

**IDADE E CRESCIMENTO DO ROBALO-FLECHA, *Centropomus undecimalis* (BLOCH, 1792) E ROBALO-PEVA, *Centropomus parallelus* (POEY, 1860) (OSTEICHTHYES: CENTROPOMIDAE), NO SUDESTE DO BRASIL**

**MARIA ODETE XIMENES-CARVALHO**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Ciências Marinhas Tropicais do Instituto de Ciências do Mar como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ciências Marinhas Tropicais, outorgado pela Universidade Federal do Ceará.

**Instituto de Ciências do Mar  
Universidade Federal do Ceará**

**Fortaleza  
2006**

Esta dissertação foi submetida à coordenação do curso de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Marinhas Tropicais, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca do Instituto de Ciências do Mar da referida Universidade.

A transcrição de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

---

Maria Odete Ximenes-Carvalho

Dissertação Aprovada em:

---

Prof. Dr. Antonio Adauto Fonteles Filho  
**Orientador**

---

Prof. Dr. Melquíades Pinto Paiva  
**Membro Externo**

---

Prof. Dr. José Arlindo Pereira  
**Membro Interno**

*“ O Senhor é meu pastor, nada me faltará ”*  
*Salmo 23*

Com muita saudade,  
a minha amada Mãe, **Odete** (*in memoriam*),  
que sempre me transmitiu força e fê.

DEDICO

“ O sorriso é um idioma universal, em qualquer lugar do mundo todos o entendem”

Charles Chaplin

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu amigo e orientador Prof. Dr. Antonio Aduato Fonteles Filho, com admiração e reconhecimento, pelo incentivo, apoio e orientação técnica precisa e segura, e por todos os anos de convivência profissional, minha imensurável gratidão.

Ao Mestre dos Mestres, Prof. Dr. Melquíades Pinto Paiva, pelo fornecimento do material de análise necessário a elaboração desta Dissertação, todo meu respeito e sinceros agradecimentos.

Ao Prof. Dr. José Arlindo Pereira, pela valiosíssima bibliografia fornecida, meu especial obrigado.

A amiga Raquel Sabry, pelas vezes que interrompeu suas atividades, para dar sua importante contribuição na diagramação, texto, figuras e tabelas.

Ao amigo Paulo Roberto Ferreira Gomes da Silva e a amiga Mônica Pimenta de Novaes Castelo Branco, pela disponibilidade, interesse e presteza em viabilizar a organização final desta pesquisa.

As amigas de turma de mestrado, Danielle Lopes e Vanessa Nogueira, pela ajuda prestada na preparação da apresentação.

A amiga Zélia Madeira, pela paciência e acuidade nos registros fotográficos das escamas.

A minha filha querida Jessica, pela compreensão em relação aos momentos de ausência.

A Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), pela concessão de bolsa de Mestrado.

# ÍNDICE

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	xi
<b>RESUMO</b> .....	xii
<b>ABSTRACT</b> .....	xiv
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	6
2.1. Objetivo geral .....	6
2.2. Objetivos específicos .....	6
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	7
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	23
4.1. Amostragem e coleta de escamas .....	23
4.2. Procedimentos de laboratório .....	23
4.2.1. Tratamento das escamas .....	23
4.2.2. Leitura das escamas .....	24
4.3. Análise dos dados .....	25
4.3.1. Proporcionalidade no crescimento da estrutura .....	25
4.3.2. Periodicidade na formação do anel .....	26
4.4. Análise estatística .....	29
<b>5. RESULTADOS</b> .....	33
5.1. Validação e leitura das escamas .....	33
5.2. Periodicidade na formação dos anéis etários .....	40
5.3. Ajuste do modelo de von-Bertalanffy .....	42

<b>6. DISCUSSÕES .....</b>	<b>53</b>
<b>7. CONCLUSÕES .....</b>	<b>60</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXO A</b>	
<b>ANEXO B</b>	

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplar do robalo-flecha, <i>Centropomus undecimalis</i> .....	9
Figura 2 - Área de distribuição do robalo-flecha, <i>Centropomus undecimalis</i> .....	9
Figura 3 - Exemplar do robalo-peva, <i>Centropomus parallelus</i> .....	10
Figura 4 - Área de distribuição do robalo-peva, <i>Centropomus parallelus</i> .....	10
Figura 5 – Desenho esquemático de uma escama mostrando suas principais regiões .....	17
Figura 6 – Visualização da técnica de identificação e medição dos anéis etários das escamas .....	24
Figura 7 - Fotos das escamas do robalo-flecha, <i>Centropomus undecimalis</i> (a) e robalo-peva, <i>Centropomus parallelus</i> (b) .....	33
Figura 8 - Reta de regressão entre o comprimento do peixe e o comprimento da escama do robalo-flecha, <i>Centropomus undecimalis</i> . .....	36
Figura 9 -- Reta de regressão entre o comprimento do peixe e o comprimento da escama do robalo-peva, <i>Centropomus parallelus</i> .....	37
Figura 10 - Variação do comprimento médio do robalo-flecha, <i>Centropomus undecimalis</i> por grupos-de-idade, retrocalculado em função do comprimento na captura .....	39
Figura 11 - Variação do comprimento médio do robalo-peva, <i>Centropomus parallelus</i> , por grupos-de-idade, retrocalculado em função do comprimento na captura .....	41
Figura 12 - Variação mensal do incremento marginal no último anel de escamas do robalo-flecha, <i>Centropomus undecimalis</i> .....	41
Figura 13 - Variação mensal do incremento marginal no último anel de escamas do robalo-peva, <i>Centropomus parallelus</i> .....	43
Figura 14 – Retas de regressão da relação Ford-Walford para as espécies robalo-flecha, <i>Centropomus undecimalis</i> e robalo-peva, <i>Centropomus parallelus</i> , no Sudeste do Brasil .....	46

Figura 15 - Curvas de crescimento absoluto e relativo do robalo-flecha, <i>Centropomus undecimalis</i> , no Sudeste do Brasil .....	46
Figura 16 - Curvas de crescimento absoluto e relativo do robalo-peva, <i>Centropomus parallelus</i> , no Sudeste do Brasil .....	49
Figura 17 – Relação peso/comprimento do robalo-flecha, <i>Centropomus undecimalis</i> , no Sudeste do Brasil .....	49
Figura 18 – Relação peso/comprimento do robalo-peva, <i>Centropomus parallelus</i> , no Sudeste do Brasil .....	50

## LISTA DE TABELAS

Tabela I - Valores retrocalculados do comprimento total do robalo-flecha, <i>Centropomus undecimalis</i> , por grupos-de-idade, no Sudeste do Brasil .....	35
Tabela II - Valores retrocalculados do comprimento total do robalo-peva, <i>Centropomus parallelus</i> , por grupos-de-idade, no Sudeste do Brasil .....	36
Tabela III - Teste de comparação do valor mensal do incremento marginal do robalo-peva, <i>Centropomus parallelus</i> , pelo teste discriminatório de Kruskal-Wallis .....	42
Tabela IV - Valores médios do comprimento total (LT) e taxas absoluta e relativa de crescimento do robalo-flecha, <i>Centropomus undecimalis</i> por grupos-de- idade, no Sudeste do Brasil .....	44
Tabela V - Valores médios do comprimento total (LT) e taxas absoluta e relativa de crescimento do robalo-peva, <i>Centropomus parallelus</i> por grupos-de- idade, no Sudeste do Brasil .....	45
Tabela VI - Dados relativos à avaliação estatística entre as taxas de crescimento das espécies robalo-flecha, <i>Centropomus undecimalis</i> , e robalo-peva, <i>Centropomus parallelus</i> , através do coeficiente angular b da regressão Ford-Walford, no Sudeste do Brasil .....	48
Tabela VII - Parâmetros biológicos relacionados com o crescimento do robalo-flecha, <i>Centropomus undecimalis</i> e robalo-peva, <i>Centropomus parallelus</i> , no Sudeste do Brasil .....	51
Tabela VIII - Comparação dos parâmetros de crescimento e mortalidade do robalo-flecha, <i>Centropomus undecimalis</i> , e do robalo-peva, <i>Centropomus parallelus</i> , estimados por diversos autores .....	52

## RESUMO

O robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*, e robalo-peva, *Centropomus parallelus*, são duas espécies habitantes de ambientes estuarino e costeiro marinho ao longo das regiões Norte, Nordeste e Sudeste do Brasil portanto, com grande potencialidade para a maricultura. A estimação dos parâmetros de crescimento, objeto principal deste trabalho, fornecerá as informações necessárias para se avaliar a relação custo/benefício na implantação de projetos de cultivo, principalmente quanto à eficiência alimentar sobre a taxa de crescimento registrada por populações naturais. Os dados básicos foram obtidos por amostragem dos desembarques de pescado no Mercado de São Pedro (Niterói, Estado do Rio de Janeiro), efetuados pela frota comercial de barcos linheiros que atuam ao longo da costa de Cabo Frio (23° S). O material coletado consiste de 264 exemplares, sendo 130 de *C. undecimalis* e 134 de *C. parallelus*, no período entre junho de 1999 e junho de 2000. Destes foram retiradas escamas para os estudo da idade e crescimento, por meio da identificação dos anéis etários e mediação das zonas de crescimento. As amplitudes de variação do comprimento total foram 33,1 – 78,9 cm (*C. undecimalis*), e 29,5 – 57,3 cm (*C. parallelus*). As premissas básicas sobre proporcionalidade nos padrões de crescimento da escama e do peixe, e sobre a periodicidade na formação dos anéis etários, foram avaliadas por meio da análise de regressão e variação mensal no Incremento Marginal, respectivamente. Os parâmetros de crescimento, comprimento máximo teórico, coeficiente de crescimento, e idade inicial aparente, bem como o índice de desempenho do crescimento, foram estimados. O coeficiente de mortalidade natural (M) foi também estimado para fazer parte da razão M/K. Análises estatísticas foram empregadas para se comparar o padrão de crescimento entre as duas espécies (teste t) e a significância da mudança de idade em intervalos mensais (teste H, de Kruskal-Wallis). Os resultados obtidos estão resumidos nos seguintes itens: (a) Confirmou-se a premissa de proporcionalidade isométrica entre os comprimentos do peixe e da escama; (b) as “datas de aniversário” do robalo-flecha e do robalo-peva correspondem aos períodos mensais de abril-junho e

agosto-outubro, respectivamente; (c) os parâmetros de idade e crescimento estimados para o robalo-flecha foram:  $L_{\infty} = 101,1$  cm,  $W_{\infty} = 11,4$  kg,  $K = 0,112$ ,  $t_0 = -2,59$  ano,  $t_{\max} = 29,3$  anos e  $\phi' = 3,058$ ; (d) os parâmetros de idade e crescimento estimados para o robalo-peva foram:  $L_{\infty} = 67,9$ ,  $W_{\infty} = 3,6$  kg,  $K = 0,187$ ,  $t_0 = -2,48$  ano,  $t_{\max} = 18,6$  anos e  $\phi' = 2,936$ ; (e) O robalo-peva atinge um menor tamanho mais tem taxa de crescimento mais rápida do que o robalo-flecha; (f) o coeficiente de mortalidade natural foi estimado como  $M = 0,259$  (*C. undecimalis*) e  $M = 0,406$  (*C. parallelus*), com os respectivos valores de  $M/K = 2,312$  e  $M/K = 2,171$ , que classificam estas espécies como pertencentes ao 4º nível trófico; (g) Os valores do coeficiente de desempenho ( $\phi'$ ) confirmam a adoção de uma estratégia de crescimento compatível com espécies predadoras de médio e grande portes.

**Palavras-chave:** robalo-flecha, robalo-peva, *Centropomus*, idade, equação de crescimento, mortalidade natural, relação M/K, Sudeste do Brasil.

## ABSTRACT

The common snook, *Centropomus undecimalis*, and the fat snook, *Centropomus parallelus*, are two species that dwell on estuarine and coastal marine environments along the North, Northeast and South Brazil, hence with great potential for mariculture. The estimation of age and growth parameters, the primary objective of this paper, should supply the necessary information to evaluate the cost/benefit ratio for the development of marine fish farms, especially as to feeding efficiency in promoting the enhancement of growth rates in comparison to that of wild populations. The databank was obtained by means of sampling of the landings made at the São Pedro fishmarket, in Niterói, Rio de Janeiro State, by the commercial fleet of liners which fish for pelagic resources off Cabo Frio's coast (23°S). The collected material was comprised of 264 specimens, 130 of *C. undecimalis* and 134 of *C. parallelus*, in the period from June, 1999 through June, 2000. From a site below the pectoral fin scales were drawn for age and growth studies to be performed by means of the identification of age rings and measurement of growth bands. Total lengths of the sampled fish were in the range of 33.1 – 78.9 cm (*C. undecimalis*) and 29.5 – 57.3 cm (*C. parallelus*). The basic assumptions on the dependence of fish size on scale size, and the periodicity in age rings formation were investigated by regression equations and monthly variations in the scale's marginal increment, respectively. The parameters of the growth equation, namely asymptotic length, growth coefficient and theoretical age at birth, and growth performance index as well were estimated. The natural mortality coefficient (M) was calculated in order to make up the M/K ratio. Statistical analyses were used in order to compare the growth rate between common snook and fat snook through Student's t test, and to assess the significance of age changes between pairs of adjoining months through Kruskal-Wallis' H test. The drawn results may be summarized as follows: (a) the assumption of a regression of scale length on fish length was met; (b) the "birth dates" of common snook and fat snook correspond with April-June and August-October monthly periods; (c) the age and growth parameters for common snook were:  $L_{\infty} = 101.1$  cm,  $W_{\infty} = 11.4$  kg,  $K =$

0.112,  $t_0 = - 2.59$  yr.,  $t_{max} = 29.3$  yr. and  $\phi' = 3.058$ ; (d) the age and growth parameters for fat snook were:  $L_{\infty} = 67.9$ ,  $W_{\infty} = 3.6$  kg,  $K = 0.187$ ,  $t_0 = - 2.48$  yr.,  $t_{max} = 18.6$  yr. and  $\phi' = 2.936$ ; (e) the fat snook reaches a smaller size but grows quicker than the common snook; (f) the natural mortality coefficient was estimated at  $M = 0.259$  (*C. undecimalis*) e  $M = 0.406$  (*C. parallelus*), entailing respective values of  $M/K = 2.312$  and  $M/K = 2.171$ , which classify those species into the fourth trophic level; (g) The growth performance indices indicate the adoption of a strategy consistent with that assumed by mean- and large-sized predatory species.

**Key words:** common snook, fat snook, *Centropomus*, age, growth equation, natural mortality, M/K ratio, Southeast Brazil.

## 1 - INTRODUÇÃO

A determinação da idade nas árvores através da contagem de anéis anuais tem mais de 500 anos. Leonardo da Vinci e Montaigne (1580-1581) fazem referência a isto nos registros de suas viagens pela Itália. A determinação da idade nos peixes só foi iniciada muito mais tarde. O monge sueco Hederstom (1759) foi o primeiro a propor, num tratado do século XVIII, que os anéis vertebrais poderiam ser contados para a determinação da idade nos peixes, mas as primeiras tentativas realmente consistentes foram feitas só no final do século XIX.

A idade corresponde à descrição quantitativa do tempo de vida de um organismo enquanto que o crescimento mede a variação do corpo, em comprimento ou peso, entre dois momentos temporais. O crescimento reflete a ação conjunta dos fatores endógenos e exógenos que afetam um organismo. Taxa de crescimento é a medida de variação do tamanho, ou do peso, em função do tempo, daí sua importância nas comparações intra e interespecíficas e nas variações espaço-temporais do ciclo vital.

O desenvolvimento consiste num processo de mudanças irreversíveis que ocorrem desde o momento em que o ovo se forma até a morte do indivíduo, o qual existe por metabolismo, isto é tomando elementos do meio ambiente em que vive, e nele descarregando seus produtos. O crescimento é a expressão quantitativa do desenvolvimento.

As espécies aquáticas têm, teoricamente, capacidade de crescer continuamente, dependendo da abundância do suprimento alimentar, embora com restrições biológicas ao longo do ciclo vital. O desenvolvimento dos peixes ao longo do seu ciclo vital apresenta geralmente dois períodos, delimitados pela consecução da maturidade sexual: juvenil, caracterizado por baixo consumo de energia e elevada taxa de crescimento, e adulta, caracterizado por alto consumo de energia e baixa taxa de crescimento. Em um sentido mais amplo, o crescimento de peixes teleósteos é um processo indeterminado que lhes atribui um "comprimento máximo

teórico” inatingível, por conta de dois aspectos: presença de bexiga natatória, que minimiza os gastos de energia com movimentação vertical, e baixa influência da força da gravidade. No indivíduo, o processo de desenvolvimento se inicia com a fertilização do óvulo, seguido da maturidade sexual, terminando com a morte (Moyle & Cech Jr., 1999).

A expressão matemática do crescimento, que relaciona comprimento e peso à idade, tem sido apresentada através de diversas equações, dentre as quais se destaca aquela desenvolvida por von Bertalanffy (1938), pelo embasamento biológico e facilidade com que pode ser incorporada a modelos matemáticos determinísticos, destinados à estimação da captura máxima de equilíbrio sustentável, como o de Beverton & Holt (1957). Segundo Bertalanffy, o organismo é um sistema químico aberto que depende de processos fisiológicos responsáveis por sua massa, de modo que a taxa de anabolismo pode ser considerada proporcional à taxa de absorção de material nutritivo e, conseqüentemente, à área das superfícies absorventes, enquanto a taxa de catabolismo pode ser tomada como proporcional à massa total sendo decomposta, isto é, a taxa de decomposição do material é constante.

Os indivíduos de uma espécie apresentam diferentes taxas de crescimento nas diversas fases do ciclo vital, mas para o estudo da dinâmica de populações naturais, a fase que realmente interessa e para a qual é possível obter os dados necessários, corresponde àquela em que os indivíduos se encontram vulneráveis à pesca. Portanto, a taxa de crescimento é determinada em termos médios para a fase exploratória do estoque, comportando variações estacionais devidas aos crescimentos somático e genético, e a variações densidade-dependentes em função de modificações no tamanho da população, estrutura etária e suprimento alimentar (Fonteles-Filho, 1989).

As espécies exploradas apresentam grandes variações na taxa de crescimento, principalmente durante as fases larval e jovem, quando estão submetidas a elevada mortalidade, com reflexos diretos sobre o tamanho máximo alcançado pelos

indivíduos. No estudo da dinâmica de uma população, o padrão de crescimento deve ser reavaliado periodicamente, tendo em vista sua dependência a variações temporais na densidade, causadas principalmente pela intensidade do esforço de pesca. Essas informações são básicas para se estimar a população em número e biomassa e avaliar o impacto da exploração pesqueira sobre sua produção, em ambiente natural e, quando submetida a confinamento para fins de cultivo, para definir o tamanho ótimo de despesca e otimizar seu manejo em termos de taxa de conversão alimentar e frequência de arraçamento (Villacorta-Correa, 1997).

Reprodução e crescimento ocorrem irregularmente ao longo das estações do ano em espécies da Zona Tropical e, apesar de serem funções complementares, ambas implicam no consumo de energia em quantidades diferenciadas nas fases jovem e adulta. A ciclicidade dos processos biológicos tem sido objeto de análises conflitantes, pois em alguns casos essa característica é interpretada como um ritmo fisiológico inato e, em outros, como resultado do meio ambiente. A periodicidade do crescimento e da reprodução tem uma clara dependência à temperatura, principalmente na Zona Temperada, mas nos trópicos parece ter uma relação mais próxima com a variação temporal na pluviosidade já que as condições, por exemplo, para a formação de marcas etárias em estruturas rígidas (baixa temperatura, ausência de alimento e curto período de luz) não são muito marcantes devido à regularidade climática ao longo do ano (Reshetnikov & Claro, 1976).

O desenvolvimento reprodutivo nos peixes envolve importantes mudanças nos mecanismos nutricionais e metabólicos, com efeitos resultantes sobre o crescimento somático, de modo que se pode esperar marcas discerníveis em estruturas rígidas devidas ao processo de maturação gonadal (Iles, 1974).

Atualmente, muito se discute acerca da importância dos estudos sobre a determinação da idade e crescimento em peixes, considerados essenciais para o correto gerenciamento dos estoques pesqueiros. A incorporação dos parâmetros nos modelos analíticos para avaliação de estoques permite determinar os níveis de exploração e desta forma proporcionar pautas de administração e controle para um

aproveitamento sustentável (Menon,1953; Ballan, 1964; Wertherley & Gill,1987; Brothers,1987; Ferreira & Russ, 1994).

Nesse contexto, é essencial a validação das marcas de crescimento para que os parâmetros sejam confiáveis e precisos, principalmente em regiões onde as condições climáticas são menos variáveis, como as Zonas Tropical e Subtropical (Casselman,1983; Beamish & McFarlane,1983; Campana, 2001).

Tais estudos também podem fornecer informações básicas sobre a estratégia de vida, estrutura da população e mudanças em seu crescimento devido a perturbações ambientais ou à exploração pesqueira, trazendo uma contribuição para o conhecimento da biologia dos peixes e formando a base dos modelos de dinâmica populacional (Radtke & Hourigan, 1990).

Apesar de algumas limitações na ocorrência de ciclicidade em vários aspectos do ciclo vital, a metodologia baseada na identificação e medição dos anéis e zonas de crescimento, indicativos da idade, tem sido aplicada com sucesso a várias espécies das regiões tropical e subtropical do Brasil. A ocorrência de chuvas, que determina variações importantes no ciclo de reposição do alimento na plataforma continental pode explicar a formação de anéis etários em espécies da Zona Tropical (regiões Norte e Nordeste). Na Zona Subtropical (regiões Sudeste e Sul), o principal fator parece ter sido a temperatura, como observado por Vazzoler *et al.* (1982), Haimovici & Reis (1984), Krug & Haimovici (1989) e Ximenes-Carvalho *et al.* (1997, 1998 e 1999) e Bernardes (2002).

A estimação do coeficiente de mortalidade natural (M) também é outro requisito imprescindível para a dinâmica pesqueira, estando seu valor relacionado com o comprimento máximo teórico ( $L_{\infty}$ ), coeficiente de crescimento (K) e temperatura ambiente (T), através do efeito desta diretamente sobre os processos fisiológicos e, indiretamente, sobre K e  $L_{\infty}$ . Para sua estimação, um enfoque diferente foi utilizado por Pauly (1983), com base na análise estatística dos dados referentes a 175

espécies de peixes, gerando uma fórmula empírica envolvendo os parâmetros acima mencionados.

A principal relevância do estudo da idade e crescimento do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*, e robalo-peva, *Centropomus parallelus*, objetivos principais desta Dissertação, decorre da potencialidade dessas espécies para a piscicultura marinha, tendo em vista suas características de habitantes da zona costeira, incluindo baías, estuários e manguezais. A estimação dos parâmetros de crescimento fornecerá as informações necessárias para se avaliar a relação custo/benefício na implantação de projetos de cultivo, principalmente quanto à eficiência alimentar sobre a taxa de crescimento registrada por populações naturais.

## 2 – OBJETIVOS

### 2.1 – Objetivo geral

• Determinar diversos parâmetros que caracterizam o crescimento das espécies robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*, e robalo-peba, *Centropomus parallelus*.

### 2.2 – Objetivos específicos

- Estimar os parâmetros da curva de crescimento: coeficiente de crescimento (K), comprimento máximo teórico ( $L_{\infty}$ ), e a idade inicial aparente ( $t_0$ ).
- Determinar o coeficiente de mortalidade (M).
- Determinar a razão entre os coeficientes de mortalidade e coeficiente de crescimento (M/K).
- Determinar o coeficiente de desempenho ( $\phi'$ ) .
- Fazer uma análise comparativa desses parâmetros entre as duas espécies

### 3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A família Centropomidae possui espécies de grande valor comercial em águas tropicais e subtropicais costeiras, estuarina, lagunar e até doce. Nos oceanos Pacífico e Índico, e no Mar Mediterrâneo encontram-se as espécies da subfamília Latinae. Dentro dessa subfamília, a perca-do-Nilo, *Lates niloticus*, e o barramundi, *Lates calcarifer*, têm grande importância na pesca comercial e recreativa, e são hoje intensamente cultivados e exportados da Ásia e da África para outros países (Tucker Jr., 2003). Nas Américas, a subfamília Centropominae é representada por doze espécies do gênero *Centropomus*. Seis espécies estão distribuídas na costa pacífico-americana (*C. medius*, *C. nigrescens*, *C. viridis*, *C. unionensis*, *C. robalito* e *C. armatus*) e seis na costa atlântico-americana (*C. undecimalis*, *C. parallelus*, *C. mexicanus*, *C. ensiferus*, *C. pectinatus* e *C. poeyi*) (Rivas, 1986).

A distribuição da subfamília Centropominae coincide, aproximadamente, com a dos ecossistemas de manguezal, seu principal habitat (Marshall, 1958; Gilmore *et al.*, 1983). As espécies são simpátricas, podendo ocorrer juntas numa mesma localidade, mas em proporções variáveis (Rivas, 1962). O limite sul de distribuição dos robalos é o litoral sul do Brasil, sendo registrada a ocorrência de apenas duas espécies nesta região, a saber *C. undecimalis* e *C. parallelus* (Figueiredo & Meneses, 1980).

O gênero *Centropomus* é encontrado na plataforma continental das Zonas Tropical e Subtropical do Atlântico e do Pacífico, em ambos os lados do continente americano. Tendo em vista o propósito de padronizar sua nomenclatura, as espécies componentes desse gênero são conhecidas como robalo ou camorim em Português, *snook* em Inglês, *robalo* em Espanhol e *brochet* ou *loubine* em Francês.

A classificação taxonômica dessas espécies é a seguinte (Greenwood, 1976; Nelson, 1984; Patrona, 1984; Rivas (1986):

Phylum ChordataSubphylum Vertebrata

## Classe Osteichthyes

Sub-classe ActinopterygiiOrdem PerciformesSubordem Percoidei

## Família Centropomidae

Gênero *Centropomus*Espécies *C. undecimalis* e *C. parallelus*

Das seis espécies de robalo encontradas no Oceano Atlântico, quatro são capturadas no litoral do Brasil, dentre as quais se destacam o robalo-flecha, *C. undecimalis* (Figura 1), que ocorre desde a Carolina do Norte (EUA) até Rio de Janeiro – Brasil (Figura 2), e o robalo-peva, *C. parallelus* (Figura 3), cuja área de distribuição se estende desde a Flórida (EUA) até Florianópolis – Brasil (Figura 4), segundo Gilmore *et al.* (1983) e Rivas (1986). O robalo-flecha é a maior espécie da família, apresentando coloração acinzentada no dorso, com reflexos esverdeados, e ventre esbranquiçado; linha lateral formada por uma listra longitudinal negra que se estende ao longo do corpo até o final da nadadeira caudal. O robalo-peva tem menor porte, e apresenta dorso cinza-esverdeado e flancos prateados (Carvalho-Filho, 1992).



Figura 1 - Exemplo do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*.

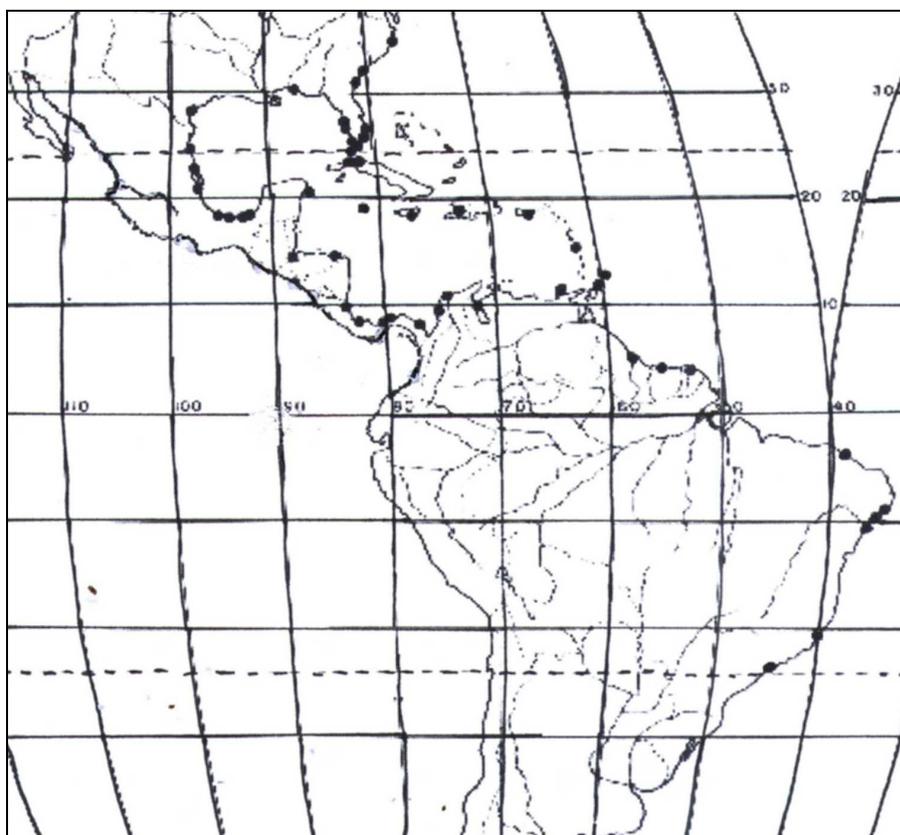


Figura 2- Área de distribuição do robalo-flecha *Centropomus undecimalis*  
(Fonte: Rivas, 1986)



Figura 3 - Exemplar do robalo-peva, *Centropomus parallelus*.

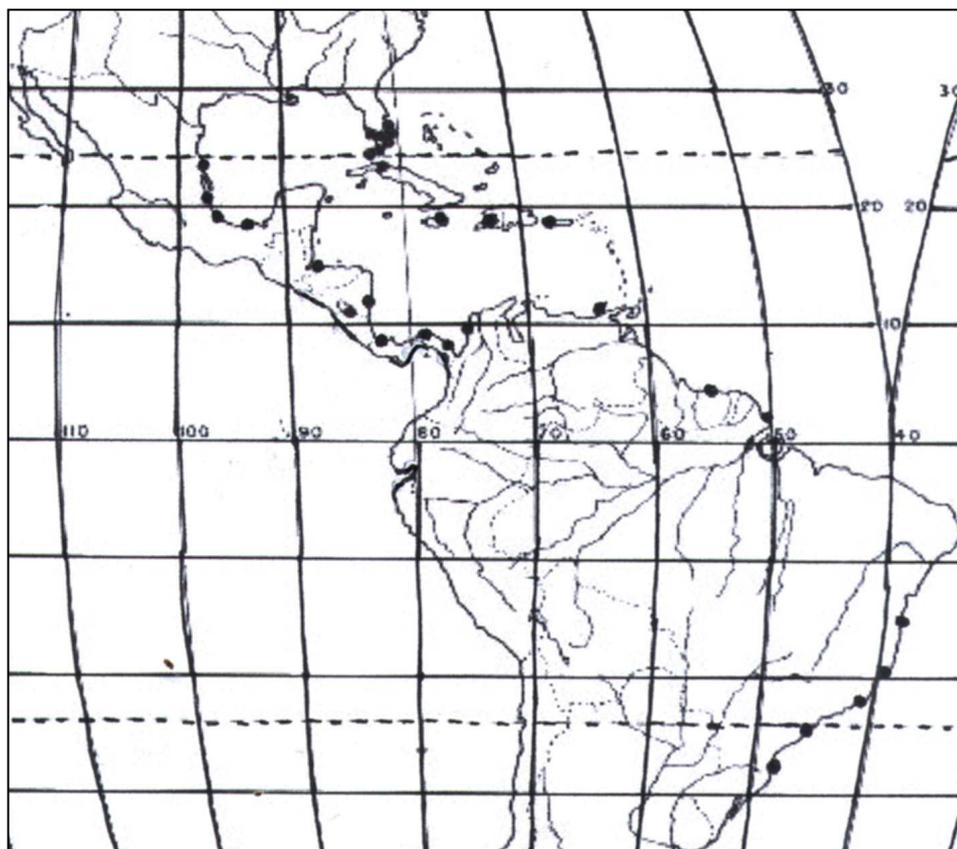


Figura 4- Área de distribuição do robalo-peva *Centropomus parallelus*.  
(Fonte: Rivas, 1986)

Os robalos são muito semelhantes, podendo-se basear em duas ou três características para distinguí-las (Nichols, 1922; Menezes 1976; Cervigón, 1966): (a) o segundo espinho da nadadeira anal ultrapassa o terceiro espinho, em *C. parallelus*, mas não ultrapassa em *C. undecimalis*; (b) o comprimento padrão é de 4 a 4,8 vezes maior do que a altura máxima do corpo em *C. undecimalis*, e de 3,6 vezes em *C. parallelus*; (c) a parte dorsal do corpo é mais escura, a linha lateral é mais bem pigmentada e apresenta maior contraste em relação ao colorido geral do corpo em *C. undecimalis* do que em *C. parallelus*.

O Brasil é um dos maiores produtores destas espécies, logo após o México e os dois países juntos representam mais de 70% das capturas. Quanto ao total capturado nos últimos 10 anos, ocorreu um incremento significativo em 1993, mas, a partir daí ocorreram pequenas oscilações nas capturas, chegando a 12.405 t em 1999. No Brasil, a captura do robalo se manteve relativamente estável entre 1990 e 1999, atingindo cerca de 3.000 t em 2001, sendo que a maior parte das capturas provém da pesca artesanal (Cerqueira, 2002).

A capacidade dos centropomídeos, particularmente *C. undecimalis*, de tolerar amplas variações de salinidade evidencia seu perfil eurihalino. Por exemplo, durante estações de verão em Pernambuco, Silva (1967/69) observou que robalos toleram salinidades de até 54‰ em viveiros estuarinos com pouca renovação de água, sem problemas aparentes. Mota Alves (1981) constatou diferenças significativas nas concentrações de sais no sangue de *C.undecimalis*, após submeter os indivíduos a choques salínicos, enquadrando-o como representante típico das espécies osmoconformistas. Silva (1991), a partir da histologia dos rins de robalos adaptados à água doce, verificou a presença de grande número de glomérulos, lóbulos e tecidos linfáticos, o que contribui para sua grande capacidade osmorregulatória, posteriormente confirmada por Lins (1995) mediante o estudo da concentração osmótica dos fluidos corpóreos. Gomes (1995), comparando as taxas metabólicas entre grupos do robalo-flecha submetidos a ambientes de água doce e de água salobra, não constatou diferença significativa entre seus valores. São

espécies estenotérmicas, portanto com baixa tolerância a temperaturas inferiores a 14° C, quando deixam de se alimentar (Cerqueira, 1995).

Por serem espécies costeiras, ocorrem em águas salobras de manguezais, estuários e baías, e são capturadas desde a barra dos rios até vários quilômetros acima da foz, principalmente na época da desova. Os indivíduos preferem águas calmas, barrentas e sombreadas, e ficam próximos ao fundo, alimentam-se de pequenos peixes e crustáceos (principalmente camarões e caranguejos). São muito apreciados pelo público consumidor de pescado por causa da excelente qualidade de sua carne, e também por pescadores esportivos porque proporcionam uma luta espetacular ao serem fígados, principalmente os exemplares de grande porte. Por esse motivo, o aumento da pressão pela pesca e a perda de parte do habitat podem justificar a tomada imediata de ações regulatórias dessas atividades (Tucker *et al.*, 1985 e 1987; Cerqueira, 1989).

No Brasil e na Colômbia, são criados em policultivo com outras espécies das famílias Mugilidae e Gerreidae, sendo capazes de adaptar-se e crescer normalmente em viveiros de água doce. Essa condição de tolerância a uma ampla faixa de salinidade lhes atribui a qualidade de controladores da superpopulação da tilápia do Nilo em viveiros de cultivo, decorrente da sua reprodução precoce e elevada prolificidade (Silva, 1992; Silva & Pereira, 1994).

Os robalos são capturados por barcos motorizados, em pescarias com linha-de-mão, rede-de-espera, rede-de-arrasto, caniço, bem como tarrafa nas águas rasas dos estuários. Por serem peixes de grande mobilidade, motivo por que são bastante atrativos para pescadores esportivos, podem ser pescados com iscas artificiais de superfície e meia-água, e com iscas naturais constituídas por camarões vivos e pequenos peixes (Cerqueira, 1995 a/b; Almeida *et al.*, 1999). Aparentemente, a turbidez da água é um fator importante no aumento da vulnerabilidade dessas espécies aos aparelhos-de-pesca.

Os primeiros estudos sobre os hábitos alimentares de *C. undecimalis*, realizados na Flórida por Marshall (1958), classificaram-no como carnívoro, com preferência por peixes e crustáceos, dieta alimentar confirmada por Rivas (1962) e Chavez (1963). Vasconcelos-Filho *et al.* (1980) também comprovaram sua preferência por este regime e observaram que os Centropomidae não apresentam diversificação alimentar em função do comprimento individual ou estação do ano. De acordo com Fore & Schmidt (1973), os robalos adultos são predadores oportunistas quando os itens alimentares básicos (peixes, camarões e caranguejos) escasseiam, ingerindo outros organismos, detritos e até material vegetal. Patrona (1984) também lhe atribui a classificação de oportunista e afirma que suas presas preferenciais se encontram no ambiente pelágico.

Uma característica sexual importante dos robalos é que são espécies protândricas hermafroditas, que maturam primeiramente como machos e posteriormente, mudam de sexo e permanecem, em sua maioria, como fêmeas pelo resto de suas vidas (Taylor *et al.*, 2000). Segundo Volpe (1959), todas as fêmeas de *C. undecimalis* tornam-se sexualmente maduras com três anos de idade. Gilmore *et al.* (1983) reforçam a idéia de que o estuário é seu principal habitat, ressaltando que no ambiente marinho os robalos não são encontrados em profundidades maiores do que 20 metros. Sua ocorrência predominante no ambiente estuarino é também destacada por Tucker Jr. & Campbell (1988), tratando-se portanto de espécies costeiras que passam a maior parte de sua vida nos estuários e rios tributários de água doce (especialmente os juvenis), migrando para as enseadas e zona marinha para desovar (Marshall, 1958; Volpe, 1959). Os juvenis do robalo-flecha apresentam um estágio preliminar pelágico, cuja duração é bastante variável e depende de fatores como disponibilidade de alimento e pressão predatória, seguido de um estágio demersal, mais longo (Peters *et al.*, 1998).

O período reprodutivo do robalo-flecha se distribui ao longo dos meses de abril a dezembro na costa da Florida, concentrando-se por, pelo menos, sete meses: na costa do Golfo, de abril a setembro e na costa atlântica, de abril a outubro (Taylor *et al.*, 1998). Marshall (1958) determinou também o período de maio-novembro, com

pico da atividade em maio-junho e Volpe (1959) em junho e julho; maio-novembro (Fore & Schmidt, 1973), abril-dezembro (Gilmore *et al.*, 1983), com a sugestão de desova parcelada, com dois picos, em junho-julho e agosto-outubro; maio-outubro (Tucker Jr. & Campbell, 1988); e abril-dezembro (McMichael *et al.* 1989). Estas variações temporais devem ser esperadas porque parâmetros físicos como temperatura, que parece determinar a desova (Bye, 1984), variam entre diferentes áreas.

Modificações estruturais na população são avaliadas através de métodos que utilizam a observação direta do crescimento individual, e de métodos que inferem o aumento de tamanho pelas variações observadas na composição de comprimento a intervalos de tempo (Fonteles-Filho, 1989). Os dados para investigação científica são obtidos através de dois tipos de métodos; (1) indireto ou estatístico, baseado no fato de que a distribuição multimodal do comprimento propicia a identificação da idade relativa das diversas coortes que compõem o estoque capturável, e medição de sua taxa de crescimento através do deslocamento dos respectivos valores modais; (2) direto ou anatômico, baseado na identificação e medição das zonas de crescimento delimitadas por anéis etários em estruturas rígidas do corpo do peixe (Bagenal & Tesch 1978). O método direto é mais preciso, mas sujeito a erros ocasionados, principalmente pela identificação subjetiva das marcas de crescimento nessas estruturas, bem como pela formação de falsos anéis e/ou sua superposição nos indivíduos mais velhos (Campana, 2001).

Sendo os métodos anatômicos os que apresentam melhores resultados no estudo da idade e crescimento, a seguir é apresentado um resumo descritivo das estruturas mais importantes para esse tipo de investigação científica:

**Otólitos** (*oto* = ouvido; *lithos* = pedra) são pequenas concreções calcárias contidas nas cápsulas auditivas dos peixes, que contribuem para a percepção dos sons e para o equilíbrio corporal. O órgão da audição dos peixes está colocado do lado da cabeça atrás dos olhos, e não apresenta abertura externa e pavilhão, portanto apenas ouvido interno. Os otólitos apresentam zonas de crescimento

concêntricas e bem marcadas, as quais possibilitam a determinação da idade pela formação do annulus. O otólito *sagitta* é o mais utilizado para a determinação da idade de quase todas as espécies de peixe, estando situado no sáculo da parte anterior do ouvido.

Na identificação dos anéis, pode-se usar o otólito inteiro quando for fino e translúcido, ou apenas uma secção do mesmo, quando for tão espesso que não permita a observação das zonas internas. A periodicidade do crescimento se traduz na diferença da densidade de camadas que se justapõem e assumem a aparência de zonas alternadamente opacas, como decorrência do aumento da quantidade de material calcário e aumento dos cristais de carbonato. Na observação dos otólitos finos utiliza-se iluminação direta, com as zonas opacas aparecendo como anéis brancos e as zonas hialinas como anéis escuros; no caso de otólitos espessos, utiliza-se iluminação transmitida, com as zonas opacas aparecendo como anéis escuros e as zonas hialinas como anéis brilhantes.

**Vértebras** - As vértebras são preparadas lixando-as em ambos os lados até que seu centro seja quase atingido, obtendo-se uma secção suficientemente fina para exame microscópico, e para deixar passar luminosidade que evidencie os detalhes de variação na densidade óssea.

**Ossos opercular** - também mostra linhas de crescimento, localizando-se abaixo dos olhos do peixe.

**Raios de nadadeiras** - os cortes obtidos por secção transversal, onde se distinguem anéis de crescimento, são montados entre lâminas.

**Escamas** - Após a invenção do microscópio, segundo Godoy (1958) Fabricius d'Aquapendente (1618, 1621, 1625) Borellus (1656) e Hooke (1667) escreveram sobre a aparência microscópica das escamas, e o primeiro registro referente ao seu crescimento é encontrado numa das cartas de Leeuwenhoek, datada de 25 de julho

de 1684. Nos peixes, as escamas têm origem na derme, ou seja, na camada profunda da pele e são formadas por tecido ósseo.

Lepidologia é a ciência que trata da estimativa da idade em peixes através de escamas de dois tipos; (a) *ciclóide*, característico dos salmonídeos, sendo a escama flexível e de forma aproximadamente circular, constituída por uma camada superior clara de material semelhante ao esmalte e uma camada inferior fibrosa, disposta numa série de placas com tamanho decrescente em direção ao foco; (b) *ctenóide*, semelhante ao tipo ciclóide, mas a escama apresenta a margem externa denteada em espinhos ou lobos, onde estão marcados os anéis etários e as zonas de crescimento, sendo encontrada na maioria dos peixes teleósteos. Outros tipos, como o *ganóide*, em forma de placa rombóide, encontrado em esturjões, e o *placóide*, característico dos Elasmobrânquios (tubarões e raias), não podem ser utilizados no estudo do crescimento por não apresentarem anéis etários (Godoy, 1958).

O emprego de escamas para determinar a idade e crescimento em peixes demersais e pelágicos se baseia nos conceitos fundamentais estabelecidos por Hoffbauer (1898 *apud* Godoy, 1958), segundo os quais estas apresentam anéis ou marcas periódicas que são indicativas da idade do peixe e cujas espessuras são diretamente proporcionais aos incrementos no comprimento do peixe ocorridas entre idades consecutivas. Nas escamas, as zonas de crescimento rápido são representadas por escleritos mais longos, e as zonas de crescimento lento por escleritos estreitos, arranjados bem juntos, na forma de faixas ou anéis. O grau de correlação entre esses dois indicadores do ritmo de crescimento permite calcular o comprimento individual em idades passadas, aplicando-se as fórmulas de cálculo sobre tamanhos intermediários. Van Oosten (1929) estabeleceu que o comprimento do peixe e da escama mantêm uma correlação direta, e qualquer fator que afete a proporção do crescimento do corpo pode ser de uma significância relevante na formação do anel etário.

As melhores escamas para determinar a idade e o ritmo de crescimento se encontram na região subjacente à nadadeira peitoral. Em certas ocasiões os peixes

perdem as escamas, ocorrendo um processo de auto-reposição de uma nova escama, a qual passa a apresentar um foco regenerado, fato que a inutiliza para determinação da idade. As escamas regeneradas são reconhecidas facilmente pela irregularidade das estrias e ausência de anéis concêntricos ao redor do foco.

A escama é formada de três regiões: foco, área anterior e área posterior (Figura 5):

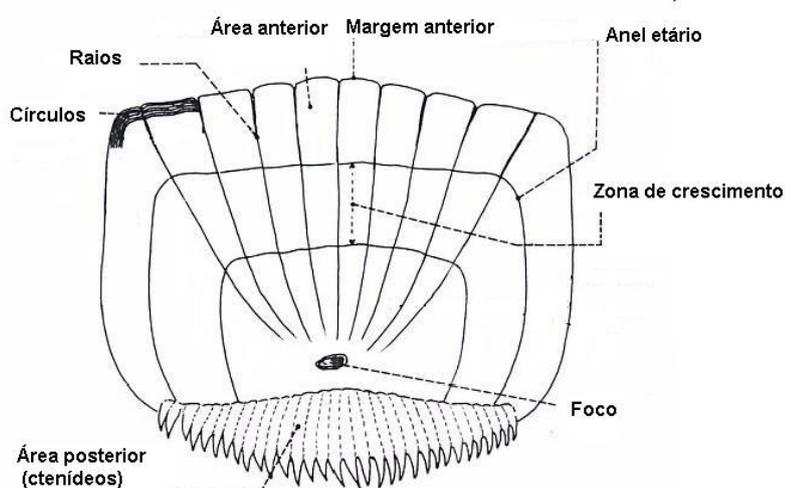


Figura 5- Desenho esquemático de uma escama mostrando suas principais regiões.

**Foco** - a zona inicial ou nuclear por ser a primeira parte que se origina na escama, a partir da qual se inicia o crescimento concêntrico ósseo. Nas escamas ciclóides e ctenóides se apresenta bem distinto, com forma circular ou oval, numa posição central.

**Área anterior** - é a zona compreendida desde o foco até a borda anterior, em contato direto com a derme, e se caracteriza pela presença de raios, que são fissuras, canalículos ou vales calcificados que se originam na borda anterior e geralmente convergem para o foco. Sua periferia é constituída por uma escleroproteína denominada nos peixes ósseos de hialodentina (Lagler, 1956) que,

por adição ou impregnação de sais inorgânicos de cálcio, faz com que a escama aumente de tamanho.

Do ponto de vista estrutural, a escama é formada por uma infinidade de *circulli*, pequenas cristas ou eixos circulares bem definidos que avançam desde a borda anterior em seqüências progressivas de crescimento e se manifestam até a superfície exposta da escama, em forma de linhas concêntricas. Estes aparecem como o resultado do processo de calcificação da escama, e são moldados pela pressão que produz a borda anterior, originando-se a partir de uma substância matriz, a escleroproteína, impregnada de sais inorgânicos.

**Área posterior** - É a zona livre ou exposta da escama, limitada na sua porção anterior pelo foco e a nível distal pela borda posterior. Sua morfologia e estrutura determinam a forma de convergência do *circulli* e, portanto, o grau de crescimento que essa região experimenta. Nas escamas ctenóides, a área posterior está formada pela disposição seriada de placas estratificadas, que geralmente terminam em denticulações denominadas de ctenídeos.

Na área anterior, existem duas formações básicas para o estudo da idade e crescimento: os anéis etários e as zonas de crescimento. Os anéis etários verdadeiros são marcas que correspondem a paradas periódicas no processo de desenvolvimento da escama, como resultado de fatores biológicos e ambientais. Devido a variações pontuais que afetem o ritmo de crescimento, por exemplo, parasitas, enfermidades ou migrações prolongadas, pode ocorrer o aparecimento de anéis falsos, os quais mantêm distâncias irregulares em relação ao foco e não constituem *circulli* completos.

As zonas de crescimento correspondem aos espaços entre anéis etários consecutivos que se formam como resultado do metabolismo do cálcio durante um período anual. Qualquer fenômeno que afete a velocidade do crescimento durante um certo período de tempo alterará o incremento normal desta zona. Na interpretação de escamas, os incrementos anuais se obtêm medindo os espaços de

separação resultantes, desde o foco até cada um dos anéis etários. Na região Sul do Brasil (Zona Subtropical), a periodicidade anual no crescimento da castanha, *Umbrina canosai*, foi evidenciada pela posição das modas de comprimento e grande proporção de escamas com baixos valores do incremento marginal, indicativos da formação recente do último anel etário (Haimovici & Reis 1984).

O mecanismo de formação das marcas anuais está relacionado com variações na temperatura, durante períodos alternados de crescimento relativamente rápido (primavera e verão) e lento (outono e inverno), nas regiões temperadas (Casselman, 1983; Campana, 2001). Em geral, quanto maiores forem as diferenças de temperatura entre estações do ano, mais marcadas são as zonas periódicas de crescimento. Nas latitudes tropicais, torna-se bem mais difícil utilizar estes métodos de determinação da idade para as espécies residentes devido ao fato de que o contraste entre estações do ano é bem menos pronunciado do que nas regiões temperadas. Heald & Graffiths (1967) determinaram que a sardinha, *Sardinella anchovia*, na Venezuela, muda de idade em janeiro–fevereiro, provavelmente devido à redução da temperatura e ocorrência de desova, com base nos valores modais da distribuição de frequência dos incrementos marginais da escama. A margem hialina em otólitos da serra, *Scomberomorus brasiliensis*, atinge seu mais baixo valor em março, mas aumenta rapidamente em seguida, indício de mudança da idade entre o primeiro e segundo trimestres (Ximenes, 1981), provavelmente condicionada à época de desova no primeiro trimestre (Gesteira & Mesquita, 1976).

Apesar da irregularidade de ocorrência estacional desses fatores, a metodologia baseada na identificação e medição dos anéis e zonas de crescimento, indicativos da idade, tem sido aplicada com sucesso a várias espécies das regiões tropical e subtropical do Brasil, como por exemplo, corvina, *Microponias furnieri* (Vazzoler, 1969); pargo, *Lutjanus purpureus* (Ximenes & Fonteles-Filho, 1988); camurupim, *Tarpon atlanticus* (Menezes & Paiva, 1966); namorado, *Pseudopercis numida* (Ximenes-Carvalho et al., 1997); sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis* (Vazzoler et al., 1982), cherne, *Epinephelus niveatus* (Ximenes-Carvalho et al., 1999).

A ocorrência de chuvas explica a periodicidade na desova coletiva e, provavelmente, determina a formação de anéis etários em espécies da Zona Tropical (regiões Norte e Nordeste). Dentre estas, podem ser citadas: cavala, *Scomberomorus cavalla*, serra, *S. brasiliensis*, e pargo, *Lutjanus purpureus*, com mudança de idade no segundo semestre (Ximenes *et al.* 1978; Ximenes, 1981;), biquara, *Haemulon plumieri*, e saporuna, *H. melanurum*, com mudança de idade no terceiro trimestre (Ximenes & Fonteles-Filho, 1995) e xira, *H. aurolineatum*, com mudança no primeiro trimestre (Ximenes, 1996).

Em especial com relação ao pargo, Menezes & Gesteira (1974) e Ivo & Hanson (1982) e Ximenes & Fonteles-Filho (*op. cit.*) mostraram que a mudança de idade entre o primeiro e segundo trimestres provavelmente está relacionada com a ocorrência da desova. No entanto, como sua primeira maturidade sexual ocorre quando os indivíduos têm quatro ou mais anos de idade, é provável que existam outras causas para explicar a formação de anéis etários na fase jovem. Dentre estas, destaca-se a redução do deságüe fluvial dos grandes rios do sistema amazônico na plataforma continental da região Norte, durante o primeiro trimestre, causando uma redução proporcional da disponibilidade de alimento para aqueles indivíduos.

Na Zona Subtropical do Brasil (regiões Sudeste e Sul), parece ocorrer um efeito combinado dos seguintes fatores: baixa temperatura da água, a maturação das gônadas e desova, e a diminuição da taxa de alimentação, com maior ênfase do primeiro em direção a latitudes mais baixas. Assim, explica-se a mudança de idade geralmente no quarto trimestre (primavera) com o aumento da temperatura após sua redução no terceiro trimestre (inverno) observada para as espécies namorado, *Pseudopersis numida*, batata, *Lopholatilus villarii*, cherne, *Epinephelus niveatus*, sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis*, castanha, *Umbrina canosai*, enchova, *Pomatomus saltatrix*, e cangulo-cinza, *Balistes capriscus*, segundo Ximenes-Carvalho *et al.* (1997, 1998 e 1999), Vazzoler *et al.* (1982), Haimovici & Reis (1984), Krug & Haimovici (1989) e Bernardes (2002).

A formação dos anéis etários está intimamente correlacionada com os eventos responsáveis por modificações periódicas na estrutura das coortes que, por sua vez, são deflagradas por fatores de estresse biológico (desova, escassez de alimento) e ambiental (temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido). Segundo Volpe (1959), a taxa de crescimento de *C. undecimalis* é maior nas fêmeas do que nos machos em todos os grupos-de-idade, sendo esta bastante elevada até o segundo ano de vida, tornando-se uniforme até o quinto ano de vida e diminuindo lentamente nos grupos seguintes.

Volpe (1959) e Thue *et al.* (1982) reportaram valores máximos da idade do robalo-flecha de sete e oito anos, respectivamente, para o estado da Flórida, Sudeste dos Estados Unidos. A idade máxima observada foi de 21 anos, nos litorais do Atlântico e do Golfo do México (Taylor *et al.*, 2000). As diferenças de idade entre esses estudos podem ser atribuídas às metodologias utilizadas: escamas, por Thue *et al.* (1982), otólitos completos por Volpe (1959), e otólitos seccionados por Taylor *et al.* (*op. cit.*). Os métodos de captura também foram diferentes: nos dois primeiros trabalhos, com linha-e-anzol, e no último com arrastão-de-praia. Os comprimentos zoológicos máximos observados (1.105 mm e 1.032 mm), para as costas do Atlântico e do Golfo (Taylor *et al.*, 2000), são maiores do que os previamente registrados por Volpe (1959), 970 mm e Thue *et al.* (1982), 950 mm. Essas diferenças podem ser resultantes tanto do efeito da variedade de aparelhos utilizados na captura quanto da influência menos rigorosa de medidas regulatórias coincidentes com o período de realização dessas pesquisas.

Thue *et al.* (1982) encontraram marcas anuais em escamas identificadas do tipo ctenóide em *C. undecimalis*. A mudança de idade ocorreu em março-maio e junho -agosto, aumentando regularmente até com pico em dezembro-fevereiro, indicando que a formação do anel ocorre na primavera. A idade dos peixes variou principalmente na faixa de 4 – 5 anos, sendo o indivíduo mais velho amostrado com 8 anos, com idade média de  $4,4 \pm 0,1$  anos. Os dados retrocalculados a partir dos anéis etários mostram que o robalo-flecha atinge seu maior crescimento nos primeiros dois anos de vida (650 mm) e, em seguida, o comprimento dos peixes

variou na faixa de 580-750 cm até a idade de sete anos. A equação de von Bertalanffy estimada para sexos separados foram: machos:  $L_t = 987 [1 - e^{-0,16(t+1,95)}]$  e fêmeas:  $L_t = 1173 [1 - e^{-0,12(t+2,72)}]$ ; e para sexos combinados:  $L_t = 1615 (1 - e^{-0,07(t+2,68)})$ .

Taylor *et al.* (2000), examinando as populações de robalo-flecha nos litorais leste e oeste da Flórida, estimaram a idade e crescimento através de otólitos inteiros e seccionados. Os anéis se formam uma vez por ano, geralmente durante o fim do inverno e começo da primavera. Os padrões mensais nos incrementos marginais também estão consistentes com a formação de um único anel anual, com base na ocorrência de margens mais estreitas em março-maio, e mais largas no fim do outono e início do inverno, com a formação do anel completando-se em junho. As equações de crescimento, em comprimento zoológico (mm) são as seguintes – costa leste:  $L_\infty = 989 (1 - e^{-0,235(t+0,0976)})$ ; costa oeste:  $L_\infty = 947 [1 - e^{-0,175(t+1,352)}]$ .

O robalo-flecha pode alcançar até 20 anos e comprimento zoológico (CZ) superior a 1.100 mm, mas várias informações até certo ponto conflitantes foram coletadas sobre este aspecto, segundo Volpe (1959), Thue *et al.* (1982) e Taylor *et al.* (2000 *apud* Muller *et al.*, 2001). Na costa do Atlântico, a fêmea com a idade máxima tinha 18 anos, mas o maior indivíduo, também uma fêmea com 1.105 mm de comprimento zoológico (CZ), tinha apenas 11 anos. Para a costa do Golfo do México, o indivíduo mais velho, uma fêmea, tinha 15 anos, e o maior (fêmea), com 1.032 mm CZ tinha apenas 10 anos de idade. O macho mais velho tinha 12 anos, com 810 mm CZ. As diferenças de idade entre esses estudos podem ser atribuídas as metodologias utilizadas, resultantes do aparelho de amostragem ou dos efeitos menos rigorosos de medidas regulatórias da pesca por ocasião das pesquisas mais antigas. Por exemplo, Thue *et al.* (1982) utilizaram escamas para determinação da idade, Volpe (1959), otólitos inteiros e Taylor *et al.* (2000), otólitos inteiros e seccionados.

## 4 - MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 - Amostragem e coleta de escamas

Os dados que servem de base para esta Dissertação foram obtidos por amostragem dos desembarques de pescado no Mercado de São Pedro (Niterói, Estado do Rio de Janeiro), efetuados pela frota comercial de barcos linheiros que atuam ao longo da costa de Cabo Frio (23º S). Como aparelhos-de-pesca foram utilizados anzóis de no. 15 com isca de camarão vivo, redes-de-espera com malhas de 25-30 mm de nó a nó e tarrafas, em águas rasas dos estuários. Os principais pesqueiros dos robalos, ao longo da costa do Estado do Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil, são os seguintes: em frente à praia de Mauá (distrito de Magé); secundariamente em Campos (foz do rio Paraíba do Sul); e outros: Cabo Frio, Rio das Ostras, Baía da Guanabara e Angra dos Reis.

O material coletado consiste de 264 exemplares, sendo 130 de *C. undecimalis* e 134 de *C. parallelus*, no período entre junho de 1999 e junho de 2000. De cada exemplar foram tomadas as seguintes medidas: comprimento total (cm), correspondente a distância entre a ponta da mandíbula inferior e a extremidade posterior da nadadeira caudal, e peso total (kg). As amplitudes de variação do comprimento total foram 33,2 – 78,9 cm (*C. undecimalis*), e 29,5 – 57,3 cm (*C. parallelus*). Com auxílio de uma pinça, as escamas foram extraídas da região axial da nadadeira peitoral, onde estas se encontram em melhor condição devido à proteção contra traumatismos, com elevada simetria e baixo percentual de regeneração. Para posterior identificação do indivíduo a que pertencem, estas foram acondicionadas em envelopes de papel com as seguintes informações: nome vulgar da espécie, comprimento total, peso total, e data e local da pescaria.

### 4.2 – Procedimentos de laboratório :

**4.2.1 - Tratamento das escamas** – escolheu-se 10 escamas, as quais foram submetidas a tratamento com água corrente, solução de hidróxido de potássio(KOH)

a 4%, álcool, e fenol a 10 %, para evitar o desenvolvimento de fungos, segundo a técnica descrita por Vazzoler (1981). Após a seleção de três escamas para leitura, em função da nitidez do foco, estas foram montadas entre duas lâminas de vidro, fixadas as extremidades, e devidamente etiquetadas.

**4.2.2 - Leitura das escamas** - a identificação dos anéis etários foi realizada em tela de um Projetor de escamas marca Eberbach, modelo 2700 com ocular de 40X, onde com o auxílio de uma régua, pertencente ao equipamento, foi realizada a medição para cada escama: raio total, compreendido desde o foco até o bordo anterior da escama, e zonas de crescimento, desde o foco até o extremo de cada anel, sendo os valores transformadas em milímetros (Figura 6). Posteriormente, as escamas foram submetidas a duas leituras, descartando-se aquelas com contagem dos anéis não coincidentes; quando não havia coincidência, eram observadas novamente e, em caso de nova discordância, as escamas eram consideradas ilegíveis. Para aplicação correta do método de leitura, as escamas devem ser eliminadas quando apresentam anormalidades ou alterações estruturais, tais como a aparição de dois focos ou a manifestação de processos regenerativos quando o foco se apresenta distorcido. ou se observa uma área central irregular desprovida de círculos concêntricos.



Figura 6- Visualização da técnica de identificação e medição dos anéis etários das escamas

### 4.3 - Análise dos dados

A análise foi feita para machos e fêmeas em conjunto, por impossibilidade de identificação do sexo pelo fato de os peixes serem comercializados sob a forma inteira (não-eviscerada) e não apresentarem caracteres sexuais externos. A utilização das marcas de crescimento para determinação da idade e, portanto da taxa de crescimento, exige o cumprimento de duas premissas básicas: proporcionalidade nos padrões de crescimento da escama e do peixe e periodicidade na formação dos anéis etários.

#### 4.3.1 - Proporcionalidade no crescimento da estrutura

O número de anéis ou zonas existentes na estrutura escolhida indica a idade relativa do indivíduo no momento da captura e, juntamente com seu comprimento, fornece os dados para o estudo do crescimento. No entanto, depender-se apenas da idade do indivíduo apresenta dois problemas: (a) haveria necessidade de uma amostra muito grande para se obter representação de todas as idades em número suficiente para aplicação da metodologia; (b) os indivíduos jovens, não sujeitos a captura seriam bastante subestimados na amostra, acarretando a ocorrência de vícios na estimação do comprimento médio em cada idade. Estes podem ser resolvidos através do retrocálculo do comprimento médio correspondente a cada idade, considerando-se que exista uma proporcionalidade entre os tamanhos da estrutura e do indivíduo, de modo que :

$$\frac{L'}{S'} = \frac{L}{S} \quad \text{ou} \quad L' = \frac{S' \cdot L}{S} \quad (1)$$

Onde:

L' = comprimento do peixe no momento da formação do anel;

S' = distância entre o foco da estrutura e cada anel;

S = comprimento da estrutura;

L = comprimento do peixe examinado.

No entanto, como não se pode garantir uma isometria ao longo de toda a amplitude da variável, isto significa que a fórmula simples do retrocálculo (Equação 1) deve ser modificada para corrigir os vícios decorrentes do fenômeno de Lee (1920), introduzindo-se um fator de correção representado pelo coeficiente linear (**a**) da regressão  $L = a + bS$ , segundo a equação:

$$L' = \frac{S' (L - a)}{S} + a \quad (2)$$

Para a correta determinação do número de anéis, deve-se procurar eliminar a subjetividade na sua identificação através de leituras independentes por, no mínimo, duas pessoas. Após uma segunda revisão, deve-se descartar as estruturas ilegíveis e aquelas em que há discrepância persistente quanto ao número de anéis. Cada espécie tem uma estrutura que permite a determinação mais precisa da idade, mas pode-se adiantar que o otólito fornece leituras mais confiáveis dos grupos-de-idade mais velhos, enquanto as escamas fornecem melhor leitura dos grupos-de-idade mais jovens.

Com a aplicação desse procedimento a uma amostra com distribuição de frequência aproximadamente retangular, foram obtidos diversos valores do comprimento em cada grupo-de-idade, dos quais se estimou a média aritmética que vai representar o comprimento médio por idade a ser utilizado no ajuste da equação de crescimento.

#### **4.3.2 - Periodicidade na formação do anel**

O método mais preciso consiste na medição mensal da margem externa da escama após o último anel identificado, denominada de Incremento Marginal, partindo-se do pressuposto de que ocorre uma redução na largura da margem. Portanto, a redução brusca do incremento marginal significa que o último anel da escama foi completado e um novo passa a se formar, à medida que se aproxima a

época de mudança da idade. De acordo com Caldwell (1978), pode-se usar a seguinte fórmula para cálculo do incremento marginal (IM):

$$IM = \frac{R - r_n}{R - r_{n-1}} \quad (3)$$

Onde:

R = distância do foco à borda da estrutura;

$r_n$  = é a distância do foco ao último anel;

$r_{n-1}$  = distância do foco ao penúltimo anel.

Considerando-se  $\Delta t = 1$  ano, a relação Ford-Walford (Walford, 1946) a partir da regressão funcional de  $L_{t+1}$  sobre  $L_t$  que correlaciona os comprimentos do indivíduo em grupos-de-idade sucessivos, pode ser descrita pela equação:

$$L_{t+1} = L_{\infty} (1 - e^{-K}) + e^{-K} L_t \quad (4)$$

No ponto em que uma bissetriz intercepta a reta de regressão, registra-se a igualdade  $L_t = L_{t+1} = L_{\infty}$ , já que a taxa de crescimento de um peixe que atingiu seu tamanho máximo teórico é igual a zero. Desse modo, substituindo-se  $L_t$  e  $L_{t+1}$  por  $L_{\infty}$ , a equação 4 passa a ser representada simplesmente pela reta de regressão  $L_{\infty} = a + b L_{\infty}$  a partir da qual foram obtidas as estimativas:

$$L_{\infty} = \frac{a}{1 - b} \quad (5)$$

$$K = - \ln b \quad (6)$$

A idade  $t_0$  foi calculada pela fórmula (Gulland 1971):

$$t_0 = t + \frac{1}{K} \ln \left( \frac{L_{\infty} - L_t}{L_t} \right) \quad (7)$$

As estimativas obtidas a partir das Equações 5, 6 e 7 representam os parâmetros da equação de crescimento em comprimento (cm) desenvolvida por Bertalanffy (1938), segundo a equação seguinte:

$$L_t = L_\infty [ 1 - e^{-K(t-t_0)} ] \quad (8)$$

Onde:

$L_t$  = comprimento na idade  $t$ ;

$L_\infty$  = comprimento máximo teórico;

$K$  = coeficiente de crescimento;

$t_0$  = idade teórica para ajuste da curva de crescimento na origem.

A expectativa de vida foi determinada através da fórmula:  $t_{\max} = (2,995/K) + t_0$ .

A equação de crescimento em peso (kg) é dada pela fórmula:

$$W_t = W_\infty [1 - e^{-K(t-t_0)}]^b \quad (9)$$

substituindo-se o valor de  $L_\infty$  pelo do peso máximo teórico ( $W_\infty$ ) e elevando-se o segundo termo ao coeficiente angular ( $b$ ) da regressão peso/comprimento, estimado através da equação potencial  $W = A.X^b$ , ajustada por transformação logarítmica que resultou em :

$$\ln W = \ln A + b \ln L \quad (10)$$

O coeficiente de mortalidade natural ( $M$ ) foi determinado a partir da seguinte fórmula (Pauly, 1983):

$$\log M = - 0,0066 - 0,279 \log L_\infty + 0,6543 \log K + 0,4627 \log T \quad (11)$$

Onde:

$T$  = temperatura média do habitat, em ° C .

Este parâmetro foi utilizado para determinar sua relação com o coeficiente de crescimento, através da razão  $M/K$ , que tem por objetivo identificar a posição da espécie na cadeia alimentar (Cushing, 1968).

Para comparação dos parâmetros de crescimento das espécies cujas características ambientais são semelhantes foi aplicado o coeficiente de desempenho do crescimento ( $\phi'$ ) através da fórmula (Pauly & Munro 1984):

$$\phi' = \log K + 2 \log L_{\infty} \quad (12)$$

#### 4.4 – Análise estatística

A análise estatística da variação mensal do Incremento Marginal foi feita através do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, representado pela variável padronizada  $H$ , que tem distribuição aproximadamente igual à do  $\chi^2$ , com zona de rejeição unilateral e número de graus de liberdade,  $GL = k - 1$ , para  $k$  grupos. Desse modo, a tabela da distribuição teórica do  $\chi^2$  pode ser utilizada para se decidir sobre a aceitação ou rejeição da hipótese de nulidade, para um nível de significância  $\alpha = 0,05$ .

A fórmula de cálculo da estatística  $H$  é a seguinte:

$$H = \frac{\left( \frac{12}{N(N+1)} \sum_j \frac{R_j^2}{n_j} \right) - 3(N+1)}{1 - \frac{\sum T}{N^3 - N}} \quad (13)$$

Onde:

$k$  = número de tratamentos;

$n_j$  = número de repetições no tratamento  $j$ ;

$N$  = número de observações no conjunto dos tratamentos;

$R_j$  = soma dos postos no tratamento  $j$ ;

$T = t^3 - t$ ;

$t$  = número de observações em cada grupo de escores empatados;

$\Sigma T$  = somatório de todos os grupos com escores empatados.

Para aplicação desse teste, foi adotado o seguinte procedimento:

- Os valores do incremento marginal (escore), para cada mês (tratamento), foram ordenados em escala crescente, aos quais são atribuídos postos desde 1 até um valor máximo correspondente ao último dado da série ordinal (Apêndices A e B).
- O valor de  $R_j^2/n_j$  foi calculado para cada tratamento  $j$ , cujo somatório [ $\Sigma (R_j^2/n_j)$ ] foi introduzido na Equação 12.
- Em caso de repetição do escore, foi calculada a média dos números dos postos correspondentes aos valores iguais, passando esta a representar a posição dos postos originais.

A hipótese de nulidade,  $H_0$  designa a igualdade entre os incrementos marginais referentes aos doze tratamentos (meses). No caso de rejeição dessa hipótese, as médias dos somatórios dos postos ( $\bar{R}$ ) em cada tratamento passam a ser comparadas consecutivamente, duas a duas, através do teste de Dunn, cuja variável padronizada  $Q$  é estimada pela fórmula:

$$Q = \frac{\bar{R}_j - \bar{R}_i}{SE} \quad (14)$$

A estimação do erro padrão da diferença entre médias (SE) é feita através da seguinte equação:

$$SE = \frac{N(N+1)}{12} - \frac{\Sigma T}{12(N-1)} - \frac{1}{n_j} + \frac{1}{n_i} \quad (15)$$

Onde:

$R_j$  = total de postos no tratamento  $j$ ;

$R_j = R_j/n_j$ ;

$R_i$  = total de postos no tratamento consecutivo  $i$ ;

$R_i = R_i/n_i$ ;

SE = erro padrão da diferença entre “médias”;

$n_j$  = número de observações no tratamento  $j$ ;

$n_i$  = número de observações no tratamento  $i$ ;

$N$  = número total de observações.

O cálculo do valor crítico de  $Q$  considera a ocorrência de  $GL = k - 1$ , sendo  $k =$  número de tratamentos consecutivos; portanto,  $GL = 2 - 1 = 1$ , para um nível de significância  $\alpha = 0,05$ .

Tendo em vista que a Equação 4 pode ser ajustada a uma regressão do tipo  $Y = a + bX$ , em que o coeficiente de crescimento é proporcional ao coeficiente angular ( $b$ ) dessa regressão, pois  $K = - \ln b$ . Portanto, para avaliar se as duas espécies apresentam taxas de crescimento estatisticamente diferentes, foi utilizado o teste  $t$  aplicado à comparação de dois coeficientes angulares ( $b$ ), estes representando a regressão entre os comprimentos médios retrocalculados para grupos-de-idade sucessivos,  $L_t$  e  $L_{t+1}$ .

Atribuindo-se ao robalo-flecha e ao robalo-peva os números 1 e 2, a análise estatística apresenta o seguinte desenvolvimento:

Hipótese  $H_0$ :  $b_1 = b_2$

Hipótese  $H_a$ :  $b_1 \neq b_2$

$$t = \frac{b_1 - b_2}{S(b_1 - b_2)}$$

(16)

$$S_{(b1 - b2)} = \frac{(s^2_{xy})_p}{(Sxx)_1} + \frac{(s^2_{xy})_p}{(Sxx)_2} \quad (17)$$

$$(s^2_{xy})_p = \frac{(SQ \text{ residual})_1 + (SQ \text{ residual})_2}{(GL \text{ residual})_1 + (GL \text{ residual})_2} \quad (18)$$

## 5- RESULTADOS

### 5.1- Validação e leitura das escamas

As escamas do robalo são do tipo ctenóide, de fina espessura e com os *circulli* dispostos em semicírculos paralelos em sua área anterior. Os anéis de crescimento marcam-se na área anterior como uma zona onde os *circulli* estão mais próximos entre si. Em alguns casos é possível a observação destes anéis também na área posterior das escamas, onde aparecem como interrupções nas fileiras de ctênios, do robalo-flecha (Figura 7a) e do robalo-peva (Figura 7b). Todos os anéis incompletos foram considerados falsos e utilizadas somente escamas com anéis simétricos e bem marcados, e excluindo-se aquelas que eram regeneradas. Para o estoque estudado, as escamas mostram uma estrutura adequada a este objetivo onde se observa claramente o foco, os anéis etários e as zonas de crescimento.

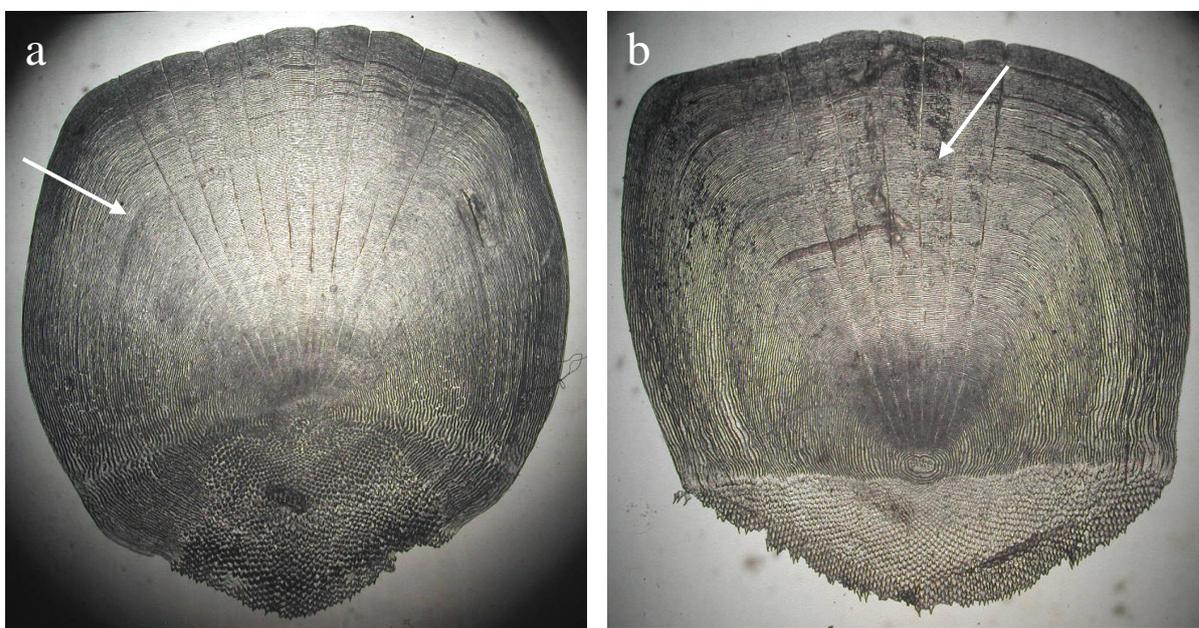


Figura 7- Fotos das escamas do robalo-flecha *Centropomus undecimalis* (a) e do robalo-peva *Centropomus parallelus* (b).

Os dados básicos relativos ao comprimento e idade das espécies estudadas apresentaram os seguintes valores: (a) robalo-flecha: indivíduos com tamanhos de 38,0 cm a 77,1 cm de comprimento total, cujos valores retrocalculados se distribuíram dentro da amplitude de 25,2 cm (grupo-de-idade I), registrado em 130 escamas, a 76,2 cm (grupo-de-idade XI), registrado em seis escamas; (b) robalo-peva: indivíduos com tamanhos de 31,6 cm a 55,2 cm de comprimento total, cujos valores retrocalculados se distribuíram dentro da amplitude de 25,1 cm (grupo de idade I), registrado em 134 escamas, a 54,0 cm (grupo- de- idade VII), registrado em seis escamas (Tabelas I e II).

As relações entre os comprimentos dos peixes (L), na faixa de 33,2 – 78,9 cm de comprimento total, e da escama (S), na faixa de 0,462 – 1,062 cm, para *C. undecimalis* e o (L) na faixa de 29,5 – 57,3 cm de comprimento total, e da escama (S), na faixa de 0,382 – 0,742 cm, para *C. parallelus* foram ajustadas através da seguintes equações de regressão (Figuras 8 e 9):

$$C. undecimalis : L = 2,104 + 69,9 S \quad (r = 0,968; P < 0,01)$$

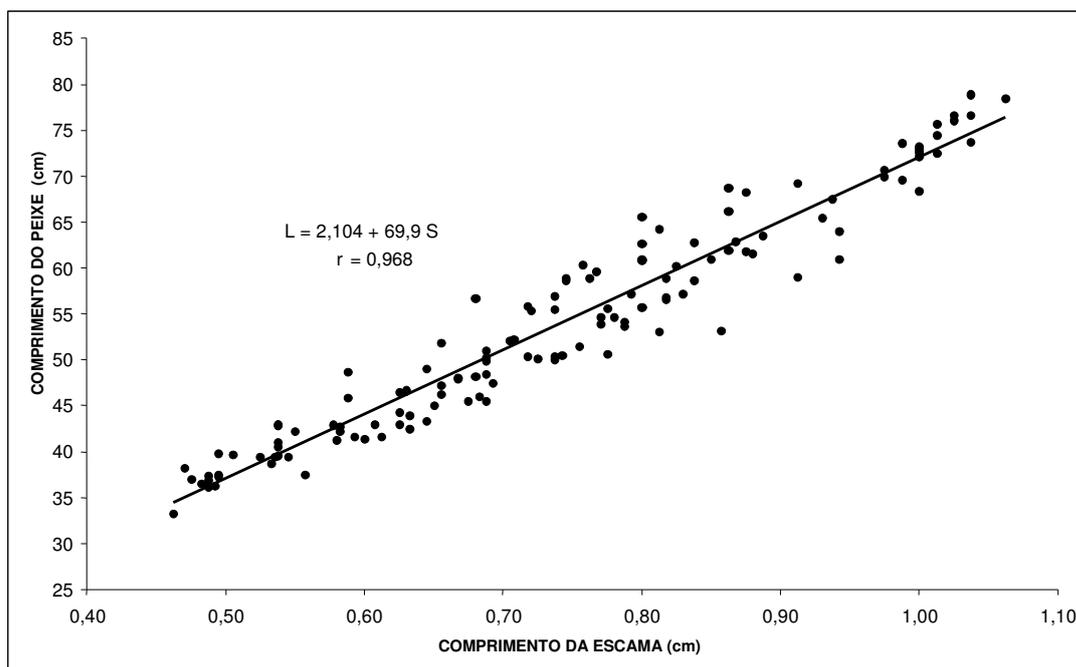
$$C. parallelus: L = 3,950 + 69,5 S \quad (r = 0,920 ; P < 0,01).$$

Tabela I – Valores retrocalculados do comprimento total do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*, por grupo-de-idade, no Sudeste do Brasil.

Grupo- de- Idade (ano)	Comp. total (cm)	N	Comprimento retrocalculado por grupo-de-idade (cm)														
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI				
II	38,0	18	25,4	35,1													
III	42,9	12	25,5	34,8	40,7												
IV	44,9	18	24,6	32,9	38,4	43,3											
V	51,4	18	25,4	34,4	40,5	45,7	49,7										
VI	55,4	17	25,3	34,2	41,0	46,3	50,7	54,2									
VII	60,5	17	25,1	34,4	41,4	47,3	52,3	56,3	59,2								
VIII	64,5	12	24,9	34,0	40,9	46,5	51,7	56,3	60,4	63,2							
IX	71,7	6	25,7	35,3	42,8	49,4	55,1	60,2	65,0	68,2	70,1						
X	73,0	6	25,1	34,0	40,8	46,8	51,9	56,9	61,2	65,6	68,9	72,2					
XI	77,1	6	26,3	36,1	43,2	49,5	55,1	59,8	64,7	68,8	72,0	74,5	76,2				
Comprimento médio (cm)			25,2	34,4	40,7	46,3	51,7	56,5	61,2	65,8	70,3	73,4	76,2				
Incremento marginal (cm)			-	9,2	6,3	5,6	5,4	4,8	4,7	4,6	4,5	3,1	2,8				
Número de indivíduos			130	130	112	100	82	64	47	30	18	12	6				

Tabela II – Valores retrocalculados do comprimento total do robalo-peva *Centropomus parallelus*, por grupo-de-idade, no Sudeste do Brasil.

Grupo-de-Idade (ano)	Comprimento total (cm)	N	Comprimento retrocalculado por grupo-de-idade (cm)						
			I	II	III	IV	V	VI	VII
I	31,6	5	26,1						
II	35,6	21	25,7	33,5					
III	39,1	24	24,2	31,9	37,3				
IV	44,3	30	25,1	32,9	38,7	42,7			
V	48,6	29	25,2	32,8	38,9	43,6	47,2		
VI	51,3	19	24,8	32,2	38,3	43,2	47,3	50,3	
VII	55,2	6	25,3	33,0	39,4	44,6	49,2	52,2	54,0
Comprimento médio (cm)			25,1	32,7	38,4	43,3	47,4	50,7	54,0
Incremento marginal (cm)				7,6	5,7	4,9	4,1	3,3	3,3
Número de indivíduos			134	129	108	84	54	25	6



Figuras 8 – Reta de regressão entre o comprimento do peixe e o comprimento da escama do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*.

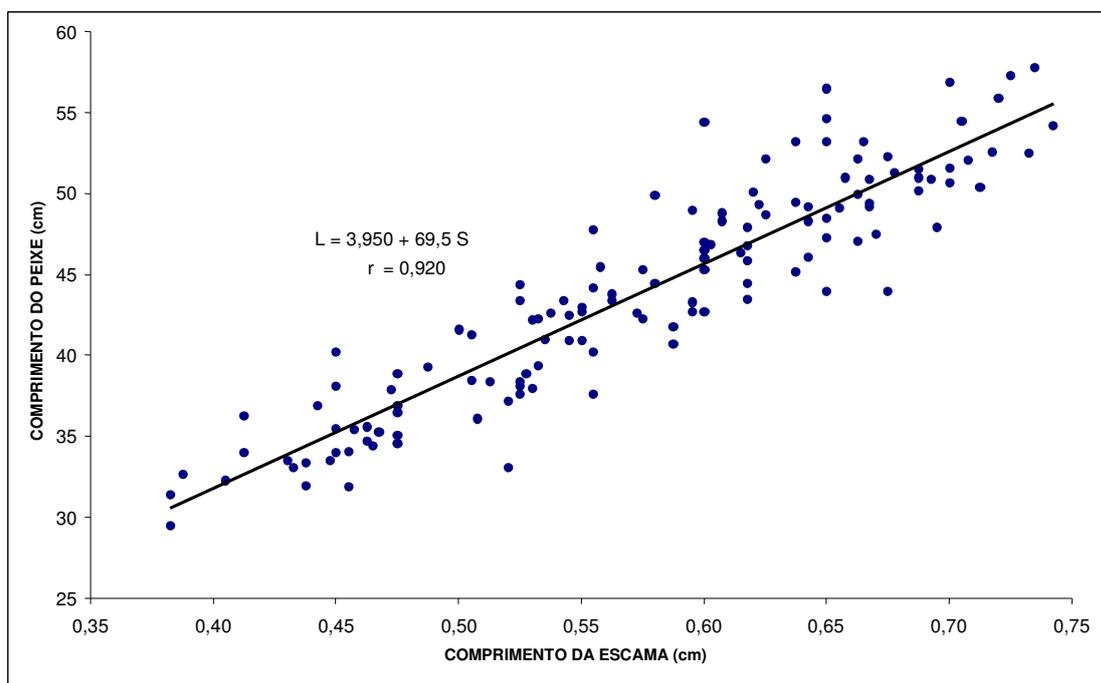


Figura 9 – Reta de regressão entre o comprimento do peixe e o comprimento da escama do robalo-peva, *Centropomus parallelus*.

A elevada significância estatística da correlação entre **L** e **S** satisfaz plenamente a premissa básica de isometria que deve existir entre as taxas de crescimento do peixe e da escama. No entanto, tendo-se obtido valores positivos de  $a = 2,104$  (*C. undecimalis*), e  $a = 3,950$  (*C. parallelus*), a escama tende a ser relativamente maior em peixes de maior porte, fazendo com que a razão  $L/S$  (Equação 1) decresça em função do comprimento individual. Isto foi também confirmado pela ocorrência de isometria para o robalo-flecha ( $b = 0,994$ ) e ligeira alometria negativa para o robalo-peva ( $b = 0,951$ ), obtidos através da logaritmização entre os comprimentos da escama e do peixe, pela equação:  $\ln S = \ln A + b \ln L$ . Portanto, a tendência de subestimação do comprimento médio ( $L_1$ ) do grupo-de-idade I, causada pelo fenômeno descrito por Lee (1920), foi corrigida através da utilização da Equação 2. Por exemplo, para o *C. undecimalis* as estimativas de  $L_1$  a partir de indivíduos com 36,1 cm (escamas com dois anéis etários) e 78,9 cm (escamas com onze anéis etários) foram, respectivamente, 22,2 cm e 24,7 cm

(valores não - corrigidos) e 23,0 cm e 26,2 cm (valores corrigidos), com vícios negativos de cálculo correspondentes a 3,6% e 6,1%. Para *C. parallelus*, as estimativas de  $L_1$  a partir de indivíduos com 34,0 cm (escamas com dois anéis etários) e 54,2m (escamas com sete anéis etários) foram, respectivamente, 24,6 cm e 22,8 cm (valores não-corrigidos) e 25,7 cm e 25,1 cm (valores corrigidos), com vícios negativos de cálculo correspondentes a 4,5% e 10,1%. Esses dados confirmam o aumento do vício numa proporção direta com o tamanho e idade do indivíduo, para as duas espécies, sendo que no robalo-peva este foi maior do que no robalo-flecha, provavelmente devido ao maior valor do coeficiente linear da regressão comprimento do peixe/comprimento da escama.

O processo de eliminação do fenômeno de Lee pode também ser avaliado através da análise da Figura 10, onde se observa que os comprimentos do *C. undecimalis*, principalmente nos grupos-de-idade iniciais se mantiveram estáveis para indivíduos com comprimento na captura até 77,1 cm de comprimento total, ocorrendo uma provável sobrestimação em valores maiores, e através da Figura 11, onde se observa que os comprimentos do *C. parallelus* nos diversos grupos-de-idade se mantiveram estáveis para indivíduos com comprimento na captura até 52,1 cm de comprimento total, ocorrendo uma sobrestimação em valores maiores. Tendo em vista que o número de escamas examinadas se reduz bastante para indivíduos de maior porte, pode-se atribuir esse comportamento anômalo ao aumento do vício amostral devido ao pequeno número de observações.

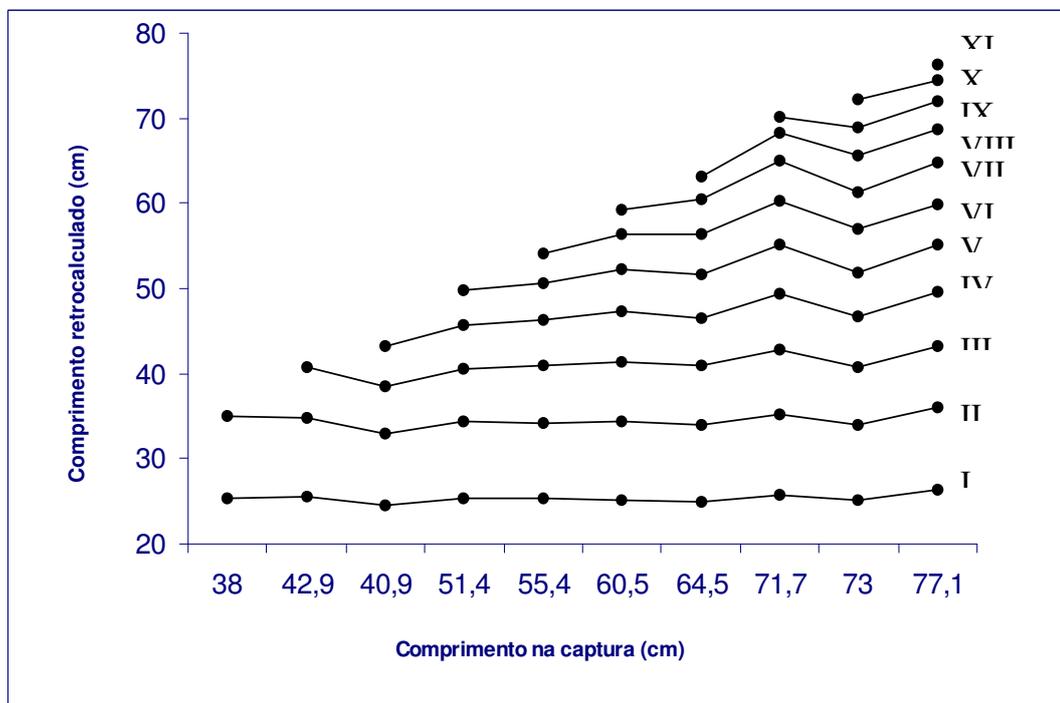


Figura 10 - Variação do comprimento médio do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*, por grupo-de-idade, retrocalculado em função do comprimento na captura.

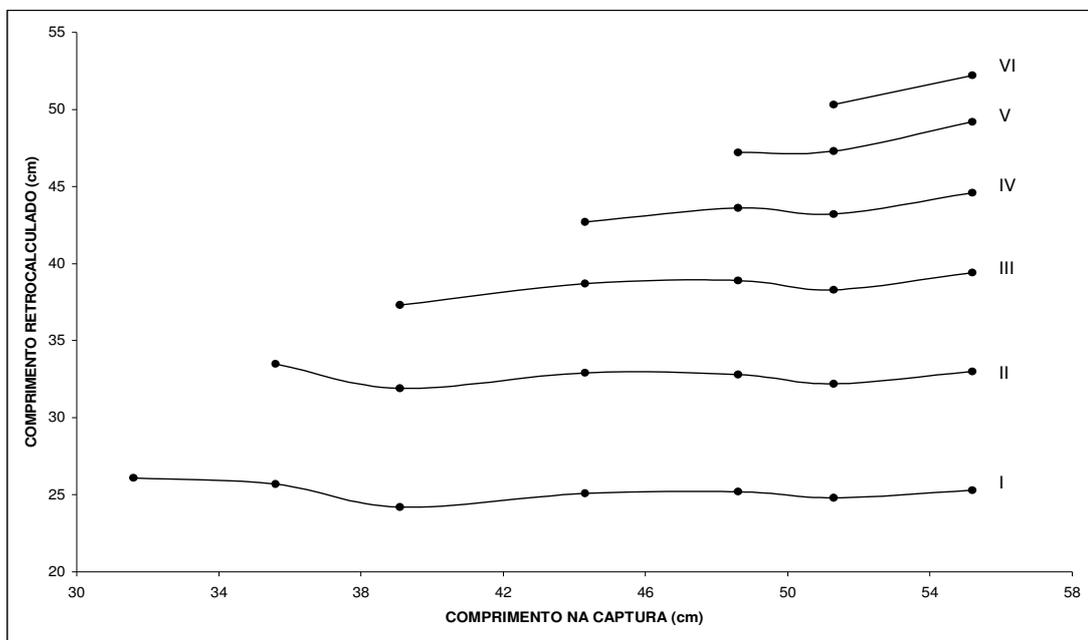


Figura 11 – Variação do comprimento médio do robalo-peva, *Centropomus parallelus*, por grupo-de-idade, retrocalculado em função do comprimento na captura.

## 5.2- Periodicidade na formação dos anéis etários

A análise das tendências de variação mensal do incremento marginal (IM), para as duas espécies, apresentou o seguinte comportamento:

(1) *C. undecimalis*: o valor de IM foi muito elevado no mês de novembro, decresceu rapidamente nos meses seguintes até março-maio e, em seguida, iniciou uma tendência de crescimento entre junho e outubro (Figura 12). Com base no teste de Kruskal-Wallis não se registrou diferença estatística entre os valores mensais do incremento marginal ( $H = 7,496$ ;  $P > 0,05$ ) para nenhum par de valores sucessivos. No entanto, pela análise do diagrama de dispersão dos dados, pode-se ainda aceitar que o valor mínimo de IM atingido em março e seu aumento no período abril-junho é uma indicação suficientemente forte da ocorrência de periodicidade na formação dos anéis etários do robalo-flecha e, portanto, definição de uma “data de aniversário”.

(2) *C. parallelus*: o valor de IM mostrou-se bastante estável nos meses de novembro a junho, com ligeira tendência crescente, ocorrendo uma queda brusca no mês de julho, e com uma segunda fase de crescimento nos meses de agosto-outubro (Figura 13). Com base no teste de Kruskal-Wallis registrou-se diferença estatisticamente significativa entre valores mensais do incremento marginal ( $H = 20,779$ ;  $P < 0,05$ ), sendo que o teste de Dunn, empregado para efetuar a discriminação dos postos equivalentes à diferença entre dois valores consecutivos de IM, confirmou a significância dessa diferença no par de meses sucessivos junho-julho ( $Q = 3,914$ ;  $P < 0,05$ ), segundo a Tabela III.

A interpretação dessas informações se baseia na estratégia de crescimento da escama, pela qual os *circulli* concorrentes vão sendo acrescentados à zona de crescimento até esta atingir seu máximo num instante imediatamente anterior à formação do próximo anel, após o qual inicia um novo ciclo de crescimento até o anel seguinte, e assim sucessivamente. Portanto, por esse raciocínio, pode-se concluir que a “data de aniversário” do robalo-flecha e do robalo-peva, corresponde aos períodos mensais de abril-junho e agosto-outubro, respectivamente.

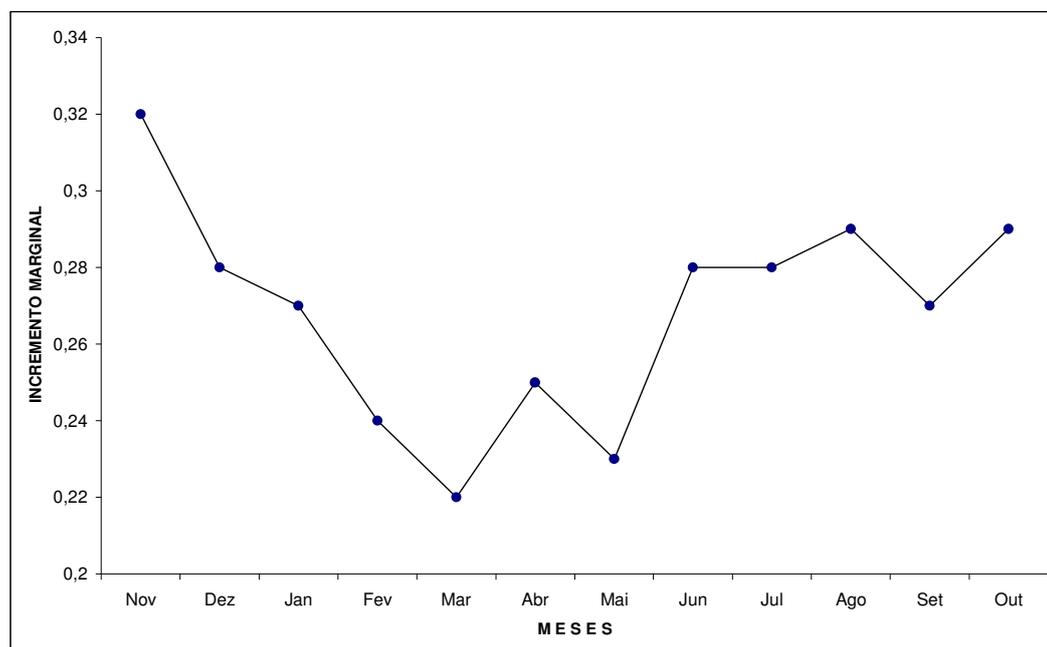


Figura 12 - Variação mensal do incremento marginal no último anel de escamas do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*.

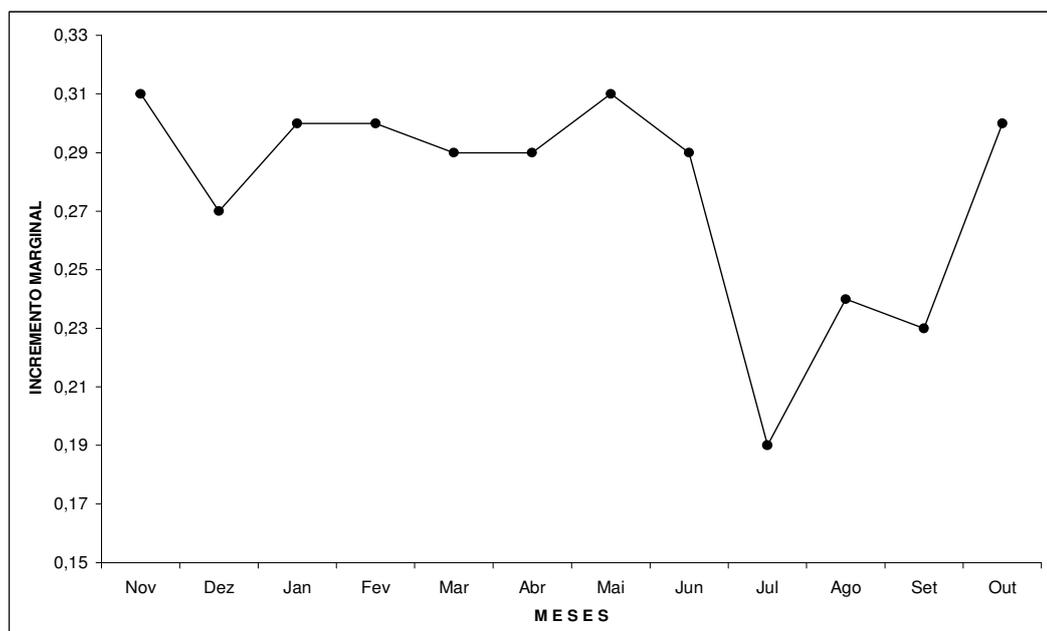


Figura 13 - Variação mensal do incremento marginal no último anel de escamas do robalo-peva, *Centropomus parallelus*.

Tabela III - Teste de comparação do valor mensal do incremento marginal do robalo-peva, *Centropomus parallelus*, pelo teste discriminatório de Kruskal-Wallis.

Meses	Valor de IM		Diferença entre postos	Valor de Q
	Escore	Posto		
Junho	0,29	74,0		
Julho	0,19	36,6	37,3	3,914*
Agosto	0,24	55,6	19,0	1,426 n.s
Setembro	0,23	53,7	1,9	0,142 n.s
Outubro	0,30	72,4	18,7	1,494 n.s
Novembro	0,31	81,1	8,7	0,673 n.s
Dezembro	0,27	69,3	11,8	0,925 n.s
Janeiro	0,30	82,8	13,5	0,490 n.s
Fevereiro	0,30	87,5	4,8	0,105 n.s
Março	0,29	75,6	11,9	0,287 n.s
Abril	0,29	75,3	0,30	0,013 n.s
Maio	0,31	86,0	10,7	0,431 n.s

**Observação:** \* = significativa ao nível de  $\alpha = 0,05$ ; n.s = não-significante ao nível de  $\alpha = 0,05$ .

### 5.3- Ajuste do modelo de von Bertalanffy

As taxas absolutas de crescimento entre grupos de anéis etários variaram de 9,2 cm, entre I e II anos, a 2,8 cm, entre X e XI anos( robalo-flecha), e de 7,6 cm, entre I e II anos, a 3,3 cm, entre VI e VII anos( robalo-peva), com tendências decrescentes ao longo da estrutura etária. Este padrão de variação comprova a desaceleração do crescimento numa proporção direta com a idade e, portanto, a pertinência do emprego da relação Ford-Walford (Equação 4) para o cálculo da equação de

crescimento através do ajuste de uma regressão linear aos valores do comprimento em grupos-de-idade anuais sucessivos (Figura 14), que resultou nas seguintes equações:

$$C. undecimalis: L_{t+1} = 10,62 + 0,895 L_t \quad (r = 0,999; P < 0,01)$$

$$C. parallelus: L_{t+1} = 11,50 + 0,830 L_t \quad (r = 0,999; P < 0,01)$$

Os coeficientes **a** e **b** foram introduzidos nas Equações 5 e 6 para estimação dos parâmetros  $L_\infty$  e **K** da equação de crescimento em comprimento total, com os seguintes resultados para *C. undecimalis*:  $L_\infty = 101,1$  cm e  $K = 0,112$ ; e para *C. parallelus*:  $L_\infty = 67,9$  e  $K = 0,187$ . Os valores de  $t_0 = -2,59$  anos e  $t_0 = -2,48$  anos, respectivamente, obtidos com introdução desses parâmetros na Equação 7, indicam a provável ocorrência de longos períodos embrionário e larval, com conseqüente retardamento na formação das escamas nos alevinos.

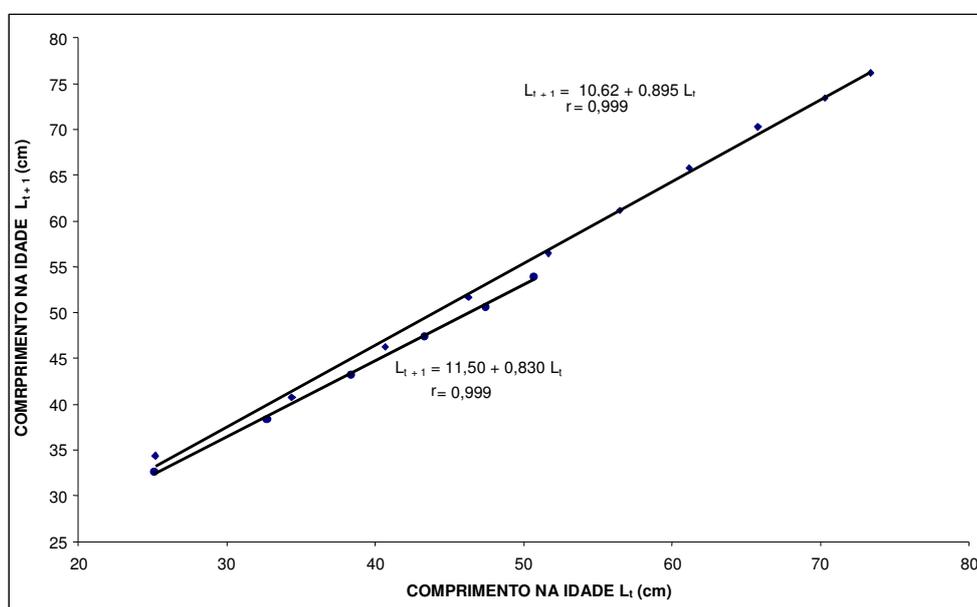


Figura 14 – Retas de regressão da relação Ford-Walford para as espécies robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*, robalo-peva, *Centropomus parallelus*, no Sudeste do Brasil.

Tabela IV – Valores médios do comprimento total e taxas absoluta e relativa de crescimento do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*, por grupo-de-idade, no Sudeste do Brasil.

Grupo-de Idade(ano)	Idade média(ano)	Comprimento total (cm)	Taxa de crescimento	
			(cm/ano)	(%/ano)
0	0,5	5,5		
I	1,5	15,6	10,1	184,0
II	2,5	24,7	9,1	57,9
III	3,5	32,8	8,1	32,8
IV	4,5	40,0	7,2	22,1
V	5,5	46,5	6,5	16,2
VI	6,5	52,3	5,8	12,4
VII	7,5	57,5	5,2	9,9
VIII	8,5	62,1	4,6	8,0
IX	9,5	66,2	4,1	6,7
X	10,5	69,9	3,7	5,6
XI	11,5	73,2	3,3	4,7
XII	12,5	76,2	3,0	4,0
XIII	13,5	78,8	2,6	3,5
XIV	14,5	81,2	2,4	3,0
XV	15,5	83,3	2,1	2,6
XVI	16,5	85,2	1,9	2,3
XVII	17,5	86,9	1,7	2,0
XVIII	18,5	88,4	1,5	1,7
XIX	19,5	89,7	1,3	1,5
XX	20,5	90,9	1,2	1,3
XXI	21,5	92,0	1,1	1,2
XXII	22,5	93,0	1,0	1,0
XXIII	23,5	93,8	0,9	0,9
XXIV	24,5	94,6	0,8	0,8
XXV	25,5	95,3	0,7	0,7
XXVI	26,5	95,9	0,6	0,6
XXVII	27,5	96,5	0,6	0,6
XXVIII	28,5	96,9	0,5	0,5
XXIX	29,5	97,4	0,4	0,5
XXX	30,5	97,8	0,4	0,4

Tabela V – Valores médios do comprimento total e taxas absoluta e relativa de crescimento do robalo-peva, *Centropomus parallelus*, por grupo-de-idade, no Sudeste do Brasil.

Grupo-de idade(ano)	Idade média(ano)	Comprimento total (cm)	Cresciment	
			Taxa de (cm/ano)	o (%/ano)
0	0,5	6,1		
I	1,5	16,6	10,5	174,0
II	2,5	25,4	8,7	52,7
III	3,5	32,6	7,3	28,6
IV	4,5	38,6	6,0	18,5
V	5,5	43,6	5,0	12,9
VI	6,5	47,8	4,1	9,5
VII	7,5	51,2	3,4	7,2
VIII	8,5	54,0	2,8	5,6
IX	9,5	56,4	2,4	4,4
X	10,5	58,4	2,0	3,5
XI	11,5	60,0	1,6	2,8
XII	12,5	61,3	1,3	2,2
XIII	13,5	62,5	1,1	1,8
XIV	14,5	63,4	0,9	1,5
XV	15,5	64,2	0,8	1,2
XVI	16,5	64,8	0,6	1,0
XVII	17,5	65,3	0,5	0,8
XVIII	18,5	65,8	0,4	0,7
XIX	19,5	66,1	0,4	0,6
XX	20,5	66,4	0,3	0,5

As equações de crescimento em comprimento (cm) foram as seguintes:

$$C. undecimalis: L_t = 101,1 [ 1 - e^{-0,112 (t + 2,59)} ]$$

$$C. parallelus: L_t = 67,9 [ 1 - e^{-0,187 (t + 2,48)} ]$$

que resultaram nas curvas representadas pelas Figuras 15 e 16.

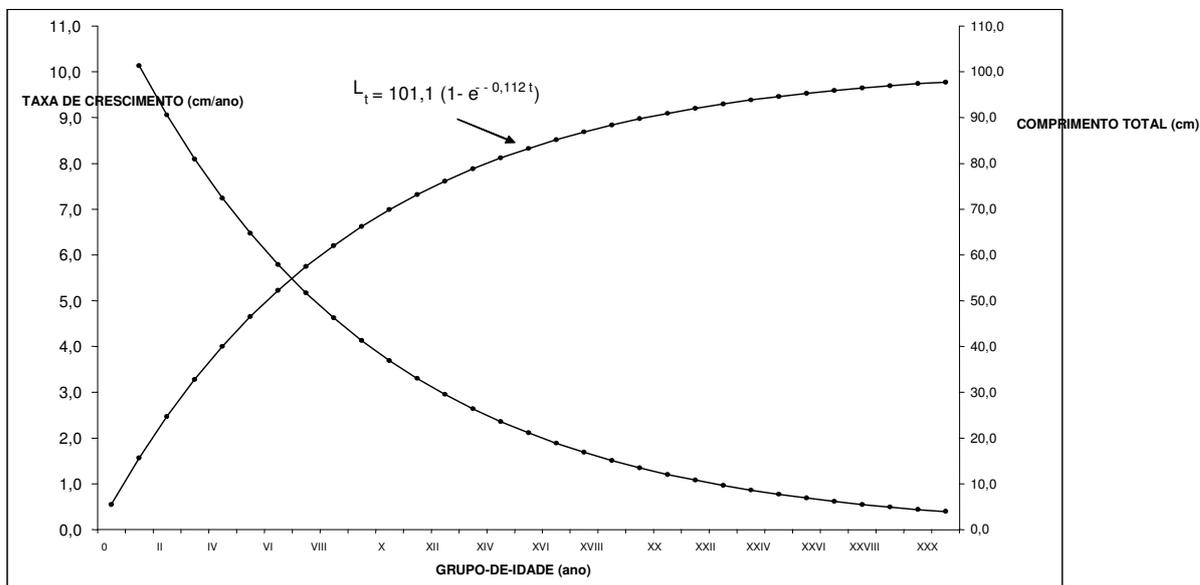


Figura 15 - Curvas de crescimento absoluto e relativo do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*, no Sudeste do Brasil.

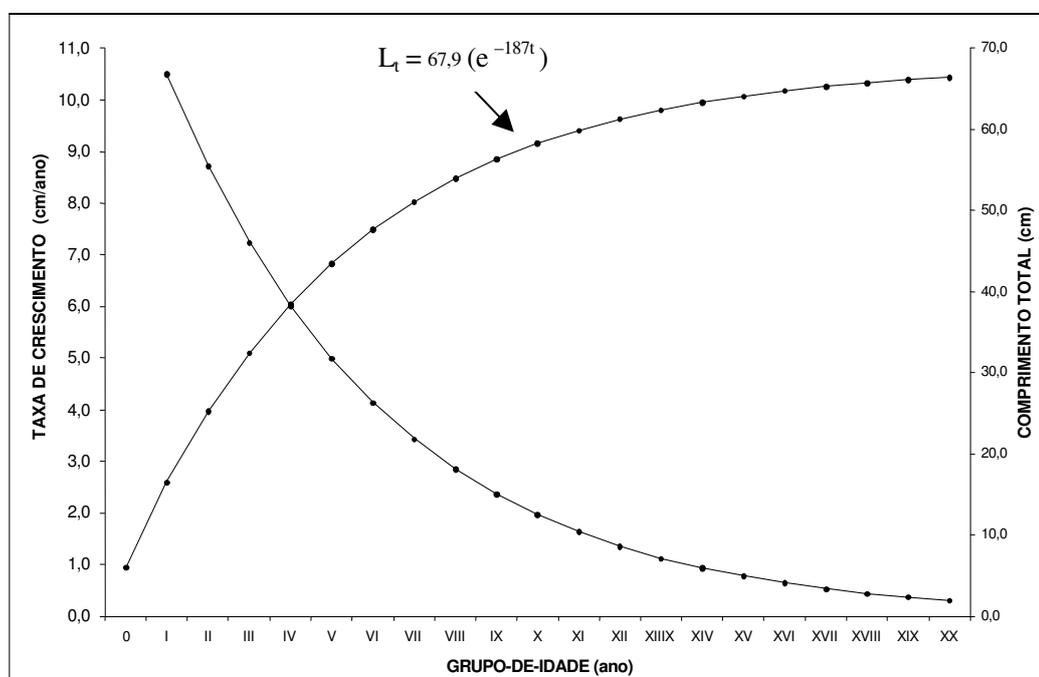


Figura 16 – Curvas de crescimento absoluto e relativo do robalo-peva, *Centropomus parallelus*, no Sudeste do Brasil.

Atribuindo-se valores médios a  $t$  nos grupos-de-idade 0 (0,5 ano) a XXX (30,5 anos), para o robalo-flecha, e nos grupos-de-idade 0 (0,5 ano) a XX (20,5 anos), para o robalo-peva foram determinados os respectivos comprimentos individuais. As taxas absoluta e relativa se comportaram de acordo com as seguintes tendências - (a) *C. undecimalis*: variando de 10,1 cm/ano e 184,0%/ano (entre os grupos-de-idade 0 e I) a 0,4 cm/ano e 0,4%/ano (entre os grupos-de-idade XXIX e XXX), respectivamente, com tendência decrescente ao longo da estrutura etária, tendendo para uma estabilização a partir de 14 anos de idade (Tabela IV; Figura 15); (b) *C. parallelus*: variando de 10,5 cm/ano e 174,0%/ano (entre os grupos-de-idade 0 e I) a 0,3 cm/ano e 0,5%/ano (entre os grupos-de-idade XIX e XX), com tendência decrescente ao longo da estrutura etária, tendendo para uma estabilização a partir de 11 anos de idade (Tabela V Figura 16).

A relação peso/comprimento foi representada pelas seguintes equações potenciais, ajustadas através de regressão logarítmica segundo a Equação 10, representadas pelas Figuras 17 e 18:

$$C. undecimalis: W = 0,00000298 L^{3,285} \quad (r = 0,993; P < 0,01)$$

$$C. parallelus: W = 0,00000542 L^{3,176} \quad (r = 0,986; P < 0,01)$$

Estas equações foram utilizadas para obtenção das equações de crescimento em peso (kg), transformando-se o comprimento máximo teórico em peso máximo teórico e elevando o segundo termo da equação ao coeficiente angular, com os seguintes resultados:

$$C. undecimalis: W_t = 11,4 [1 - e^{-0,112 (t + 2,59)}]^{3,285}$$

$$C. parallelus: W_t = 3,6 [1 - e^{-0,187 (t + 2,48)}]^{3,176}$$

Na amostragem, os valores máximos da idade do robalo-flecha e do robalo-peva foram, respectivamente, 11 anos e 7 anos, mas a partir das respectivas equações de crescimento, essas estimativas passam a ser 29,3 anos e 18,6 anos. O robalo-flecha confirma sua predominância de tamanho individual ( $L_{\infty} = 101,1$  cm e  $W_{\infty} = 11,4$  kg) sobre o robalo-peva ( $L_{\infty} = 67,9$  cm e  $W_{\infty} = 3,6$  kg), mas por outro lado, cresce mais rapidamente ( $K = 0,187$  contra  $K = 0,112$ ). Esses dados confirmam a teoria de que existe uma relação inversa entre o tamanho máximo teórico atingido por uma espécie e sua taxa de crescimento.

A comparação dos coeficientes de crescimento para as duas espécies, através do coeficiente angular da equação de regressão representativa da relação Ford-Walford, mostra que o robalo-peva cresce mais rapidamente do que o robalo-flecha, como o indica o valor estatisticamente significativo de  $t = 2,196$  ( $P < 0,05$ ) – ver Tabela VI. Por consequência, como resultado dessa diferença, e com base nos dados acima apresentados, o robalo-peva desenvolve uma atividade reprodutiva mais precoce do que o robalo-flecha pelo fato de ter um ritmo de crescimento mais acelerado.

Tabela VI – Avaliação estatística entre as taxas de crescimento das espécies robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*, e robalo-peva, *Centropomus parallelus*, através do coeficiente angular **b** da regressão Ford-Walford, no Sudeste do Brasil.

Estimativas	<i>C. undecimalis</i>	<i>C. parallelus</i>
Sxx	2.273,4	457,0
SQ residual	3,663	0,381
GL residual	8	4
$(s^2_{xy})_p$	0,3370	
$S_{b1 - b2}$	0,000886	
b	0,895	0,830
Valor de t	2,196 ( $P < 0,05$ )	

O coeficiente de mortalidade natural, calculado pela Equação 12, considerando-se que a temperatura ambiental seja  $T = 20^{\circ}\text{C}$ , apresentou valores de  $M = 0,259$  para *C. undecimalis* e de  $M = 0,406$  para *C. parallelus*. Os valores calculados para a razão  $M/K = 2,312$  (*C. undecimalis*) e  $M/K = 2,171$  (*C. parallelus*) indicam uma notável semelhança desse parâmetro entre as duas espécies, o que não deve gerar surpresa já que pertencem ao mesmo gênero e, obviamente, ao mesmo nível trófico.

Os valores do coeficiente de desempenho  $\phi' = 3,058$  (*C. undecimalis*) e  $\phi' = 2,936$  (*C. parallelus*) confirmam a adoção de uma estratégia de crescimento compatível com espécies de médio e grande portes, predadoras, que crescem lentamente devido ao elevado dispêndio de energia nos processos da alimentação e reprodução.

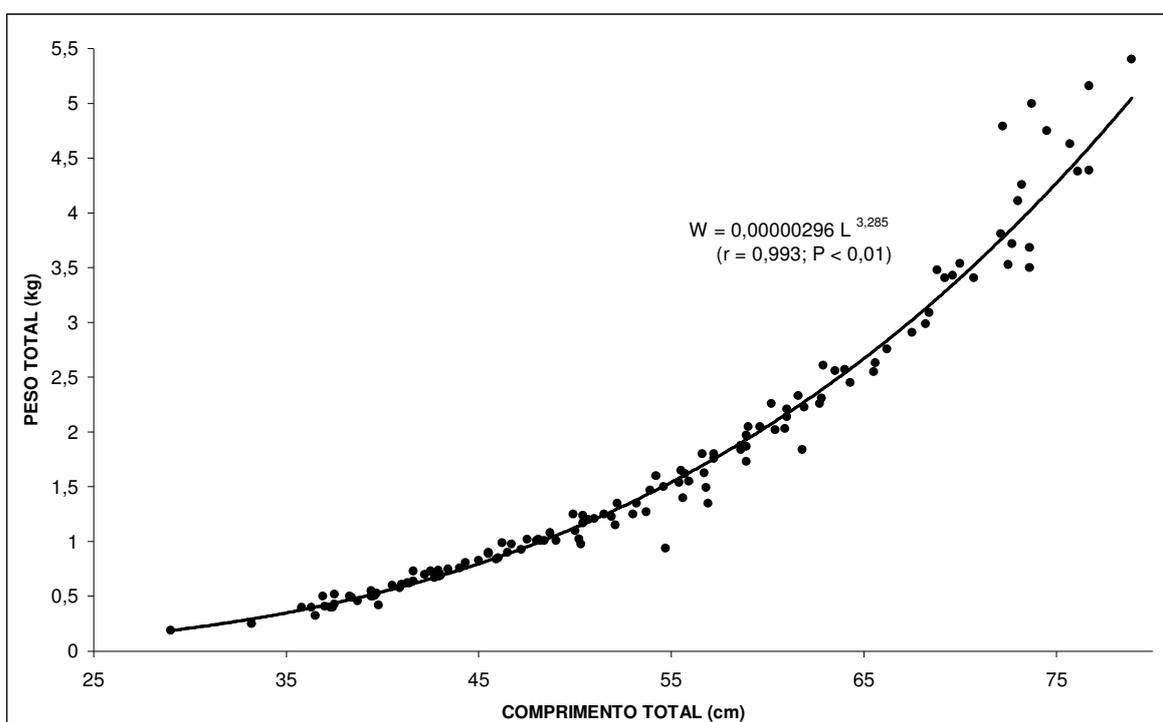


Figura 17 – Relação peso/comprimento do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*, no Sudeste do Brasil.

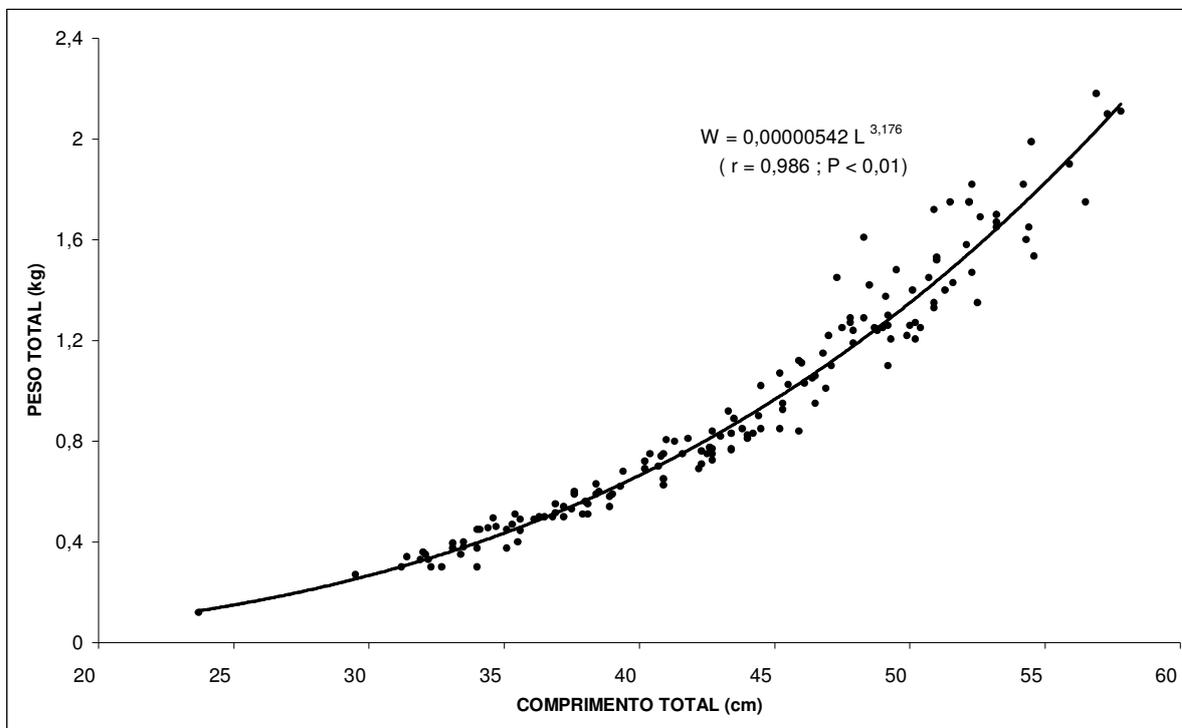


Figura 18 – Relação peso/comprimento do robalo-peva, *Centropomus parallelus*, no Sudeste do Brasil.

A Tabela VII apresenta um resumo das estimativas dos parâmetros de crescimento e mortalidade utilizados para a avaliação da dinâmica populacional, pelos quais é possível visualizar rapidamente as principais diferenças entre as mesmas, com destaque para o maior porte, crescimento mais lento e menor mortalidade natural do robalo-fecha em comparação com o robalo-peva.

Tabela VII – Parâmetros biológicos relacionados com o crescimento do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis* e robalo-peva, *Centropomus parallelus*, no Sudeste do Brasil.

Parâmetros	Flecha	Peva
Aniversário	abril-junho	agosto-outubro
$L_{\infty}$ (cm)	101,1	67,9
$W_{\infty}$ (kg)	11,4	3,6
K	0,112	0,187
$T_o$	-2,59	-2,48
$\phi'$	3,058	2,936
$t_{max}$ (ano)	29,3	18,6
M	0,259	0,406
M/K	2,312	2,171
b ( $W = A.X^b$ )	3,285	3,176

Na Tabela VIII são apresentados os dados relativos aos parâmetros de crescimento do robalo-flecha e do robalo-peva nas regiões Sudeste dos Estados Unidos e do Brasil, consideradas como importantes áreas de ocorrência dessas espécies.

Tabela VIII - Comparação dos parâmetros de crescimento e mortalidade do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*, e do robalo-peva, *Centropomus parallelus*, estimados por diversos autores.

Fontes	Espécie	Área	$L_{\infty}$ (cm)	K	$t_0$ (ano)	$t_{max}$ (ano)	M
Volpe (1959) <sup>(2)</sup>	Robalo-flecha	FL-USA	89,6	0,296	0,72	10,8	0,516
Thue (1982) <sup>(1)</sup> - Macho - Fêmea	Robalo-flecha	FL-USA	98,7 117,3	0,16 0,12	1,95 2,72	20,7 27,7	0,38 0,29
Taylor <i>et al.</i> (2000) <sup>(2)</sup>	Robalo-flecha	FL-USA (east coast)	104,9	0,235	0,097	12,9	0,424
Taylor <i>et al.</i> (2000) <sup>(2)</sup>	Robalo-flecha	FL-USA (west coast)	101,0	0,175	1,35	18,5	0,354
Este trabalho (2006) <sup>(1)</sup>	Robalo-flecha	RJ-BR	101,1	0,112	2,59	29,3	0,259
Este trabalho (2006) <sup>(1)</sup>	Robalo-peva	RJ-BR	67,9	0,187	2,48	18,6	0,406

**Observação:** (1) valores de  $L_{\infty}$  originalmente em comprimento total; (2) valores originalmente em comprimento zoológico, mas convertidos a comprimento total através de equações de regressão calculadas por Taylor *et al.* (2000).

Analisando-se os dados da Tabela VIII, que permite uma comparação dos parâmetros de crescimento e do coeficiente de mortalidade natural (M), para o robalo-flecha, entre as regiões Sudeste do Brasil (SE-BR) e Sudeste dos Estados Unidos (SE-USA), pode-se tirar as seguintes conclusões: (a) o comprimento máximo teórico foi maior na região SE-USA, com exceção do valor apresentado por Volpe (1959), provavelmente subestimado devido a inadequação dos dados básicos; (b) o coeficiente de crescimento (K) foi maior na região SE-USA; (c) a idade inicial aparente ( $t_0$ ) e a idade máxima ( $t_{max}$ ) foram maiores na região SE-BR; (d) o coeficiente de mortalidade natural foi maior na região SE-USA.

## 6- DISCUSSÕES

A mudança de idade é uma característica fundamental na dinâmica populacional, pois funciona como um fator de identificação da época em que uma nova coorte entra na população, dentro do processo natural de reposição da biomassa perdida com o desaparecimento da última coorte presente na estrutura etária. No entanto, essa mudança nem sempre é muito marcante e pode ocorrer uma ou mais vezes dentro de um ciclo anual balizado pelas quatro estações, dependendo de características próprias da espécie, principalmente do seu habitat principal e área de distribuição zoogeográfica. Considerando-se que deve existir uma estratégia de sobrevivência nos diversos estágios do ciclo vital, os principais fatores são, do ponto de vista biológico, alimentação/reprodução e, do ponto de vista abiótico, temperatura/salinidade. O mecanismo de formação das marcas anuais está relacionado com variações durante períodos alternados de crescimento rápido (primavera e verão) e lento (outono e inverno), nas regiões temperadas, geralmente determinadas por diferenças de temperatura entre as estações do ano, o que nem sempre acontece nas regiões tropicais.

No caso das espécies em estudo, a salinidade assume especial importância por serem estas eurihalinas costeiras, osmoconformistas com grande capacidade osmorregulatória, e terem o estuário como habitat durante uma parte considerável do seu ciclo vital. Estas assumem as características de *espécies residentes*, que passam grande parte do ciclo vital nas águas estuarinas, podendo ser encontradas ocasionalmente em habitat marinho costeiro ou em água doce, o que explica o fato de que a sua desova ocorre nas regiões do estuário com salinidade mais elevada e na zona costeira marinha.

Os robalos são exportadores de energia no sentido de que migram desse ecossistema para desovar em áreas do ambiente marinho, e importadores no sentido de que utilizam as águas estuarinas como criadouros naturais. Além disso, reciclam o potencial energético entre as cadeias de pastagem (fotossintética) e

saprófita (quimiossintética), de modo direto, ao ingerir detritos e, de modo indireto, ao se alimentar de organismos detritívoros. Embora o robalo-flecha desove em águas salinas e amadureçam em águas salobras, estudos de marcação mostram que os indivíduos desta espécie são relativamente sedentários como adultos. Assim, fatores ambientais locais podem afetar seu crescimento por causa desses hábitos não-migratórios.

Um ponto básico no estudo da dinâmica populacional é a periodicidade dos eventos responsáveis por modificações no tamanho e estrutura dos estoques, e a conseqüente influência sobre a estratégia de sobrevivência dos indivíduos, principalmente na fase jovem. Em alguns casos essa característica é interpretada como um ritmo fisiológico inato, e em outros como resultados do efeito do meio ambiente. A periodicidade do crescimento e reprodução em peixes de latitudes temperadas é controlada principalmente pela temperatura, dentro de uma faixa relativamente estreita nas respectivas estações do ano. O desenvolvimento dos alevinos, e a formação de zonas de crescimento e anéis etárias em estruturas rígidas geralmente ocorrem em sincronia com o aumento da temperatura da água. Baixa temperatura, ausência de alimento, curto período de luz e ciclicidade da desova determinam o tempo em que os anéis etários anuais se formam em peixes de regiões temperadas e árticas. Nos trópicos, a periodicidade do crescimento e reprodução, embora não muito evidente, é relacionada à alternância das estações seca e chuvosa. Diferentemente dos resultados de trabalhos realizados no estado da Flórida (EUA), onde o robalo-flecha é muito abundante, cujos autores acharam difícil interpretar as marcas de crescimento em escamas, e alternativamente utilizaram otólitos, no nosso trabalho o grau de facilidade encontrado com o uso dessas estruturas foi bastante elevado.

Os eventos biológicos relativos às atividades de reprodução e alimentação estão associados com a intensidade pluviométrica, que determina variações na salinidade e desenvolvimento do zooplâncton, sendo um importante fator de influência na ciclicidade de eventos que explicam a ocorrência de um “ritmo

fisiológico congênito”. A formação de anéis etários em espécies da Zona Tropical aparece como uma consequência natural desse fator causal, como na região Norte do Brasil, onde o enorme deságüe fluvial do sistema amazônico resultante da pluviosidade explicaria as variações estacionais na salinidade e no suprimento alimentar, que podem ser responsáveis pela formação de zonas de crescimento e anéis etários.

Dentre os pré-requisitos para a utilização de anéis etários no estudo do crescimento, a proporcionalidade morfométrica entre escama e peixe foi confirmada pela significância das respectivas equações de regressão, cujas retas tenderam a passar próximo à origem dos eixos cartesianos devido ao pequeno valor do coeficiente linear da regressão, para ambas as espécies. No entanto, essa proporcionalidade raramente se traduz numa relação linear isométrica, pois as escamas e otólitos não se formam no peixe até que o corpo tenha alcançado um determinado tamanho, e podem crescer posteriormente a taxas diferentes. Deste modo a validade do uso da relação simples entre comprimento da escama e comprimento do peixe depende de que a razão entre estas duas dimensões seja constante ao longo de suas respectivas amplitudes. Esta condição é satisfeita quando a reta de regressão entre o comprimento do peixe (L) e comprimento da escama (S) passa pela origem, isto é,  $L = bS$ . No entanto, quando a reta apresenta uma intersecção diferente de zero, que pode ser positiva ou negativa no eixo dos Y, deve-se usar uma equação do tipo  $L = a + bS$ , pois é matematicamente impossível que os tamanhos, atingidos pelo peixe e pela escama sejam proporcionais entre si em toda amplitude do comprimento .

Quando o coeficiente linear da regressão tem valor positivo, significa que razão L/S tende a decrescer com o tamanho do peixe devido ao fato de que a escama é relativamente maior para peixes maiores, determinando uma subestimação dos valores retrocalculados. Por outro lado, quando o coeficiente linear tem valor negativo, a razão L/S tende a aumentar com o tamanho do peixe e a escama torna-

se relativamente menor em peixes maiores, determinando uma sobrestimação dos valores retrocalculados.

A possibilidade de ocorrência desse tipo de vício foi confirmada apenas para o robalo-peva, já que a regressão entre o comprimento do peixe e da escama apresentou alometria negativa. Por outro lado, este não se verificou para o robalo-flecha (apesar da ocorrência de um valor de  $a = 2,104$  diferente de zero), cuja regressão apresentou-se isométrica e com valor do coeficiente linear inferior ao estimado para o robalo-peva ( $a = 3,950$ ). No geral, pode-se admitir que o chamado “fenômeno de Lee (1920) foi devidamente corrigido, de modo que o retrocálculo do comprimento para os diversos anéis etários esteve isento de vício e, por consequência, os parâmetros da equação de crescimento foram corretamente calculados. Isto foi também confirmado pela ocorrência de isometria para o robalo-flecha ( $b = 0,994$ ) e ligeira alometria negativa para o robalo-peva ( $b = 0,951$ ), obtidos através da logaritmização da regressão entre o comprimento da escama e comprimento do peixe.

A tendência de aumento mensal do incremento marginal, seguida de uma redução brusca, significa que o último anel da escama foi completado e um novo passa a se formar com uma pequena margem, indicando uma mudança de idade e o aparecimento de uma nova coorte. A periodicidade anual na formação dos anéis etários foi confirmada para as duas espécies de robalo, mas esta ocorreu em diferentes estações do ano: para o robalo-flecha, no primeiro trimestre (verão) e para o robalo-peva no terceiro trimestre (inverno). Em qualquer caso, pode-se inferir que esta tenha sido a resultante do efeito combinado da baixa temperatura da água (inverno), maturação das gônadas e desova, e diminuição da taxa de alimentação. O período de chuvas na região Sudeste ocorre de novembro a março (primavera-verão) e, considerando a influência da pluviosidade sobre o volume do deságüe fluvial e deste sobre a dinâmica trófica na zona costeira, pode-se aventar a hipótese de que a mudança de idade no robalo-flecha seja mais influenciada pelo suprimento alimentar e, no robalo-peva pela temperatura e atividade reprodutiva. Sendo

temperatura/salinidade, reprodução ou alimentação os principais fatores causais, estes devem ocorrer para influenciar em bloco ou separadamente um dos segmentos principais da população, os estoques jovem e adulto. Nessa região do hemisfério norte, a reprodução ocorre num longo período de tempo, entre abril e outubro, o que explica a ocorrência de desova com frequência irregular, ou parcelada, determinando o aparecimento provável de mais de uma coorte no âmbito de um período anual.

Tendo em vista que as áreas de desova se localizam principalmente nas zonas estuarina e marinha costeira, e a temperatura se mantém regular ao longo do ano, deve-se considerar a possibilidade de ocorrer desova parcelada, responsável pela formação de coortes múltiplas. Dentre as duas espécies, o robalo-peva apresentou uma definição mais clara das coortes entre o fim do outono (junho) e o início do inverno (julho), podendo-se inferir, para os adultos, a maior influência da temperatura, restando saber se há relação entre alimentação e reprodução. Quanto ao robalo-flecha a definição da idade de aniversário não ficou bem definida, significando a interferência de problemas amostrais e/ou maior amplitude de distribuição espacial da espécie, o que a tornaria mais vulnerável a um conjunto de fatores responsáveis pela mudança estacional da idade e formação de coortes.

No estado da Flórida (EUA), onde o robalo-flecha é uma das espécies estuarinas mais importantes principalmente como recurso da pesca esportiva, vários trabalhos confirmam uma ligeira coincidência dos resultados com os desta Dissertação, havendo uma tendência para que a mudança de idade ocorra no final do inverno e começo da primavera (março-maio) e também em junho-agosto (verão). Nessa região do hemisfério norte, a reprodução ocorreu num longo período de tempo, entre abril e outubro, o que explica a ocorrência de desova com frequência irregular, ou parcelada, determinando o aparecimento provável de mais de uma coorte no âmbito de um período anual.

No estoque capturável, os valores máximos da idade do robalo-flecha e do robalo-peva foram, respectivamente, 11 anos e 7 anos, mas a partir das respectivas equações de crescimento, essas estimativas passam a ser 29,3 anos e 18,6 anos. Estes se aproximam das estimativas feitas para a Flórida (Sudeste dos EUA), que atingiu 21 anos, havendo também coincidência quanto ao tamanho máximo atingido pelos indivíduos. Deve-se, no entanto, ressaltar que o robalo-flecha tem uma taxa de crescimento muito maior no Sudeste do Brasil do que no Sudeste dos Estados Unidos, o que de certo modo corrobora a teoria de que em latitudes mais elevadas, os indivíduos de uma espécie atingem maior tamanho porém crescem mais lentamente.

No Sudeste do Brasil, o robalo-flecha confirma sua predominância de tamanho individual ( $L_{\infty} = 101,1$  cm e  $W_{\infty} = 11,4$  kg) e expectativa de vida ( $t_{\max} = 29,3$  anos) sobre o robalo-peva ( $L_{\infty} = 67,9$  cm e  $W_{\infty} = 3,6$  kg) e  $t_{\max} = 18,6$  anos mas, por outro lado, esta espécie cresce mais rapidamente ( $K = 0,187$ ) em comparação com o robalo-flecha ( $K = 0,112$ ). Como resultado da diferença estatisticamente significativa no crescimento entre as duas espécies e com base nos dados acima apresentados, pode-se inferir que o robalo-peva desenvolve uma atividade reprodutiva mais precoce do que o robalo-flecha pelo fato de ter um ritmo mais rápido de crescimento.

A mortalidade natural de *C. undecimalis* ( $M = 0,259$ ) foi inferior à de *C. parallelus* ( $M = 0,406$ ), numa área de distribuição com temperatura média de 20° C. Os valores calculados para a razão  $M/K$ , respectivamente 2,312 e 2,171, indicam uma notável semelhança desse parâmetro entre as duas espécies, o que não deve gerar surpresa já que pertencem ao mesmo gênero e, obviamente, ao mesmo nível trófico. Tendo o robalo-peva um comprimento individual 33,1% menor e um coeficiente de crescimento 67,0 % maior do que o robalo-flecha, isto significa que o ritmo de crescimento mais rápido e a menor expectativa de vida da espécie de menor porte constitui uma estratégia vital no sentido de fazer os indivíduos

passarem mais rapidamente pelo campo predatório e, com uma menor taxa de mortalidade, aumentarem suas chances de sobrevivência.

Os valores do coeficiente de desempenho  $\phi' = 3,058$  (*C. undecimalis*) e  $\phi' = 2,936$  (*C. parallelus*) confirmam a adoção de uma estratégia de crescimento compatível com espécies de médio e grande portes, predadoras, que crescem lentamente devido ao elevado dispêndio de energia nos processos de alimentação e reprodução. O fato de *C. undecimalis* ter um melhor desempenho do crescimento deve ser devido a seu maior porte, sugerindo que este parâmetro está mais relacionado com o comprimento individual do que com a taxa de crescimento.

Fazendo-se uma comparação entre as populações do robalo-flecha, a espécie que é encontrada nas regiões Sudeste do Brasil e Sudeste dos Estados Unidos, verifica-se uma ligeira superioridade dessa última quanto ao comprimento máximo teórico, taxa de crescimento e expectativa de vida ( $t_{max}$ ), mas com menor coeficiente de mortalidade natural.. Como estas duas áreas se encontram na mesma faixa de latitude, pode-se explicar essa superioridade em tamanho e desenvolvimento pelo robalo-flecha da região do Hemisfério Norte provavelmente pela maior disponibilidade de alimento e menor dispersão geográfica, o que explicaria também o motivo por que sofrem maior mortalidade natural, como forma de compensação à taxa de crescimento mais acelerada.

## 7 – CONCLUSÕES

- 1- Confirmou-se a premissa de proporcionalidade isométrica entre os comprimentos do peixe e da escama, com elevado grau de significância estatística, para ambas as espécies.
- 2- Confirmou-se a premissa da periodicidade anual na formação dos anéis etários, para ambas as espécies.
- 3- As “datas de aniversário” do robalo-flecha e do robalo-peva correspondem aos períodos mensais de abril-junho e agosto-outubro, respectivamente.
- 4- Os parâmetros de idade e crescimento estimados para o robalo-flecha foram:  $L_{\infty} = 101,1$  cm,  $W_{\infty} = 11,4$  kg,  $K = 0,112$ ,  $t_0 = -2,59$  anos,  $t_{max} = 29,3$  anos e  $\phi' = 3,058$ .
- 5- Os parâmetros de idade e crescimento estimados para o robalo-peva foram:  $L_{\infty} = 67,9$ ,  $W_{\infty} = 3,6$  kg,  $K = 0,187$ ,  $t_0 = -2,48$  anos,  $t_{max} = 18,6$  anos e  $\phi' = 2,936$ .
- 6- O robalo-peva atinge um menor tamanho mais tem taxa de crescimento mais rápida do que o robalo-flecha.
- 7- Os valores do coeficiente angular da relação peso/comprimento foram  $b = 3,285$  e  $b = 3,176$ , para o robalo-flecha e o robalo-peva, respectivamente.
- 8- Os valores do coeficiente de mortalidade natural foram  $M = 0,259$  e  $M = 0,406$ , com os respectivos valores de  $M/K = 2,312$  e  $M/K = 2,171$  para robalo-flecha e robalo-peva, que classificam estas espécies como pertencentes ao 4º nível trófico.
- 9- Os valores do coeficiente de desempenho ( $\phi'$ ) confirmam a adoção de uma estratégia de crescimento compatível com espécies predadoras de médio e grande portes.

## 8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R.F.B.; SILVA, A.L.N. & PEREIRA, J.A. Análise comparativa do crescimento do camorim, *Centropomus undecimalis* (Bloch,1972), alimentado com dietas viva e inerte em viveiro estuarino. Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE, Recife, v.27, n.1, p.115-127, 1999.

BALLAN, V. Studies on the age and growth of the oil-sardine *Sardinella longiceps* VAL By means of scales. Indian J. Fish., Cochin, v.11, n.2, p.663-686, 1964.

BEAMISH, R.J. & MCFARLANE, G.A. The forgotten requirement for age validation in fisheries biology. Trans. Am. Fish. Soc., Bethesda, v.112, n.6, p.735-743, 1983.

BAGENAL T.B. & TESCH, F.W. Age and growth, in Bagenal, T.B. (ed.), Methods for the assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook, n.3, 1978.

BERNARDES, R.A. Age, growth and longevity of the gray triggerfish, *Balistes capriscus* (Tetraodontiformes:Balistidae), from the Southeastern Brazilian coast. Sci. Mar., v.66, n.2, p.167-173, 2002.

BERTALLANFY, L. v. A quantitative theory of organic growth (Inquires on growth laws – II). Hum. Biol., Baltimore, v.10 , p.182-213, 1938.

BEVERTON, R.J.H. & HOLT, S.J. On the dynamics of exploited fish populations. Fish Invest., ser.2, London, n.19, p.1-533, 1957.

BROTHERS, E.B., & MATTHEWS, C.P. Application of otolith microstructural studies to age determination of some commercially valuable fish of the Arabian gulf. Kuwait Bull. Mar. Sci., v.9, p.127-157,1987.

BYE, V.J. The role of environmental factors in the timing of reproductive cycles, in Potts, G.W. & Wooten, R.J. (eds.), Fish reproduction. Academic Press, London, 1984.

CALDWALLADER, P.L. Age, growth and condition of the common river galaxias, *Galaxias vulgaris* Stokell, in the Glentui River ,Canterbury, New Zealand. Fish Res. Bull. New Zeal., v.17., p.9-35, 1978.

CAMPANA, S.E. Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. J. Fish. Biol., London, v. 59, n.2, p.197-242, 2001.

CARVALHO-FILHO, A. Peixes: costa brasileira. Editora Marca d'Água Ltda., 304 p., São Paulo, 1992.

CASSELMAN, J.M. Age and growth assessment of fish from their calcified structures – techniques and tools. NOAA Rep., Jena, v.8, p.1-6, 1983.

CERQUEIRA, V.R. Análise e perspectiva para o cultivo do robalo, *Centropomus* sp, no litoral brasileiro. Tese de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, 45 p., Florianópolis, 1989.

CERQUEIRA, V.R. Testes de indução a desova do robalo, *Centropomus undecimalis*, no litoral da Ilha de Santa Catarina com gonadotrofina corônica humana, p. 95-102, in Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 7, Santos, 1991.

CERQUEIRA, V.R. Observações preliminares sobre o crescimento de juvenis de robalo *Centropomus parallelus* e *Centropomus undecimalis*, com dietas naturais e artificiais, p. 84-94, in Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 7, Santos, 1991.

CERQUEIRA, V.R. Cultivo de robalo: aspectos de reprodução, larvicultura e engorda. Editora Autor, 94 p., Florianópolis, 2002.

CERVIGÓN, F.M. Los peces marinos de Venezuela – Vol. 1. Fundación la Salle de Ciências Naturales, 11 p., Caracas, 1966.

CHÀVEZ, H.R. Contribucion al conocimiento de los robalos, chucumite y constantino (*Centropomus* spp.) del Estado de Veracruz, Mexico. Ciencia, v.22,1963

CUSHING, D.H. Fisheries biology. A study in population dynamics. The University of Wisconsin Press , xii + 200 p., Madison, 1968.

FIGUEIREDO, J.L & MENEZES, N.A. Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil :III,Teleostei (2). Universidade de São Paulo, Museu de Zoologia, 90 p., São Paulo, 1980.

FERREIRA, B.P. & RUSS, G.R. Age validation and estimation of growth rate of the coral trout, *Plectropomus leopardus* (Lacépede 1802) from Lizard Island, Northern Great Barrier Reef. Fish. Bull., Seattle, v. 92, n.1, p. 46-57,1994.

FONTELES-FILHO, A.A. Recursos pesqueiros: biologia e dinâmica populacional. Imprensa Oficial do Ceará, xvi + 296p.,Fortaleza, 1989.

FORE, P.L. & SCHMIDT, T.W. Biology of juvenile and adult snook, *Centropomus undecimalis*, in the Ten Thousands Islands, p.1-18 in Proceedings U.S. Environmental Protection Agency, Surveillance and Analysis Division, Athens, 1973.

GILMORE, R.G.; DONAHOE, J. & COOKE, D.W. Observations on the distribution and biology of the common snook, *Centropomus undecimalis* (Bloch). Flor. Scient., v.46, p. 313-336,1983.

GESTEIRA, T.C.V. & MESQUITA, A.L.L. Época de reprodução, tamanho e idade na primeira desova da cavala e da serra, na costa do Estado do Ceará (Brasil). Arq. Ciên. Mar, Fortaleza, v. 16, n.2, p. 83-88, 1976.

GODOY, M.P. Idade, crescimento, e peso de peixe. Ciência e Cultura, São Paulo, v.10, n.2, p.77-87, 1958.

GOMES, E.F.C. Metabolismo respiratório e osmorregulação em camurins, *Centropomus undecimalis* (Bloch,1792) e *Centropomus parallelus* (Poey, 1860) (Pisces- Centropomidae) da Ilha de Itamaracá (Pernambuco, Brasil). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, 143 p., Recife, 1995.

GREENWOOD, P.H. A review of the family Centropomidae (Pisces: Perciformes). Bull. Brit. Mus. Nat. Hist., London, v.29, n.1,p.1-81, 1976.

GULLAND, J.A. Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. Editorial Acribia, 164 p., Zaragoza, 1971.

HAIMOVICI, M. & REIS E.G. Determinação de idade e crescimento da castanha *Umbrina canosai*, (Pisces, Sciaenidae) do sul do Brasil. Atlântica, v.7, p.25-46,1984.

HEALD, F.J. & GRIFFITHS, R.G. La determinacion, por médio de la lectura de escamas, de la edad de la sardina, *Sardinella anchovia*, del Golfode Cariaco, Venezuela Oriental. Inv. Pesq., Caracas, 109 p.,1967.

ILES, T.D. The tactics and strategy of growth in fishes, p. 331-346, in Harden-Jones, F.R. (ed.), Sea fisheries research. John Wiley and Sons, 432 p., New York, 1974.

IVO, C.T.C. & HANSON, A.J. Aspectos da biologia e dinâmica populacional do pargo, *Lutjanus purpureus* Poey, no Norte e Nordeste do Brasil. Arq. Ciên. Mar, Fortaleza, v.22, n.1/2, p.1-41,1982.

KRUG, L.C. & HAIMOVICI, M. Determinação de idade e crescimento da castanha Umbrina canosai (Pisces, Scianidae) do sul do Brasil. Atlântica, v.7, p. 48-61, 1984.

LAGLER, K.F. Fresh water fishery biology. William C. Brown Co., 327 p., Dubuque, 1956.

LEE, R. A review of the methods of age and growth determination in fishes by means of scales. Fish. Invest., ser. 2, London, n. 4, p.1-32, 1920.

LINS, S.M.C. Efeitos da variação da salinidade ambiental sobre a concentração osmótica e iônica do plasma em *Centropomus undecimalis* (Bloch,1792). Histologia de brânquias e rins. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, 87 p., Recife, 1995.

MANN, R.H.K. & STEINMETZ, B. On the accuracy of age determination using scales from rudd *Scardinius erythrophthalmus* (L.) of known age. J. Fish Biol., v.27, p.621-628, 1985.

MARSHALL, A.R. A survey of the snook fishery of Florida, with studies of the biology of the principal species, *Centropomus undecimalis* (Bloch). Flor. Board Cons. Mar. Res. Lab. Tech. Ser., n.22, 1958.

McMICHAEL JR., R.H.; PETERS, K.M. & PARSONS, G.R. Early life history of the snook, *Centropomus undecimalis* in Tampa Bay, Flor. North. Gulf Sci., v.10, p.112-125, 1989.

MENEZES, M.F. Aspectos biológicos da serra , *Scomberomorus maculatus* (Mitchill) capturada por currais-de-pesca. Arq. Ciên. Mar, Fortaleza, v.16, n.1, p. 45-58, 1976.

MENEZES, M.F. & GESTEIRA T.C.V. Idade e crescimento do pargo, *Lutjanus purpureus*, Poey, no Norte e Nordeste do Brasil. Arq. Ciên. Mar, Fortaleza, v.14, n.2, p. 81-85, 1974.

MENON, M.D. The determination of age and growth of fishes of tropical and sub-tropical waters. J. Bombay Nat. Hist. Soc., Madras, v.51, n.3, p.1-13,1953.

MOTA-ALVES, M.I. Aspectos da regulação osmótica em alguns peixes estuarinos do Ceará, Brasil. Ciên. Agron., Fortaleza, v.12, n.1/2, p.167-177, 1981.

MOYLE, P.B. & CECH JR., J.J. Fishes. An introduction to ichthyology. Hardcover, 4<sup>th</sup> edition, 612 p., 1999.

MULLER, R.G.; MURPHY, M.D. & KENNEDY JR., F.S. The 2001 stock assessment update of common snook, *Centropomus undecimalis*. Flor. Mar. Res. Inst. Fish , St. Petersburg, p. 1 – 33, 2001 .

NELSON, J.S. Fishes of the world. Wiley Interscience, 519 p., New York, 1984.

NICHOLS, J.T. The fishes of Porto Rico and the Virgin Islands (Branchiostomidae to Siaeidae). Scientific survey of Porto Rico and the Virgin Islands. New York Acad..Sci., p.246-247, 1922.

PATRONA, L. Contribution à la biologie du robalo *Centropomus parallelus* (Pisces Centropomidae) du sud-est du Brésil: possibilités aquacoles. Thèse du Doctarat, Institut National Polytechnique de Toulouse, 175 p.,1984.

PAULY, D. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and environmental temperature in 175 fish stocks. J.Cons.Perm. Int. Explor. Mer, Copenhagen, v.29, n.2, p.175-192, 1983.

PAULY, D. & MUNRO, J.B. Once more on growth comparison in fish and invertebrates. Fishbyte, Manilla, v.2, n.1, p. 21, 1984.

PETERS, K.M.; MATHESON JR., R.E. & TAYLOR, R.G. Reproduction and early life history of common snook, *Centropomus undecimalis* (Bloch): life-history implications. Bull. Mar. Sci., Miami, v. 62, p.509-529, 1998.

RADTKE, R.L. & HOURIGAN, T.F. Age and growth of the Antarctic fish *Nototheniops nudifrons*. Fish Bull., Dublin, v.88, p.557-571, 1990.

RESHETNIKOV, T.U.S. & CLARO, R.M. Cyclical biological processes in tropical fish with specific reference to the lane snapper. Vopr. Ikhtiol., v.16, n.5,1976.

RIVAS, L.R. The Florida fishes of the genus *Centropomus* commonly known as snook. Quart. J. Flor.Acad. Sci., v.25, n.1, p.53-64,1962.

RIVAS, L.R. Systematic review of the perciform fishes of the genus *Centropomus*. Copeia, v.1986, n.3, p. 579- 611, 1986.

SILVA, A.L.N. Efeito da predação do camorim *Centropomus undecimalis* (Bloch 1792) – Pisces, Centropomidae – sobre a tilápia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758) cultivados em viveiros de água doce. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, 105 p., Florianópolis, 1992

SILVA, A.L.N. & PEREIRA, J.A. Efeito da predação do robalo *Centropomus undecimalis* (Bloch,1792) - Pisces, Centropomidae - sobre a tilápia *Oreochromis*

niloticus (Linnaeus, 1758) cultivados em viveiros de água doce. Bol. Técn. Cient. CEPENE, Tamandaré, v.2, n.1, p.155-169, 1994.

SILVA, A.L.N.; ROSA, M.C.G. & CARMO, J.L. Crescimento do robalo, *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792) (Pisces Centropomidae) em condições de água doce, in Simpósio Brasileiro de Agricultura, 7, Peruíbe, 1992.

SILVA, J.E. Nota prévia sobre viveiros de peixes situados em Itamaracá, Pernambuco, Brasil. Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE, Recife: v.9/11, p. 317-324 , 1967/1969.

SILVA, K.C.A. Estudos histofisiológicos de camorins (gen. *Centropomus*). Testes de adaptação à água doce. Monografia de Graduação, Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Pernambuco, 80 p., Recife, 1991.

TAYLOR, R.G.; WHITTINGTON, J.A.; GRIER, H.J. & CRABTREE, R.E. Age, growth, maturation, and protandric sex reversal in the common snook, *Centropomus undecimalis*, from south Florida waters. Fish Bull., v.98, n.3, p. 612-624, 2000.

TAYLOR, R.G.; GRIER, H.J. & WHITTINGTON, J.A. Spawning rhythms of common snook in Florida. J.Fish.Biol., v.53, p.592-520,1998.

THUE, E.B.; RUTHERFORD, E.S & BUKER, D.G. Age, growth and mortality of the common snook, *Centropomus undecimalis* (Bloch,1792) in the Everglades National Park, Florida. South Florida Research Center Report T – 683, 1982.

TUCKER JR., J.W. Snook and tarpon culture and preliminary evaluation for commercial farming. Progr. Fish Cult., n.49, p. 49-57,1987.

TUCKER JR., J.W. & CAMPBELL, S.W. Spawning season of common snook along the east central Florida coast . Flor. Scient., Fort Pierce, v.51, n.1, p.1-6,1988.

TUCKER JR., J.W.; LANDAU, M.P; FAULKNER, B.E. Culinary value and composition of wild and captive common snook *Centropomus undecimalis*. Flor. Scient., Fort Pierce, v.48, n.4, p.193-196,1985.

VAN OOSTEN, J. Life history of the lake herring (*Leucichthys artedi*) of Lake Huron as revealed by scales with a critique of the scale method. Bull. Bur. Fish., Washington, v.44, p. 265-428,1929.

VASCONCELOS-FILHO, A.L.; AZEVEDO, S.B. & ALVES, M.L.C. Regime alimentar dos camorins *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792) e *Centropomus parallelus* (Poey,1860), do Canal de Santa Cruz (Pernambuco - Brasil), p.175-184, in Anais do Simpósio Brasileiro de Aquicultura, 1., 1980.

VAZZOLER, A.E.A.M.; ROSSI-WONGTSCHOWSKY, C.L.B. & BRAGA, F.M.S. Estudos sobre estrutura, ciclo de vida e comportamento de *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879), na área entre 22°S e 28°S, Brasil. 2. Determinação da idade individual e crescimento dos otólitos. Bol. Inst. Oceanogr. , São Paulo, v.31, n. 2, p. 77-84, 1982.

VAZZOLER, A.E.A.M. *Micropogon furnieri*: fecundidade e tipo de desova. Bol. Inst. Oceanogr., São Paulo, v.18, p.27-37, 1969.

VAZZOLER, A.E.A.M. Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes. Reprodução e crescimento. CNPq, Programa Nacional de Zoologia, 108 p., Brasília, 1981.

VILLACORTA-CORREA, M.A. Estudo de idade e crescimento do tambaqui, *Colossoma macropomum* (Characiformes, Characidae) no Amazonas Central, pela análise de marcas sazonais nas estruturas mineralizadas e microestruturas nos otólitos. Tese de Doutorado. INPA/FUA, 217 p., Manaus, 1997.

VOLPE, A.V. Aspects of the biology of the common snook, *Centropomus undecimalis* (Bloch) of southwest Florida. Fla. St. Bd. Conserv. Mar. Res. Lab. Tech. Ser., n.31, p.1- 38, 1959.

XIMENES, M.O.C. Idade e crescimento da serra, *Scomberomorus brasiliensis*, no Estado do Ceará. Arq. Ciên. Mar, Fortaleza, v.21, p. 47-54, 1981.

XIMENES, M.O.C. & FONTELES-FILHO, A.A. Estudo da idade e crescimento do pargo, *Lutjanus purpureus* Poey (Pisces:Lutjanidae), no Norte e Nordeste do Brasil. Arq. Ciên. Mar, Fortaleza, v.27, p.69-81, 1988.

XIMENES, M.O.C.; MENEZES, M.F. & FONTELES-FILHO, A.A. Idade e crescimento da cavala, *Scomberomorus cavalla* (Cuvier), no Estado do Ceará. Arq. Ciên. Mar, Fortaleza, v.18, p.73-81, 1978.

XIMENES-CARVALHO, M.O. Estudo da idade e crescimento da xira, *Haemulon aurolineatum* Cuvier (Pisces:Pomadasyidae), no Estado do Ceará, Brasil. Arq. Ciên. Mar, Fortaleza, v.30, p.73 – 77, 1996.

XIMENES-CARVALHO, M.O. & FONTELES-FILHO, A.A. Estudo da idade e crescimento de espécies do gênero *Haemulon* (Pisces:Pomadasyidae), no Estado do Ceará, Brasil. Arq. Ciên. Mar, Fortaleza, v.29, p.14-19, 1995.

XIMENES-CARVALHO, M.O.; ANDRADE, M.F.; FONTELES-FILHO, A.A.; TUBINO, R.A. & PAIVA, M.P. Idade e crescimento do namorado, *Pseudopercis numida* Ribeiro, no Sudeste do Brasil (Osteichthyes: Pinguipedidae). Rev. Brasil. Biol., v.57, n.2, p. 217-226, 1997.

XIMENES-CARVALHO, M.O.; TUBINO, R.A.; PAIVA, M.P.; ANDRADE-TUBINO, M.F. & FONTELES-FILHO, A.A. Idade e crescimento de *Lopholatilus villari* Ribeiro

no Sudeste do Brasil ( Osteichthyes, Malacanthidae) Rev. Bras. Zool., v.15, n.4, p.889-906, 1998.

XIMENES-CARVALHO, M.O.; FONTELES-FILHO, A.A.; TUBINO, R.A.; ANDRADE-TUBINO, M.F. & PAIVA, M.P. Parâmetros de crescimento e mortalidade do cherne, *Epinephelus niveatus* (Valenciennes) (Osteichthyes:Serranidae), no sudeste do Brasil. Arq. Ciên. Mar, Fortaleza, v.32, p.111-117, 1999.

WALFORD, L.A. A new method of describing the growth of animals. Biol. Bull., Woods Hole, v.90 ,n.2, p.141-147,1946.

WEATHERLEY, A.H.; GILL, H.S. The biology of fish growth. Academic Press, Toronto, 1987.

## **APÊNDICES**





0,05	2									
0,17	19,5									
0,35	110,5									
Total	1.373		167,5		88,5		306,5		119,5	347