente maior (Tukey,  $p \geq 0,05$ ) que a produção nos meses de março, junho, julho, agosto, setembro e novembro.

Houve uma tendência de produções de ovos mais baixas no período de inverno, sendo julho o mês com menor produção ( $3 \pm 3$  ovos.fêmea<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>) e significativamente menor (Tukey,  $p < 0,05$ ) que fevereiro, maio e outubro de 2012 e fevereiro de 2013 (Figura 5). A produção nos meses de dezembro de 2012 e janeiro de 2013 apresentaram valores intermediários não mostrando diferenças nem dos meses com produção mais baixa ou alta.

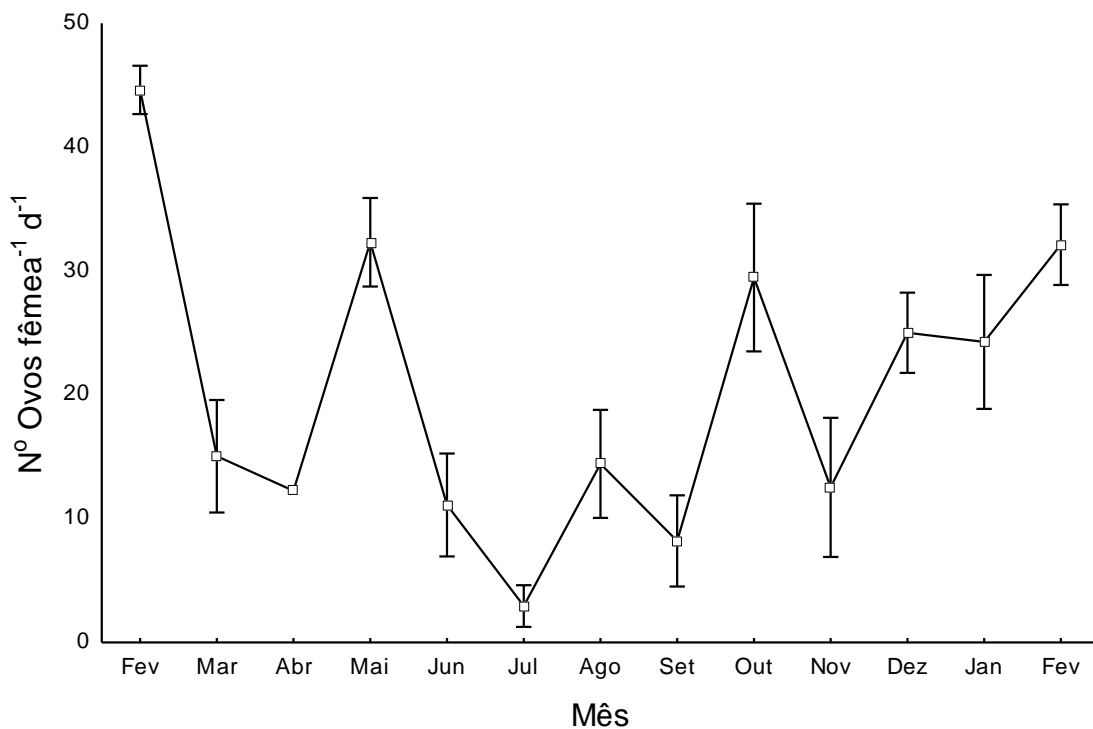


Figura 5. Média da produção de ovos (nº ovos.fêmea<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>) de *Acartia tonsa* nos meses de coleta (Fevereiro de 2012 a Fevereiro de 2013) na Baía de Guanabara. Barras representam o erro padrão.

Os valores da produção de ovos em carbono também mostraram diferenças significativas entre os meses de coleta (ANOVA,  $F_{(12,36)} = 8,65$ ,  $p < 0,05$ ) (Figura 6). A produção de ovos de *Acartia tonsa* no mês de fevereiro de 2012 ( $1,54 \mu\text{gC. fêmea. d}^{-1}$ ) foi significativamente maior (Tukey,  $p > 0,05$ ) que março, junho, julho, agosto, setembro e novembro de 2012, e janeiro de 2013. Julho ( $0,09 \mu\text{gC. fêmea. d}^{-1}$ ) apresentou produção significativamente menor (Tukey,  $p < 0,05$ ) que fevereiro, maio, outubro de 2012 e fevereiro de 2013. O mês de dezembro foi o único que não apresentou diferença significativa (Tukey,  $p \geq 0,05$ ) dos demais meses. Em geral, a produção de ovos em carbono apresentou padrão de variação similar ao da produção de ovos expressa em número ao longo dos meses (Figura 5), indicando que o tamanho de ovos variou pouco entre os meses, e a determinante da variação da produção de ovos foi em razão do número de ovos liberados pelas fêmeas.

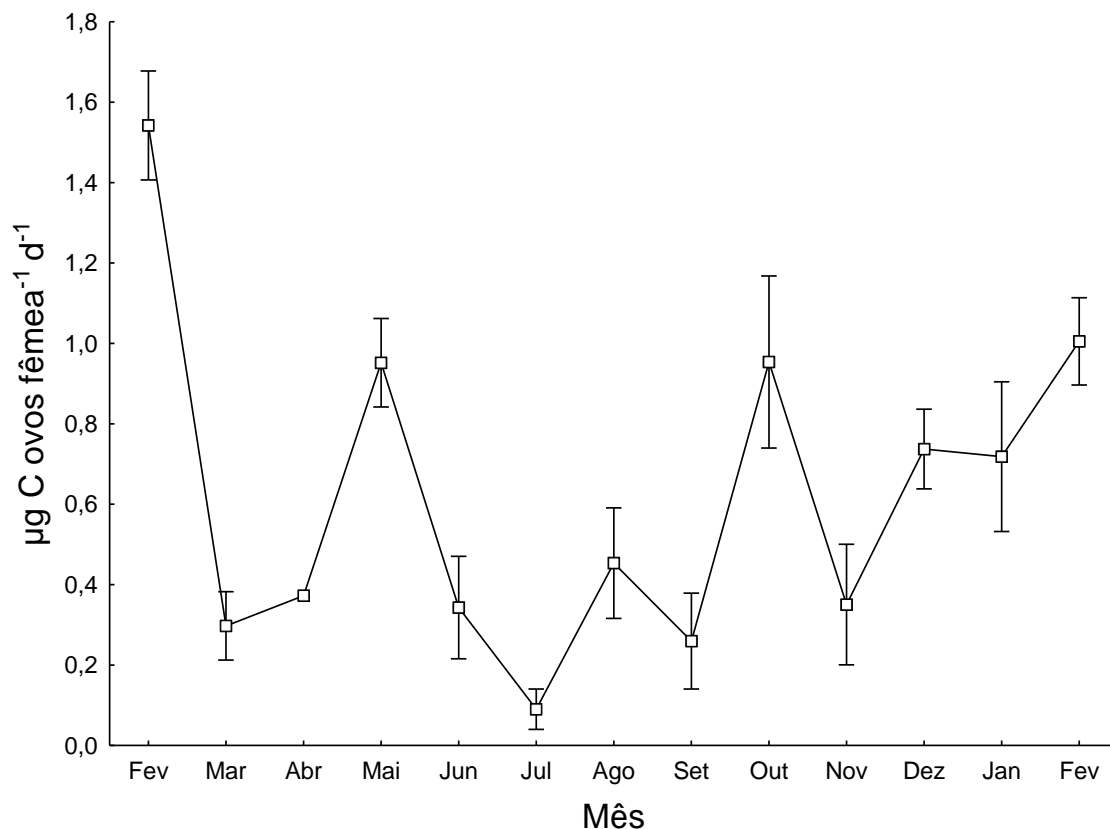


Figura 6. Média da produção de ovos em biomassa ( $\mu\text{gC de ovos.fêmea. d}^{-1}$ ) produzidos por *Acartia tonsa* nos meses de coleta (Fevereiro 2012 a Fevereiro 2013) na Baía de Guanabara. Barras representam erro padrão.

A porcentagem da biomassa das fêmeas investida na reprodução também variou significativamente ao longo dos meses (ANOVA,  $F_{(12,36)} = 9,12$ ,  $p < 0,05$ ) (Figura 7). O esforço reprodutivo de fevereiro de 2012 ( $\sim 68 \% \cdot d^{-1}$ ) foi significativamente maior (Tukey,  $p \leq 0,05$ ) que todos os meses, com exceção de maio, outubro, dezembro e fevereiro de 2013. Novamente, julho foi significativamente menor (Tukey,  $p < 0,05$ ) que os meses de fevereiro, maio, outubro e fevereiro de 2013, com esforço de  $\sim 5 \% \cdot d^{-1}$ . Dezembro não apresentou diferença significativa (Tukey,  $p \geq 0,05$ ) de nenhum mês (Figura 7).

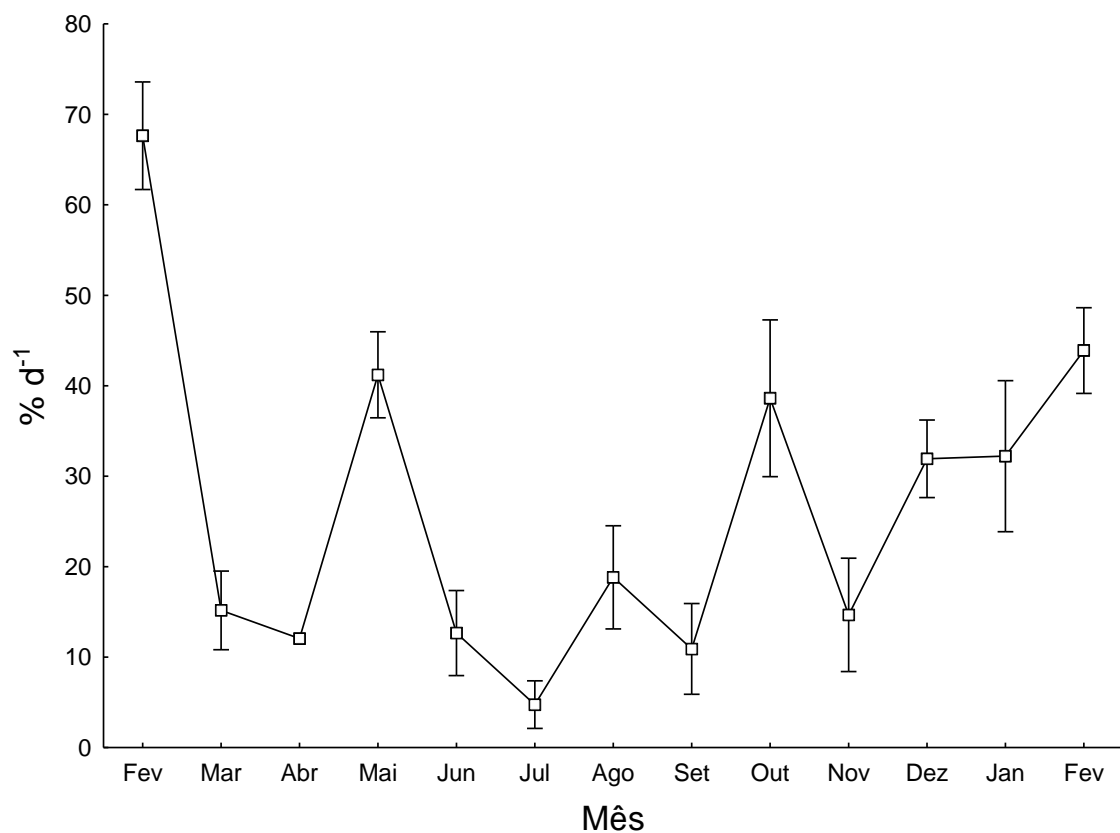


Figura 7. Média da porcentagem de carbono investido em produção de ovos por fêmea de *Acartia tonsa* por dia ( $\% \cdot d^{-1}$ ) nos meses de coleta na Baía de Guanabara. Barras representam erro padrão.

## 5. DISCUSSÃO

### 5.1 Condições ambientais

Através dos dados de temperatura e salinidade de água de fundo da Baía de Guanabara no período primavera – verão (setembro, novembro e dezembro de 2012), foi possível observar uma forte estratificação na coluna d'água causada pela presença superficial de água típica do interior da Baía e da massa d'água fria da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) derivada da ressurgência de Cabo Frio, que acontece principalmente no verão austral e é rica em nutrientes (KJERFVE *et al.*, 1997). A presença da ACAS é observada quando a entrada da água costeira no interior da Baía mostra temperatura com valores menores que 20°C e salinidade ~36 assim como observado nesse estudo (IKEDA, 1976; MIRANDA, 1985). Dessa forma, foi possível notar que os meses do período da primavera-verão de 2012 e verão de 2013 podiam estar sofrendo sofreram influência da ACAS. A temperatura superficial da água foi mais elevada no verão, devido a insolação e trocas de calor com a atmosfera. A estratificação vertical halina da coluna d'água é provocada pela baixa salinidade nas áreas internas devido aos rios e efluentes, alcançando níveis elevados nas áreas mais profundas por conta da entrada de água de plataforma (VALENTIN *et al.*, 1999).

As alterações nas concentrações de clorofila-*a* indicam eutrofização no ambiente, pois seus níveis mostram boa correlação com o aumento de cargas nutricionais (FISTAROL *et al.*, 2015). Além disso, a Baía de Guanabara é fortemente influenciada por marés, mostrando ser um ambiente dinâmico com grande variação de sazonalidade espacial e temporal, que pode ser representada pelos valores de clorofila-*a* (FISTAROL *et al.*, 2015).

Apesar da ACAS ser comum no período de primavera-verão, os valores observados na água de fundo no mês de agosto (baixa temperatura e alta salinidade), também indicaram sua presença no final da estação do inverno. Como os valores de clorofila-*a* mostraram um acréscimo de agosto a setembro, seguido por um declínio em outubro, é possível que esses resultados estejam relacionados aos ventos mais fortes, causando efeito de ressuspensão nesse período do ano (CASTRO *et al.*, 1987).



## 5.2 Produção de ovos

Os valores da produção de ovos de *Acartia tonsa* estimada para a Baía de Guanabara apresentaram variação temporal e estiveram dentro dos intervalos registrados em outros estudos para essa mesma espécie em outras em regiões tropicais e subtropicais (tabela1). Entre os estudos, apenas dois em baías e um em lagoa apresentaram produção bem mais elevada que a da Baía de Guanabara  $> 80 \text{ ovos.fêmeas}^{-1}.\text{d}^{-1}$ . No entanto, comparações devem ser feitas com cautelas devido a diferenças metodológicas para estimar a produção de ovos. As comparações entre a produção de ovos em carbono e biomassa foram estabelecidas quando possível. Kaminski & Montú (2005), por exemplo, mostraram uma taxa de produção de ovos com valores dentro dos registrados no presente estudo e com a taxa máxima de produção relativamente mais baixa, mesmo com os valores de temperatura ( $\sim 19^\circ - 24^\circ\text{C}$ ) e salinidade ( $\sim 20 - 34$ ) próximos aos da Baía. Nesse estudo na Praia do Cassino – RS, *A. tonsa* mostrou uma adaptação a dieta usada nos experimentos, pois a produção de ovos referente às primeiras horas com ação da alimentação no ambiente foi similar aos dias sob condições de cultivo. Esses autores também observaram que a disponibilidade e qualidade do alimento afeta a produção e não calcularam dados de biomassa.

Tabela 1: Comparação entre taxas de produção de ovos de *Acartia tonsa* em diferentes regiões tropicais e subtropicais

Temp.(°C)	Produção de ovos (ovos.fêmea <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )	Região	Referência
20.8	1.6–51.6	Narragansett Bay (EUA)	Durbin <i>et al.</i> (1983)
16–30	23–105	East Lagoon (EUA)	Ambler (1985)
<2.0-22	32.9	Long Island Sound (EUA)	Bellantoni & Peterson (1987)
20.1- 26.2	25.5	Skidaway River (EUA)	Stearns <i>et al.</i> (1989)
25	10	Newport River (EUA)	Stearns <i>et al.</i> (1989)
14.6-21.5	19.4	Los Angeles Harbor (EUA)	Kleppel (1992)
28.2-32.3	5.8	Florida Bay (EUA)	Kleppel <i>et al.</i> (1998)
28.8-32.3	14.2	Rankin Lake (EUA)	Kleppel <i>et al.</i> (1998)
<10–30	>140	Mobile Bay (EUA)	McManus & Foster(1998)
19-24	14-34	Praia do Cassino (Brasil)	Kaminski &Montú. (2005)
22-23	46.8–50.9	Mar Báltico (Próx. Alemanha)	Holste & Peck (2006)
13.8–26.18	11–83	Laguna de Rocha (Uruguai)	Calliari <i>et al.</i> , (2009)
20	20–28	Lagoa dos Patos (Brasil)	Teixeira <i>et al.</i> ,(2010)

Ambler (1985) registrou uma das maiores taxas de produção de ovos (~23-105) em uma lagoa no Texas e também estimou a produção de *Acartia tonsa* através de dois experimentos, um com dietas de partículas naturais e outro com dieta de *Thalassiosira weissflogii*, obtendo maior taxa de produção de ovos com o primeiro experimento. Em ambas as dietas, a produção diária de ovos pareceu estar correlacionada com temperatura a 28°C, e as taxas de produção foram afetadas pela quantidade e qualidade do alimento. Para esse trabalho, as taxas de produção de ovos em carbono foram calculadas para explicar a influência do tamanho da fêmea na reprodução, e assim como na Baía de Guanabara, os valores encontrados para a produção de ovos em biomassa foram similares a produção em número de ovos. As taxas de produção diária em carbono foram semelhantes nas temperaturas de 20°C e 24°C no período de um ano. As menores taxas nessas temperaturas indicaram que esses animais estavam adaptados ao frio, ainda que os comprimentos do prossoma fossem semelhantes às fêmeas coletadas em temperaturas mais altas e que possivelmente também se desenvolveram nessa mesma temperatura. O autor também sugeriu que as fêmeas

possivelmente foram limitadas aos alimentos na dieta de partículas naturais, pois essa dieta enriquecida e armazenada gerou maior produção de ovos. Na Baía de Guanabara, as maiores taxas de produção de ovos e ovos em carbono se apresentaram nos meses mais quentes, onde as temperaturas não passaram de 26°C, além de maiores concentrações de clorofila-*a*. Julho por outro lado, mesmo com as temperaturas de fundo e superfície em torno de ~22°C, foi o mês com a menor taxa de produção de ovos, podendo ser considerada a influencia da clorofila-*a*, uma vez que esta esteve em concentrações baixas no período de outono-inverno.

A porcentagem explica o quanto de esforço a fêmea de *Acartia tonsa* investe do seu corpo na produção de ovos (C). A variação registrada no presente estudo mostrou um investimento relativamente baixo nos meses de inverno, acompanhando a taxa de produção de ovos, o que indica novamente estar associado à temperatura e concentração de alimento. No entanto, a pouca informação sobre biomassa de copépodes em estuários brasileiros dificulta comparações. Fêmeas do gênero *Acartia* podem chegar a taxas correspondentes a mais de 100% de seu corpo em carbono quando em concentrações altas de alimento (DAM; COLIN, 2004; DURBIN *et al.*, 1992). Mesmo durante os meses mais quentes e sob influência da ACAS, os resultados para a Baía de Guanabara não mostraram variação na produção em número de ovos e de ovos em carbono, apenas a biomassa das fêmeas variou, o que pode sugerir que ela se alimentou de outras partículas que não sejam clorofila-*a*. Além disso, a qualidade do alimento não testada aqui pode ter influencia sobre a produção de ovos.

Entre as maiores taxas de produção de ovos observadas, o único estudo que apresentou taxas de produção de ovos mais elevadas que de outras regiões  $>140$  ovos.fêmea<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, foi o de McManus & Foster (1998), superando os valores observados por Ambler (1985). De acordo com esses autores, o estudo feito em um estuário no norte do Golfo do México relacionando a produção de ovos com salinidade, temperatura e clorofila-*a*, somente a temperatura foi significativa. Foi registrado que em temperaturas acima de 25° C as taxas de produção foram superiores a 100 ovos.fêmeas<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> sem inibição de temperatura. Esses autores observaram um padrão para amostras com temperaturas  $> 20^{\circ}\text{C}$  e utilizaram o mesmo modelo proposto por Kiørboe *et al.*, (1985), para comparar as respostas da produção de ovos à concentração de alimentos nas diferentes estações, porém, não foram observadas limitação de alimentos e relações entre a abundância de fitoplâncton e as taxas de produção de ovos. Nesse trabalho observaram no conteúdo de carbono medido para as fêmeas, um teor de carbono médio de 30,5 µg com taxas de produção superiores a 64%. Valores que se aproximam aos meses de investimentos mais altos na Baía de Guanabara

Mesmo a taxa de produção de ovos não sendo correlacionada significativamente com temperatura, salinidade e clorofila-*a* na Baía de Guanabara, é possível observar tendência desses fatores nas taxas de produção. Também foi observado que as maiores taxas de produção ocorreram nos meses com temperaturas acima de 20°C na superfície. Isso pode estar relacionado a temperatura ter sofrido pouca variação, não se tornando um padrão para influenciar. No entanto, como a temperatura no ambiente da Baía ficou dentro dos registros de McManus & Foster (1998), e em seus estudos foi o único fator que demonstrou significância, deve ser considerado que temperaturas elevadas influenciam positivamente as fêmeas, levando a taxas maiores de produção de ovos.

Nos estudos de (KLEPPEL *et al.*, 1998), foi rejeitada a possibilidade de a temperatura influenciar na produção de ovos, pois era relativamente constante, já que na Baía da Flórida há pouca variação na temperatura entre as estações. Os autores também utilizaram o mesmo método do presente estudo, e associaram os resultados de produção de ovos com a qualidade do alimento (AMBLER, 1985; DURBIN *et al.*, 1983) considerou a possibilidade de ao longo do ano a variação da temperatura afetar a taxa de produção. Kleppel *et al.*, (1998), converteu as taxas de produção de ovos ( $n^{\circ}\text{ovos.femea}^{-1}.\text{d}^{-1}$ ) em estimativas da produção de biomassa de carbono para determinar se a taxa de produção de ovos variou com a temperatura durante o verão, mas não encontrou relação sistemática evidente entre a produção de ovos e a disponibilidade de alimentos ou taxa de ingestão. As taxas de produção de ovos variaram independentemente da biomassa total do microplâncton na coluna d'água. Nesse estudo, *A. tonsa* produziu entre 1% e 19% do seu corpo em ovos, valores próximos aos registrados para alguns meses no presente estudo.

Para espécies como *Acartia tonsa*, que não dispõem reservas de lipídeos significativas, a energia e o carbono nos alimentos são traduzidos diretamente nos ovos (MCMANUS; FOSTER, 1998). Enquanto a temperatura influencia o metabolismo, desenvolvimento e taxa de reprodução dos animais (MELÃO, 1999), a estrutura bioquímica do alimento pode induzir na seleção dos copépodes, assim como as diferenças na quantidade de enzimas ingeridas podem influenciar nos resultados, por isso, mais pesquisas para explicar essas questões são importantes. Os dados encontrados servirão de base para um posterior estudo que permita compreender melhor os fatores que influenciam a produção de ovos de copépodes *Acartia tonsa* na Baía de Guanabara, incluindo também a qualidade do alimento ingerido por essa espécie e valor nutricional na dieta.

## 6. CONCLUSÕES

As taxas de produção de ovos do copépode *Acartia tonsa* para o estuário da Baía de Guanabara encontradas neste trabalho apresentaram variação temporal e maior taxa de produção no período do verão. Os fatores ambientais testados como temperatura, salinidade e clorofila-*a* não influenciaram a produção de ovos como esperado.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMBLER, J. W. Seasonal factors affecting egg production and viability of eggs of *Acartia tonsa* Dana from East Lagoon, Galveston, Texas. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. v. 20, n. 6, p. 743–760, 1985.
- BELLANTONI, D. C.; PETERSON, W. T. Temporal variability in egg production rates of *Acartia tonsa* Dana in Long Island Sound. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. v. 107, n. 3, p. 199–208, 1987.
- BERASATEGUI, A. D.; RAMIREZ, F. C.; SCHIARITI, A. Patterns in diversity and community structure of epipelagic copepods from the Brazil-Malvinas Confluence area, south-western Atlantic. **Journal of Marine Systems**. v. 56, n. 3–4, p. 309–316, 2005.
- BÉRGAMO, A. L., Características Hidrográficas da Circulação e dos Transportes de Volume e Sal na Baía de Guanabara (RJ): Variações sazonais e Moduladas pela Maré, São Paulo, p. 200, 2006.
- CALBET, A.; GARRIDO, S.; SAIZ, E.; ALCARAZ, M.; DUARTE, C. M. Annual Zooplankton Succession in Coastal NW Mediterranean Waters: The Importance of the Smaller Size Fractions. **Journal of Plankton Research**. v. 23, n. 3, p. 319–331, 2001.
- CALLIARI, D.; BRITOS, A.; CONDE, D. Testing the relationship between primary production and *Acartia tonsa* grazing pressure in an estuarine lagoon. **Journal of Plankton Research**. v. 31, n. 9, p. 1045–1058, 2009.
- CASTRO FILHO, B. M.; MIRANDA, L. B.; MIYAO, S. Y. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. **Boletim do Instituto Oceanográfico**. v. 35, n. 2, p. 135–151, 1987.
- CASTRO-LONGORIA, E. Egg Production and Hatching Success of Four *Acartia* Species under Different Temperature and Salinity Regimes. **Journal of Crustacean Biology**. v. 23, n. 2, p. 289–299, 2003.
- CHECKLEY, D. M. The egg production of a marine planktonic copepod in relation to its food supply: Laboratory studies. **Limnology and Oceanography**. v. 25, n. 3, p. 430–446, 1980.
- CORKETT, C. J.; MCLAREN, I. A. The biology of *Pseudocalanus*. **Advances in Marine Biology**. v. 15, p. 1–231, 1979.
- DAGG, M. Estimated, in situ, rates of egg production for the copepod *Centropages typicus* (Kroyer) in the new york bight. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. v. 34, n. 3, p. 183–196, 1978.
- DAM, H. G. Evolutionary Adaptation of Marine Zooplankton to Global Change. **Annual Review of Marine Science**. v.5, p. 349–370, 2013.
- DAM, H.G.; COLIN, S. P. Prorocentrum minimum (clone Exuv) is nutritionally insufficient, but not toxic to the copepod *Acartia tonsa*. **Harmful Algae**. v. 4, p. 575–584, 2004.

- DURBIN, G.; DURBIN, A. G. Length and weight relationships of *Acartia clause* from Narragansett Bay, R.I. **Limnology and Oceanography**. v. 23, n. 5, p. 958–969, 1978.
- DURBIN, E. G.; DURBIN, A. G.; SMAYADA, T. J.; VERITY, P. G. Food limitation of production of adult *Acartia tonsa* in Narragansett Bay, Rhode Island. **Limnology Oceanography**. v. 28, n. 6, p. 1199–1213, 1983.
- DURBIN, E. G.; DURBIN, A. G., CAMPBELL, R. G. Body size and egg production in the marine copepod *Acartia Hudsonica* during a winter spring diatom bloom in Narragansett Bay. **Limnology Oceanography**. v. 37, n. 2, p. 342–360, 1992.
- FISTAROL, G. O.; COUTINHO, F. H.; VENAS, T.; CÁNOVAS, A.; DE PAULA JR., S. E. M.; MOREIRA, A. P. B.; COUTINHO, R.; THOMPSON, C.; TENENBAUM, D. R.; DE MOURA, R. L.; PARANHOS, R.; SALOMON, P. S.; DO VALE, R. DE A. B.; THOMPSON, F. L. Current environmental and sanitary conditions of Guanabara Bay, Rio de Janeiro. **Frontiers in Microbiology**. v. 6, p. 1–17, 2015.
- HALSBAND-LENK, C.; NIVAL, S.; CARLOTTI, F.; HIRCHE, H. C. Seasonal cycles of egg production of two planktonic copepods, *Centropages typicus* and *Temora stylifera*, in the North-western Mediterranean Sea. **Journal of Plankton Research**. v. 23, n. 6, p. 597–609, 2001.
- HIRST, A. G.; SHEADER, M. Are *in situ* weight-specific growth rates body-size independent in marine planktonic copepods? A re-analysis of the global syntheses and a new empirical model. **Marine Ecology Progress Series**. v. 154, p. 155–165, 1997.
- HOLSTE, L.; PECK, M. A. The effects of temperature and salinity on egg production and hatching success of Baltic *Acartia tonsa* (Copepoda: Calanoida): a laboratory investigation. **Marine Biology**. v. 148, p. 1061–1070, 2006
- HOPCROFT, R. R.; ROFF, J. C. Zooplankton growth rates: diel egg production in the copepods *Oithona*, *Euterpina* and *Corycaeus* from tropical waters. **Journal of Plankton Research**. v. 18, n. 5, p. 789–803, 1996.
- HUNTLEY, M. E.; LOPEZ, M. D. G. Temperature-Dependent Production of Marine Copepods: A Global Synthesis. **The American Naturalist**. v. 140, n. 2, p. 201–242, 1992.
- IKEDA, Y. Variações em escala média da temperatura e da salinidade do mar na região entre a Baía de Guanabara e Cabo Frio (17/08 a 26/08/1971). **Boletim do Instituto Oceanográfico, São Paulo**. v. 25, p. 221–280, 1976.
- IRIGOIEN, X.; HARRIS, R. P.; HEAD, R. N.; HARBOUR, D. The influence of diatom abundance on the egg production rate of *Calanus helgolandicus* in the English Channel. **Limnology Oceanography**. v. 45, n. 6, p. 1433–1439, 2000.
- KAMINSKI, S. M.; MONTÚ, M. A. Produção de ovos dos copépodes costeiros *Acartia tonsa*, *Temora stylifera* e *Temora turbinata*, da Praia do Cassino – Rio Grande – RS. **Atlântica, Rio Grande**. v. 27, n. 2, p. 103–111, 2005.
- KJERFVE, B.; RIBEIRO, C. H. A.; DIAS, G. T. M.; FILIPPO, A. M.; QUARESMA, V. DA S. Oceanographic characteristics of an impacted coastal bay: Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brazil. **Continental Shelf Research**. v. 17, n. 13, p. 1609–1643, 1997.
- KIØRBOE, T. Sex, sex-ratios, and the dynamics of pelagic copepod populations. **Oecologia**.

v. 148, n. 1, p. 40–50, 2006.

KIØRBOE, T.; MØHLENBERG, F.; RIISGÅRD, H. U. In situ feeding rates of planktonic copepods: A comparison of four methods. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. v. 88, p. 67–81, 1985.

KIØRBOE, T.; NIELSEN, T. G. Regulation of zooplankton biomass and production in a temperate, coastal ecosystem. 1. Copepods. **Limnology and Oceanography**. v. 39, n. 3, p. 493–507, 1994.

KIØRBOE, T.; SABATINI, M. Scaling of fecundity, growth and development in marine planktonic copepods. **Marine Ecology Progress Series**. v. 120, p. 285–298, 1995.

KLEPPEL, G. S. Environmental regulation of feeding and egg production by *Acartia tonsa* off southern California. **Marine Biology**. v. 112, p. 57–65, 1992.

KLEPPEL, G. S.; BURKART, C. A.; HOUCHIN, L.; TOMAS, C. Egg Production of the Copepod Summer. 1. The Roles of Food *Acartia tonsa* in Florida Bay During Environment and Diet. **Estuaries**. v. 21, n. 2, p. 328–339, 1998

LASS, H. U.; MOHRHOLZ, V. On the interaction between the subtropical gyre and the Subtropical Cell on the shelf of the SE Atlantic. **Journal of Marine Systems**. v. 74, n. 2, p. 1–43, 2008.

LOPES, R. M.; BRANDINI, F. P.; GAETA, S. A. Distribution patterns of epipelagic copepods off Rio de Janeiro (SE Brazil) in summer 1991/1992 and winter 1992. **Hydrobiologia**. v. 411, p. 161–174, 1999.

MARSHALL, S. M.; ORR, A. P. The biology of marine copepod. **New York: Springer-Verlag**. p. 188, 1955.

MAUHLIN, J. Egg and brood sizes of oceanic pelagic crustaceans. **Marine Ecology Progress Series**. v. 43, p. 251–258, 1988.

MCLAREN, I. A. Effects of Temperature on Growth of Zooplankton, and the Adaptive Value of Vertical Migration. **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**. v. 20, n. 3, p. 685–727, 1963.

MCMANUS, G. B.; FOSTER, C. A. Seasonal and fine-scale spatial variations in egg production and triacylglycerol content of the copepod *Acartia tonsa* in a river- dominated estuary and its coastal plume. **Journal of Plankton Research**. v. 20, n. 4, p. 767–785, 1998.

MELÃO, M. G. G. Desenvolvimento e aspectos reprodutivos de cladóceros e copépodos de águas continentais brasileiras. **Perspectivas na Limnologia do Brasil**. p. 45–57, 1999.

MILLER, C. B. Biological Oceanography. **Malden: Blackwell Science**. p. 402, 2004

MIRANDA, L. B. Forma da correlação T-S de massas de água das regiões costeira e oceânica entre o Cabo de São Tomé (RJ) e a Ilha de São Sebastião (SP), Brasil. **Boletim do Instituto Oceanográfico, São Paulo**. v. 33, n. 1, p. 105–119, 1985.

MØLLER, E. F. Production of dissolved organic carbon by sloppy feeding in the copepods *Acartia tonsa*, *Centropages typicus*, and *Temora longicornis*. **Limnology Oceanography**. v. 52, n. 1, p. 79–84, 2007.



- MONTÚ, M. Zooplâncton do estuário da Lagoa dos Patos I. Estrutura e variações temporais e espaciais da comunidade. **Atlântica**, 4: 53–72. 1980.
- MULLIN, M. M.; BROOKS, E. R. The Effect of Concentration of Food on Body Weight , Cumulative Ingestion, and Rate of Growth of the Marine Copepod *Calanus helgolandicus*. v. 15, n. 5, p. 748–755, 1970.
- PEREIRA, G. C.; EBECKEN, N. F. F. Knowledge discovering for coastal waters classification. **Expert Systems with Applications**. v. 36, n. 4, p. 8604–8609, 2009.
- SCHMIDT, K.; KÄHLER, P.; BODUNGEN, B. V. Copepod egg production rates in the Pomeranian Bay (Southern Baltic Sea) as a function of phytoplankton abundance and taxonomic composition. **Marine Ecology Progress Series**. v. 174, p. 183–195, 1998.
- SILVA, F. S.; BITENCOURT, J. A. P.; SAVERGNINI, F.; GUERRA, L. V.; BAPTISTANETO, J. A.; CRAPEZ, M. A. C. Bioavailability of Organic Matter in the Superficial Sediment of Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**. v. 34, n. 1, p. 52–63, 2011.
- STEARNS, D. E.; TESTER, P. A.; WALKER, R. L. WALKER. Diel changes in the egg production rate of *Acartia tonsa* (Copepoda, Calanoida) and related environmental factors in two estuaries. **Marine Ecology Progress Series**. v. 52, p. 7–16, 1989.
- TEIXEIRA, P. E.; KAMINSKI, S. M.; AVILA, T. R.; CARDOZO, A. P.; BERSANO, J. G. F.; BIANCHINI, A. Diet influence on egg production of the copepod *Acartia tonsa* (Dana, 1896). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 82, n. 2, p. 1–7, 2010.
- TORRES JÚNIOR, A. R. Resposta da ressurgência costeira de cabo frio a forçantes locais. Tese - **Programa de Pós-graduação em Engenharia Oceânica, COPPE-UFRJ**. 1995.
- UYE, S.; SHIBUNO, N. Reproductive biology of the planktonic *Paracalanus sp.* in the Inland Sea of Japan. **Journal of Plankton Research**. v. 14, n. 3, p. 343–358, 1992.
- VALENTIN, J. L.; TENEBBAUM, D. R.; BONECKER, A. C. T.; BONECKER, S. L. C.; NOGUEIRA, C. R.; VILLAC, M.C. O Sistema Planctônico da Baía de Guanabara: Síntese do Conhecimento. **Oecologia Brasiliensis**. v. VII, p. 35–59. 1999.
- VALIELA, I. Global Coastal Change. **Blackwell**. p. 368, 2006.
- WEBBER, M. K.; ROFF, J. C., Annual structure of the copepod community and its associated pelagic environment off Discovery Bay, Jamaica. **Marine Biology**. v. 123, n. 3, p. 467–479, 1995.
- YOUN, S. H.; CHOI, J. K. Egg production of the copepod *Acartia hongii* in Kyeonggi Bay, Korea. **Journal of Marine Systems**. v. 67, n. 3, p. 217–224, 2007.