

ASPECTOS DO APARELHO DIGESTIVO E DA ALIMENTAÇÃO DE *OPISTHONEMA OGLINUM* (LE SUEUR) (PISCES, CLUPEIDAE)

Maria Ivone Mota Alves

Laboratório de Ciências do Mar
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza — Ceará — Brasil

Paulo Sawaya

Instituto de Biociências
Universidade de São Paulo
São Paulo — São Paulo — Brasil

Dentre os clupeídeos que habitam as águas do Atlântico Ocidental, destaca-se a sardinha-bandeira, *Opisthonema oglinum* (Le Sueur), cuja biologia ainda não é bem conhecida. A espécie tem ampla distribuição geográfica, ocorrendo desde o Golfo do Maine (U.S.A.) até a Argentina, incluindo as Bermudas e Índias Ocidentais (Hildebrand, 1963a; Berry & Barrett, 1963; Cervigón, 1966).

O tubo digestivo da sardinha-bandeira foi anteriormente estudado por Fausto Filho (1962), que apresenta uma breve descrição e comparações com *Opisthonema libertate* (Günter, 1866). O autor restringe-se apenas aos aspectos morfológicos gerais.

Referências sobre a alimentação da espécie são encontradas nos trabalhos de Hildebrand (1963a), Fuss *et al.* (1968) e, mais recentemente, de Furtado-Ogawa (1970), que estudou a dieta alimentar da sardinha-bandeira da costa do Estado do Ceará (Brasil).

Todavia, até o presente, muito pouco se conhece da associação entre a estrutura do aparelho digestivo com os hábitos alimentares desta espécie. O presente trabalho trata de uma descrição pormenorizada da anatomia e da histologia do aparelho digestivo, ao mesmo tempo que tenta relacionar os diferentes aspectos com o mecanismo alimentar e a alimentação da sardinha-bandeira.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudados 176 indivíduos, capturados pelos arrastões-de-praia que operam na

Praia do Titã, situada no município de Fortaleza (Estado do Ceará — Brasil), durante o ano de 1971.

Logo após as capturas, foi registrado o comprimento zoológico de cada indivíduo — distância compreendida entre o extremo anterior do focinho e a extremidade posterior dos raios medianos da nadadeira caudal, estando o peixe completamente estendido numa superfície plana —, usando-se paquímetro capaz de registrar décimos de milímetro.

Seguindo-se a esta medição, cada peixe foi aberto, segundo as recomendações de Amlacher (1964 : 19-21), retirando-se o aparelho digestivo para as observações macroscópicas e as gônadas para identificação dos estádios gonadais.

A morfologia do aparelho digestivo foi estudada em 30 espécimens, contando-se em cada indivíduo o número de rastros do primeiro par de arcos branquiais, e o de cecos pilóricos. Mediu-se também o comprimento do intestino — distância do piloro à parte posterior do reto, depois de desfeitas as dobras.

A seguir, pequenas porções do trato digestivo foram fixadas em Bouin-acético, incluídas em parafina, obtendo-se cortes de 5 micra de espessura, corados pela hematoxilina de Delafield-eosina à 1%, pelo método triplice de Mallory, pelo P. A. S., ou ainda pela coloração de Gallego, modificada por Ruddell (1954).

As observações sobre a alimentação referem-se a determinações dos volumes de alimentos encontrados em estômago de indivíduos, com diversos tamanhos e em todos os estádios de desenvolvimento maturativo. A apre-

ciação volumétrica do conteúdo estomacal foi feita por deslocamento da coluna d'água numa proveta graduada. A identificação dos estádios gonadais foi baseada em (Mota Alves & Sawaya, MS).

Todos os cálculos das correlações, referidas neste estudo, foram executados num computador IBM-1130, com capacidade de memória igual a 16 K. Os programas usados foram extraídos de Abramson (1971), com algumas modificações.

MORFOLOGIA DO APARELHO DIGESTIVO

Serão consideradas a cavidade buco-faríngea, esôfago, estômago, intestino, cecos pilóricos, fígado e pâncreas, salientando-se que todas as medidas efetuadas, referidas nas descrições das estruturas anatômicas, correspon-

dem a um indivíduo de 116,0 mm de comprimento zoológico.

As figuras 1 e 2 mostram, esquematicamente, as principais estruturas do aparelho digestivo da sardinha-bandeira.

Cavidade buco-faríngea

Limitada anteriormente pelos lábios e, posteriormente, pelo último par de arcos branquiais (Bertin, 1958).

Boca não protáctil, focinho levemente pontegudo, mandíbula inferior ligeiramente projetada, sem dentes, mas provida apenas de um leve serrado. Pré-maxilar inteiramente liso. A ausência de dentes em alguns clupeídeos é referida por Gregory (1933). Berry & Barrett (1963) também informam sobre a não existência de dentes nas espécies do gênero

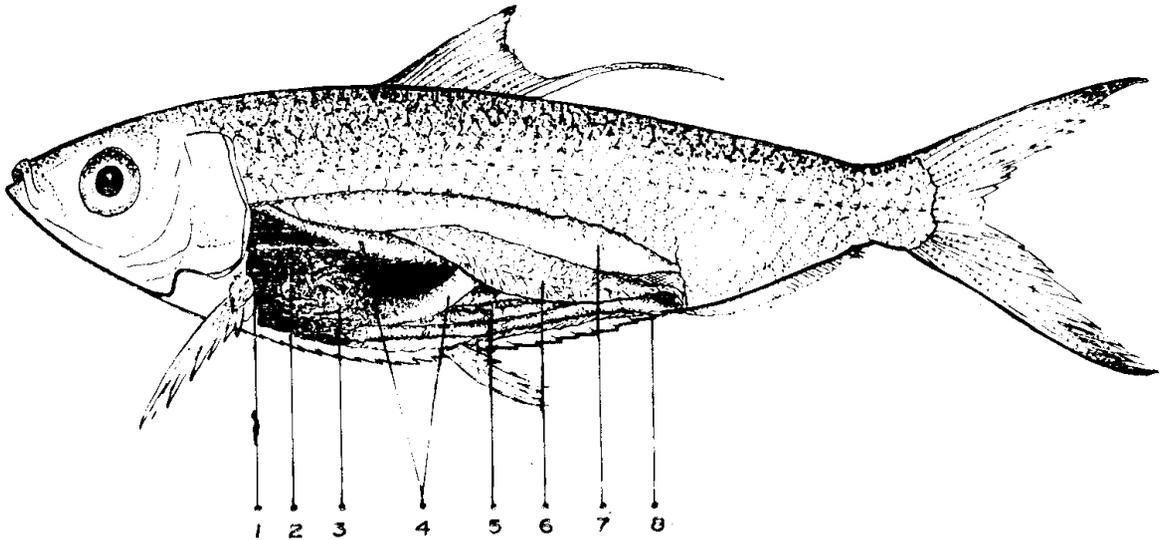


Figura 1 — Desenho esquemático do aparelho digestivo da sardinha-bandeira, *Opisthonema oglinum* (Le Sueur), mostrando a disposição na cavidade geral: 1 — coração; 2 — fígado; 3 — cecos pilóricos; 4 — estômago; 5 — intestino; 6 — gônada; 7 — vesícula natatória; 8 — ânus.

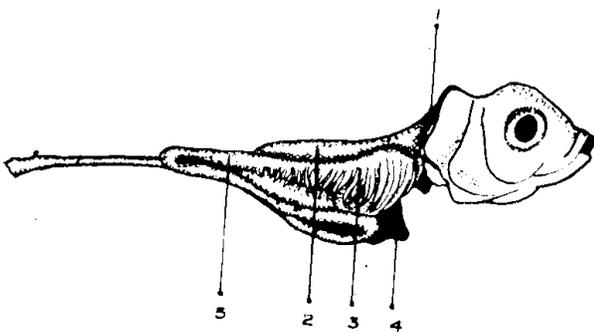


Figura 2 — Desenho esquemático do aparelho digestivo da sardinha-bandeira, *Opisthonema oglinum* (Le Sueur), retirado da cavidade abdominal: 1 — esôfago; 2 — estômago; 3 — cecos pilóricos; 4 — fígado; 5 — intestino.

Opisthonema Gill, em exemplares com mais de 30 mm de comprimento padrão.

Quando se abre ao máximo a boca da sardinha-bandeira, na parte posterior da cavidade nota-se um retículo formado pelos rastros e filamentos branquiais paralelos, de formas e tamanhos variados, inseridos nos arcos branquiais.

A qualidade do filtro do aparelho buco-faríngeo depende, diretamente, do comprimento, forma e número dos rastros, bem como da distância entre a inserção destes. Na figura 3 vê-se o aspecto geral do aparelho de filtração da sardinha-bandeira.

Número, forma e posição dos rastros, nos diferentes arcos, variam conforme o comprimento do animal. Na tabela I aparecem os va-

lores obtidos pela contagem dos rastros em cada arco branquial de uma sardinha-bandeira de 160 mm de comprimento zoológico.

Nas contagens realizadas no primeiro par de arcos branquiais, referidas na tabela II, houve uma tendência para o número de rastros variar com o comprimento dos indivíduos, até cerca de 130 mm. A partir deste comprimento, parece que isto não mais ocorre. Segundo Berry & Barrett (1963), o número de rastros varia com o comprimento padrão da sardinha-bandeira, até 120 mm; daí para frente, o comprimento parece não influir no número de rastros.

Em trabalho anterior (Paiva & Mota, 1962a), foram realizadas contagens no número de rastros do primeiro arco branquial desta espécie, mostrando uma distribuição completamente irregular. Os indivíduos então utilizados variaram de 60 a 219 mm de comprimento zoológico. Talvez, esta diferença de resultados deva-se ao pequeno número de peixes então utilizados, com uma variação muito grande de comprimento.

O número de rastros do primeiro arco branquial é importante, sendo que o modo como ele aumenta com o comprimento pa-

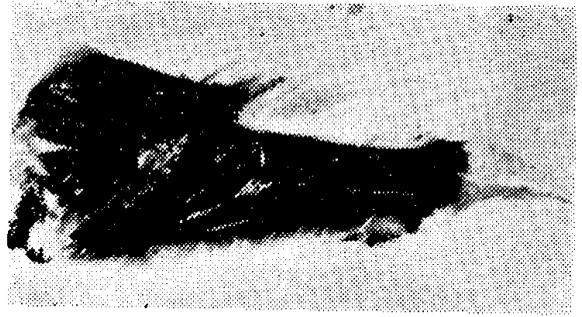


Figura 3 — Aspecto geral do aparelho filtrador da sardinha-bandeira, *Opisthonema oglinum* (Le Sueur).

drão, constitui-se uma das diferenciações morfológicas existentes entre as cinco espécies do gênero *Opisthonema* — ver Berry & Barrett (1963).

A sardinha-bandeira possui rastros longos e as fendas branquiais são largas, deixando passar grande quantidade de água. O retículo do aparelho branquial apresenta-se irregular, quanto à sua densidade. A parte anterior e os lados do retículo sobre as fendas branquiais é composto apenas de uma série de filamentos,

TABELA I

Distribuição do número de rastros encontrados nos diversos arcos branquiais de um espécimen de 160 mm de comprimento zoológico, da sardinha bandeira, *Opisthonema oglinum* (Le Sueur), da costa do Estado do Ceará — Brasil.

Arcos branquiais	Número de rastros				total
	ventral		dorsal		
	esquerdo	direito	esquerdo	direito	
I	68	69	39	39	215
II	64	63	40	40	207
III	60	60	30	30	180
IV	40	40	28	28	136
V	35	35	—	—	70
Total	267	267	137	137	808

TABELA II

Distribuição do número de rastros do primeiro arco branquial, em diversas classes de comprimento zoológico, de 30 espécimens da sardinha-bandeira, *Opisthonema oglinum* (Le Sueur), da costa do Estado do Ceará — Brasil.

Classes de comprimento zoológico (mm)	Espécimens (n)	Número médio de rastros				total
		ventral		dorsal		
		esquerdo	direito	esquerdo	direito	
81 — 90	2	63	62	32	33	190
91 — 100	8	65	65	34	35	199
101 — 110	7	67	65	36	36	204
111 — 120	4	69	68	39	39	215
121 — 130	1	72	71	39	39	221
131 — 140	5	69	68	36	36	209
141 — 150	2	70	70	34	33	207
151 — 160	1	68	69	39	39	215

enquanto que as fendas no fundo da cavidade buco-faríngea são fechadas, cada vez, por duas séries. Esta organização do aparelho branquial evita que o plâncton transportado para o fundo da cavidade buco-faríngea, em virtude do movimento da água no momento do fechamento da boca, atravesse o filtro na ocasião do aumento de pressão, mas seja forçado a entrar no esôfago.

O limite da cavidade buco-faríngea com o esôfago é marcado pelo último par de arcos branquiais.

Toda a cavidade buco-faríngea é revestida por uma mucosa constituída por epitélio estratificado pavimentoso, e uma camada de tecido conjuntivo subjacente, com numerosas fibras elásticas e musculares.

Esôfago

É um tubo curto, medindo cerca de 4 mm de comprimento, abrindo-se em duas fendas faríngeas protuberantes, anterodorsais e bilaterais, que marcam o seu limite anterior. O limite posterior é difícil de se distinguir externamente. Internamente, na região de transição para o estômago, este limite é marcado pela presença de pregas bem definidas, paralelas e longitudinais, em número de 12 a 14, caracterizando o esôfago.

Em secção transversal distinguem-se as quatro camadas usuais de revestimento do trato digestivo: mucosa, sub-mucosa, muscular e serosa.

O epitélio da mucosa é cilíndrico estratificado e, nas porções iniciais do esôfago, consiste de várias camadas de células, das quais somente as superficiais são do tipo colunar. Posteriormente, aparecem duas camadas de células e, na porção limítrofe com o estômago, figura apenas uma única camada de células cilíndricas.

Tanto na porção anterior como na mediana do esôfago existem células mucosas, que se tornam menos numerosas nas proximidades do estômago, sendo substituídas por células cilíndricas de núcleo oval e basilar. Além das células mucosas, não foi evidenciado qualquer tipo de glândulas no esôfago (figura 4).

Com as colorações utilizadas não se notou a lâmina basal. No entanto, existe uma lâmina própria bem diferenciada, constituída de tecido conjuntivo frouxo, com fibras elásticas e colágenas, bem evidenciadas pela coloração de Gallego, modificada por Ruddell (1954); as fibras elásticas coram-se em púrpura e as colágenas em azul escuro. Esparsos fibroblastos são vistos entre as fibras.

O tecido da sub-mucosa é do tipo areolar, ricamente vascularizado, com fibras densamente distribuídas, sugerindo um caráter permanente das pregas da mucosa.



Figura 4 -- Mucosa do esôfago da sardinha-bandeira, *Opisthonema oglinum* (Le Sueur). Bouin acético; H.E. (Oc. K 6,3:1; Obj. 10/0,25).

A camada muscular compõe-se de fibras musculares estriadas em toda a extensão, sendo raras as lisas. Há duas camadas de fibras: a externa longitudinal e a interna circular, mais espessa, constituindo cerca de 2/3 da espessura total desta camada.

Como de hábito, o esôfago é recoberto por uma camada serosa composta de células achatadas e com núcleo também achatado, que repousam num conjuntivo frouxo, entre cujas fibras se observam vasos sanguíneos.

Estômago

É de posição mediano longitudinal, em forma de um V aberto, com o vértice voltado para trás. O diâmetro é mais ou menos uniforme em toda extensão, exceto nas proximidades da porção terminal, quando apresenta leve constrição, seguida de uma dilatação provida de musculatura densa, que forma o piloro.

A superfície externa é lisa enquanto a interna apresenta, nos 2/3 iniciais do ramo superior, numerosas papilas com aspecto de mosaico. No terço final do ramo superior aparecem sete pregas longitudinais e paralelas, que se continuam pelo vértice do V, sendo entretanto mais baixas, até às proximidades do piloro, quando se afastam, ficando a porção mediana do bulbo pilórico inteiramente lisa.

O ducto pneumático origina-se um pouco antes da curvatura do estômago, na parte superior; dirigindo-se para cima, atravessa o mesentério que recobre as vísceras e vai ligar-se à bexiga natatória, situada na parte dorsal da cavidade geral do corpo e em posição mediana.

O epitélio da mucosa é prismático simples, com invaginações do epitélio de revestimento para dentro da túnica própria, formando as fossetas gástricas.

A mucosa do estômago é provida de numerosas glândulas tubulares, simples ou rara-

mente bifurcadas, mais numerosas na região próxima ao piloro (figura 5). Podem distinguir-se três tipos de células diferentes, nas glândulas gástricas: mucosas, parietais e mucosas do colo. Não foi possível estudar as células zimogênicas e argentafins. As células mucosas ocorrem em pequeno número, semelhantes às do epitélio de revestimento, sendo todavia mais baixas. As parietais são cúbicas, de núcleo esférico e central. As células mucosas do colo, entre as parietais, ocorrem em pequeno número, da mesma maneira que as mucosas; diferenciam-se das células epiteliais de revestimento pelo citoplasma fortemente acidófilo, desprovido de granulações basófilas.

A sub-mucosa é relativamente estreita e constituída por tecido conjuntivo frouxo, rico em vasos sanguíneos, comumente infiltrado de células linfóides.

A camada muscular contém fibras lisas e estriadas, sendo externas as longitudinais e internas as circulares. Esta disposição, idêntica à apresentada pelo esôfago, contrasta com um grande número de peixes, em que as fibras circulares do estômago são as mais externas.

A serosa é bastante delgada, contínua com a do esôfago e encontra-se coberta pelo mesentério.

O piloro possui paredes fortemente musculosas, com uma camada muscular ocupando quase 3/4 da espessura total da parede (figura 6).

Intestino

A porção inicial justapilórica apresenta uma dilatação, a ampola pilórica, que é totalmente recoberta pelos cecos, sendo bem visível apenas quando estes são removidos; nela desembocam os ductos dos cecos e o ducto biliar. O intestino dirige-se inicialmente para trás, paralelo ao ramo inferior do estômago; volta-se depois para a frente e, outra vez para trás, descrevendo um S invertido e achatado sobre si mesmo, localizado na linha mediana sagital. Tem um diâmetro mais ou menos uniforme em toda a extensão de 115 mm de comprimento, depois de desfeitas as dobras. O comprimento do intestino varia com o comprimento zoológico do indivíduo (Paiva & Mota, 1962b). O coeficiente intestinal (comprimento do intestino/comprimento zoológico) permanece praticamente estável, com o valor médio de 0,92 (tabela III).

As paredes do intestino são muito finas e flácidas, não se notando a presença de pregas na mucosa, nem diferenças entre as partes anterior, média ou posterior. São providas das camadas mucosa, muscular e serosa, não existindo sub-mucosa. O quadro histológico é semelhante em toda extensão do intestino, até nas proximidades do poro anal, quando ocorrem algumas modificações.

A mucosa é revestida por um epitélio contendo dois tipos principais de células, as cilíndricas, típicas do epitélio de absorção, e as cé-



Figura 5 — Epitélio do estômago da sardinha-bandeira, *Opisthonema oglinum* (Le Sueur), onde se observam as fossetas gástricas. Bouin-acético; H.E. (Oc. K 6,3:1; obj. 10/0,25).



Figura 6 — Aspecto histológico do piloro da sardinha-bandeira, *Opisthonema oglinum* (Le Sueur), Bouin-acético; H.E. (Oc. K 6,3:1; obj. 3,2/0,10).

TABELA III

Coeficiente intestinal, por classes de comprimento zoológico, de 30 espécimens da sardinha-bandeira, *Opisthonema oglinum* (Le Sueur), da costa do Estado do Ceará — Brasil.

Classes de comprimento zoológico (mm)	Espécimens (n)	Coeficiente intestinal
81 — 90	2	0,86
91 — 100	8	0,91
101 — 110	7	0,90
111 — 120	4	0,95
121 — 130	1	0,96
131 — 140	5	0,90
141 — 150	2	0,90
151 — 160	1	0,94
Média	—	0,92

lulas mucosas, com forma característica de cálice, que são numerosas e distribuídas por todo o epitélio, possuindo núcleo basal e fortemente basófilo.

Não se encontram glândulas tubulares, como é referido por Blake (1930) em *Centropristes striatus* (Linnaeus). Apesar de não existirem pregas regulares na mucosa intestinal, existem vilosidades bem evidenciadas.

Também se encontram no epitélio, leucócitos e células granulares. Estas, em pequeno número, coram-se pela eosina em grânulos vermelhos e brilhantes, distribuídos por todo o citoplasma. Greene, conforme refere Al-Hussaini (1946), atribui a estas células função de produzir lipase.

A lâmina basal não foi evidenciada e a única própria é pouco espessa, sendo constituída por um conjuntivo frouxo, onde são abundantes linfócitos, células granulares e outras próprias de tecido conjuntivo. Não há evidência de "muscularis mucosae".

A camada muscular consta de duas zonas de fibras estriadas. Uma externa, de fibras longitudinais, e outra interna, de fibras circulares, separadas por um escasso conjuntivo do tipo frouxo. A zona de fibras circulares é a mais espessa, todavia, em algumas regiões, não chega mesmo a circundar toda a parede intestinal.

A serosa é semelhante à das porções anteriores do trato digestivo, com uma adventícia de tecido conjuntivo areolar.

Cecos pilóricos

São pequenos e numerosos, sendo seu número dependente do comprimento zoológico do indivíduo. Este número variou de 113 a 226, em espécimens de 83 a 157 mm de comprimento zoológico (tabela IV).

Os cecos da região inicial são os maiores, dispondo-se como um tufo formado de 4 a 6 divertículos, que se abrem na ampola pilórica;

TABELA IV

Distribuição do número total de cecos pilóricos, por classes de comprimento zoológico, de 30 espécimens da sardinha-bandeira, *Opisthonema oglinum* (Le Sueur), da costa do Estado do Ceará — Brasil.

Classes de comprimento zoológico (mm)	Espécimens (n)	Número total de cecos pilóricos		
		máximo	mínimo	médio
81 — 90	2	141	113	127
91 — 100	8	145	119	135
101 — 110	7	149	120	133
111 — 120	4	152	138	144
121 — 130	1	164	164	164
131 — 140	5	173	150	161
141 — 150	2	206	189	198
151 — 160	1	226	226	226

os seguintes dispõem-se numa fileira dupla, sendo que os últimos são arranjados em fileira única. Todos eles desembocam diretamente no intestino. Os divertículos pilóricos reduzem gradualmente seu tamanho, até que, ao alcançarem a região terminal da massa de cecos, possuem em torno de 1/4 do comprimento daqueles da porção inicial.

Entre o tufo de cecos, num exame mesoscópico, encontram-se disseminados fragmentos pancreáticos, constituintes do pâncreas difuso.

A tabela V mostra a correlação encontrada entre o comprimento zoológico da sardinha-bandeira e o número de cecos pilóricos.

O exame microscópico, de uma secção de um ceco pilórico, revela uma constituição histológica semelhante às das porções anteriores do intestino.

O epitélio da mucosa é composto de células altas colunares, intercaladas com numerosas células mucosas. É frequente a existência de linfócitos. Da mesma maneira que o intestino, a mucosa é desprovida de lâmina basal, sendo a lâmina própria muito delgada e constituída das células usuais de tecido conjuntivo frouxo, apresentando ainda pequenas células indiferenciadas.

A camada muscular consta de duas zonas, com a mesma disposição apresentada pelo intestino, ou seja, uma externa, de fibras longitudinais, e outra mais interna, de fibras circulares. Estas duas camadas são, todavia, muito mais delgadas que as do intestino.

A serosa é formada por uma única camada de células epiteliais escamosas, que repousam num conjuntivo areolar, onde aparecem numerosos vasos sanguíneos.

Pâncreas

O pâncreas da sardinha-bandeira é um órgão difuso, representado por fragmentos de tecido pancreático, que se encontram disseminados entre os cecos pilóricos. Apenas a porção exócrina foi evidenciada, não tendo sido notada a porção endócrina. As células acino-

TABELA V

Correlações entre o comprimento zoológico e o número de cecos pilóricos da sardinha-bandeira, *Opisthonema oglinum* (Le Sueur), da costa do Estado do Ceará — Brasil.

Correlações	Espécimens (n)	Coefficiente de correlação (r)
entre comprimento zoológico e número de cecos grandes	30	— 0,004 n.s.
entre comprimento zoológico e número de cecos pequenos	30	0,482 *

n.s. — não significativo ao nível $\alpha = 0,05$; * — significativo ao nível $\alpha = 0,05$.

sas têm estrutura característica, com núcleo arredondado e excêntrico. Os ácinos pancreáticos são exclusivamente serosos, e ao seu redor há um rico suprimento de capilares (figura 7).

Fígado

Constituído por dois lobos alongados, de formato irregular, ficando do lado esquerdo do animal e situado entre o afastamento dos ramos do estômago. Possui coloração castanha-avermelhada.

A cápsula de tecido conjuntivo fibroso, que envolve o fígado, envia prolongamentos para o interior do órgão, formando uma fina rede, que representa o estroma.

As células hepáticas são poliédricas, com citoplasma granular e núcleo arredondado. Às vezes, encontram-se dois núcleos em cada célula. As células ligam-se umas às outras, formando verdadeiras lâminas, que se dispõem de maneira radiada em torno de uma veia central, constituindo os lóbulos hepáticos (figura 8). Entre as lâminas de hepatócitos situam-se os canaliculos biliares.

Os condutos hepáticos são circundados por tecido conjuntivo de sustentação, encontrando-se esparsos entre os tecidos do fígado.

A vesícula biliar é piriforme, com coloração esverdeada, devido a presença de bile, que é vista por transparência de sua fina parede. Fica situada entre os lobos do fígado, abaixo deste. O ducto biliar vai abrir-se na porção inicial do intestino, à altura da ampola pilórica. Possui uma parede muito fina, formada de duas camadas, a mucosa e uma outra de tecido conjuntivo fibro-muscular, infiltrado por finíssimos capilares, que vão dar suprimento à vesícula biliar.

ALIMENTAÇÃO

No que se refere aos clupeídeos, há numerosos trabalhos que, sob diferentes pontos de vista, apresentam análises do conteúdo estomacal e conclusões sobre o modo de como estes peixes se alimentam. Generalizando os resultados, conclui-se que a maioria dos autores consideram que estes peixes não escolhem seus alimentos, mas filtram a água, incorporando tudo que ela contém.

Existe, sem dúvida, uma certa coincidência de composição do conteúdo estomacal de todos os componentes de um cardume e o do plâncton da região considerada. Mesmo aquelas espécies que dirigem suas migrações tróficas ao encontro das concentrações do plâncton, provavelmente são mais orientadas por condições oceanográficas do que por percepção própria, e continuam a ser "filter feeders", no sentido próprio da expressão (Barth, 1970).



Figura 7 — Ácinos pancreáticos da sardinha-bandeira, *Opisthonema oglinum* (Le Sueur). Formalina a 10% ; P.A.S. (Oc. K 6,3:1 ; obj. 40/0,65) .

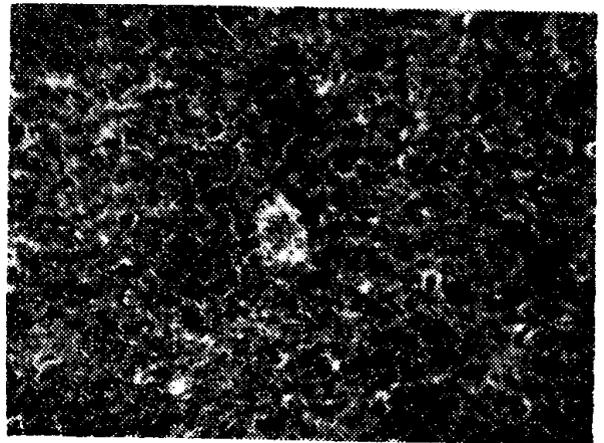


Figura 8 — Lóbulo hepático da sardinha-bandeira, *Opisthonema oglinum* (Le Sueur). Formalina a 10% ; P.A.S. (Oc. K 6,3:1 ; obj. 10/0,65) .

São encontradas esparsas referências sobre a alimentação da sardinha-bandeira. Hildebrand (1963b) refere que as sardinhas desta espécie, na Baía de Chesapeake (U.S.A.), se alimentam basicamente de organismos planctônicos, salientando que os copépodes constituem o principal tipo de alimento.

Segundo Fuss *et al.* (1968), os copépodes também são predominantes na dieta da sardinha-bandeira na Flórida (U.S.A.), alimentando-se ainda de pelecípodes e gastrópodes; a presença no conteúdo estomacal de grãos de areia e escamas, estas em menor escala, sugere ainda a possibilidade de hábitos de alimentação bentônica e nectônica para a espécie.

O estudo de maior consistência, sobre a alimentação da sardinha-bandeira, foi levado a efeito por Furtado-Ogawa (1970), na costa do Estado do Ceará (Brasil), que evidenciou, como alimentação básica para a espécie, crustáceos, com predominância de copépodes, e mo-

luscos, representados por bivalvos e gastrópodes; registra ainda como alimentos secundários e ocasionais, algas microscópicas e ovos planctônicos, rotíferos, peixes e anelídeos; encontrou também grãos de areia e espículas de esponjas, nos estômagos examinados.

Assim, embora a sardinha-bandeira seja essencialmente planctófaga, pode-se encontrar alimentos de hábitos bentônicos e/ou nectônico, na dieta dos indivíduos maiores.

Objetivando verificar a influência do tamanho e da reprodução nas características da alimentação da sardinha-bandeira, foram determinados os volumes encontrados em estômagos de indivíduos com diversos tamanhos e em todos os estádios de desenvolvimento maturativo. Foram considerados três estádios para os machos — I = imaturo, II = em maturação e III = desovado; e cinco estádios para as fêmeas — I = imaturo, II = em início de maturação, III = em pré-maturação, IV = maduro e V = desovado.

Apesar da pequena variação encontrada entre os volumes de alimentos no estômago da sardinha-bandeira (tabela VI), os resultados são de alguma valia. A tabela VII mostra os coeficientes de correlação encontrados.

Observa-se que, para os machos, não existe correlação entre o volume de alimento encontrado no estômago e o comprimento zoológico do indivíduo, como também entre o conteúdo alimentar e os estádios de desenvolvimento maturativo.

Para as fêmeas, também não foi observada correlação entre o comprimento zoológico e o volume de alimentos encontrado no estômago, havendo entretanto, uma correlação direta entre o volume alimentar e os estádios gonadais.

Condição semelhante é referida por Prosvirov (1967), para *Sardinella anchovia* Cuvier & Valenciennes, que mostra uma maior repleção estomacal nos indivíduos mais maduros. Este fato concorda também com a observação de Burtsev (1967) em acipenserídeos, onde existe uma dependência direta do desenvolvimento das glândulas sexuais com a alimentação. Belianina & Makarova (1965), também ressaltam a grande importância da alimentação no período da pré-desova em

TABELA VI

Volumes de alimentos encontrados em estômagos de machos e fêmeas da sardinha-bandeira, *Opisthone-ma oglinum* (Le Sueur), da costa do Estado do Ceará — Brasil.

Sexo	Espécimens (n)	Volume de alimentos (mm)		
		máximo	mínimo	média
machos	31	0,30	0,01	0,12
fêmeas	115	1,20	0,01	0,15

Clupea harengus (Linnaeus). Para esta mesma espécie, Rudakova (1969) refere que os indivíduos deixam de se alimentar apenas por um breve período, antes e depois da desova.

Muitas espécies de peixes, durante a época da reprodução, cessam de se alimentar ou o fazem escassamente. Entre outros fatores, isso se deve, provavelmente, ao fato de, nesta época, dar-se o desenvolvimento das gônadas, que se avolumam bastante, havendo um franco crescimento do corpo e grandes deposições de gordura, principalmente ao redor do tubo digestivo.

Na sardinha-bandeira da costa do Estado do Ceará, o curso da maturação sexual parece não influir no processo de alimentação, encontrando-se alimento no estômago de espécimens nos diversos estádios de desenvolvimento maturativo. O fato das gônadas não se avolumarem bastante, mesmo nos estádios avançados de maturação, não exercendo assim compressão nas paredes do tubo digestivo, deve ter alguma influência para a espécie não atravessar uma fase de jejum, antecedendo a desova.

As observações efetuadas no aparelho bucal e branquial da sardinha-bandeira, identificam características de um aparelho filtrador. A organização deste aparelho é muito semelhante à apresentada por Barth (1971), para a espécie conhecida no sul do Brasil como sardinha-verdadeira que, segundo Hildebrand (1963b), corresponde a *Sardinella brasiliensis* (Steindachner). Difere, entretanto, pelo número de rastros e filamentos nos diversos arcos branquiais.

TABELA VII

Correlações entre volume alimentar e comprimento zoológico e estádios gonadais, em machos e fêmeas da sardinha-bandeira, *Opisthone-ma oglinum* (Le Sueur), da costa do Estado do Ceará — Brasil.

Correlações	Machos		Fêmeas	
	n	r	n	r
entre volume alimentar e comprimento zoológico	30	— 0,126 n.s.	107	— 0,198 n.s.
entre volume alimentar e estádios gonadais	33	0,265 n.s.	120	— 0,223 *

n = número de espécimens considerados; n.s. = número não significativo ao nível de significância $\alpha = 0,05$; * = significativo ao nível de significância $\alpha = 0,05$.

O esôfago curto e sem glândulas digestivas sugere que, na sardinha-bandeira, a digestão dos alimentos tem lugar a partir do estômago.

O bulbo pilórico encontrado no limite estômago-intestino, embora não chegue a constituir uma verdadeira moela, como é referido para outros peixes (Ishida, 1935 e Svetovidov, 1934), possui paredes suficientemente musculosas para funcionar como um órgão triturador. A presença desse sistema de trituração é perfeitamente justificável, tendo-se em vista o caráter alimentar da espécie.

O coeficiente intestinal da sardinha-bandeira também está de acordo com seus hábitos alimentares.

A presença de cecos pilóricos, relativamente numerosos, compensa o caráter difuso do pâncreas, cuja secreção exerce ação digestiva também sobre o amido. Determinações qualitativas realizadas na sardinha-bandeira (Mota Alves, MS), evidenciaram a presença de amilase nos cecos pilóricos. Isto concorda com Rahimullah (1945), quando comenta acerca das possíveis funções dos cecos pilóricos, dizendo serem estes apêndices do intestino mais ativos, quando o pâncreas é difuso.

Numerosos trabalhos relacionam o trato digestivo com a alimentação nos peixes. Resumindo conceitos de alguns autores, sobre as características dos peixes planctófagos, observa-se que estas também são encontradas na sardinha-bandeira (tabela VIII), confirmando-se deste modo a natureza do seu regime alimentar.

TABELA VIII

Características gerais do aparelho digestivo de peixes planctófagos, referidas na bibliografia consultada, comparadas com as encontradas na sardinha-bandeira, *Opisthonema oglinum* (Le Sueur).

Características	Literatura	Sardinha-bandeira
boca pequena e firme	Bertin (1958) Nikolsky (1963)	+
ausência de dentes	Bertin (1958) Lagler <i>et al.</i> (1962) Nikolsky (1963) Norman (1958)	+
raios branquiais numerosos e alongados	Bertin (1958) Lagler <i>et al.</i> (1962) Nikolsky (1963) Norman (1958)	+
presença de órgão triturador	Nikolsky (1963)	+
coeficiente intestinal próximo a 1	Nikolsky (1963)	+

CONCLUSÕES GERAIS

1 — A estrutura macro e microscópica do aparelho digestivo da sardinha-bandeira indica que se trata de uma espécie planctófaga, em virtude das seguintes características: boca firme, ausência de dentes, aparelho branquial do tipo filtrador, presença de um órgão triturador no estômago, coeficiente intestinal muito próximo a 1,0.

2 — Os estudos de alimentação comprovam o tipo indicado, pela predominância de copépodes na dieta.

3 — Nas fêmeas há uma necessidade crescente de alimento, à medida que progride o processo maturativo, o que não se observa com os machos.

SUMMARY

The Atlantic thread-herring, *Opisthonema oglinum* (Le Sueur), occurs in the Western Atlantic, from the Gulf of Maine (U.S.A.), Bermuda and West Indies to Argentina.

The present paper deals with a detailed description of the digestive tract of this species, trying to establish correlation between the macro and microscopic structures, and with the alimentary mechanism and feeding habits.

The following general conclusions were drawn:

1 — The Atlantic thread-herring digestive tract macro and microscopic structures indicate this species to be planktophagus as it presents the following characteristics: firm mouth, absence of teeth, filtering branchial apparatus, a muscular piloric bulb capable of trituration, intestinal coefficient near 1.0.

2 — Studies of its feeding habits indicate this behaviour, as copepods predominate in the diet.

3 — The females need food constantly during the maturation process, fact not observed in the males.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abramson, N. J. — 1971 — Computer programs for fish stock assessment. *FAO Fish. Tech. Pap.*, Rome, (101) : IV + 4 + [142], illus.

Al-Hussaini, A. H. — 1946 — The anatomy and histology of the alimentary tract of the bottom-feeder. *Mulloidés auriflamma* (Forsk.). *J. Morph.*, Philadelphia, 78 : 121-153.

Amlacher, E. — 1964 — *Manual de enfermidades de los peces*. Editorial Acribla, 319 pp., illus., Zaragoza.

Barth, R. — 1970 — Observações biológicas na Sardinha *Sardinella aurita*. a) Conteúdo estomacal. *Publ. Inst. Pesq. Mar.*, Rio de Janeiro, (043) : 1-14.

Barth, R. — 1971 — Construção e função do aparelho bucal da Sardinha *Sardinella aurita*. *Publ. Inst. Pesq. Mar.*, Rio de Janeiro, (052) : 1-22.

- Belyanina, T. N. & Makarova, N. P. — 1965 — Nekotorie zakonomernosti raspredeleniya jira v sozrevanem gonad. *Teoreticheskie osnovi Ribovodstva, Akademiya Nauk SSSR*, Moskva, pp. 42-46.
- Berry, F. H. & Barrett, I. — 1963 — Gillraker analysis and speciation in the thread herring genus *Opisthonema*. *Bol. Inter American Tropical Tuna Commision, La Jolla*, 7 (2) : 113-190.
- Bertin, L. — 1958 — Apareil Digestif. In pp. 1248-1302, 44 figs — Grassé, P. — 1958 — *Traité de Zoologie. Anatomie, Systematique, Biologie*, 13 (2) : 925-1812, Masson & Cie., Paris.
- Blake, I. H. — 1930 — Studies on the comparative histology of the digestive tube of certain teleost fishes. I. A predaceous fish, the sea bass (*Centropristes striatus*). *Jour. Morph. Phys., Philadelphia*, 50 (1) : 39-70.
- Burtsev, I. A. — 1967 — Vlianie pitania na gametogenez nekotorykh gibridov osetrovikh rib pri prudovom soderzhanii. *Teoreticheskie osnovi Ribovodstva, Akademiya Nauk SSSR*, pp. 241-243, Moskva.
- Cervigón, F. — 1966 — *Los peces marinos de Venezuela*. Est. Inv. Mar. Margarita, Fundación La Salle de Ciencias Naturales, 1 : 1-438, figs. 1-181, 1 est., Caracas.
- Fausto-Filho, J. — 1961 — Sobre o tubo digestivo em *Opisthonema* Gill, 1861. *Bol. Est. Biol. Mar. Univ. Ceará*, Fortaleza, 2 : 1-3, 1 fig.
- Furtado-Ogawa, E. — 1970 — Alimentação da sardinha-bandeira, *Opisthonema oglinum* (Le Sueur), no Estado do Ceará. *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, 10 (2) : 201-202.
- Fuss Jr., C. M.; Kelly, J. A. & Prest Jr., K. W. — 1968 — Gulf Thread Herring: Aspects of Developing Fishery and Biological Research. *Proc. Gulf and Caribb. Fish. Inst.*, Miami, 31 : 111-125, 9 figs.
- Gregory, W. K. — 1933 — Fish skulls: a study of evolution of natural mechanisms. *Trans. Amer. Philos. Soc.*, Philadelphia, XXIII (1) : VIII + 75-481, 302 figs., 2 ests.
- Hildebrand, S. F. — 1963a — Genus *Opisthonema* Gill 1861. In pp. 380-385, fig. 94 — Bigelow, H. B. et al. — *Fishes of the Western North Atlantic* (Part three). Memoir Sears Foundation for Marine Research, New Haven, XXI + 630 pp., [2] + 139 figs.
- Hildebrand, S. F. — 1963b — Genus *Sardinella* Cuvier and Valenciennes 1847. Spanish Sardines. In pp. 397-411, figs. 98-101 — Bigelow, H. B. et al. — 1963 — *Fishes of the Western North Atlantic* (Part three). Memoir Sears Foundation for Marine Research, New Haven, XXI + 630 pp., [2] + 139 figs.
- Ishida, J. — 1935 — The stomach of *Mugil cephalus* and its digestive enzymes. *Annot. Zool. Japan.*, Shimoda, 15 (2) : 182-188, 1 fig.
- Lagler, K. F., Bardach, J. E. & Miller, R. R. — 1962 — *Ichthyology — The study of fishes*. John Wiley & Sons, Inc., 545 pp., illus., New York.
- Mota Alves, M. I. — MS — Sobre as enzimas digestivas de *Opisthonema oglinum* (Le Sueur).
- Mota Alves, M. I. & Sawaya, P. — MS — Sobre a reprodução da sardinha-bandeira, *Opisthonema oglinum* (Le Sueur), na costa do Estado do Ceará.
- Nikolsky, G. V. — 1963 — *The Ecology of Fishes*. Academic Press, 325 pp., 140 figs., London. (Translated from Russian).
- Norman, J. R. — 1958 — *A History of Fishes*. Ernst Benn Limited, 463 pp., 148 figs., London.
- Paiva, M. P. & Mota, M. I. — 1962a — Biometria da sardinha-bandeira, *Opisthonema oglinum* (Le Sueur, 1818) Jordan & Evermann, 1896, da costa do Estado do Ceará, Brasil. I. Sobre as diversas medidas lineares. *Arq. Mus. Nac.*, Rio de Janeiro, LII : 152-160.
- Paiva, M. P. & Mota, M. I. — 1962b — Biometria da sardinha-bandeira, *Opisthonema oglinum* (Le Sueur, 1818) Jordan & Evermann, 1896, da costa do Estado do Ceará, Brasil. II. Sobre as diversas características numéricas. *Arq. Mus. Nac.*, Rio de Janeiro, LII : 161-167, 12 figs.
- Prosvirov, E. S. — 1967 — Respredelenie *Sardinella anchovia* Cuvier et Valenciennes Meksikarskogo zaliva i nekotorie tcherti e biologii. *Sovietsko-Kubinskie ribovokhoziaistvennie issledovania. Isdatlatvo: Pishtshevaia promishlennast*, Moskva, 2 : 185-195, 10 figs.
- Rahimullah, M. — 1945 — A comparative study of the morphology, histology and probable functions of the pyloric caeca in Indian fishes, together with a discussion on their homology. *Proc. Indian. Acad. Sci.*, Banglore, 21 : 1-37, 28 figs.
- Rudakova, V. A. — 1959 — Data on the food of the Atlantic Herring. *Special Scientific Report — Fisheries*, Washington, 327 : 140-165, 6 figs.
- Ruddell, C. L. — 1966 — A general stain based on Gallego's method for connective tissue. *Stain Technology*, New York, 41 (4) : 249-316.
- Svetovidov, A. — 1934 — On the correlation between the character of food and the number of pyloric caeca in fishes. *C. R. Ac. Sc. U.R.S.S.*, Leningrad, 3 (3) : 67-72.