

A relação entre o desenvolvimento do otólito e o crescimento do peixe como auxílio na distinção de populações de Pescada (*Plagioscion squamosissimus*)

Heino Worthmann (*)

Resumo

Os otólitos de "Pescada branca" (*Plagioscion squamosissimus*) de 4 diferentes lagos e rios (lago do Janaucá, lago do Jari, rio Negro e rio Branco) foram investigados, considerando as relações de suas dimensões de otólitos e o comprimento do peixe. Estas relações dos vários lugares mostram-se significativamente diferentes, donde se pode deduzir que diferentes populações habitam as áreas estudadas.

INTRODUÇÃO

Otólitos são estruturas ósseas no órgão auditivo de peixes, e, de acordo com interpretações anteriores, servem para orientação espacial. Cada peixe tem três pares destes *statolitos*: O *Asteriscus*, o *Lapillus* e o *Sagitta*. Por causa do seu tamanho, o *Sagitta*, em peixes marinhos, são freqüentemente usados em pesquisas. Entre os peixes de água doce o *Sagitta*, às vezes, é o menor dos otólitos, enquanto o *Asteriscus* ou o *Lapillus* podem crescer enormemente. Na pescada branca (*Plagioscion squamosissimus*) o *Sagitta*, por causa do seu tamanho, é o mais conveniente para exames.

Muitos problemas em biologia de peixes podem ser resolvidos com o estudo dos otólitos. A determinação da idade por contagem *estacionais* ou outras estruturas periódicas dos otólitos, é a base das dinâmicas de população. Os otólitos são importantes como um auxílio sistemático na distinção de gêneros, espécies e mesmo de raças (Adams, 1940; Schmidt, 1968). Por exames do conteúdo estomacal de peixes, pássaros e mamíferos que são piscívoros, as espécies e o tamanho dos peixes digeridos podem ser deduzidos com base nos otólitos. A reconstrução de hábitos

alimentares de peixes marinhos por Vauck & Gräfe (1961) e Martini (1964) foi executada com base em otólitos. A idéia que o desenvolvimento dos otólitos é correlacionado com o desenvolvimento do peixe não é nova. Hickling (1933) encontrou estreita relação entre o comprimento de otólitos e o comprimento do peixe. Trout (1954) correlacionou o peso do otólito com o comprimento e a idade do bacalhau do mar Barents, e Mina (1967) encontrou uma relação entre o peso do otólito e o comprimento do bacalhau do mar Barents e do mar Branco. Templeman & Squires (1956) descobriram que em um grupo com o mesmo comprimento, os peixes mais velhos tinham otólitos maiores e mais pesados. Em outras palavras: peixe com desenvolvimento mais lento tem os maiores otólitos.

Como a pescada, após informações prévias, parece ser não migratória, existe a possibilidade de determinarem-se diferentes populações pelas relações das dimensões e peso dos otólitos com o comprimento do peixe. O objetivo deste estudo foi descobrir se realmente existem diferentes populações em diferentes rios da Amazônia. Além disso, os cálculos seguintes podem servir como ajuda na investigação do conteúdo estomacal em peixes comendo animais.

MATERIAL E MÉTODOS

Os exemplares de *Plagioscion squamosissimus* (Pescada) foram capturados com malhadeiras de diferentes tamanhos de malhas e pequenos arrastões em 4 diferentes lagos e rios conectados com eles, que os alimenta, pelo menos, uma vez por ano. Os lugares de coleta foram:

(*) — Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

— lago de Janauacá, um lago de água branca, conectado por um canal com o rio Solimões;

— lago do Jari, alimentado na estação úmida com águas do rio Purus;

— arquipélago Anavilhanas, um grupo de ilhas no rio Negro; e em diferentes lugares do rio Branco.

Os seguintes números de "Pescada branca", das várias procedências, foram examinadas:

Lago de Janauacá	224
lago do Jari	213
rio Negro	185
rio Branco	200

Os comprimentos total e "standard" de todos os peixes foram medidos e a relação

entre eles foi plotada para o recálculo de um deles no outro (Fig. 1). Os otólitos dos peixes foram retirados, estocados à temperatura ambiente e depois medidos e pesados. O peso foi determinado em uma balança analítica Mettler com intervalos de 1 mg, e o comprimento com um paquímetro com intervalos de 0,1 mm. A medida da espessura foi dificultada porque muitos otólitos tinham grandes protuberâncias nodosas externas. A raiz cúbica do peso do otólito foi tomada como uma expressão da espessura.

Para todas as dimensões dos otólitos em relação ao comprimento padrão do peixe, a regressão linear foi calculada, assim como os intervalos de confiança da ordem de 95%. Como mencionado por Ricker, (1973) a linha de regressão para o retro-cálculo do compri-

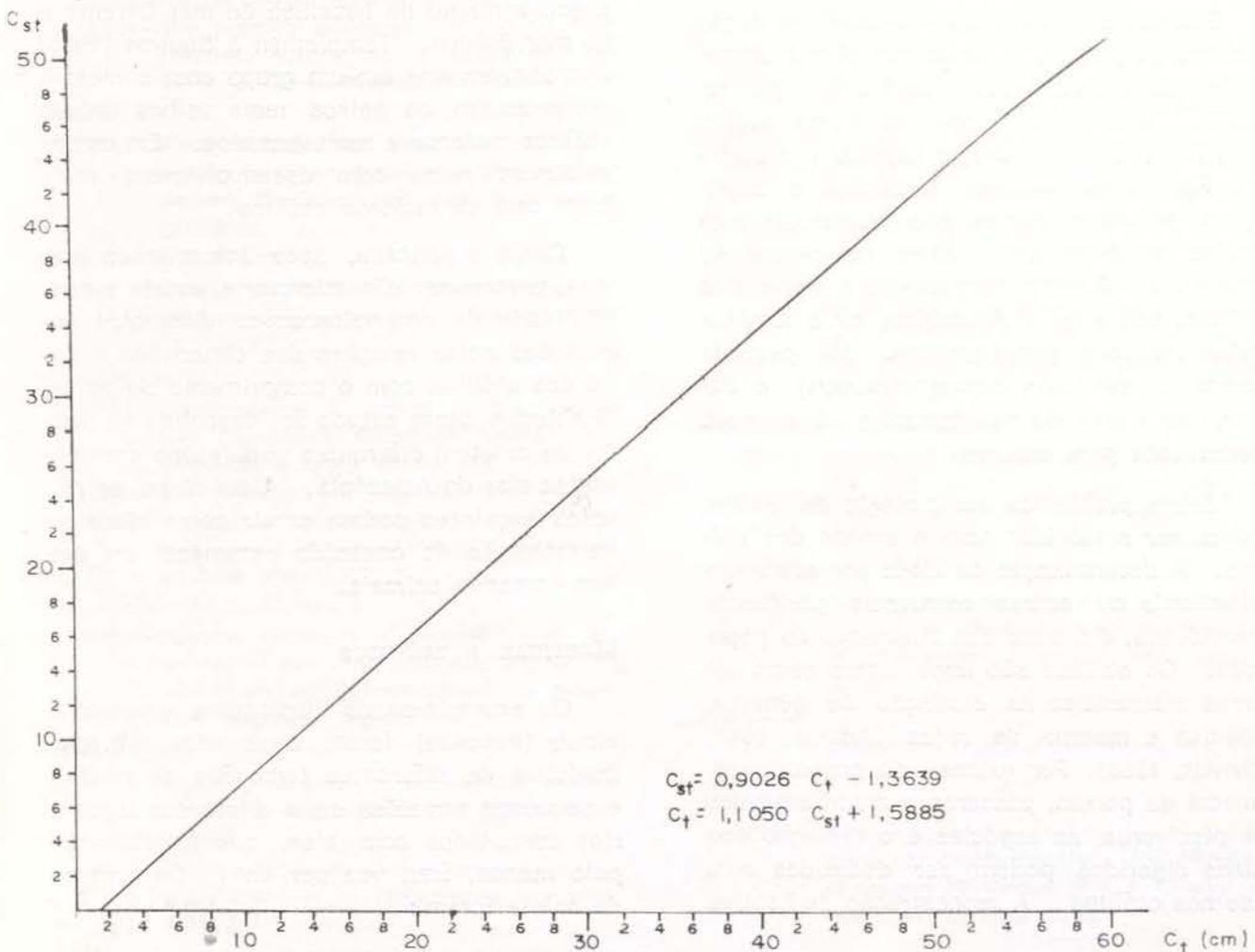


Fig. 1 — Relação de comprimento total e comprimento standard de Pescada branca

mento do peixe a partir da dimensão do otólito não é conveniente para calcular os dados do otólito a partir do comprimento do peixe, portanto, a linha de regressão inversa foi também calculada. Com a finalidade de permanecer no mesmo sistema, o comprimento do peixe foi sempre tomado como uma variável independente. Os coeficientes de regressão das curvas dos diferentes locais e dimensões foram comparados. A hipótese $b=b_0$ foi testada contra a alternativa $b>b_0$. (Kreyszig, 1970).

RESULTADOS

RELAÇÃO ENTRE COMPRIMENTO DOS PEIXES E COMPRIMENTO DOS OTÓLITOS

O conceito de que por disposição de *anéis estacionais* os otólitos também mostram aumento, levou a muitos autores a idéia de verificarem a relação entre o otólito e as proporções dos peixes. A dificuldade foi, que as dimensões dos otólitos variaram grandemente dentro de um grupo de comprimento dos pei-

TABELA 1 — Relações entre as dimensões dos otólitos e comprimento dos peixes de diferentes locais

	Relação compr. peixe/compr. otólito				Relação compr. peixe/largura otólito			
	Função	Intervalo de confiança	r	n	Função	Intervalo de confiança	r	n
Janauacá	$y = 0,4656 x + 2,7353$	+ 0,0651	0,98	224	$y = 0,251 x + 2,4055$	+ 0,0495	0,97	224
	$y = 0,4845 x + 2,2481$	"	"	"	$y = 0,2689 x + 1,9433$	"	"	"
Lago Jarí	$y = 0,4293 x + 3,3302$	+ 0,0114	0,98	213	$y = 0,2305 x + 2,6355$	+ 0,008	0,97	213
	$y = 0,4459 x + 2,8722$	"	"	"	$y = 0,2450 x + 2,2365$	"	"	"
Anavilhanas	$y = 0,3532 x + 5,6946$	+ 0,0788	0,94	185	$y = 0,1745 x + 4,0511$	+ 0,0533	0,90	185
	$y = 0,3976 x + 4,4452$	"	"	"	$y = 0,2149 x + 2,8895$	"	"	"
Rio Branco	$y = 0,3757 x + 5,0561$	+ 0,0629	0,26	200	$y = 0,1825 x + 3,9558$	+ 0,0444	0,92	200
	$y = 0,4077 x + 4,0293$	"	"	"	$y = 0,2156 x + 2,8908$	"	"	"
	Relação compr. peixe/altura otólito				Relação compr. peixe/peso otólito			
	Função	Intervalo de confiança	r	n	Função	Intervalo de confiança	r	n
Janauacá	$y = 0,0316 x + 0,1001$	+ 0,006	0,97	224	$y = 1,4479 10^{-4} x^2,6385$	+ 0,0183	0,97	224
	$y = 0,0338 x + 0,0432$	"	"	"	$y = 8,5447 10^{-5} x^2,8019$	"	"	"
Lago Jarí	$y = 0,0311 x + 0,1086$	+ 0,0012	0,96	213	$y = 1,0000 10^{-4} x^2,7462$	+ 0,1006	0,96	213
	$y = 0,0377 x + 0,0358$	"	"	"	$y = 4,6380 10^{-5} x^2,9798$	"	"	"
Anavilhanas	$y = 0,0195 x + 0,4355$	+ 0,0056	0,91	185	$y = 3,1721 10^{-3} x^1,7102$	+ 0,0175	0,90	184
	$y = 0,0236 x + 0,3144$	"	"	"	$y = 8,8460 10^{-4} x^2,0915$	"	"	"
Rio Branco	$y = 0,0238 x + 0,2929$	+ 0,0010	0,96	200	$y = 7,7000 10^{-4} x^2,1162$	+ 0,0112	0,96	200
	$y = 0,0260 x + 0,2231$	"	"	"	$y = 4,1000 10^{-4} x^2,2962$	"	"	"

xes quando a idade do peixe era um fator importante (Rauck, 1965; Lamp, 1965). Todos os autores, contudo, descobriram que as dimensões do otólito aumentam linearmente em relação ao crescimento do peixe.

Em todas as investigações com *Plagioscion squamosissimus* foi verificado que a variação do comprimento do otólito dentro de um grupo de comprimento de peixes foi pequena, assim como os dados foram bem correlacionados (Tab. 1).

As funções para o cálculo do comprimento do peixe foram computadas como :

lago de Janauacá	$y = 0.4656 x + 2.7353$
lago do Jari	$y = 0.4293 x + 3.3302$
Anavilhanas	$y = 0.3542 x + 5.6946$
rio Branco	$y = 0.3757 x + 5.0561$

y = comprimento do otólito

x = comprimento do peixe

Para o recálculo do comprimento do peixe, a partir do comprimento do otólito, as seguintes funções foram encontradas :

lago de Janauacá	$y = 0.4845 x + 2.2481$
lago do Jari	$y = 0.4459 x + 2.8722$
Anavilhanas	$y = 0.3976 x + 4.4452$
rio Branco	$y = 0.4077 x + 4.0293$

Com o intuito de permanecer no mesmo sistema de coordenadas y novamente significa comprimento do otólito e x comprimento do peixe (Tab. 1, Fig. 2-5).

Um teste dos coeficientes de regressão provou que as curvas de todas as áreas foram significativamente diferentes (Tab. 2).

RELAÇÃO ENTRE LARGURA DOS OTÓLITOS E COMPRIMENTO DOS PEIXES

Os dados de largura dos otólitos e comprimento dos peixes foram também bem correlacionados (Tab. 1). Encontraram, como funções para o cálculo da largura, a partir do comprimento do peixe os seguintes valores :

lago de Janauacá	$y = 0.2510 x + 2.4055$
lago do Jari	$y = 0.2305 x + 2.6355$
Anavilhanas	$y = 0.1745 x + 4.0511$
rio Branco	$y = 0.1825 x + 3.9558$

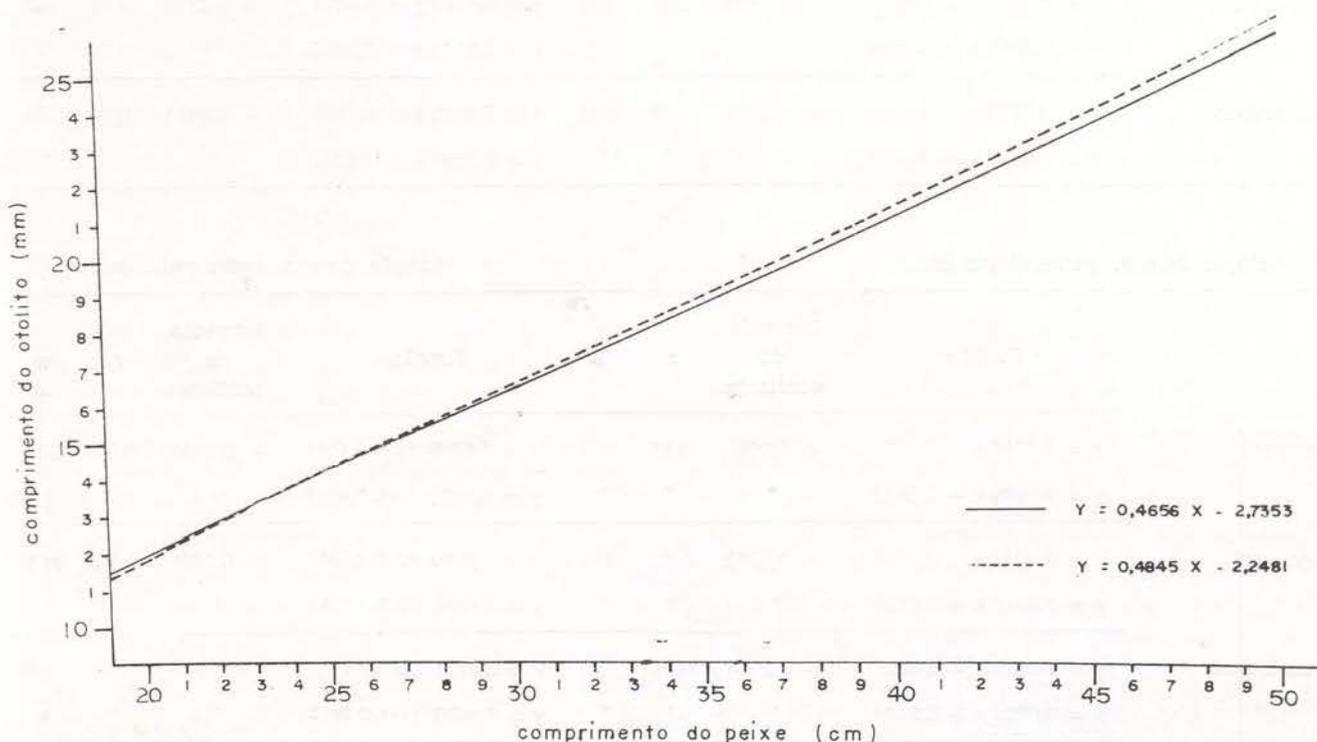


Fig. 2 — Relação entre comprimento dos peixes e comprimento dos otólitos de Pescada branca do lago Janauacá (rio Solimões)

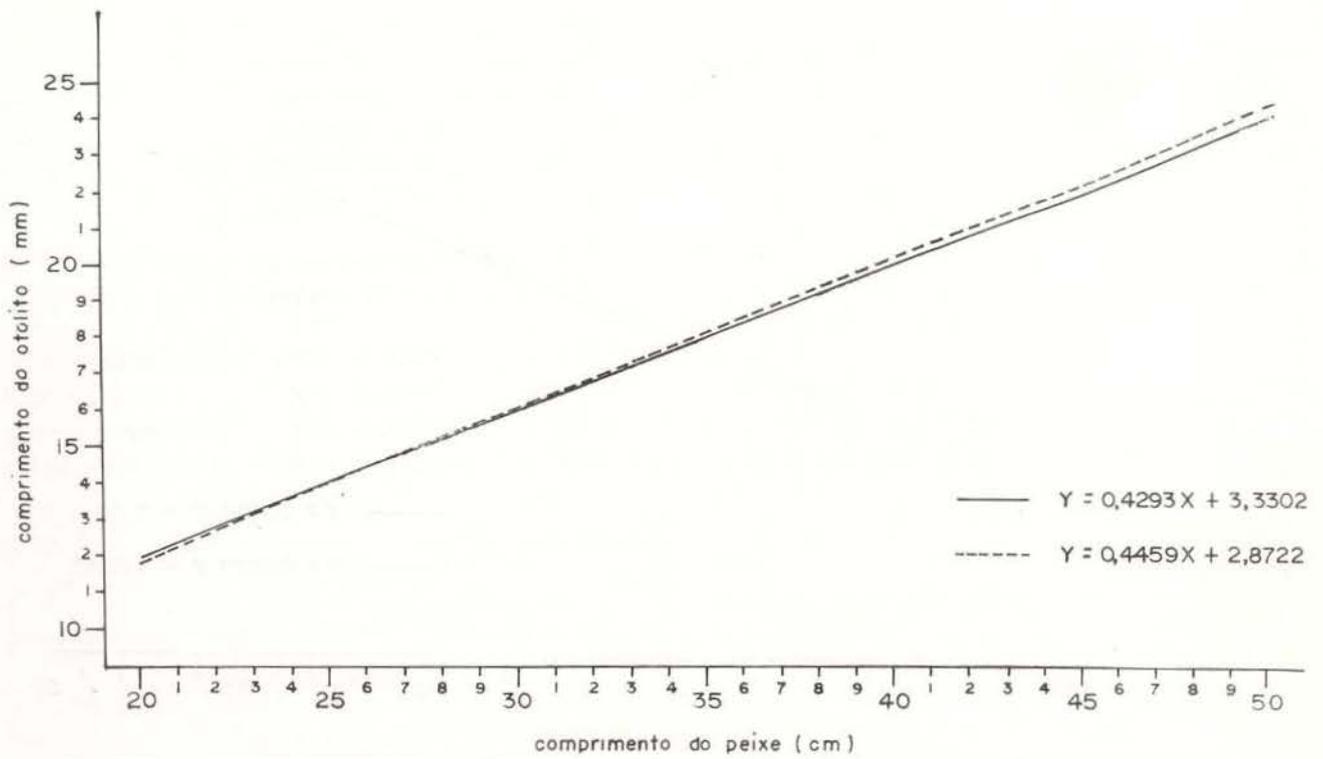


Fig. 3 — Relação entre comprimento dos peixes e comprimento dos otólitos de Pescada branca do lago do Jarl (rio Purus)

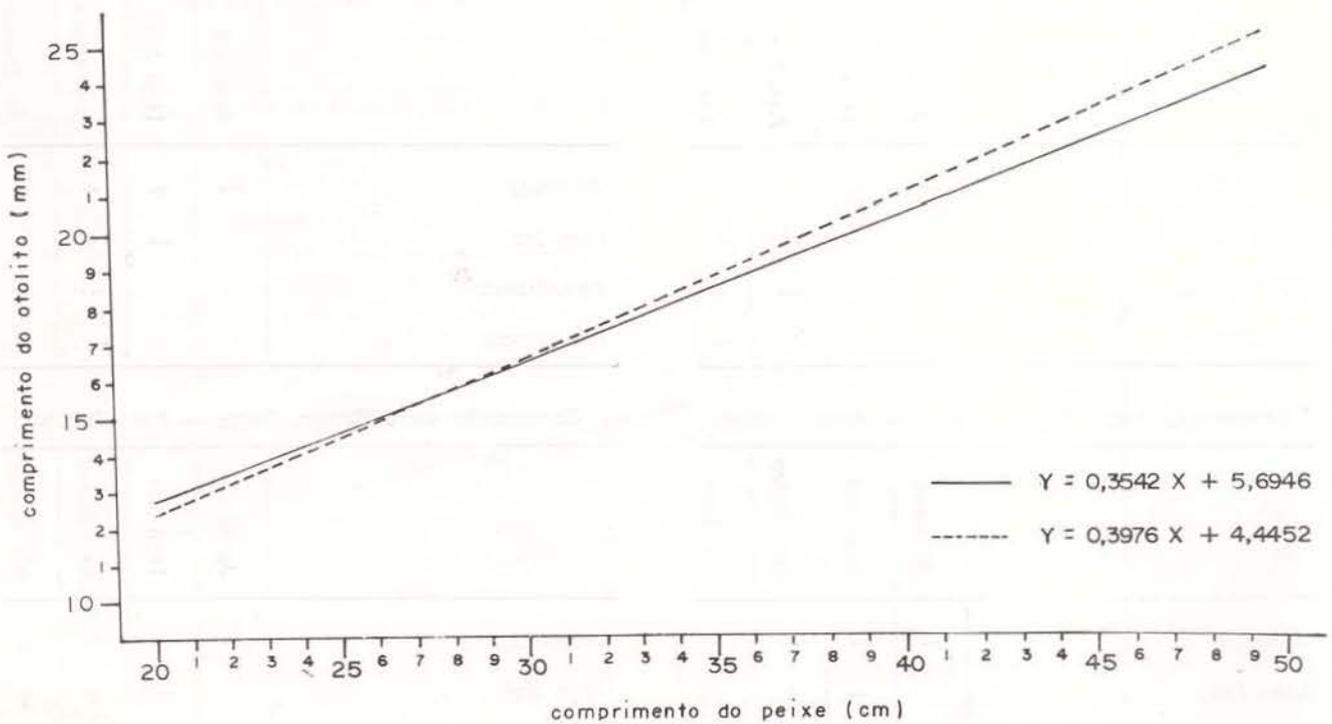


Fig. 4 — Relação entre comprimento dos peixes e comprimento dos otólitos de Pescada branca das Anavilhanas

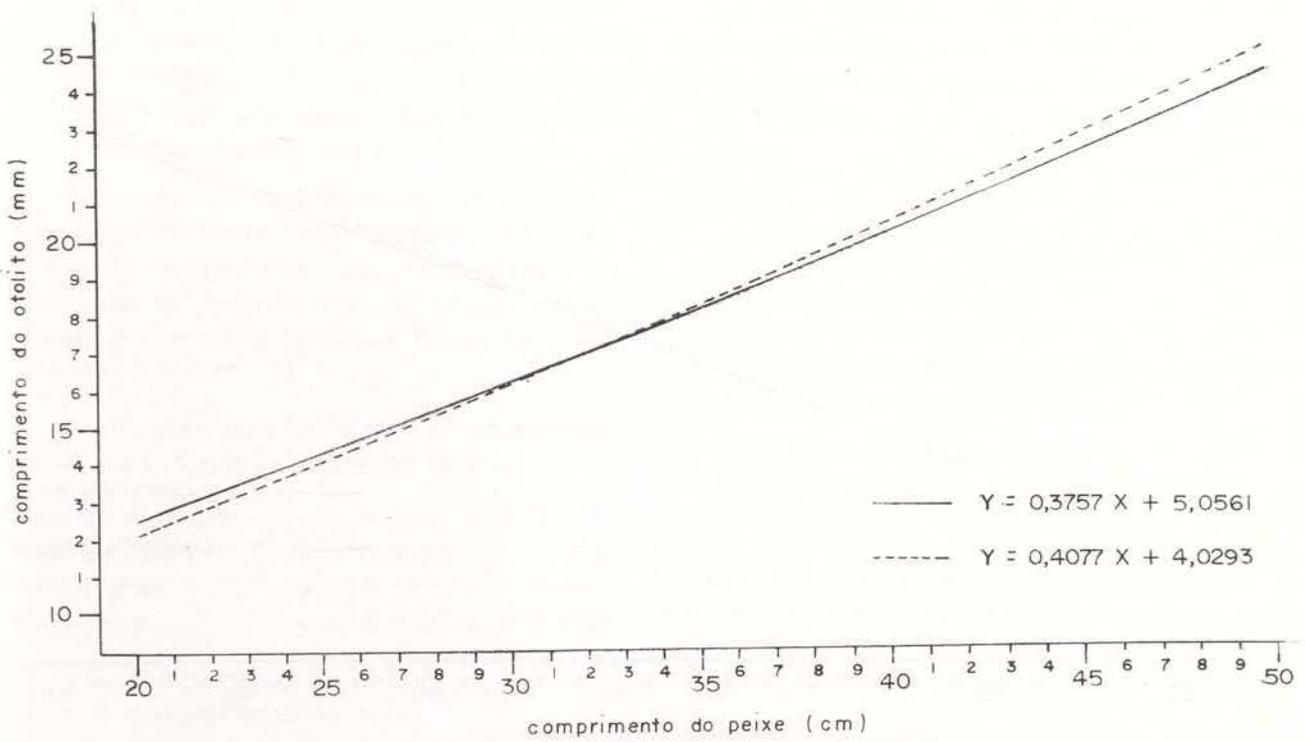


Fig. 5 — Relação entre comprimento dos peixes e comprimento dos otólitos de Pescada branca do rio Branco

TABELA 2

Comparação entre Compr. Peixe — Comp. Otólito					Comparação entre Compr. Peixe — Largura Otólito				
	Janauacá	Lago Jarí	Anavilhanas	Rio Branco		Janauacá	Lago Jarí	Anavilhanas	Rio Branco
Janauacá	-	+	+	+	Janauacá	-	+	+	+
Lago Jarí		-	+	+	Lago Jarí		-	+	+
Anavilhanas			-	+	Anavilhanas			-	-
Rio Branco				-	Rio Branco				-

Comparação entre Compr. Peixe — Altura Otólito					Comparação entre Compr. Peixe — Peso Otólito				
	Janauacá	Lago Jarí	Anavilhanas	Rio Branco		Janauacá	Lago Jarí	Anavilhanas	Rio Branco
Janauacá	-	-	+	+	Janauacá	-	+	+	+
Lago Jarí		-	+	+	Lago Jarí		-	+	+
Anavilhanas			-	+	Anavilhanas			-	+
Rio Branco				-	Rio Branco				-

Verificou-se novamente, que os otólitos da região do rio Negro/rio Branco são maiores em comprimento de peixes acima de 25-30 do que os da região do Solimões/Purus. Os otólitos da região do Solimões/Purus, no entanto, mostraram um aumento mais rápido.

Para o cálculo do comprimento do peixe a partir da largura do otólito as funções foram :

lago de Janauacá	$y = 0.2689 x + 1.9433$
lago do Jari	$y = 0.2450 x + 2.2365$
Anavilhanas	$y = 0.2149 x + 2.8895$
rio Branco	$y = 0.2156 x + 2.8908$

(Fig. 6-9)

O teste de significação mostrou que dentro de uma faixa de segurança de 95% a relação do Janauacá, rio Branco e Anavilhanas foi expressivamente diferente. Os coeficientes de regressão da Anavilhanas e rio Branco não diferem significativamente (Tab. 2).

RELAÇÃO ENTRE A ESPESSURA DOS OTÓLITOS E O COMPRIMENTO DOS PEIXES

Como já exposto, a medida da espessura dos otólitos, como a terceira dimensão, verificou-se ser difícil, desde que alguns otólitos

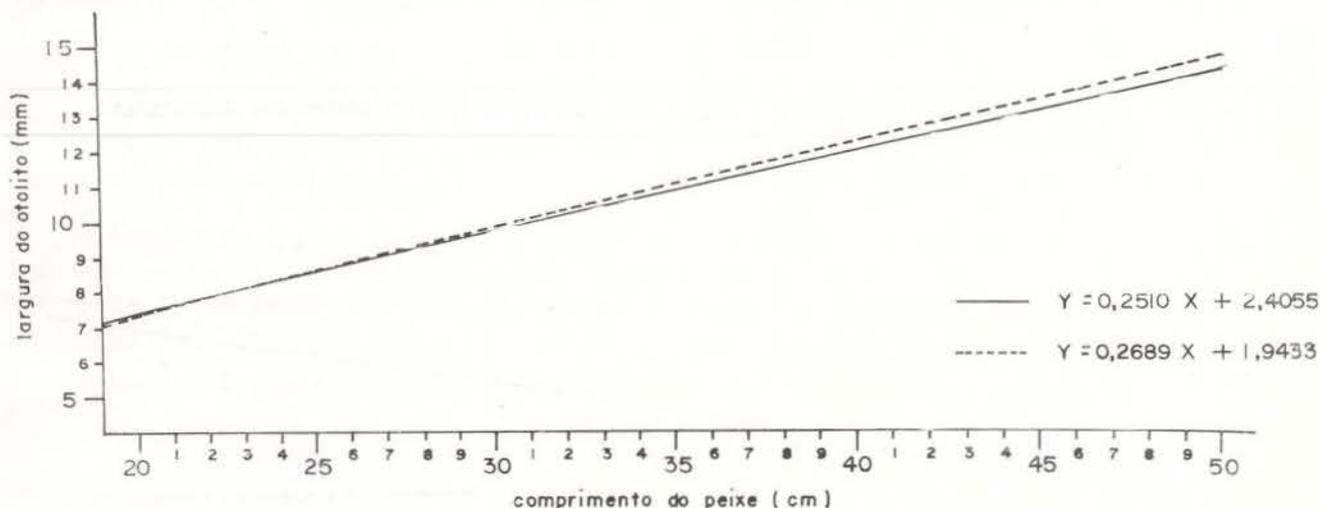


Fig. 6 — Relação entre comprimento dos peixes e largura dos otólitos de Pescada branca do lago de Janauacá (rio Solimões)

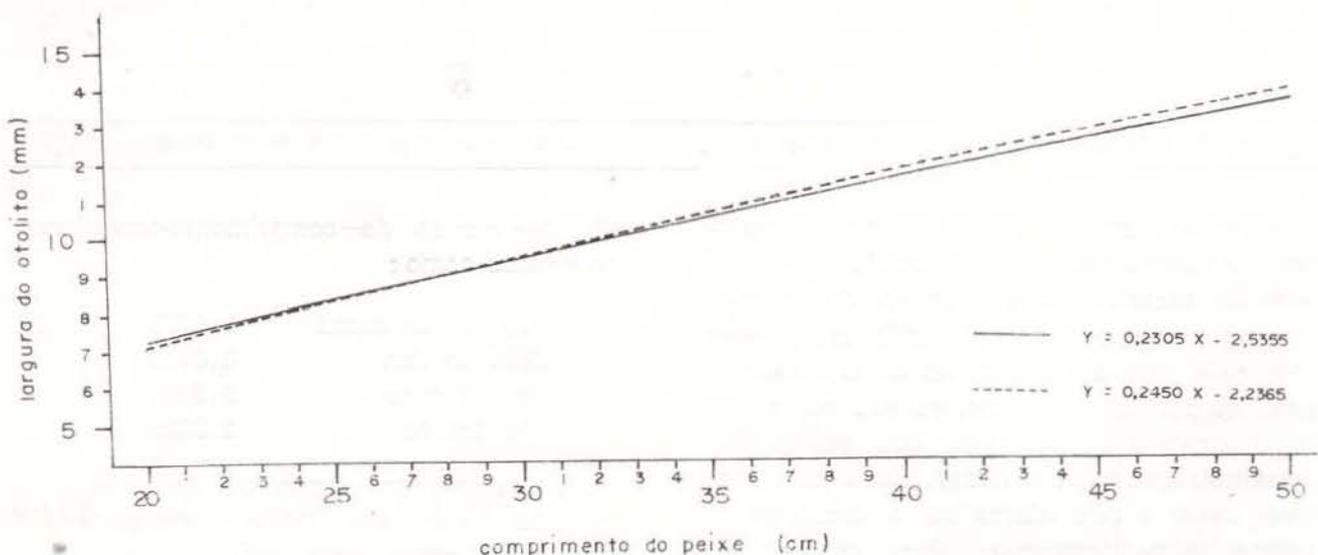


Fig. 7 — Relação entre comprimento dos peixes e largura dos otólitos de Pescada branca do lago do Jari (rio Purus)

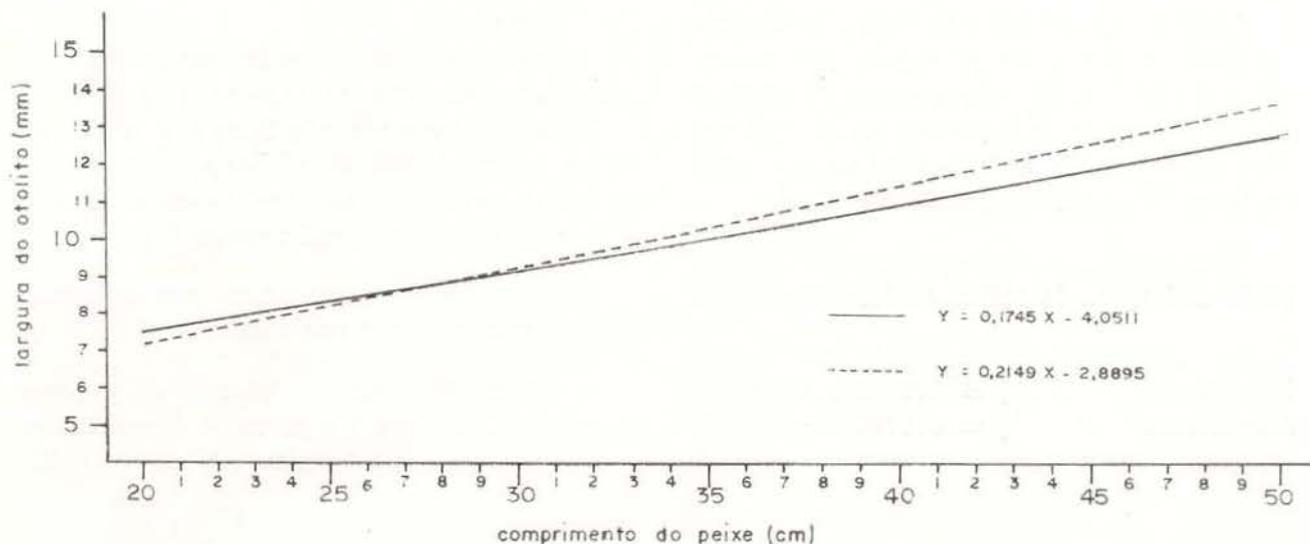


Fig. 8 — Relação entre comprimento dos peixes e largura dos otólitos de Pescada branca das Anavilhanas

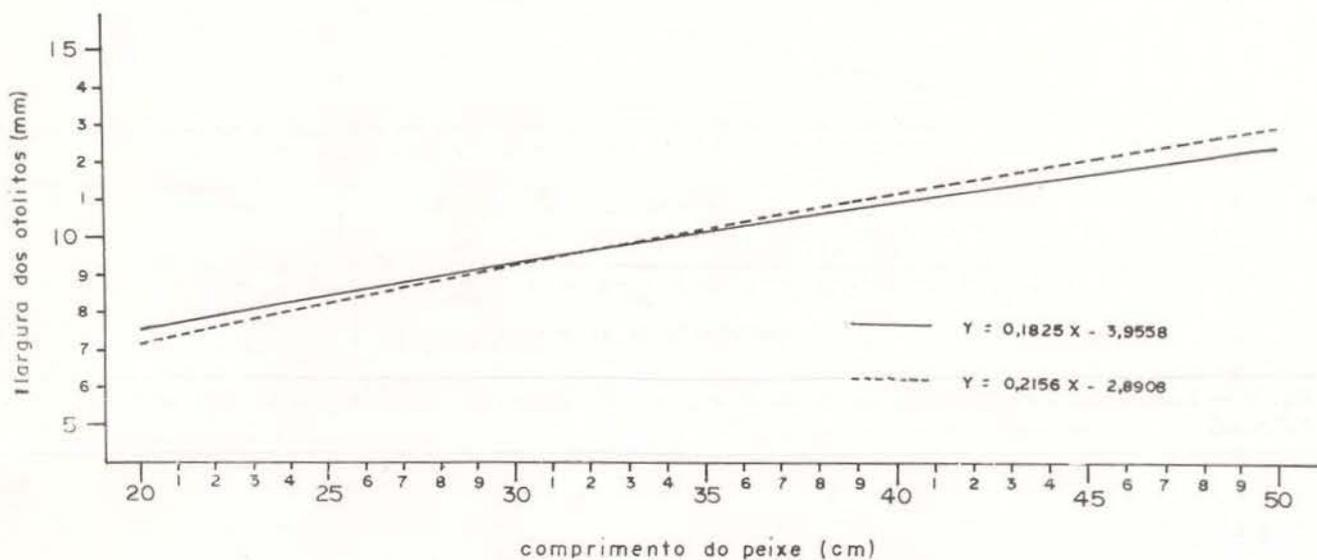


Fig. 9 — Relação entre comprimento dos peixes e largura dos otólitos de Pescada branca do rio Branco

têm grandes protuberâncias nodosas exteriores. Apesar disso, a espessura deve ter também um crescimento similar ao do comprimento e largura. Rauck (1965) usou como expressão para o crescimento da espessura o peso do otólito. Portanto, na raiz cúbica do peso contra o comprimento dos peixes, ele encontrou uma relação linear. Somente é possível tomar a raiz cúbica se o crescimento ocorre isometricamente. Para descobrir-se isso, a relação comprimento-peso dos otólitos foram plotadas. Os coeficientes de regres-

são das curvas de comprimento-peso foram calculados como :

lago de Janaucá	3.0775
lago do Jari	3.0113
Anavilhanas	2.5831
rio Branco	2.8226

Os valores dos lagos de Janaucá e do Jari não diferem significativamente de três, o que indica que o crescimento dos otólitos é isométrico. Os coeficientes das funções das ilhas Anavilhanas e do rio Branco foram signi-

ficativamente diferente de 3 em uma faixa de confiança de 95%. Com o intuito de comparar as quatro curvas do crescimento da espessura, em todos os casos, foi suposto o crescimento isométrico e conseqüentemente a raiz cúbica do peso do otólito foi plotada contra o comprimento dos peixes. Para o cálculo da espessura do efeito a partir do comprimento do peixe as seguintes relações foram encontradas :

lago de Janauacá	$y = 0,0316 x + 0,1001$
lago do Jari	$y = 0,0311 x + 0,1086$
Anavilhanas	$y = 0,0195 x + 0,4355$
rio Branco	$y = 0,0238 x + 0,2929$

(Tab. 1, Fig. 10-13)

y = espessura, x = comprimento do peixe.

Todos os coeficientes de regressão diferem significativamente de zero.

As funções do lago de Janauacá e as do lago Jari não foram significativamente diferentes, todas as outras foram significativamente diferentes (Tab. 2).

Para o retro-cálculo do comprimento do peixe a partir da espessura do otólito, os seguintes valores servem como funções :

lago de Janauacá	$y = 0,0338 x + 0,0432$
lago do Jari	$y = 0,0337 x + 0,0358$
Anavilhanas	$y = 0,0236 x + 0,3144$
rio Branco	$y = 0,0260 x + 0,2231$

RELAÇÃO ENTRE O PESO DOS OTÓLITOS

E O COMPRIMENTO DOS PEIXES

A relação entre o comprimento dos peixes e a espessura dos otólitos demonstrou que o peso dos otólitos e o comprimento dos peixes devem ser igualmente relacionados. Estes dados dariam melhores resultados porque o erro individual, que poderia acontecer medindo com o paquímetro está eliminado.

Como mostrado por Arntz (1972) as curvas do peso do otólito são relacionadas às do comprimento do peixe. Elas não são lineares, mas, crescem espontaneamente. Templeman

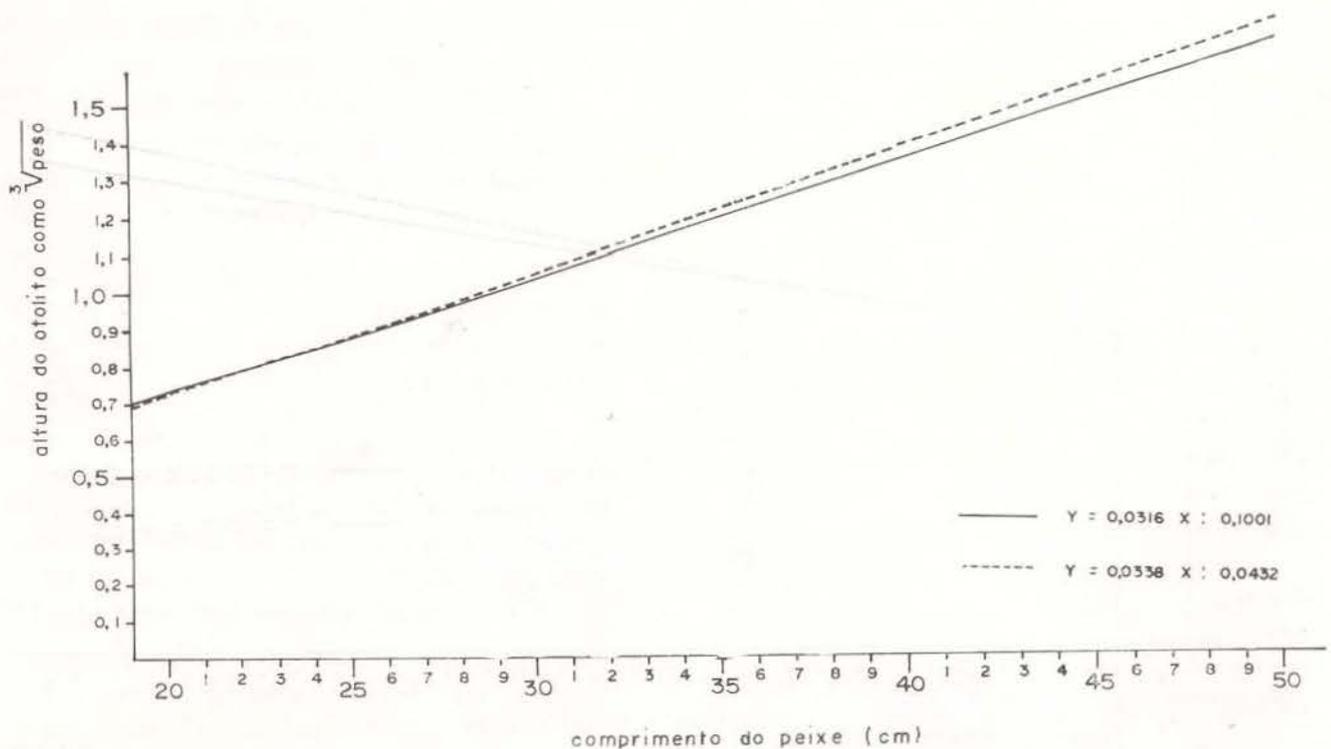


Fig. 10 — Relação entre comprimento dos peixes e altura do otólito — como $\sqrt[3]{\text{peso}}$ — de Pescada branca do lago de Janauacá (rio Solimões)

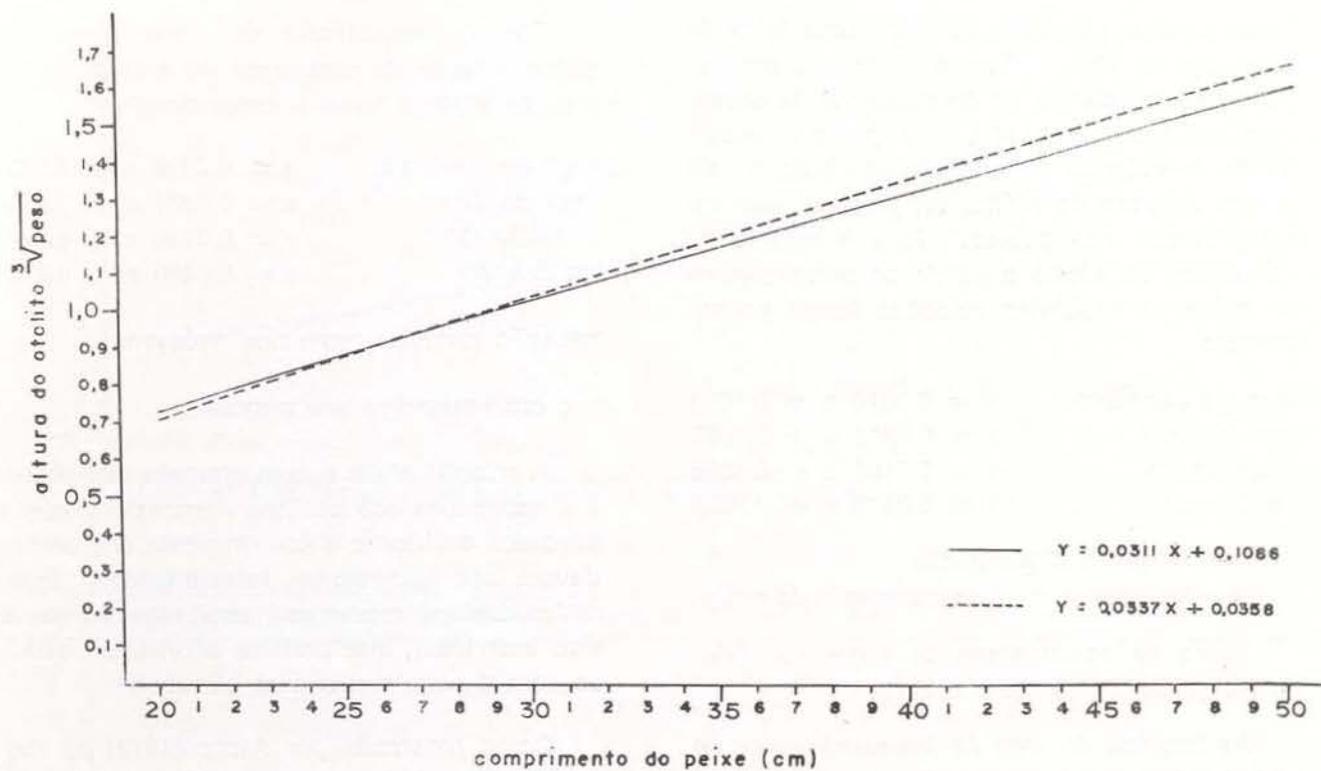


Fig. 11 — Relação entre comprimento dos peixes e altura dos otólitos — como $\sqrt[3]{\text{peso}}$ — de Pescada branca do lago do Jari (rio Purus)

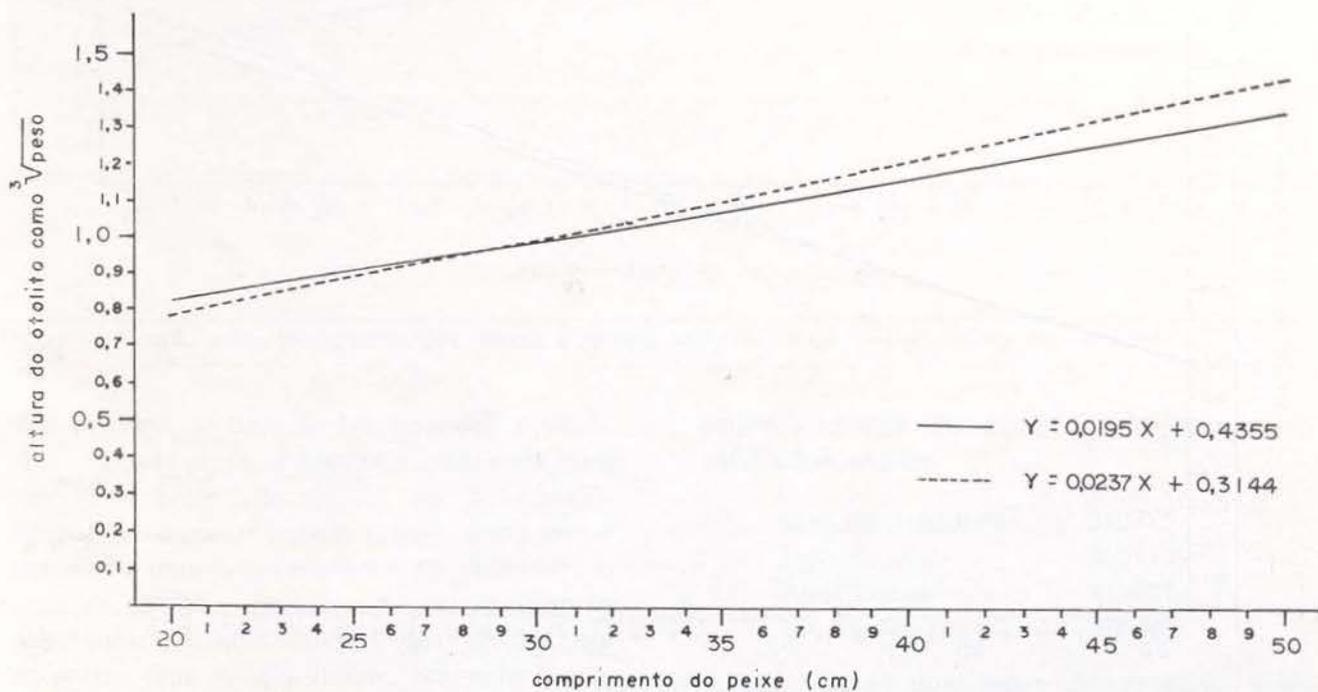


Fig. 12 — Relação entre comprimento do peixe e altura do otólito — como $\sqrt[3]{\text{peso}}$ — de Pescada branca das Anavilhanas

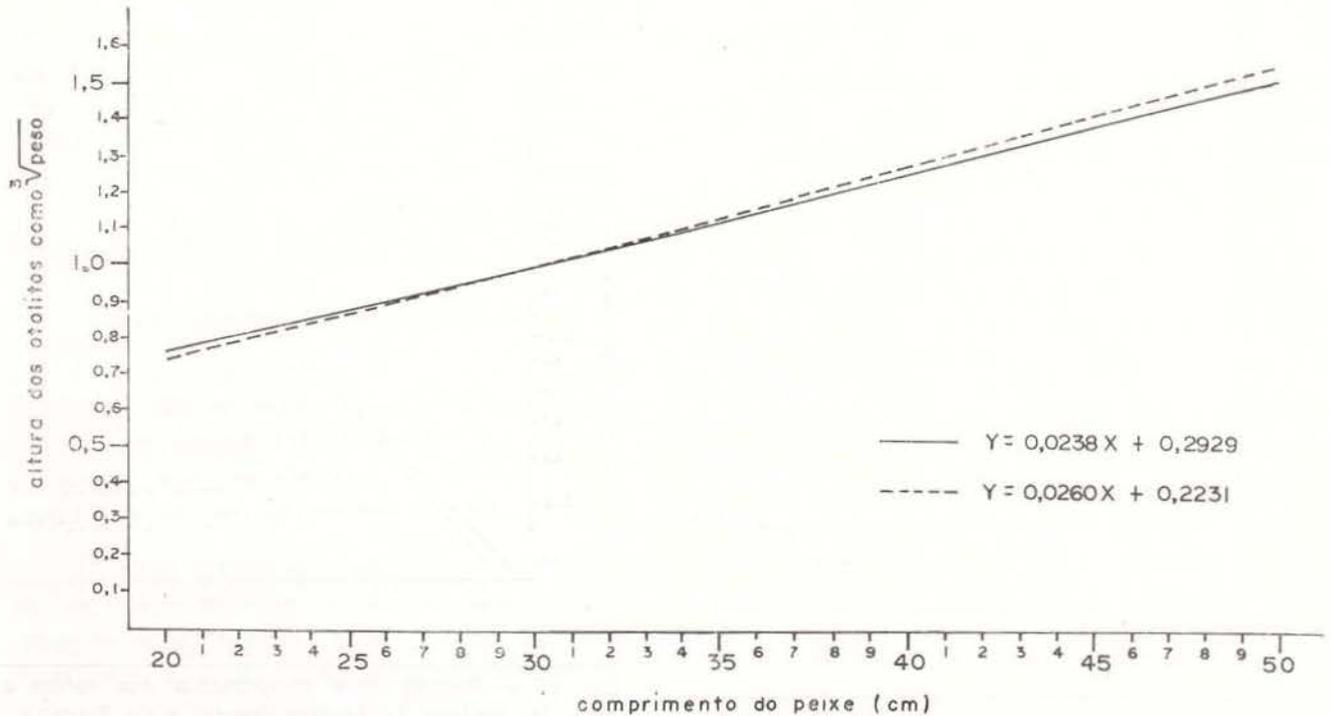


Fig. 13 — Relação entre comprimento dos peixes e altura dos otólitos — como $\sqrt[3]{\text{peso}}$ — de Pescada branca do rio Branco

& Squires (1956) mostram caráter sigmoidal, dada a forte disposição de material nos otólitos de peixes com crescimento lento.

Para o cálculo do peso dos otólitos, a partir do comprimento dos peixes, as seguintes funções foram investigadas :

lago de Janauacá	$y = 1,4479 \cdot 10^{-4} \times 2,6385$
lago do Jari	$y = 1,0000 \cdot 10^{-4} \times 2,7462$
Anavilhanas	$y = 3,1721 \cdot 10^{-3} \times 1,7020$
rio Branco	$y = 7,7000 \cdot 10^{-4} \times 2,1162$

(Tab. 1, Fig. 14-17)

Em peixes, cujo comprimento seja menos de 20-25 cm, os otólitos das pescadas das ilhas Anavilhanas são muito mais pesados que os de outras áreas, porém mostram um crescimento consideravelmente mais lento.

Com o intuito de determinar o comprimento dos peixes, a partir do peso dos otólitos, as seguintes funções foram calculadas :

lago de Janauacá	$y = 8,5447 \cdot 10^{-5} \times 2,8019$
lago do Jari	$y = 4,6380 \cdot 10^{-5} \times 2,9798$
Anavilhanas	$y = 8,8460 \cdot 10^{-5} \times 2,0915$
rio Branco	$y = 4,1000 \cdot 10^{-4} \times 2,2962$

Os coeficientes de regressão foram todos significativamente diferentes (Tab. 2).

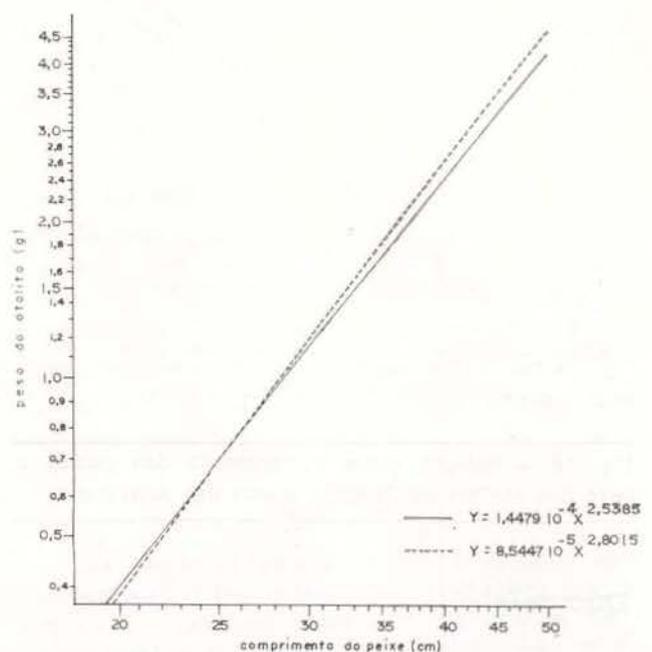


Fig. 14 — Relação entre comprimento dos peixes e peso dos otólitos de Pescada branca do lago de Janauacá (rio Solimões)

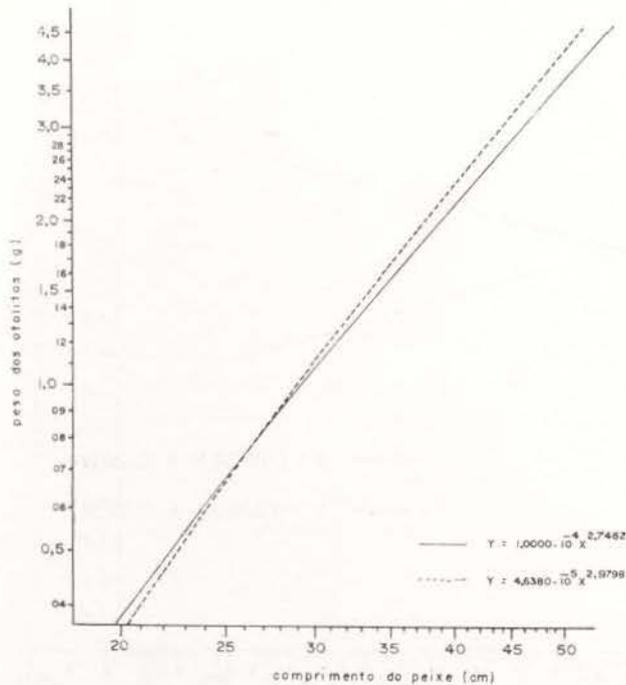


Fig. 15 — Relação entre comprimento dos peixes e peso dos otólitos de Pescada branca do lago do Jari (rio Purus)

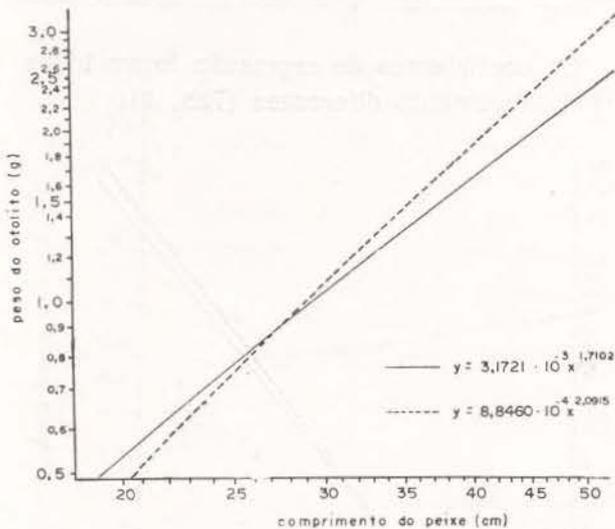


Fig. 16 — Relação entre comprimento dos peixes e peso dos otólitos de Pescada branca das Anavilhanas

DISCUSSÃO

“Pescada branca” ocorre em quase todos os grandes rios e lagos da Amazônia, tanto em águas pretas como em águas brancas, isto é, em **habitats** completamente diferentes.

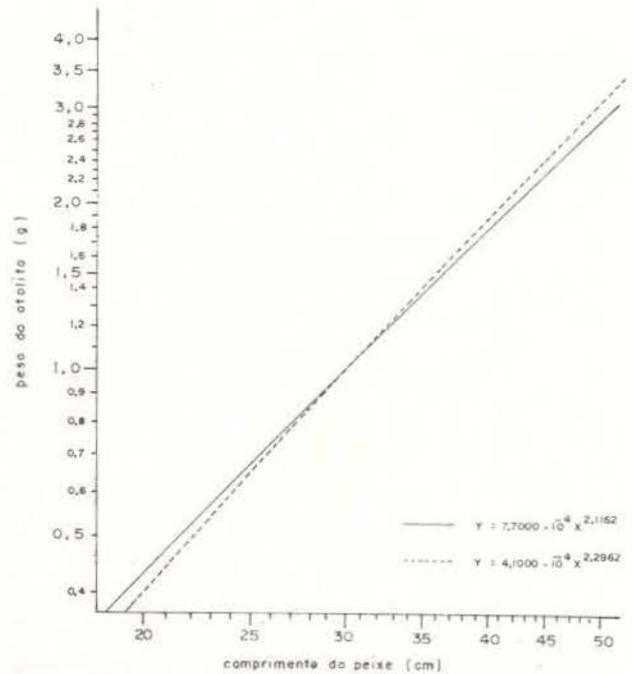


Fig. 17 — Relação entre comprimento dos peixes e peso dos otólitos de Pescada branca do rio Branco

Comparando-se a relação das proporções dos otólitos com o comprimento dos peixes, das diversas áreas da captura, ela é significativamente diferente em quase todas as dimensões dos otólitos. Nota-se particularmente, que os otólitos do rio Negro e do rio Branco, em peixes até um comprimento de 20-25 cm, são maiores, mais largos, mais pesados que os dos rios Solimões e Purus.

Investigações preliminares de crescimento, através de anéis diários nos otólitos, tem mostrado que as pescadas do rio Negro são de crescimento consideravelmente mais lento que os do rio Solimões. Templeman & Squires (1956) confirmaram que peixes com crescimento lento têm mais pesados otólitos que os com crescimento rápido, porque eles têm mais tempo para depositar o material de construção dos otólitos. Isto, no entanto, geralmente *só pode* ser válido para peixes de uma população em uma certa área. O peso do otólito é preponderantemente dependente do conteúdo de carbono de cálcio, o qual atinge 60-70% e o depósito de material orgânico. O conteúdo de cálcio e material orgânico novamente é dependente da provisão alimentar e do meio nos quais o peixe vive. Chacon

(1972) em sua publicação sobre a composição alimentar da "Pescada cacunda" (*Plagioscion surinamensis*) mostrou que a quota de crustáceos era de 32,2%, a de insetos 39,7%, e de peixe 12,4%. Ele não especificou as porcentagens de diferentes alimentos nos vários grupos de comprimento, mas admite-se que pescadas jovens são principalmente comedoras de bentos e crustáceos, enquanto que pescadas maiores adaptam-se como piscívoras.

Como a população de peixes e crustáceos é muito maior em águas brancas que em águas pretas, as pescadas de águas brancas são favorecidas por um melhor suprimento de alimentos e exibem um melhor crescimento.

Análises químicas revelam que o conteúdo em cálcio, material orgânico e água, de otólitos de águas brancas e pretas, não são muito diferentes. E foram encontrados os seguintes valores médios expressos em %.

	CaO	Mat. Org.	H ₂ O
Água branca	54.0	2.10	0.63
Água preta	54.5	1.89	0.43

Geisler & Schneider (1976) mostrou, em sua publicação sobre o conteúdo mineral de águas e peixes amazônicos, que há uma relação entre o conteúdo de cálcio da água e o peixe. Há 14 vezes mais cálcio nas águas brancas que em águas pretas e nas *ossadas* de *Symphysodon* de águas claras com baixo conteúdo de cálcio ele encontrou 6,8% de Ca e em águas brancas 13,4% de Ca. Nos otólitos, no entanto, o conteúdo de cálcio é igual, mas, como o crescimento de pescadas de águas pretas é muito mais lento que o de águas brancas, as distâncias entre as camadas são muito menores. Assim que, o conteúdo de cálcio nos otólitos de águas brancas e pretas é somente um fator de tempo para que pescadas de águas pretas possam armazenar o mesmo conteúdo de cálcio.

Pode-se concluir, portanto, que pescadas de águas pretas têm, por causa de seus mais lentos desenvolvimentos, até comprimentos de 20-25 cm, otólitos maiores e mais pesados mas não agarrados de pescada de água branca que pode estocar mais material para cons-

trução de otólitos por causa de oferta de alimentação.

Tabela 1 mostra que os dados das dimensões dos otólitos em relação ao comprimento do peixe foram bem correlacionados, e que um recálculo, a partir das proporções dos otólitos para determinar se o comprimento do peixe é possível. Com investigações do conteúdo estomacal, pode-se agora não somente determinar as espécies e número de peixes consumidos, mas também seu tamanho.

Comparações das relações das proporções dos otólitos e do comprimento do peixe das diferentes áreas mostraram significativas diferenças em quase todas as dimensões. Somente a largura dos otólitos dos rios Negro e Branco e a espessura dos otólitos dos lagos de Janauacá e do Jari não foram significativamente diferentes. O desenvolvimento do otólito em relação ao crescimento do corpo pode servir, com Templeman & Squires (1956) declararam, para distinguir diferentes populações. Pode-se deduzir, com base nos resultados desta pesquisa com pescadas, que diferentes populações, tendo diferentes velocidades de crescimento, habitam as áreas estudadas. Comparação das populações mostraram que os estoques dos rios Purus e Solimões, assim como os dos rios Negro e Branco, diferem menos que os dos rios Solimões e Negro. Os presentes dados fornecem suporte adicional para a teoria, geralmente aceita, de que a pescada não é um peixe migratório. Mistura de populações desta espécie deve ocorrer, todavia, por meio de deslocamento de peixes jovens e "post larval" diferentes áreas rio abaixo, as quais podem explicar as menores significativas de diferenças entre as populações dos rios Solimões e Purus, assim como as dos rios Negro e Branco.

SUMMARY

The otoliths of "Pescada branca" (*Plagioscion squamosissimus*) of four different lakes and rivers, lago Janauacá, lago Jari, rio Negro and rio Branco, were investigated with regard to their relationships of the otolith dimensions and the fish length. These relationships of the various sites turned out to be significantly different, so that one can presume that different populations live in the study areas.

BIBLIOGRAFIA

- ADAMS, L.A.
1940 — Some characteristic otoliths of American Ostariophysi. Journ. of Morph. 66, 497-527.
- ARNTZ, B.
1972 — Fischotolithen als Hilfsmittel in der Fischereiforschung. Diplomarbeit, Kiel.
- CHACON, J.
1972 — Alimentação da Pescada cacunda do Amazonas (*Plagioscion surinamensis*), no açude Amarani (Maranguape, Ceará, Brasil).
- GEISLER, R. & SCHEIDER, J.
1976 — The element matrix of Amazon waters and its relationship with the mineral content of fishes (Determinations using Neutron Activation Analysis). Amazoniana, VI, 1, 47-65.
- HICKLING, C.F.
1933 — The natural history of the Hake. Part IV. Age determination and growth rate. Fish. Invest. Ser. 11, 11, 2.
- KREYSZIG, E.
1970 — Statistische Methoden und ihre Anwendung. Verl. Vandenhoeck u. Ruprecht, Göttingen, 3. Aufl. 3. Nachdr., pp. 276-279.
- LAMP, F.
1965 — Beiträge zur Bestandskunde und Fortpflanzungsbiologie der Seeskorpionen (*Cottus scorpius* L., *C. bubalis* L.) und der Aalmutter (*Zoarces viviparus* L.) in der Kieler Förde. Diss. Kiel.
- MARTINI, E.
1964 — Otolithen in Genöllen der Raubseeschwalbe. Bonner Zool. Beitr., 15, 1-2.
- MINA, M.V.
1967 — Study of the relation between the weight of an otolith (*Sagitta*) and the length of an individual in the cod population of the Barents and the White Seas. Nauch. Dokl. Vyssh. Shr. (9), 26-31.
- RAUCK, G.
1965 — The structure of the otoliths from the Baltic Herring, a helpful means for the separation of biological groups. ICES, C.M. 1965, Herr. Comm. N.º 39.
- RICKER, W.E.
1973 — Linear regressions in fishery research. J. Fish. Res. Bd. Canada 30, 409-434.
- SCHMIDT, W.
1968 — Vergleichend morphologische Studie über die Otolithen mariner Knochenfische. Arch. Fischw. XIX, 1, 1-96.
- TEMPLEMAN, W. & SQUIRES, H.J.
1956 — Relationships of otolith length and weights in the Haddock (*Melanogrammus aeglefinus* L.) to the rate of growth of the fish. J. Fish. Res. Bd. Canada, 13 (4), 467-487.
- TROUT, G.C.
1954 — Otolith growth in the Barents Sea cod. Rapp. P.-V. Reun. Cons. perm. int. Explor. Mer, 136, 89-102.
- VAUCK, G. & GRÄFE, F.
1961 — Fischotolithen, ein wichtiges Hilfsmittel zur Nahrungsanalyse bei Lariden. Zool. Anz. 167, 9-12.

(Aceito para publicação em 25/04/79)