Rev. bras. oceanogr., 48(1):61-70, 2000

Determinação de idades e crescimento do linguado branco *Paralichthys patagonicus* (Jordan, 1889) no sul do Brasil

(Age and growth of the white flounder *Paralichthys patagonicus* (Jordan, 1889) in southern Brazil)

Júlio Neves de Araújo[1] & Manuel Haimovici[2]

[1]Fundação Universidade do Rio Grande -FURG
Curso de Pós-graduação em Oceanografia Biológica

[2]Departamento de Oceanografia – FURG
e-mail:docmhm@super.furg.br
(Caixa Postal 474, 96201-900 Rio Grande, RS, Brasil)

- ***Abstract:*** Age and growth of the white flounder *Paralichthys patagonicus* (Jordan, 1889) were studied using sliced *sagittae* otoliths of 460 specimens collected from the commercial fishery along southern Brazil (1989 to 1991). The changes in the type of last band in formation and the marginal increments analysis showed that one translucent and one opaque zone were formed each year. Females attained larger total length (TL) and older ages (630 mm, 13 yr) than males (527 mm, 11 yr). The parameters of the von Bertalanffy growth equations were: for females - TL_∞ = 623.0 mm, K= 0.279 and t_o = - 0.243 yr; for males - TL_∞= 534.1 mm, K= 0.214 , t_o = - 1.589 yr and for pooled sexes - TL_∞= 609.1 mm, K= 0.255 and t_o = - 0.462 yr. Annual increments in weight increased up to the fourth year of life when most specimens already were sexually mature and both sexes attained around 30% of asymptotic weight and 70% of asymptotic total length. This species is liable to growth overfishing as metabolism shifts gradually from somatic growth to reproduction and potential growth after sexual maturation is relatively high.
- ***Resumo***: A idade e o crescimento do linguado-branco *Paralichthys patagonicus* (Jordan, 1889) foram estudados a partir de amostras obtidas da pesca comercial no sul do Brasil entre 1989 e 1991. As idades foram determinadas sobre cortes transversais de otólitos de 460 exemplares. A análise do tipo de bordo e dos incrementos marginais dos otólitos mostrou que, a cada ano ocorre a formação de uma zona translúcida e uma zona opaca nos otólitos. As fêmeas atingem maiores tamanhos e idades (630 mm, 13 anos) do que os machos (527 mm, 11 anos). Os parâmetros da equação de von Bertalanffy que representaram o crescimento em comprimento total das fêmeas foram: CT_∞= 623,0 mm, K= 0,279 e t_o = - 0,243 anos; dos machos: CT_∞= 534,1 mm, K= 0,214 e t_o = -1,589 anos e dos sexos agrupados: CT_∞ = 609,1 mm, K = 0,255 t_o = - 0,462 anos. Os incrementos anuais em peso por idades aumentam até o final do quarto ano de vida quando a maioria já atingiu a primeira maturação sexual e ambos sexos alcançaram cerca de 30% do peso e 70% do comprimento assintóticos. Esta espécie é susceptível à sobrepesca de crescimento porque o redirecionamento do metabolismo do crescimento somático para a reprodução é gradativo e o potencial de crescimento após a maturação sexual é relativamente alto.
- ***Descriptors***: Age, Growth, *Paralichthys patagonicus*, Flounder, Brazil.
- ***Descritores***: Idade, Crescimento, *Paralichthys patagonicus*, Linguado, Brasil.

Introdução

Paralichthys patagonicus (Jordan, 1889), sin *P. bicyclophorus* (Ribeiro, 1915), é um linguado da família Paralichthyidae (Cosseau & Díaz de Astarloa, 1991) de distribuição geográfica relativamente restrita, ocorrendo entre o norte da Patagônia (43°S) e Rio de Janeiro (22°S) (Cousseau & Perrota, 1998; Figueiredo, 1981). É o linguado de maior importância comercial no sul do Brasil, onde os desembarques anuais atingiram mais de 2000 t em 1989 declinando em anos posteriores (Haimovici & Mendonça, 1996).

A espécie apresenta um período reprodutivo prolongado com desova parcelada entre a primavera e fins do verão com um máximo no mês de novembro (Carneiro, 1995; Macchi & Diaz Astarloa, 1996). No sul do Brasil, o comprimento médio de primeira maturação sexual foi estimado em 330 mm para as fêmeas e 310 mm para os machos (Carneiro, 1995). Como todas as espécies do gênero, *P. patagonicus* é um predador voraz que se alimenta principalmente de peixes, mas também de cefalópodes e crustáceos (Kawakami, 1975; Carneiro, 1995).

Não se tem referência a estudos de determinação de idades, crescimento ou mortalidade de *Paralichthys patagonicus*, porém existem estudos para as espécies congêneres *P. californicus* (Love & Brooks, 1990; Pattison & McAllister, 1990; Tupen, 1990; Kramer, 1991; Sunada *et al.*,1990), *P. dentatus* (Powell, 1982; Szedlmayer & Able, 1992), *P. lethostigma* (Matlock, 1991), *P. olivaceus* (Zhu *et al.*, 1991; Kitagawa *et al.*, 1994), espécies que representam importantes recursos pesqueiros nas respectivas regiões de ocorrência. Na maioria dos estudos de determinação de idades e crescimento de linguados do gênero *Paralichthys* foram utilizados otólitos (Kitagawa *et al.*,1994; Kramer, 1991; Love & Brooks, 1990; Pattison & McAllister, 1990; Sunada *et al.*, 1990; Zhu *et al.*, 1991). As escamas foram utilizadas apenas para *P. dentatus* (Dery, 1988).

Os objetivos deste trabalho foram o estudo de determinação de idades e do crescimento de *Paralichthys patagonicus*, aspectos essenciais para o conhecimento de sua dinâmica populacional, visando fornecer subsídios para a avaliação e o manejo deste importante recurso pesqueiro da região sul do Brasil.

Material e métodos

As amostras provieram da pesca comercial na plataforma continental da região sul do Brasil entre as latitudes 30°S e 34°S, em profundidades inferiores a 100 metros entre os anos 1990 e 1991. Incluíram também alguns exemplares obtidos em dezembro de 1989 com redes de arrasto pelo N/Oc. Atlântico Sul e alguns juvenis (CT<200 mm) coletados em 1996.

De cada exemplar foram registrados o comprimento total em milímetros, o peso eviscerado em gramas (*PE*), o sexo e extraídos os otólitos *sagittae*. Gônadas e conteúdos estomacais dos mesmos exemplares foram coletados e utilizados para estudos da reprodução e alimentação (Carneiro, 1995).

Foram examinados os otólitos de 460 linguados de 84 a 630 mm de comprimento total incluindo até 30 exemplares por classes de comprimento de 30 mm de intervalo para cada sexo, representando, no possível, todas as épocas do ano.

Os otólitos direitos de cada exemplar foram incluídos em blocos de resina poliéster e obtidos vários cortes transversais de aproximadamente 0,3 mm de espessura em uma cortadeira metalográfica de baixa velocidade (Isomet, Buehler Ltd.). Os dois cortes mais próximos ao núcleo foram montados com bálsamo sintético sobre lâminas de vidro pintadas de preto por baixo e cobertos com lamínulas.

Os cortes foram examinados com auxílio de lupa binocular, provida de ocular micrométrica, com um aumento de 20x. Utilizou-se iluminação incidente sobre fundo escuro, pois foi o método que permitiu a melhor discriminação das zonas de crescimento. Sob luz refletida, as bandas opacas aparecem claras e as translúcidas escuras. Sobre os cortes foram medidas, ao longo da margem ventral do *sulcus acusticus*, as distâncias entre o foco e bordo e entre o foco e o fim de cada uma das zonas translúcidas, onde a transição entre os dois tipos de zonas se visualiza melhor (Fig. 1). Os cortes de otólitos de cada exemplar foram lidos duas vezes com um intervalo de pelo menos um mês entre cada leitura. Nos casos em que não houve concordância nas contagens, os cortes foram examinados novamente e permanecendo a discordância, o material foi considerado ilegível.

A periodicidade de formação das zonas de crescimento foi estudada a partir das freqüências mensais de otólitos com zonas opacas e translúcidas nos bordos e os incrementos marginais $IM = (RT-R_n)/(R_n-R_{n-1})$ onde RT é a distância entre o foco e o bordo e R_n e R_{n-1} as distâncias do foco ao fim da última e penúltima zonas translúcidas (Bagenal & Tesch, 1978; Vieira & Haimovici, 1993) (Fig. 1).

O crescimento em comprimento total em relação as idades foi descrito pela equação de von Bertalanffy (1938): $CT_t = CT_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})$, onde CT_t é o comprimento à idade t; CT_∞ o comprimento assintótico, K o coeficiente que representa a velocidade à qual o comprimento do peixe se aproxima do comprimento assintótico e t_0 a idade teórica quando o comprimento do peixe é zero. Os parâmetros das relações de crescimento foram calculados a partir de um modelo de ajuste não linear, que utiliza um algorítmo iterativo que minimiza o somatório dos quadrados dos resíduos, implementado através do programa Excel (*Microsoft Corporation* 1997). As diferenças entre parâmetros das curvas de machos e fêmeas foram testadas aplicando-se o método de máxima verossimilhança (Kimura, 1980; Cerratto, 1990).

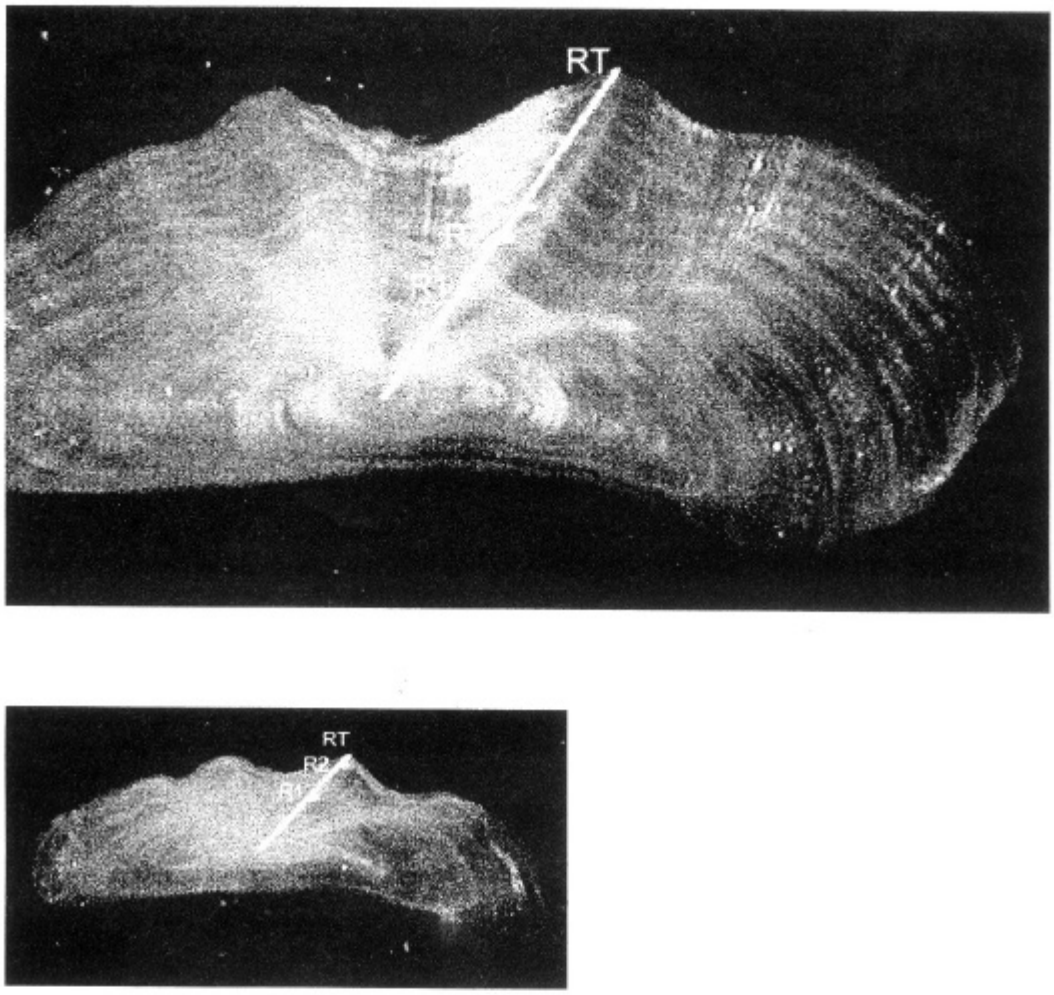

Fig. 1. Corte transversal de otólito de dois exemplares de *Paralichthys patagonicus* do sul do Brasil (acima: macho, *CT* = 479 mm, 10 zonas translúcidas; abaixo: macho, *CT* = 328 mm, 2 zonas translúcidas). *RT*: distâncias entre o foco e a borda do otólito. *R1*, *R2*, e *R3* indicam o fim da primeira, segunda e terceira zonas translúcidas respectivamente.

Os pesos por idades foram calculados a partir das equações de crescimento e das relações comprimento-peso. As taxas absolutas de crescimento (T_A) foram calculadas como a diferença entre o peso estimado para sucessivas idades.

Resultados

Determinação de idades e validação

Os otólitos de *P. patagonicus* apresentaram bandas opacas e translúcidas que podem ser identificados com relativa facilidade e consistência. Em 85,9% dos cortes examinados, o número de zonas translúcidas contadas na primeira e segunda leituras foram coincidentes, em 13,0% a diferença foi de apenas uma zona e em 1,1% maior que uma. Após a terceira leitura foram desconsiderados os otólitos de apenas 2,9% dos exemplares.

Para a validação foram calculadas as proporções com que ocorrem bordos opacos e translúcidos e os incrementos marginais em diferentes épocas do ano. A proporção de exemplares com bordos translúcidos nos cortes dos otólitos variou ao longo do ano, sendo que percentagens superiores a 70% foram observados entre fevereiro e maio, inferiores a 30% entre julho e dezembro e intermediárias em janeiro e junho (Fig. 2). Os IM médios bimestrais em cortes de otólitos com uma a três zonas translúcidas foram maiores na primeira metade do ano (Fig. 3). Houve diferenças estatisticamente significativas entre o segundo e o quinto bimestres ($p = 0,0278$) e o segundo e o sexto

bimestres (p = 0,0215). As percentagens de incrementos marginais menores que 0,2, calculados por bimestres a partir da leitura de cortes de otólitos com uma a três zonas translúcidas, também apresentaram um ciclo anual, sendo mais elevadas entre julho e outubro, diminuindo em novembro-dezembro e praticamente não ocorrendo de janeiro a junho (Fig. 3).

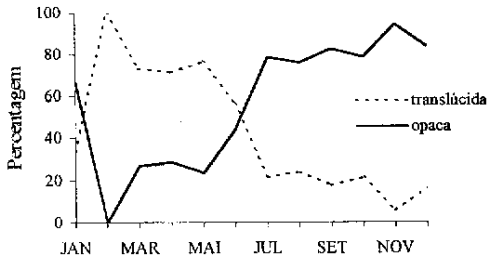

Fig. 2. Proporções mensais de bordos opacos e translúcidos em otólitos de *Paralichthys patagonicus* amostrados entre 1989 e 1991 no sul do Brasil.

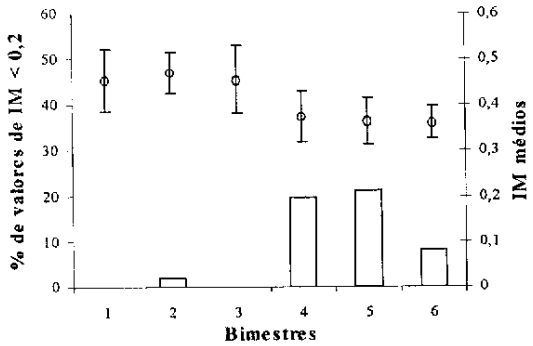

Fig. 3. Médias bimestrais (pontos) e intervalos de confiança de 95% dos incrementos marginais (*IM*) e percentagens bimestrais dos *IM* inferiores a 0,2 (colunas) medidos em cortes de otólitos de *Paralichthys patagonicus* amostrados entre 1989 e 1991 no sul do Brasil.

Os resultados expostos no parágrafo acima indicam que houve uma periodicidade anual na formação de uma zona translúcida em cada ano. A formação das zonas translúcidas nos bordos ocorreria no outono e coincide com a época em que os incrementos marginais foram maiores. A partir do começo do segundo semestre ocorre a formação das bandas opacas.

Em base aos conhecimentos prévios do ciclo reprodutivo de *Paralichthys patagonicus* no sul do Brasil (Carneiro, 1995), foi escolhido o dia 1° de Janeiro como data teórica de aniversário. O número de zonas translúcidas nos cortes foi considerado como o número de anos completos dos exemplares capturados no primeiro semestre de cada ano. Já para os capturados no segundo semestre, a última zona translúcida em formação não foi contada.

Relação comprimento-peso eviscerado

As relações entre o comprimento total e o peso eviscerado (*PE*) de ambos sexos, ajustadas ao modelo potencial foram:

$PE_{\text{fêmeas}} = 0{,}261 \times 10^{-5} \times CT^{3{,}213}$ ($R^2 = 0{,}967$; n= 637)
$PE_{\text{machos}} = 0{,}599 \times 10^{-5} \times CT^{3{,}081}$ ($R^2 = 0{,}957$; n= 333)
$PE_{\text{sexos agrupados}} = 0{,}337 \times 10^{-5} \times CT^{3{,}172}$ ($R^2 = 0{,}972$, n = 970)

Foram observadas diferenças significativas entre sexos (p = 0,002). Os machos foram mais pesados que as fêmeas dos mesmos comprimentos mas as diferenças percentuais de peso diminuíram com o aumento do *CT*, sendo de 9,9% aos 240 mm, 4,1%, aos 360 mm e 1,1% aos 450 mm.

Relação comprimento total - raio do otólito e retrocálculo

As relações entre o comprimento total e a distância entre o foco e o bordo dos otólitos (*RT*) foram curvilíneas para ambos sexos e foram melhor ajustadas pelo modelo de Gompertz (Fig. 4). As equações diferiram entre sexos (p < 0,001) e foram

$CT_{\text{fêmeas}} = 681{,}2 \times (e^{-e(-1{,}756 \times (RT - 0{,}650))})$ ($R^2 = 0{,}915$; n = 284)
$CT_{\text{machos}} = 511{,}4 \times (e^{-e(-2{,}043 \times (RT - 0{,}496))})$ ($R^2 = 0{,}889$; n = 150)

A partir das medidas das distâncias entre o foco e o fim das zonas translúcidas e dos comprimentos totais foram retrocalculados os comprimentos médios dos linguados por idades e sexos com as equações:

$$CT_{i(fêmeas)} = \frac{CT}{e^{-e(-1{,}756 \times (RT - 0{,}650))}} \times e^{-e(-1{,}756 \times (RTi - 0{,}650))}$$

$$CT_{i(machos)} = \frac{CT}{e^{-e(-2{,}043 \times (RT - 0{,}496))}} \times e^{-e(-2{,}043 \times (RTi - 0{,}496))}$$

Relações comprimento–idade e peso–idade

Os comprimentos médios dos machos capturados variaram de 254 mm, na classe de idade I, a 512 mm, na idade XI, e os das fêmeas de 256 mm, na idade I, a 586 mm na idade XIII. Observou-se um padrão consistente de aumento de comprimento com as idades determinadas sobre os cortes dos otólitos, tanto para machos como para fêmeas. A partir da classe de idade II, os comprimentos médios por

idades das fêmeas foram significativamente superiores aos dos machos, indicando que estas apresentam um crescimento mais rápido a partir desta idade (Tab. 1).

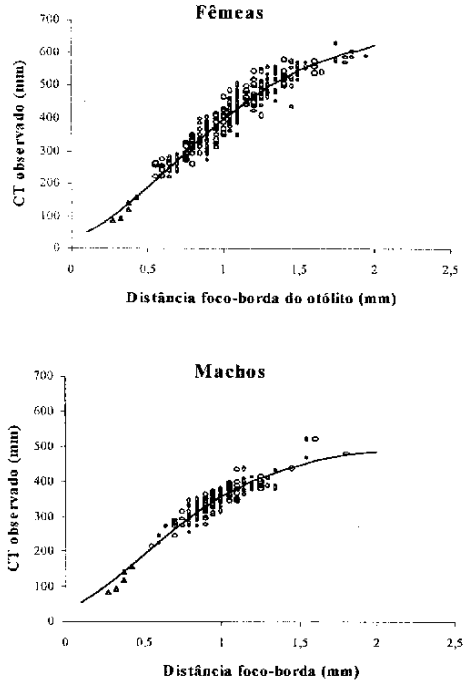

Fig. 4. Curvas de Gompertz que representaram a relação entre o comprimento total e a distância entre o foco e o bordo dos otólitos de *Paralichthys patagonicus* amostrados entre 1989 e 1991 no sul do Brasil. Os triângulos representam linguados de sexo indeterminado.

As equações de crescimento de machos, fêmeas e sexos agrupados estimados a partir dos *CT* observados nas capturas e as idades correspondentes acrescidas de 0,5 ano foram:

Fêmeas $CT_t = 623{,}0(1 - e^{-0{,}279(t + 0{,}243)})$
Machos $CT_t = 534{,}1(1 - e^{-0{,}214(t + 1{,}589)})$
Sexos agrupados $CT_t = 609{,}1(1 - e^{-0{,}255(t + 0{,}462)})$

As curvas de crescimento de machos e fêmeas (Fig. 5) foram significativamente diferentes ($p < 0{,}001$). As diferenças foram relacionadas ao t_0 ($p=0{,}004$), mas não ao K ($p=0{,}223$) e CT_∞ ($p=0{,}058$).

Os comprimentos médios retrocalculados dos machos variaram de 194 mm à época do fim da formação do primeiro anel translúcido (idade 1) e de 500 mm a idade 10, os das fêmeas de 196 mm a idade I para 580 mm a idade 12 (Tab. 2). Os comprimentos retrocalculados não correspondem as idades cronológicas já que, nos otólitos examinados, o final da formação da primeira zona translúcida ocorreria entre os 14 a 18 meses de vida.

A existência de diferenças de crescimento entre peixes que foram capturados a diferentes idades, ou fenômeno de Lee, foi investigada comparando os comprimentos médios retrocalculados à época de formação da 1ª, 2ª e 3ª zonas anuais translúcidas em otólitos de linguados de diferentes idades. Os comprimentos médios retrocalculados diferiram significativamente entre algumas das idades, sem, no entanto, configurar uma tendência de aumento ou diminuição com a idade (Fig. 6). Com os dados disponíveis não foi demonstrada a ocorrência do fenômeno de Lee.

As curvas de crescimento calculadas a partir dos *CT* médios retrocalculados por idades (Fig. 5) foram:

Fêmeas $CT_t = 570{,}1(1 - e^{-0{,}382(t + 0{,}141)})$
Machos $CT_t = 505{,}8(1 - e^{-0{,}324(t + 0{,}572)})$
Sexos agrupados $CT_t = 561{,}2(1 - e^{-0{,}358(t + 0{,}241)})$

Tabela 1. Comprimentos médios e desvios padrão (S) correspondentes às idades observadas em cortes de otólitos de machos e fêmeas de *Paralichthys patagonicus* amostrados entre 1989 e 1991 no sul do Brasil. ("t" de Student, H_0: $CT_{machos} = CT_{fêmeas}$)

Idade	Machos			Fêmeas			Teste t	
	CTmédio	n	S	CTmédio	n	S	t	p
1	253,8	6	19,94	256,0	21	20,06	-0,23	0,82
2	311,3	52	22,81	325,8	80	45,86	-2,41	< 0,05
3	354,6	58	31,89	398,2	68	47,44	-6,13	< 0,05
4	393,0	19	19,55	466,2	54	35,29	-11,14	< 0,05
5	413,0	7	16,83	501,2	22	29,41	-7,50	< 0,05
6	402,5	2	6,36	536,2	17	19,95	-20,24	< 0,05
7				551,4	10	23,95		
8	442,0	1		544,6	5	17,64		
9	485,0	2	24,04	593,7	3	36,91	-3,99	< 0,05
10				582,8	5	32,84		
11	512,0	4	22,18	571,5	2	6,36	-4,97	< 0,05
12								
13				586,0	1			

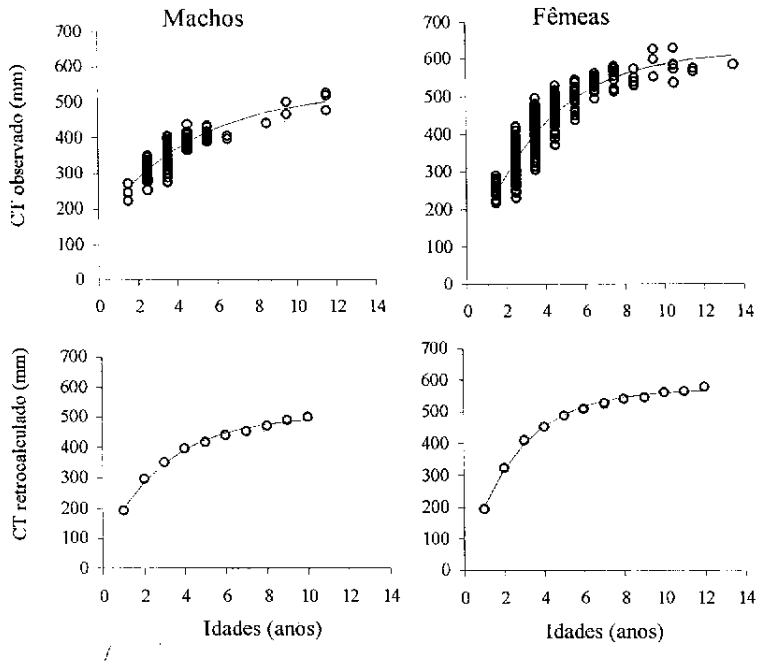

Fig. 5. Curvas de crescimento de von Bertalanffy derivadas dos comprimentos totais observados (acima) e retrocalculados (abaixo) por idades de machos e fêmeas do linguado-branco *Paralichthys patagonicus* amostrados entre 1989 e 1991 no sul do Brasil.

Tabela 2. Comprimentos médios retrocalculados por sexos e idades de *Paralichthys patagonicus* amostrados entre 1989 e 1991 no sul do Brasil (*CTc* representa os comprimentos médios observados para os *n* exemplares amostrados por idades e *CTi* representam os comprimentos médios retrocalculados por idades sobre os *m* cortes de otólitos examinados).

Fêmeas

Idades	n	CTc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	21	256	193											
2	80	326	185	300										
3	68	398	192	327	413									
4	54	466	213	341	417	453								
5	22	501	210	344	419	466	508							
6	17	536	207	331	404	455	496	511						
7	10	551	190	299	384	439	488	525	555					
8	5	545	187	312	395	436	469	503	529	535				
9	3	594	163	321	395	466	500	527	557	577				
10	5	583	155	297	358	419	452	477	499	519	544	565		
11	2	572	221	345	400	441	470	496	514	529	548	564		
13	1	586	122	244	347	403	437	467	494	518	539	548	565	580
		CTi	196	324	410	453	487	510	526	539	544	560	565	580
		m	269	224	136	78	41	30	14	11	6	4	1	1

Machos

Idades	n	CTc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	6	254	204									
2	52	311	190	290								
3	58	355	191	297	335							
4	19	393	198	306	358	391						
5	7	413	224	313	364	396	389					
6	2	403										
8	1	442	170	281	343	369	392	411	428			
9	2	485	175	290	354	381	404	424	441	456		
11	4	512	208	338	374	416	435	452	464	475	488	500
		CTi	194	298	351	396	415	438	452	470	488	500
		m	142	123	46	17	6	5	5	4	3	3

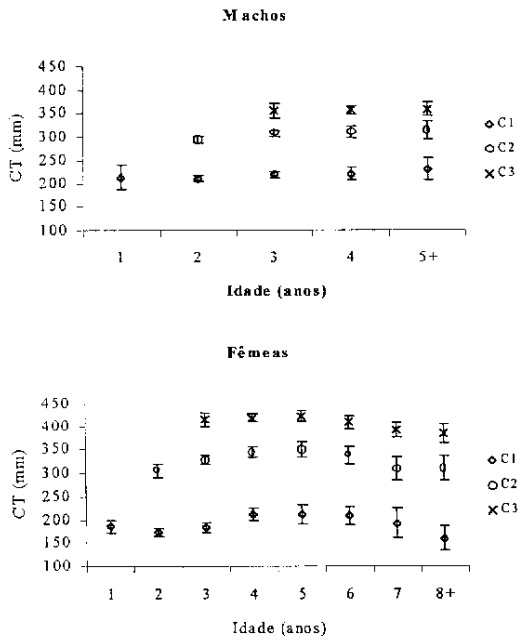

Fig. 6. Médias e intervalos de confiança de 95% correspondentes aos comprimentos retrocalculados à época de formação da primeira (C1), segunda (C2) e terceira (C3) zonas translúcidas nos otólitos de *Paralichthys patagonicus* amostrados entre 1989 e 1991 no sul do Brasil.

Neste caso, observaram-se diferenças entre sexos para a equação ($p < 0{,}001$) e para o CT_∞ ($p < 0{,}001$) e t_0 ($p = 0{,}046$). A constante K não apresentou diferenças significativas ($p = 0{,}170$).

As equações de crescimento em peso, tomando-se como base as equações de crescimento derivadas dos comprimentos observados na captura e as relações comprimento-peso foram:

$$PE_{\text{fêmeas}} = 2488 \times (1 - e^{(-0{,}279 \times (t + 0{,}243))})^{3{,}213}$$
$$PE_{\text{machos}} = 1493 \times (1 - e^{(-0{,}214 \times (t + 1{,}589))})^{3{,}081}$$
$$PE_{\text{sexos agrupados}} = 2294 \times (1 - e^{(-0{,}255 \times (t + 0{,}462))})^{3{,}172}$$

Os incrementos anuais médios em peso aumentam até atingir um máximo de 141 g para os machos e de 298 g para as fêmeas entre as idades III e IV (Fig. 7).

Discussão

De um modo geral, os cortes de otólitos de *Paralichthys patagonicus* podem ser considerados adequados para a determinação de idades com uma elevada proporção de otólitos legíveis. As marcas de crescimento são observadas com bastante clareza e consistência e, a partir das análises dos bordos, pode-se considerar validada a anualidade na formação de uma camada opaca e uma translúcida. As bandas opacas parecem formar-se já a partir do inverno e as translúcidas no outono. A deposição da camada translúcida coincidiu com o período em que *P. patagonicus* apresentou os maiores fatores de condição, representados pelos pesos estimados para um determinado comprimento, índices gonadossomáticos baixos e gônadas em recuperação e com o período de temperaturas da água de superfície em diminuição. Em contraste, a deposição das camadas opacas coincidiu com os menores fatores de condição, a fase de maior desenvolvimento ovocitário e maturação de gônadas e os meses de temperatura baixa ou em aumento (Fig. 8). Desta forma, os maiores fatores de condição estariam associados à formação das zonas translúcidas e os menores, às zonas opacas. Este tipo de associação já foi observada para algumas outras espécies (Barger, 1985; Ferreira & Russ, 1994), embora seja mais freqüente a associação de bandas translúcidas ao crescimento lento invernal (Williams & Bedford, 1974; Chilton & Beamish, 1982; Casselman, 1983; Haimovici & Reis, 1984; Vieira & Haimovici, 1993).

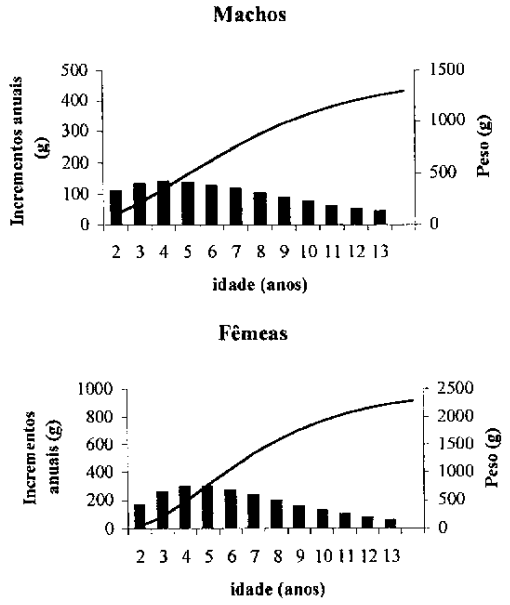

Fig. 7. Curvas de crescimento (linha cheia) e incrementos anuais em peso (linha tracejada) de fêmeas e machos do linguado-branco *Paralichthys patagonicus* amostrados entre 1989 e 1991 no sul do Brasil.

Os machos e fêmeas de *P. patagonicus* crescem rapidamente durante o primeiro ano de vida e a partir do segundo ano as fêmeas apresentam um crescimento maior e também atingem os maiores tamanhos. O dimorfismo sexual caracterizado por fêmeas maiores e de crescimento mais rápido é comum a muitos pleuronectiformes (Bannister, 1977;

Campana, 1984; Pattison & McAllister 1990; Lozán, 1992; Santos, 1994). Do ponto de vista adaptativo, este dimorfismo possibilita uma maior fecundidade por unidade de biomassa de estoque, já que fêmeas maiores produzem maior quantidade de ovos, ou a produção de ovos maiores com mais reservas e, por conseqüência, o aumento da sobrevivência das larvas (Nikolskii, 1969). Por outro lado, a heterogeneidade na composição de comprimentos, decorrentes das diferenças no crescimento, podem atenuar a competição por alimentos ao reduzir a sobreposição dos espectros tróficos dos machos e das fêmeas adultas. De fato, Carneiro (1995) observou uma relação direta entre o tamanho de *P. patagonicus* e a diversidade e tamanhos dos peixes predados.

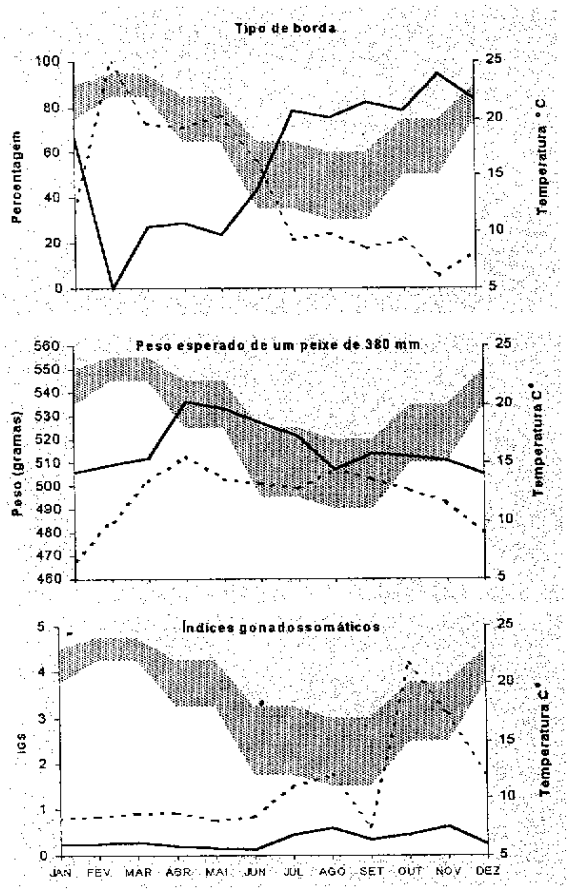

Fig. 8. Relação entre os ciclos anuais de formação das zonas opacas e translúcidas nos otólitos (presente trabalho), do fator de condição e maturação das gônadas (Carneiro, 1995) de *Paralichthys patagonicus*, e da variação da temperatura média (C°) da água superfície da plataforma continental do sul do Brasil (Bakun & Parrish, 1990). A banda cinza representa a amplitude da temperatura na área abrangida neste estudo. A linha cheia representa os machos e a pontilhada as fêmeas.

Paralichthys patagonicus apresenta taxas de crescimento altas no primeiro ano de vida, à semelhança de *P. dentatus* (Almeida *et al.*, 1992; Szedlmayer & Able,. 1992) e *P. californicus* (Pattison & McAllister, 1990), espécies cujos comprimentos médios às primeiras idades são ainda maiores que os de *P. patagonicus*. O rápido crescimento no primeiro ano de vida é comum a vários peixes ictiófagos (Juanes & Conover, 1994) e pode ser considerado uma adaptação que lhes permite continuar predando sobre as coortes dos juvenis de suas presas habituais, à medida que estas crescem. Este parece ser caso de *P. patagonicus*, já que, dentre as principais presas se encontram os juvenis de espécies abundantes na região, como a pescada *Cynoscion guatucupa* e a castanha *Umbrina canosai* (Carneiro, 1995), cujos pesos médios correspondentes ao grupo de idade I+ (92 g e 50 g respectivamente) são inferiores ao de *P. patagonicus* (151 g) (Haimovici & Reis, 1984; Vieira & Haimovici, 1993).

As altas taxas de crescimento de linguados ictiófagos do gênero *Paralichthys* podem ser favorecidas pela sua estratégia de caça que consiste em permanecer imóveis boa parte do tempo enquanto espreitam a passagem de uma possível presa. Este tipo de comportamento, comum a muitas espécies que são essencialmente ictiófagas, provavelmente proporciona um baixo gasto energético com atividade motora, com o conseqüente direcionamento de mais energia para o crescimento (Gerking, 1994).

Os incrementos em peso por idades de *Paralichthys patagonicus* aumentam até o máximo entre os três e quatro anos, quando os linguados de ambos sexos atingem cerca de 30% do peso e 70% do comprimento máximo teóricos, segundo os modelos de crescimento utilizados. Os comprimentos de primeira maturação sexual de *P. patagonicus* foram estimados em 330 mm para fêmeas e 310 mm para os machos (Carneiro, 1995), que correspondem a idades entre dois e três anos respectivamente. Isto mostra que, a partir da maturação sexual, ocorre um redirecionamento, porém gradativo, dos recursos energéticos do crescimento somático para a atividade reprodutiva, e o potencial de crescimento após a maturação é relativamente alto. O padrão de crescimento, maturação sexual e longevidade da espécie mostra que esta é suscetível à sobrepesca de crescimento.

Referências bibliográficas

Almeida, F. P.; Castaneda, R. E.; Jesien, R.; Greenfield R. E. & Burnett J. M., 1992. Proceedings of the NEFC/ASMFC Summer Flounder, *Paralichthys dentatus*, NOAA Tech. Mem. NMFS/FNEC, 89: 1-15.

Bagenal, T. B. & Tesch, F. W. 1978. Age and growth. In: Bagenal, T. B. ed. Methods for assessment of fish production in fresh waters. Oxford, Blackwell Scientific Publications. p.101-136.

Bakun, A. & Parrish, R. H. 1990. Comparative studies of coastal pelagic fish reproductive habitats: the Brazilian sardine (*Sardinella aurita*). J. Cons. int. Explor. Mer, 46(3):269-283.

Bannister, R. C. A. 1977. North sea plaice. In: Gulland, J. A. ed. Fish population dynamics. Chichester, John Wiley & Sons. p. 243-282.

Barger, L. E. 1985. Age and growth of Atlantic croakers in the Northern Gulf of Mexico, based on otolith sections. Trans. Am. Fish. Soc., 114(6):847-850.

Bertalanffy, L. von. 1938. A quantitative theory of organic growth. Hum. Biol., 10:181-243.

Campana, S. E. 1984. Comparision of age determination methods for the starry flounder. Trans. Am. Fish. Soc., 113(3):365-369.

Carneiro, M. H. 1995. Reprodução e alimentação dos linguados *Paralichthys patagonicus* e *P. orbignyanus* (Pleuronectiformes:Bothidae), no Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de mestrado. Rio Grande, FURG. 80p.

Casselaman, J. M. 1983. Age and growth assessment of fish from their calcified structures - thechinics and tools. NOAA Tech. Rep. NMFS, 8:1-17.

Cerrato, R. B. 1990. Interpretable statistical tests for growth comparisons using parameters in the von Bertallanfy equation. Can. J. Fish. aquat. Sci., 47(7):1416-1426.

Chilton, D. E. & Beamish, R. J. 1982. Age determination methods for fishes studied by the Groundfish Program at the Pacific Biological Station. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., 60:1-107.

Cousseau, M. B. & Díaz De Astarloa, J. M. 1991. Investigaciones sobre dos categorias especificas: *Paralichthys biciclophorus* y *Paralichthys patagonicus*. Frente Maritimo, 8(A):51-59.

Cousseau, M. B. & Perrota, R. G. 1998. Peces Marinos Argentinos. Biología, distribuición y pesca. Argentina, INIDEP. 163p.

Dery, L. M. 1988. Summer flounder (*Paralichthys dentatus*). In: Dery, L. M. & Pentila, J. eds. Age determination methods for northwest atlantic species. NOAA Tech. Rep. NMFS, 72:97-102.

Fabré, N. M. & Cousseau, M. B. 1990. Sobre la determinación de la edad y el crecimiento del lenguado *Paralichthys isosceles* aplicando retrocálculo. Rev. Brasil. Biol., 50(2):345-354.

Ferreira, B. P. & Russ, G. R. 1994. Age validation and estimation of growth rate of the coral trout, *Plectropomus leopardus*, (Lacepede 1802) from Lizard Island, Northern Great Barrier Reef. Fish. Bull., 92(1):46-57.

Figueiredo, J. L. de 1981. Estudos das distribuições endêmicas de peixes da província zoogeográfica marinha argentina. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, 121p.

Gerking, S. D. 1994. Feeding ecology of fish. San Diego, Academic Press. 416 p.

Haimovici, M. & Mendonça, J. T. 1996. Análise da pesca de arrasto de tangones de peixes e camarões no Sul do Brasil, no período 1989-1994. Atlântica, Rio Grande, 18:143-160.

Haimovici, M. & Reis, E. G. 1984. Determinação de idade e crescimento da castanha *Umbrina canosai*, (Pisces, Sciaenidae) do Sul do Brasil. Atlântica, Rio Grande, 7:25-46.

Juanes, F. & Conover, D. O. 1994. Rapid growth, high feeding rates, and early piscivory in young-of-the-year bluefish (*Pomatomus saltatrix*). Can. J. Fish. aquat. Sci., 51(8):1752-1761.

Kawakami, E. 1975. Alimentação de pleuronectiformes (análise comparativa e bionomia). Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 150p.

Kimura, D. K. 1980. Likelihood methods for the von Bertalanffy growth curve. Fish. Bull., 77(4):765-776.

Kitagawa, D.; Ishito, Y.; Sakurai, Y. & Fukunaga, T. H. 1994. Age, growth and maturation of the japanese flounder *Parallichthys olivaceus* in coastal waters of the northern Sanriku District. Bull. Tohoku. Natl. Fish Res. Inst., 56:69-76.

Kramer, S. H. 1991. Growth, mortality and movements of juvenile California halibut, *Paralichthys californicus*, in shallow coastal and bay habitats of San Diego County, California. Fish. Bull., 89(2):195-207.

Love, M. S. & Brooks, A. 1990. Size and age at first maturity of the California halibut, *Paralichthys californicus,* in the southern California Bight. Fish. Bull. Calif. Dep. Fish Game, 174:167-174.

Lozán, J. L. 1992. Sexual differences in food intake, digestive tract size, and growth performance of the dab, *Limanda limanda* L. Neth. J. Sea Res., 29(1-3):223-227.

Macchi, G. J. & Diaz De Astarloa, J. M. 1996. Ciclo reprodutivo y fecundidad del lenguado, *Paralichthys patagonicus*. Rev. Invest. Des. Pesq., 10:73-83.

Matlock, G. C. 1991. Growth, mortality, and yield of southern flounder in Texas. Northeast Gulf Sci., 12(1):61-65.

Nikolskii, G. V. 1969. Fish population dynamics. Edinburg, Oliver e Boyd. 323p.

Pattison, C. A. & McAllister, R. D. 1990. Age determination of California halibut, *Paralichthys californicus*. Fish. Bull. Calif. Dep. Fish Game, 174: 207-216.

Powell, A. B. 1982. Annulus formation on otoliths and growth of young summer flounder from Pamlico Sound, North Carolina. Trans. Am. Fish. Soc., 111(6):688-693.

Santos, P. T. 1994. Growth and reproduction of the population of the four-spot megrin (*Lepidorhombus boscii* Risso) off the Portuguese Coast. Neth. J. Sea Res., 32(3-4):379-383.

Sunada, J. S.; Velez, P. V. & Pattison, C. A. 1990, Age, size, and sex composition of California halibut from southern California commercial fishery landings, 1983-1988. Fish. Bull. Calif. Dep. Fish Game, 174:303-320.

Szedlmayer, S. T. & Able, K. M. 1992. Validation studies of daily increment formation for larval and juvenile summer flounder, *Paralichthys dentatus*. Can. J. Fish. aquat. Sci., 49 (9):1856-1862.

Tupen, J. W. 1990. Movement and growth of tagged California halibut, *Paralichthys californicus*, off the central coast of California. Fish. Bull. Calif. Dep. Fish Game, 174:199-206.

Vieira, P. C. & Haimovici, M. 1993. Idade e crescimento da pescada olhuda *Cynoscion striatus* (Pisces, Sciaenidae) no sul do Brasil. Atlântica, Rio Grande, 15:73-91.

Williams, T. & Bedford, B. C. 1974. The use of otoliths for age determination. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE AGEING OF FISH. Univesity of Reading, 1973. Proceedings. Suney, Unwin Brothers. p.114-123.

Zhu, X.; Wu, H.; Cheng, G. & Wang, X. 1991. Study on age and growth of the bastard halibut, *Paralichthys olivaceus* of the Northern China Sea. Oceanol. Limnol. Sin. Haiyang Yu Hushao, 22(5):402-411.

(Manuscrito recebido 13 agosto 1999; revisado 10 novembro 1999; aceito 24 abril 2000)