

SENSOREAMENTO REMOTO COMO FERRAMENTA COMPLEMENTAR PARA ESTUDOS SOBRE O ESTOQUE DESOVANTE DA ANCHOÍTA

Jana M. del Favero¹, Mario Katsuragawa², Fabricio S. C. Oliveira³, Maria de Lourdes Zani-Teixeira⁴, Douglas F.M. Gherardi⁵

¹Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Av. dos Astronautas, 1.758, São José dos Campos - SP, jana.favero@inpe.br; ²Universidade de São Paulo, Praça do Oceanográfico, 191, São Paulo - SP, mkatsura@usp.br; ³Universidade Federal do Rio Grande, Av. Itália km 8, Rio Grande - RS, fsoliveira@furg.br; ⁴Universidade de São Paulo, Praça do Oceanográfico, 191, São Paulo - SP, zanit@usp.br; ⁵Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Av. dos Astronautas, 1.758, São José dos Campos - SP, douglas.gherardi@inpe.br.

RESUMO

O tamanho dos ovos de anchoíta obtidos no norte da Plataforma Continental Sudeste do Brasil (PCSE) são maiores no inverno do que no verão. Uma possibilidade para explicar tal variabilidade sazonal seria a migração de indivíduos do estoque *bonaerense* do sul (41-27°S) para o norte (25-22°S). Para embasar essa hipótese, foram analisados mapas de distribuição horizontal de temperatura da superfície do mar e da concentração superficial de clorofila-a obtidos por dados de satélite. Tais imagens mostraram que o fluxo da Água da Pluma do Rio da Prata em direção ao norte durante o inverno coincide com o aumento do tamanho dos ovos de anchoíta na PCSE. Este fluxo provavelmente serviu como rota de migração dos indivíduos do estoque *bonaerense*, que desovaram na PCSE. Assim, os dados de satélite fornecem evidências que apoiam a hipótese de que diferentes estoques desovantes estariam causando a variabilidade sazonal no tamanho dos ovos da anchoíta.

Palavras-chave — *Engraulis anchoita*, ovos, TSM, clorofila, Plataforma Continental Sudeste do Brasil.

ABSTRACT

The size of Argentine anchoita eggs sampled in the north of the Southeastern Brazilian Bight (SBB) are larger during the winter than during the summer. One explanation for such seasonal variability is the northward migration of the *bonaerense* stock individuals (with larger size) from high latitude (41-27°S) to the north (25-22°S) of the SBB. To support this hypothesis, maps of the Sea-surface temperature (SST) and the surface chlorophyll-a concentration (CHL) obtained by satellite data were analyzed. These images showed the northwards flow of Plata Plume Water during the winter, which coincides with the increase of the size of the Argentine anchoita eggs in the SBB. This flow probably acted as a migration route for individuals of the *bonaerense* spawning stock. Thus, satellite data helped to support the hypothesis that different spawning stocks would be causing seasonal variability in the size of the Argentine anchoita eggs.

Key words — *Engraulis anchoita*, eggs, SST, CHL, Southeastern Brazilian Bight.

1. INTRODUÇÃO

A anchoíta (*Engraulis anchoita*) é um peixe pelágico de suma importância ecológica e econômica. Ela é amplamente distribuída sobre a plataforma continental do Atlântico sudoeste, de Vitória (20°S) ao Golfo de São Jorge (48°S) [1]. Sua população é dividida em três estoques: o patagônico (48-41°S), o *bonaerense* (41-27°S) e o da Plataforma Continental Sudeste do Brasil (PCSE, 27°-20°S) [2]. Sabe-se que o tamanho do corpo e dos ovos dos indivíduos do estoque *bonaerense* são maiores do que os da PCSE [2, 3].

O tamanho do ovo varia entre as espécies e entre as populações de peixes devido a fatores temporais, biológicos, espaciais ou ambientais (ou ainda uma combinação de dois ou mais desses fatores) [4, 5, 6, 7]. Além da diferença latitudinal no tamanho dos ovos da anchoíta citada acima, foi também observada uma variabilidade sazonal: ovos amostrados durante o inverno foram maiores do que os amostrados no verão de dois anos consecutivos (2001 e 2002) no norte da PCSE (Tabela 1, Figura 1) [3].

Tabela 1. Medidas de tamanho (volume – mm³, eixo maior e eixo menor – mm) dos ovos de *Engraulis anchoita* amostrados durante o verão e o inverno de 2001 e 2002 no norte da Plataforma Continental Sudeste do Brasil (N = número de ovos amostrados).

Tamanho OVOS	Período			
	Verão01	Inverno01	Verão02	Inverno02
Volume	0,142	0,206	0,177	0,206
Eixo Maior	1,031	1,138	1,106	1,14
Eixo Menor	0,512	0,587	0,552	0,587
N	99	56	9904	430

Sabendo que fêmeas maiores podem desovar ovócitos maiores [8], levantou-se a hipótese de que indivíduos do estoque *bonaerense* estariam migrando para o norte para desovar durante o inverno, o que explicaria a diferença no

tamanho dos ovos da anchoíta observada entre as duas estações do ano.

Para embasar essa hipótese, os autores analisaram mapas de distribuição horizontal de temperatura superficial e da concentração de clorofila-a na superfície do mar obtidos remotamente para o Oceano Atlântico sudoeste durante o verão e o inverno de 2001 e 2002, buscando visualizar um possível fluxo de água que poderia guiar a migração dos adultos de anchoíta.

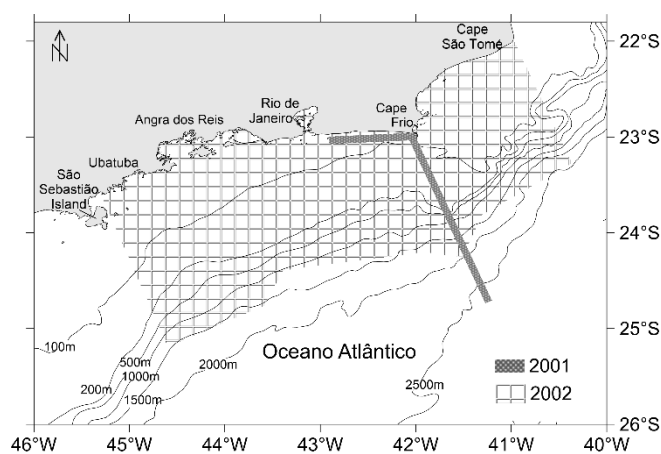


Figura 1. Região onde foram amostrados ovos de *Engraulis anchoíta* durante o verão e o inverno de 2001 e 2002.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados de temperatura da superfície do mar (TSM) correspondem a produtos nível 3 obtidos pelo Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) a bordo dos satélites do NOAA e processados pelo Projeto Pathfinder em escala global no formato de grade regular, com resolução espaço-temporal de $4\text{ km} \times 4\text{ km} \times 1\text{ mês}$. Dados diurnos e noturnos foram usados no cálculo das médias mensais de TSM.

A concentração da clorofila-a na superfície do mar (CHL) foi adquirida através de dados nível 3 do sensor Sea-viewing Wide Field-of-view a bordo do satélite SeaStar, distribuída pela página Ocean Colour da NASA em escala global e com e com projeção cilíndrica equidistante na resolução espaço-temporal de $9\text{ km} \times 9\text{ km} \times 1\text{ mês}$.

Foram usadas as médias mensais de TSM e CHL para caracterizar os cenários típicos de verão e inverno de 2001 e 2002 do Atlântico Sudoeste. Optou-se por trabalhar com as médias mensais por dois motivos: 1) servir como um filtro low-pass que remove processos externos de alta frequência que podem influenciar na variabilidade de TSM e CHL; 2) incluir processos que possuem um intervalo de tempo entre sua causa e efeito, como o tempo entre o fornecimento de nutrientes para o oceano e o crescimento da produção primária para uma determinada área.

3. RESULTADOS

Os campos de TSM do Atlântico Sudoeste mostraram gradientes térmicos mais acentuados no inverno do que no verão nos dois anos considerados (Figura 2). No verão, a PCSE apresenta menores gradientes térmicos associados à ressurgência de Cabo Frio. O gradiente térmico mais acentuado está associado ao avanço da Corrente do Brasil (CB) em direção ao sul e seu encontro com águas mais frias em altas latitudes próximo à confluência com a Corrente das Malvinas (CM), não atingindo a PCSE. No inverno, observa-se gradientes térmicos acentuados próximo à costa brasileira, causados pelo fluxo de águas frias vindo do sul pela plataforma continental e um enfraquecimento da CB.

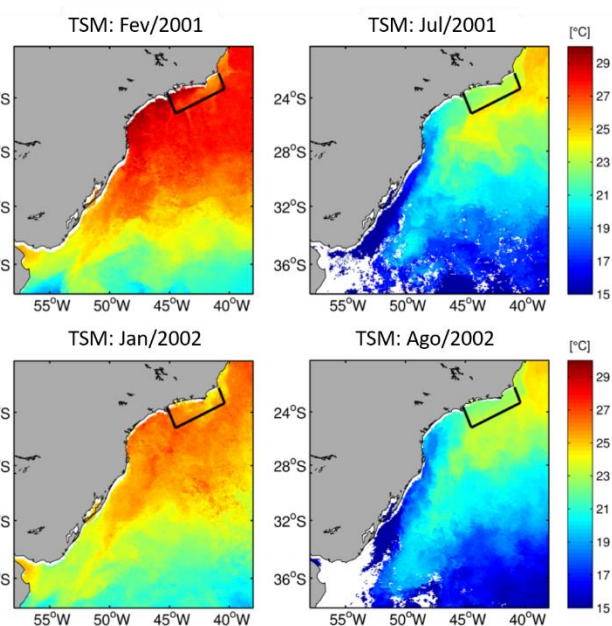


Figura 2. Distribuição horizontal da temperatura da superfície do mar (TSM, °C), baseada em dados de satélite, durante o verão (fevereiro ou janeiro) e o inverno (julho ou agosto) de 2001 e 2002 no Oceano Atlântico Sudoeste. A linha preta destaca a parte norte da Plataforma Continental Sudeste do Brasil.

Durante o verão, as maiores concentrações de CHL foram observadas próximo do estuário do Rio da Prata (cerca de 36°S). No inverno dos dois anos analisados, observa-se que a alta concentração de CHL espalha-se do Rio da Prata até a porção sul da PCSE, atingindo a latitude de 28°S (Figura 3).

4. DISCUSSÃO

Engraulis anchoíta é uma espécie que realiza migrações tróficas e reprodutivas [9]. Adultos da referida espécie migram de águas uruguaias e argentinas ($35\text{-}34^{\circ}\text{S}$) para águas brasileiras ($34\text{-}29^{\circ}\text{S}$) durante o inverno, buscando melhores condições de desova [10].

A área de estudo ($25\text{-}22^{\circ}\text{S}$) está localizada mais ao norte do que a área descrita por [10], porém sabe-se que existe um

fluxo da Água da Pluma do Rio da Prata pela plataforma interna em direção ao equador [11, 12], que pode inclusive transportar organismos bentônicos e planctônicos típicos de águas temperadas até uma baía tropical a 23°S [13]. Além disso, a frente estuarina do Rio da Prata é uma importante área de alimentação para a anchoíta [14].

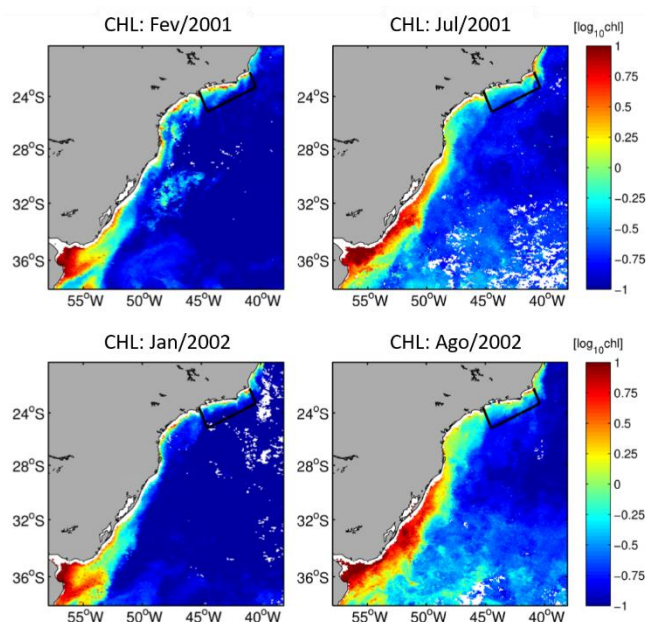


Figura 3. Distribuição horizontal da concentração de clorofila-a na superfície transformada por \log_{10} (CHL, mg/m^3), baseada em dados de satélite, durante o verão (fevereiro ou janeiro) e o inverno (julho ou agosto) de 2001 e 2002 no Oceano Atlântico Sudoeste. A linha preta destaca a parte norte da Plataforma Continental Sudeste do Brasil.

As imagens de satélite apresentadas mostram o fluxo da água da Pluma do Rio da Prata para o norte durante o inverno pela plataforma interna e, provavelmente, guiando a migração de indivíduos da população bonaerense que desovariam na região central e norte da PCSE durante a referida estação do ano. Deste modo, as imagens obtidas remotamente, cobrindo uma área maior do que a estudada, serviram para embasar a hipótese levantada de que os ovos são maiores no inverno devido aos diferentes estoques desovantes.

A variação sazonal no tamanho dos ovos observada pode ser também uma resposta adaptativa à variabilidade abiótica. Um aumento na temperatura diminui o período de incubação e o tamanho dos ovos [9]. A figura 2 mostra que os valores de TSM foram maiores no verão do que inverno, o que poderia explicar o fato dos ovos amostrados serem menores na estação com maior temperatura.

Assim, faz-se necessário estudos futuros (como genéticos ou da estrutura sazonal do tamanho e da idade dos adultos) para confirmar qual hipótese de fato explica a variabilidade sazonal no tamanho dos ovos.

5. CONCLUSÕES

A análise das imagens de satélite abrangendo uma área além do norte da PCSE, de onde os ovos foram amostrados, serviu para embasar a hipótese de que diferentes estoques desovantes estariam causando a variabilidade sazonal no tamanho dos ovos da anchoíta. Confirmar a referida hipótese com estudos futuros é importante para o melhorar o manejo pesqueiro da espécie em questão

6. REFERÊNCIAS

- [1] Castello, J.P. Síntese sobre a anchoíta (*Engraulis anchoita*) no sul do Brasil. In A prospecção pesqueira e abundância de estoques marinhos no Brasil nas décadas de 1960 a 1990: levantamento de dados e avaliação crítica (M. Haimovici, ed.), pp. 197–218. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, Brasil, 2007.
- [2] Carvalho, F. M. e Castello, J.P. Argentine anchovy (*Engraulis anchoita*) stock identification and incipient exploitation in southern Brazil. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, v. pp. 41:820-827, 2013.
- [3] Favero, J.M.; Katsuragawa, M.; Oliveira, F.S.C.; Tannure, N.C.; Zani-Teixeira, M.L.; Turner, J.T. Seasonal and regional variation in egg size of Argentine anchovy (*Engraulis anchoita*) in the southeastern Brazilian Bight. *Fish. Bull.*, v. 115, pp. 517-531, 2017.
- [4] Phonlor, G. Morfologia e biologia dos ovos de Engraulidae do sul do Brasil (Teleostei, Clupeiformes). *Rev. Bras. Biol.*, v. 44, pp. 467-487, 1984.
- [5] Wootton, R. J. Ecology of teleost fishes. Chapman and Hall, London, 404 p. 1990.
- [6] Chambers, R. C. e Waiwood, K. G. Maternal and seasonal differences in egg sizes and spawning characteristics of captive Atlantic cod, *Gadus morhua*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, v. 53, pp. 1986-2003, 1996.
- [7] Llanos-Rivera, A. e Castro, L.R. Latitudinal and seasonal egg-size variation of the anchoveta (*Engraulis ringens*) off the Chilean coast. *Fish. Bull.*, v. 102, pp. 207-212, 2004.
- [8] Ciechowski, J. D. Development of the larvae and variations in the size of the eggs of Argentine anchovy, *Engraulis anchoita* Hubbs and Marini. *ICES J. Mar. Sci.*, v. 30, pp. 281-190, 1966.
- [9] Ciechowski, J. D. The size of the eggs of the Argentine anchovy, *Engraulis anchoita* (Hubbs & Marini) in relation to the season of the year and to the area of spawning. *J. Fish Biol.*, v. 5, pp. 393-398, 1973.
- [10] Lima, I.D. e Castello, J.P. Distribution and abundance of South-west Atlantic anchovy spawners (*Engraulis anchoita*) in relation to oceanographic processes in the southern Brazilian shelf. *Fish. Oceanogr.* v. 4, pp. 1-16, 1995.
- [11] Piola, A.R.; Moller Jr., O.O.; Guerrero, R.A. e Campos, E.J.D. Variability of the subtropical shelf front off eastern South America: winter 2003 and summer 2004. *Cont. Shelf Res.*, v. 28, pp. 1639 - 1648, 2008.

[12] Piola, A.R.; Romero, S.I. e Zajaczkovski, U. Space–time variability of the Plata plume inferred from ocean color. *Cont. Shelf Res.*, v. 28, pp. 1556-1567, 2008.

[13] Stevenson, M.R.; Dias-Brito, D.; Stech, J.L. e Kampel, M. How do cold water biota arrive in a tropical bay near Rio de Janeiro, Brazil? *Cont. Shelf Res.*, v. 18, pp. 1595-1612, 1998.

[14] Padovani, L. N.; Viñas, M.D. e Pájaro, M. Importance of the Río de la Plata estuarine front (southwestern Atlantic Ocean) in the feeding ecology of Argentine anchovy, *Engraulis anchoita* (Clupeiformes, Clupeidae). *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, v. 39, pp. 205-213, 2011.