

CAROLINA CORREIA SILIPRANDI

Idade e crescimento do peixe barbudo *Polymixia lowei*

Günther, 1859 na Região Sudeste-Sul do Brasil

Dissertação apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências, área de Oceanografia Biológica.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Carmen Lúcia Del Bianco Rossi-Wongtschowski

São Paulo

2009

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO OCEANOGRÁFICO

Idade e crescimento do peixe barbudo *Polymixia lowei*

Günther, 1859 na Região Sudeste-Sul do Brasil

CAROLINA CORREIA SILIPRANDI

Dissertação apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências, área de Oceanografia Biológica.

“Julgada em \_\_/\_\_/\_\_ por”

---

**Profª. Dra. Carmen Lúcia Del Bianco Rossi-Wongtschowski**  
Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo  
(orientadora e presidente da banca)

---

Conceito

---

Conceito

---

Conceito

*“A vida é um campeonato permanente.  
Assim que uma partida termina, começa outra.  
O prazer não está mais no descanso, e sim na  
preparação para a próxima partida.”*

*Clarisse Lispector*

*Aos meus amados pais, Ademir Siliprandi e Regina Correia  
Siliprandi, que com muito amor e paciência, me  
ajudaram a prosseguir, me fortalecendo nos  
momentos mais difíceis!*

## SUMÁRIO

I. Introdução .....	1
1. O Contexto da Pesca Mundial e no Brasil .....	1
2. A espécie <i>Polymixia lowei</i> .....	4
3. A Importância Econômica de <i>Polymixia lowei</i> .....	8
4. A Importância dos Estudos sobre o Crescimento de Peixes .....	9
II. Objetivos .....	12
1. Objetivo geral.....	12
2. Objetivos específicos.....	12
III. Materiais & Métodos.....	13
1. A Amostra .....	13
2. As Características Descritivas da Amostra .....	14
3. As Relações Biométricas.....	15
3.1. A Relação Comprimento - Peso ( $L_s \times W_t$ ).....	15
3.2. A Relação Comprimento Padrão - Comprimento Total ( $L_s \times L_t$ ).....	16
3.3. As Relações entre o comprimento dos exemplares ( $L_s$ ) e as medidas dos otólitos ( $L_o/H_o/T_o/W_o$ ).....	17
4. O Crescimento Relativo.....	18
5. O Estudo do Crescimento de <i>Polymixia lowei</i> .....	19
5.1. Seleção, Emblocamento e Corte dos Otólitos .....	19
5.2. A Leitura e Análise dos Cortes dos Otólitos .....	21
5.3. Validação: Periodicidade e Época de Formação dos Anéis Etários.....	22
5.4. Composição Etária .....	24
5.5. Estimativa dos Parâmetros de Crescimento.....	24
5.6. Estimativa da Performance de Crescimento.....	26
5.7. Estimativa da Longevidade.....	27
IV. Resultados.....	28
1. A Amostra .....	28
2. As Relações Biométricas.....	30
2.1. A Relação Comprimento - Peso ( $L_s \times W_t$ ).....	30
2.2. A Relação Comprimento Padrão - Comprimento Total ( $L_t \times L_s$ ).....	31
2.3. As Relações entre o comprimento dos exemplares ( $L_s$ ) e as	

<i>medidas dos otólitos (Lo/Ho/To/Wo)</i> .....	32
3. O Crescimento Relativo .....	34
4. O Estudo do Crescimento de <i>Polymixia lowei</i> .....	35
4.1. <i>A Análise dos Cortes de Otólitos</i> .....	35
4.2. <i>Validação: Periodicidade e Época de Formação dos Anéis Etários</i> .....	37
4.3. <i>Composição Etária</i> .....	38
4.4. <i>Estimativa dos Parâmetros de Crescimento</i> .....	39
4.5. <i>Estimativa da Performance de Crescimento</i> .....	40
4.6. <i>Estimativa da Longevidade</i> .....	40
V. Discussão .....	41
1. As Amostras .....	41
2. As Relações Biométricas .....	46
2.1. <i>A Relação Comprimento - Peso (Ls x Wt)</i> .....	46
2.2. <i>A Relação Comprimento Padrão - Comprimento Total (Ls x Lt)</i> .....	48
2.3. <i>As Relações entre o comprimento dos exemplares (Ls) e as medidas dos otólitos (Lo/Ho/To/Wo)</i> .....	48
3. O Crescimento Relativo .....	50
4. O Estudo do Crescimento de <i>Polymixia lowei</i> .....	53
4.1. <i>A Análise dos Cortes de Otólitos</i> .....	53
4.2. <i>Validação: Periodicidade e Época de Formação dos Anéis Etários</i> .....	55
4.3. <i>Composição Etária</i> .....	57
4.4. <i>Estimativa dos Parâmetros de Crescimento</i> .....	58
VI. Conclusões .....	62
VII. Referências Bibliográficas .....	63
VIII. Tabelas .....	77
IX. Figuras .....	93
X. Anexos .....	135

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – <i>Polymixia lowei</i> : número de exemplares capturados por cruzeiro e bimestre, na região sudeste-sul do Brasil.....	78
<b>Tabela 2</b> – <i>Polymixia lowei</i> : número de exemplares examinados por classe de comprimento padrão (Ls), capturados durante os cruzeiros de prospecção com arrasto-de-fundo na região.....	79
<b>Tabela 3</b> – <i>Polymixia lowei</i> : número de exemplares examinados por classe de peso total (Wt) capturados durante os cruzeiros de prospecção com arrasto-de-fundo na região sudeste-sul, em 2001 e 2002. ....	80
<b>Tabela 4</b> – <i>Polymixia lowei</i> : estatística descritiva das medidas de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) e os valores dos coeficientes de regressão entre estas variáveis.....	81
<b>Tabela 5</b> – <i>Polymixia lowei</i> : comparação entre os coeficientes angulares (b) obtidos nas regressões entre o comprimento padrão (Ls) e o peso total (Wt) para machos e para fêmeas, com base no teste “ <i>t de Student</i> ”.....	81
<b>Tabela 6</b> – <i>Polymixia lowei</i> : estatística descritiva das medidas de comprimento padrão (Ls) e de comprimento total (Lt) e os valores dos coeficientes da regressão entre estas variáveis.....	82
<b>Tabela 7</b> – <i>Polymixia lowei</i> : comparação entre os coeficientes angulares (b) e interceptos (a) obtidos nas regressões entre o comprimento padrão (Ls) e o comprimento total (Lt) para machos e para fêmeas, com base no teste “ <i>t de Student</i> ”.....	82
<b>Tabela 8</b> – <i>Polymixia lowei</i> : comparação entre as medidas morfométricas obtidas dos otólitos direito e esquerdo, utilizando o teste “ <i>Wilcoxon</i> ”. ....	83
<b>Tabela 9</b> – <i>Polymixia lowei</i> : valores das correlações lineares obtidas entre o comprimento padrão (Ls) e as variáveis dos otólitos (Lo – comprimento do otólito; Ho – altura do otólito; To – espessura do otólito e Wo – peso do otólito), ajustadas aos dados logaritmizados para todo o conjunto de dados (n = 1365). ....	83
<b>Tabela 10</b> – <i>Polymixia lowei</i> : valores dos parâmetros das regressões lineares ajustadas aos dados logaritmizados para todo o conjunto de dados (n = 1365), de acordo com o modelo alométrico de Huxley (1924) e os tipos de crescimento	

obtidos ( <u>A</u> <sub>-</sub> - alométrico negativo; <u>A</u> <sub>+</sub> - alométrico positivo). .....	84
<b>Tabela 11</b> – <i>Polymixia lowei</i> : valores dos parâmetros das regressões lineares ajustadas aos dados logaritmizados de comprimento padrão (Ls) e das variáveis dos otólitos (Lo, Ho, To e Wo) para fêmeas (n = 516), de acordo com o modelo alométrico de Huxley (1924) e os seus tipos de crescimento ( <u>A</u> <sub>-</sub> - alométrico negativo; <u>A</u> <sub>+</sub> - alométrico positivo).....	84
<b>Tabela 12</b> – <i>Polymixia lowei</i> : valores dos parâmetros das regressões lineares ajustadas aos dados logaritmizados de comprimento padrão (Ls) e das variáveis dos otólitos (Lo, Ho, To e Wo) para machos (n = 577), de acordo com o modelo alométrico de Huxley (1924) e os seus tipos de crescimento ( <u>A</u> <sub>-</sub> - alométrico negativo; <u>A</u> <sub>+</sub> - alométrico positivo).....	85
<b>Tabela 13</b> – <i>Polymixia lowei</i> : valores obtidos a partir do teste "t de Student", na comparação entre o comprimento padrão (Ls) dos exemplares e os coeficientes alométricos (Lo – comprimento do otólito; Ho – altura do otólito; To – espessura do otólito e Wo – peso do otólito), ajustadas aos dados logaritmizados para todo o conjunto de dados (n = 1365).....	85
<b>Tabela 14</b> – <i>Polymixia lowei</i> : freqüência das amostras por classes comprimento padrão (amostra total = 2171; amostra com otólitos = 1365; amostra para análise dos cortes = 403). .....	86
<b>Tabela 15</b> – <i>Polymixia lowei</i> : freqüência das classes de comprimento padrão (Ls) da amostra selecionada para análise de cortes dos otólitos (n = 399).....	87
<b>Tabela 16</b> – <i>Polymixia lowei</i> : freqüências do número de anéis encontrados nos cortes dos otólitos de <i>P. lowei</i> (n = 399) (N - núcleo; R1 a R6 – grupos de anéis).....	87
<b>Tabela 17</b> – <i>Polymixia lowei</i> : estatística descritiva das medidas dos raios dos anéis obtidas na análise dos cortes dos otólitos (n = 399) (N: núcleo; R1 a R6 – grupos de anéis).....	88
<b>Tabela 18</b> – <i>Polymixia lowei</i> : comprimento padrão médio (Ls) dos exemplares para cada grupo de anel.....	88
<b>Tabela 19</b> – <i>Polymixia lowei</i> : comprimento padrão médio (Ls) dos exemplares por idade (n=399) e por sexo. ....	89
<b>Tabela 20</b> – <i>Polymixia lowei</i> : freqüência absoluta de indivíduos por classe de comprimento padrão, por idade, para a amostra n = 399.....	90
<b>Tabela 21</b> – <i>Polymixia lowei</i> : chave idade-comprimento, calculada para a	

amostra com otólitos n = 1365. ....	91
<b>Tabela 22</b> – <i>Polymixia lowei</i> : comprimento padrão médio obtido (Ls) dos exemplares por idade (n=399) e comprimento médio esperado (Ls) na idade (t). Valores calculados através do ajuste do modelo de Von Bertalanffy.....	92

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - A espécie <i>Polymixia lowei</i> (Fonte: Bernardes et al., 2005).....	94
<b>Figura 2</b> - <i>Polymixia lowei</i> : mapa de distribuição geográfica da Família Polymixiidae a nível mundial (Froese & Pauly, 2009). .....	95
<b>Figura 3</b> – <i>Polymixia lowei</i> : produção pesqueira desembarcada pela frota de arrasto de fundo no Estado de Santa Catarina, entre 2001 e 2007 (Fonte: Boletim Estatístico de Pesca de Santa Catarina - UNIVALI/CTTMar).....	96
<b>Figura 4</b> - <i>Polymixia lowei</i> : locais de captura nos cruzeiros de prospecção pesqueira com arrasto de fundo, na região sudeste-sul do Brasil durante o Programa REVIZEE - Score Sul (Fonte: Bernardes et al., 2005). .....	97
<b>Figura 5</b> – <i>Polymixia lowei</i> : locais de captura dos exemplares que compõem a amostra total (n = 2171) durante os cruzeiros de prospecção pesqueira com arrasto de fundo, no contexto do Programa REVIZEE - Score Sul. ....	98
<b>Figura 6</b> – <i>Polymixia lowei</i> : locais em que ocorreram capturas de exemplares - a) agosto/2001; b) setembro/2001; c) outubro/2001; d) fevereiro/de 2002; e) abril/2002; f) junho/2002.....	99
<b>Figura 7</b> – <i>Polymixia lowei</i> : esquema de um otólito da espécie, indicando as medidas obtidas dessas estruturas: comprimento do otólito (Lo), altura do otólito (Ho) e espessura do otólito (To). Aumento de dezesseis vezes.....	100
<b>Figura 8</b> - <i>Polymixia lowei</i> : corte transversal do otólito esquerdo de um exemplar com 153 mm de comprimento padrão (aumento de 18 vezes – escala = 1 mm). .....	101
<b>Figura 9</b> – <i>Polymixia lowei</i> : distribuição de freqüência das classes de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) para o total de exemplares da amostra (n = 2171). .....	102
<b>Figura 10</b> – <i>Polymixia lowei</i> : distribuição de freqüência das classes de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) para o total de exemplares da amostra (n = 2171), por sexo. ....	103
<b>Figura 11</b> – <i>Polymixia lowei</i> : distribuição de freqüência das classes de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) dos exemplares coletados durante os meses de agosto e setembro de 2001. ....	104
<b>Figura 12</b> – <i>Polymixia lowei</i> : distribuição de freqüência das classes de	

comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) dos exemplares coletados durante os meses de outubro e novembro de 2001.....	105
<b>Figura 13</b> – <i>Polymixia lowei</i> : distribuição de freqüência das classes de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) dos exemplares coletados durante os meses de fevereiro e março de 2002.....	106
<b>Figura 14</b> – <i>Polymixia lowei</i> : distribuição de freqüência das classes de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) dos exemplares coletados durante os meses de abril e maio de 2002.....	107
<b>Figura 15</b> – <i>Polymixia lowei</i> : distribuição de freqüência das classes de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) dos exemplares coletados durante os meses de junho e julho de 2002.....	108
<b>Figura 16</b> – <i>Polymixia lowei</i> : A. diagrama de dispersão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e peso total (Wt) e valores da regressão ajustada para todos os exemplares da amostra (n = 2171); B. análise de resíduos desta relação.....	109
<b>Figura 17</b> – <i>Polymixia lowei</i> : A. diagrama de dispersão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e peso total (Wt) e valores da regressão ajustada para os exemplares machos da amostra (n = 909); B. análise de resíduos desta relação.....	110
<b>Figura 18</b> – <i>Polymixia lowei</i> : A. diagrama de dispersão da relação entre os dados de comprimento padrão (Ls) e peso total (Wt) e valores da regressão ajustada para os exemplares fêmeas da amostra (n = 793); B. análise de resíduos desta relação.....	111
<b>Figura 19</b> – <i>Polymixia lowei</i> : diagrama de dispersão e valores da regressão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e comprimento total (Lt) ajustada para todos os exemplares da amostra (n = 1501).....	112
<b>Figura 20</b> – <i>Polymixia lowei</i> : diagrama de dispersão e valores da regressão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e comprimento total (Lt) ajustada para os exemplares machos da amostra (n = 1501).....	112
<b>Figura 21</b> – <i>Polymixia lowei</i> : diagrama de dispersão e valores da regressão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e comprimento total (Lt) ajustada para as fêmeas da amostra (n = 1501).....	113
<b>Figura 22</b> – <i>Polymixia lowei</i> : distribuição de freqüência das classes de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) para o total de exemplares da	

amostra com otólitos (n = 1365).....	114
<b>Figura 23</b> – <i>Polymixia lowei</i> : distribuição de freqüência das classes de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) para o total de exemplares da amostra com otólitos (n = 1365), por sexo. ....	115
<b>Figura 24</b> – <i>Polymixia lowei</i> : comparação entre as medidas morfométricas obtidas dos otólitos direito e esquerdo, baseada no teste “Wilcoxon”. A- comprimento do otólito (Lo), em milímetros; B- altura do otólito (Ho), em milímetros; C- espessura do otólito (To), em milímetros; D- peso do otólito (Wo), em gramas.....	116
<b>Figura 25</b> – <i>Polymixia lowei</i> : diagrama de dispersão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e comprimento do otólito (Lo) e valores da regressão ajustada para todos os exemplares da amostra com otólitos (n = 1365). ....	117
<b>Figura 26</b> – <i>Polymixia lowei</i> : diagrama de dispersão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e comprimento do otólito (Lo) e valores da regressão ajustada para todos os exemplares fêmeas da amostra com otólitos (n = 516). ....	117
<b>Figura 27</b> – <i>Polymixia lowei</i> : diagrama de dispersão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e comprimento do otólito (Lo) e valores da regressão ajustada para todos os exemplares machos da amostra com otólitos (n = 577). ....	118
<b>Figura 28</b> – <i>Polymixia lowei</i> : diagrama de dispersão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e altura do otólito (Ho) e valores da regressão ajustada para todos os exemplares da amostra com otólitos (n = 1365). ....	118
<b>Figura 29</b> – <i>Polymixia lowei</i> : diagrama de dispersão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e altura do otólito (Ho) e valores da regressão ajustada para todos os exemplares fêmeas da amostra com otólitos (n = 516). ....	119
<b>Figura 30</b> – <i>Polymixia lowei</i> : diagrama de dispersão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e altura do otólito (Ho) e valores da regressão ajustada para todos os exemplares machos da amostra com otólitos (n = 577). ....	119
<b>Figura 31</b> – <i>Polymixia lowei</i> : diagrama de dispersão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e espessura do otólito (To) e valores da regressão ajustada para todos os exemplares da amostra com otólitos (n = 1365). ....	120

<b>Figura 32</b> – <i>Polymixia lowei</i> : diagrama de dispersão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e a espessura do otólito (To) e valores da regressão ajustada para todos os exemplares fêmeas da amostra com otólitos (n = 516). .....	120
<b>Figura 33</b> – <i>Polymixia lowei</i> : diagrama de dispersão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e espessura do otólito (To) e valores da regressão ajustada para todos os exemplares machos da amostra com otólitos (n = 577). .....	121
<b>Figura 34</b> – <i>Polymixia lowei</i> : diagrama de dispersão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e peso do otólito (Wo) valores da regressão ajustada para todos os exemplares da amostra com otólitos (n = 1365).....	121
<b>Figura 35</b> – <i>Polymixia lowei</i> : diagrama de dispersão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e peso do otólito (Wo) e valores da regressão ajustada para todos os exemplares fêmeas da amostra com otólitos (n = 516). .....	122
<b>Figura 36</b> – <i>Polymixia lowei</i> : diagrama de dispersão da relação entre os dados de comprimento padrão (Ls) e peso do otólito (Wo) e valores da regressão ajustada para todos os exemplares machos da amostra com otólitos (n = 577). .....	122
<b>Figura 37</b> – <i>Polymixia lowei</i> : diagrama de dispersão dos resíduos padronizados das relações entre o comprimento padrão (Ls) dos exemplares e as dimensões dos otólitos (Lo, Ho, To, Wo) (n = 1365). .....	123
<b>Figura 38</b> – <i>Polymixia lowei</i> : representatividade das amostras: freqüência das classes de comprimento para a amostra total (N=2171) a amostra com otólitos (N= 1365) e a amostra da análise dos cortes (N= 403).....	124
<b>Figura 39</b> – <i>Polymixia lowei</i> : distribuição de freqüência das classes de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) dos exemplares da amostra com otólitos selecionados para a análise dos cortes (n = 403).....	125
<b>Figura 40</b> – <i>Polymixia lowei</i> : distribuição de freqüência das classes de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) dos exemplares da amostra com otólitos selecionados para a análise dos cortes (n = 403), por sexo. ....	126
<b>Figura 41</b> - <i>Polymixia lowei</i> : A- número de exemplares para cada anel encontrado em seus otólitos; B- freqüência de exemplares para cada anel encontrado em seus otólitos (n = 399) (R1 a R6 - raio dos anéis de 1 a 6). ..	127

- Figura 42** - *Polymixia lowei*: descrição estatística das medidas dos raios dos anéis obtidas na análise dos cortes dos otólitos (n = 399) (R1 a R6: raio dos anéis de 1 a 6) (barra = mediana; a porção superior dos *boxes* representa o terceiro quartil e a porção inferior, o primeiro quartil; as barras verticais indicam os valores mínimos e máximos). ..... 128
- Figura 43** - *Polymixia lowei*: A. distribuição do número de anéis por classe de comprimento padrão (Ls) dos exemplares da amostra analisada dos cortes (n = 399); B. distribuição do número de anéis por peso total (Wt) dos exemplares da amostra para análise dos cortes (n = 399). ..... 129
- Figura 44** - *Polymixia lowei*: distribuição dos dados de comprimento padrão (Ls) dos exemplares “*versus*” os dados de raios dos anéis (n = 399) (\*: núcleo incompleto; R1 a R6: raio dos anéis de 1 a 6). ..... 130
- Figura 45** - *Polymixia lowei*: A- plotagem dos dados de comprimento padrão (Ls) dos exemplares *versus* as medidas dos raios dos otólitos (Ro) (n = 399); B- plotagem dos dados de peso total (Wt) dos exemplares *versus* as medidas dos raios dos otólitos (Ro) (n = 399). ..... 131
- Figura 46** - *Polymixia lowei*: porcentagem relativa do tipo de borda (opaca ou translúcida) por períodos de coleta, para exemplares com três anéis. .... 132
- Figura 47** - *Polymixia lowei*: valor do incremento marginal (MIO, 1961), por períodos de coleta, para exemplares com três anéis (barra – média). ..... 132
- Figura 48** - *Polymixia lowei*: box plot dos valores de comprimento padrão (Ls) em relação a idade (t, em anos) para todos os indivíduos (n=399) (barra preta – média; barra vinho – mediana; a porção superior dos *boxes* representa o terceiro quartil e a porção inferior, o primeiro quartil; as barras verticais indicam os valores mínimos e máximos). ..... 133
- Figura 49** - *Polymixia lowei*: curvas de crescimento de von Bertalanffy ajustada pelo método de Ford-Walford aos dados de comprimento médio (Ls) por idade (t = ano). ..... 134

## LISTA DE ANEXOS

**Anexo 1 - Polymixia lowei: valores do fator de condição (k) por bimestre.....136**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, por permitir que eu nascesse na minha família maravilhosa, pela dignidade herdada de meus pais, por tê-los perto de mim em todos os momentos, pela saúde, por me proporcionar tantas oportunidades de crescimento como ser humano e pela honra de conhecer tantas pessoas maravilhosas.

Agradeço à minha orientadora, Prof<sup>a</sup> Dra. Carmen Lúcia Del Bianco Rossi-Wongtschowski, uma pessoa admirável, que além de me ensinar ciência, me ensinou que pessoas são diferentes e que é possível evoluir quando se aprende a respeitá-las como elas são. Ensinou-me o caminho da superação e da ética. Hoje sou muito grata, me tornei uma pessoa melhor.

Ao meu co-orientador Prof<sup>o</sup> Dr. André Martins Vaz dos Santos, graças a ele estou aqui, me encontrei na minha profissão e cresço a cada minuto que trabalhamos juntos. Agradeço de coração, as palavras me somem da cabeça, pois é indescritível o meu sentimento de consideração e amizade por você, meu amigo.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pela bolsa concedida.

À Dra. Maria Inés Lorenzo pelos ensinamentos valiosos quanto à interpretação de anéis em otólitos, tornando a parte prática desta pesquisa muito prazerosa de se fazer. Foi uma honra aprender com uma pesquisadora tão competente e respeitada no meio científico.

À Dra. Maria de los Angeles Lizama, que acompanhou o desenvolvimento desta pesquisa, emitindo pareceres que contribuíram muito para o resultado final deste trabalho.

Aos funcionários da biblioteca do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, pelas assessorias e boa vontade nos atendimentos, mas principalmente ao funcionário Wagner Pinheiro que revisou e corrigiu as referências bibliográficas.

Ao meu mestre Prof<sup>o</sup> Dr. Luiz Alberto Zavala Camin que me empurrou para a pesquisa científica, acreditou no meu potencial e me adotou com muito carinho. Todos os seus atos ficarão para sempre no meu coração, te admiro muito como pesquisador, porém a pessoa incomparável que é, fez nascer dentro de mim um profundo respeito.

Ao meu amigo Matheus Rotundo, pela paciência e boa vontade, sempre participando de todos os momentos, de cada passo, mesmo que distante. Você é muito importante para mim e, espero de coração, que essa amizade seja eterna. E ao meu amigo Adri, pelos conselhos e participações, irmão para todas as horas!

À Biol. Nayra Nicolau dos Santos Cruz pela amizade e carinho, acompanhando cada dificuldade na preparação dos cortes dos otólitos, assim como das leituras. Seu talento está marcado neste trabalho. Meu muito obrigado especial por todas as suas constantes ajudas!

Aos meus colegas de laboratório: André Belluco, Fabio Caltabellotta, César Santificetur, Thiago Valle Brito, Caio Ribeiro Barbi e Maria Carolina Contato, pelos ensinamentos diários, pelas companhias nos embarques, nas triagens e, por me ajudarem quando precisei de socorro, seja qual tenha sido o motivo.

À Dona Maria Aparecida Vaz dos Santos, por estar sempre disposta a me ajudar e, em especial, pela alegria e amizade sincera. Tenho saudades dos cafezinhos com risadas, porém a cumplicidade é o que realmente me faz falta!

Às minhas amigas pessoais e de trabalho, as “*Sereias Loucas*”: *Gabiba, Amandita, Grazinha e Danizinha*. Eu só tenho uma coisa a dizer: EU AMO VOCÊS! Amizades puras e verdadeiras que surgiram sem nenhum interesse particular, apenas a partir de muita cumplicidade e vontade de ser feliz. Agora componho o grupo das mestres e doutoras mais lindas que existem!

A todos os meus colegas de turma, em especial, às minhas “*Amigas do Play*”, entramos juntas nessa jornada e foi nas dificuldades ao longo do curso que nos aproximamos e nos tornamos as amigas que somos. A vocês que me acalmaram nos momentos em que eu saia de mim e me desesperaram nos momentos em que vocês saíam de vocês (*risos*): MUITO OBRIGADO! Este é um ciclo de nossas vidas que se encerra, em breve comemoraremos todas juntas essa vitória e lembraremos cada vontade de desistir, cada dificuldade, cada tombo, cada cervejada, de tudo o que vivemos juntas. E neste momento inesquecível, gritaremos: “*Desce para o play e arrasa gata!*”

À minha amiga desde que nasci Pâmela: Deus me deu você como amiga e eu te julguei minha irmã! Quero registrar aqui, que você é uma das pessoas mais importantes da minha vida, minha companheira de verdade!

À minha amiga Carol Santoni, a dona da frase: “Ca, você precisa viver!” (*risos*)... Minha profunda admiração por você, pelo cuidado que tem comigo, pelos abraços apertados e confortantes quando eu mais precisei.

Ao meu irmãozinho *Gabe*, e os meus amigos: *Mel, Thati, Nicole, Aline, Carla, Vivi, Fe, Van, Thais, Tha, Mi, She, Lico, Leo, Andinho, Juca, Brunão,*

*Marcinho, Le, Ale e Juninho*. Eu gostaria de escrever tanta coisa aqui, cada um de vocês teve uma participação especial ao longo destes dois anos, obrigado pela amizade!

Ao meu amor Vinícius, tenho tanto a agradecer! Pela paciência principalmente (*risos*), sei que não foi fácil aturar minha ansiedade. Dentre tantas qualidades, o respeito e o incentivo que vieram de você não me deixaram desistir! Agradeço de todo coração sua compreensão e ainda bem que você vive comigo, te amo! Agradeço também a toda sua família!

Não poderia deixar de agradecer às pessoas mais importantes da minha vida e que amo incondicionalmente, MINHA FAMÍLIA:

Ao meu pai Ademir Siliprandi e à minha mãe Regina Correia Siliprandi, os grandes responsáveis por tudo. Devo aos senhores esta linda vitória! Ao meu pai pela sua força e dignidade como homem, por ser o melhor pai do mundo, por me levantar a cada dificuldade, pelas conversas e abraços extremamente necessários a qualquer momento, quando precisei. À minha mãe por conquistar comigo cada etapa, acompanhando tudo de pertinho, me ajudando “sempre” e em tudo, por me acalmar nas horas desesperadoras e pelas risadas que me ajudaram a ver, nos momentos de tensão, que a vida é mais do que trabalho e que eu tenho uma família maravilhosa, “A Grande Família”. Meu amor por vocês é o mais forte dos amores e prometo, é eterno!

Aos meus irmãos Murilo e Marina, que juntamente com meus pais me dão estrutura para continuar seguindo pela vida. Sei que nos momentos difíceis é com vocês que posso contar, agradeço a Deus por isso e pelo amor que temos entre nós. Obrigado por serem meu porto seguro!

À minha prima Xú, amiga, companheira, irmã que sempre esteve presente na minha vida e me deu o maior presente de Deus, meu afilhadinho Fe! Amo vocês profundamente!

Aos meus padrinhos Eugênia e Altimar Alamino (*in memmoriã*), grandes incentivadores da minha carreira. Minha madrinha curtindo cada conquista ao longo deste mestrado e meu padrinho, lá de cima, olhando e guiando meus passos! Obrigado por tudo e por me seqüestrarem para o litoral quando eu era pequena!

Aos meus tios Caié e Marli, e meus primos Jé e Gui, pelo amor e pela presença, sempre alegrando nossa casa. Obrigado!

Aos meus avos Primo Siliprandi, Tosca Bovo Siliprandi, Alberto Correia Caçador e Eulalia Pereira Antunes (*in memmoriã*), grandes vencedores da vida! A distância permite uma saudade que aumenta a cada dia, mas nunca o esquecimento, para sempre estarão em meu pensamento!

Infelizmente não foi possível citar todas as pessoas que eu gostaria, entretanto, cada um que participou ou permanece presente em minha vida, pode sentir-se abraçado!

## RESUMO

*Polymixia lowei* é uma espécie de habito demersal que habita fundos moles sobre a plataforma continental e o talude superior, nos continentes e ilhas do oceano Atlântico Ocidental. No Brasil, *P. lowei* é considerada um recurso potencial desde o início da década de 70 e, atualmente, compõem a lista de espécies alvo de frotas pesqueiras que utilizam o arrasto de fundo. Considerando a necessidade de estudos sobre a biologia da espécie, foram pesquisados sua idade e crescimento, fornecendo informações para avaliação e manejo de seu estoque. A amostra compreende 2171 exemplares coletados durante cruzeiros de prospecção pesqueira com rede de arrasto de fundo ocorridos no âmbito do Programa REVIZEE, em 2001 e 2002. Foram analisados 403 otólitos ( $52\text{mm} < L_s < 227\text{mm}$ ), submetidos a técnicas de corte (eixo transversal), sendo realizadas três leituras sob estereomicroscópio. A validação da periodicidade na formação dos anéis foi verificada através da análise da porcentagem de tipo de borda e do incremento marginal. Para o ajuste do modelo de Von Bertalanffy, foi utilizado o método de Ford-Walford. As análises dos otólitos revelaram até seis anéis (*núcleo* + R1 a R6), que apresentaram os seguintes raios médios: N = 1,56, R1 = 1,94 mm, R2 = 2,51 mm, R3 = 3,05 mm, R4 = 3,57 mm, R5 = 4,01 mm e R6 = 4,48. A formação de anel é anual, ocorrendo no final do outono princípio de inverno (junho/julho). Os parâmetros obtidos pelo ajuste do modelo de Von Bertalanffy foram:  $L_s = 301 * [1 - e^{-0.13 (t - (-2.33))}]$  (para todos os exemplares),  $L_s = 257 * [1 - e^{-0.19 (t - (-1.75))}]$  (para machos),  $L_s = 340 * [1 - e^{-0.13 (t - (-1.84))}]$  (para fêmeas). *P. lowei* é uma espécie **k** estrategista, de crescimento lento e longo ciclo de vida, vivendo até 20 anos. Os resultados são consistentes com os comprimentos observados na amostra de *P. lowei*, descrevendo adequadamente o crescimento da espécie e fornecendo informações para a avaliação de seu estoque e manejo de sua pescaria, na região sudeste-sul do Brasil.

**Palavras-chave:** *Polymixia lowei*, barbudo, idade, crescimento, recursos potenciais, Revizee, sudeste-sul do Brasil

## ABSTRACT

The beardfish *Polymixia lowei* is a demersal species which lives in the outer continental shelf and upper slope of the continents and islands of the Western Atlantic Ocean. In Brazilian waters, it is considered a potential resource since the early 70's and now a component of the list of species submitted to the fishing fleets operating with bottom trawling. Considering the need of biology studies for the species, its age and growth were studied, providing information for the evaluation and management of its stock. The analyzed sample comprised 2171 specimens collected during the exploration cruises of fishing with bottom-trawl nets (REVIZEE Program) in 2001 and 2002. The otoliths of 403 fishes (52 mm < L<sub>s</sub> < 227 mm), were submitted to cutting techniques (horizontal axis), and the number of rings carried out under stereomicroscope. The time of rings deposition was analyzed through the frequency of translucent/opaque edge zones and marginal increment along the year. In order to estimate the growth parameters of von Bertalanffy model, Ford-Walford method was applied to the data of average length at age. The otoliths analyses revealed six rings (*nucleus* + R1 to R6), that showed the following averages: Nucleus = 1,56; R1 = 1,94 mm, R2 = 2,51 mm, R3 = 3,05 mm, R4 = 3,57 mm, R5 = 4,01 mm e R6 = 4,48 mm. The ring formation is annual, occurring at the end of autumn beginning of winter (june/july), and specimens with one to six years was found. The parameters obtained with von Bertalanffy model were: L<sub>s</sub> = 301\*[ 1 - e<sup>-0.13 (t - (-2.33))</sup>] (all specimens), L<sub>s</sub> = 257 \*[ 1 - e<sup>-0.19 (t - (-1.75))</sup>] (males), L<sub>s</sub> = 340 \*[ 1 - e<sup>-0.13 (t - (-1.84))</sup>] (females). *P. lowei* is a **k** strategist species showing slow growth and long life cycle and reaching until twenty years old. The results are consistent with the lengths observed in the sample of *P. lowei*, describing adequately the species growth and providing adequate information to its stock assessment and its fishery management in the Southeast-South of Brazil.

**Key-words:** *Polymixia lowei*, age, growth, potential fisheries, REVIZEE, beardfish, Southeast-South of Brazil

## **I. Introdução**

### **1. O Contexto da Pesca Mundial e no Brasil**

Os recursos pesqueiros são considerados recursos renováveis, porém a gestão racional dos mesmos é indispensável para uma exploração adequada a qual garanta sua conservação e aproveitamento durante um longo período de tempo (CADIMA, 2000).

O desenvolvimento sócio-econômico ao longo das últimas décadas nas grandes cidades atingiu também as zonas costeiras e o crescimento populacional levou à sua ocupação, facilitando o acesso e a extração dos recursos pesqueiros (ISAAC *et al.*, 2006).

A expansão das pescarias, tanto mundiais quanto nacionais, que utilizam técnicas de baixa seletividade (como o arrasto-de-fundo), somada às altas taxas de descarte e à ausência de ordenamento pesqueiro, não apenas tem levado à redução pontual de estoques importantes e a perdas econômicas associadas, como também tem alterado seus habitats, afetando a biodiversidade, a estrutura das comunidades e a abundância das espécies-alvo e daquelas componentes da fauna acompanhante (JABLONSKI, 2005; REVIZEE, 2006).

Segundo HUTCHINGS (2000), os efeitos da sobrepesca sobre os estoques podem ser reversíveis, mas o tempo requerido para sua recuperação tem mostrado ser muito maior do que antigamente se previa, principalmente quando o nível do esforço de pesca implica na redução da biodiversidade e na

perda de resiliência dos ecossistemas atingidos, como acontece atualmente, em escala global.

McGOODWIN (1990) relata que o declínio das capturas e o aumento de barcos pesqueiros operando com tecnologias mais efetivas, além de comprometerem a sustentabilidade de muitas espécies, causam conflitos entre comunidades de pescadores, políticos e cientistas.

A comunidade científica internacional, incluindo pesquisadores brasileiros, tem procurado reunir esforços para verificar o estado de saúde desses estoques, tornando prioritários os estudos sobre biologia pesqueira, levantamentos e estimativas sobre a abundância destes recursos e sobre o potencial pesqueiro dos mesmos (CAMPANA, 2001).

No Brasil, o aumento do poder de pesca das embarcações, somado à implementação da política de arrendamento de barcos estrangeiros para diversas modalidades de pesca, pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, no ano de 1998, levou ao incremento do esforço de pesca sobre os recursos costeiros, determinando a “sobrepesca” da maioria dos estoques ou o limite máximo de sua produção. Tal programa também inaugurou a pesca comercial de arrasto no talude continental das regiões sudeste e sul do país (entre 200 m e 500 m de profundidade) (PEREZ *et al.*, 2003).

Ao longo do tempo, a pesca tradicional que esteve concentrada durante quatro décadas sobre os recursos da plataforma continental, capturando espécies mais costeiras, entrou em forte crise e as frotas se direcionaram para áreas mais profundas objetivando a captura de “novas” espécies demersais, concentrando-se em dois estratos de profundidade, a saber, 100-250 m (borda

de plataforma) e 250-500 m (talude superior) (HAIMOVICI *et al.*, 2007; CERGOLE *et al.*, 2005; VAZ-DOS-SANTOS, 2005; MMA, 2006).

PEREZ *et al.* (2003) ressaltam que a pesca de mar profundo tem sido considerada uma importante alternativa para a redução do esforço de pesca sobre as espécies presentes nas plataformas continentais da região sudeste-sul do país. Entretanto, salientam que, mais do que direcionar a pesca aos estoques promissores, é necessário impor regras efetivas que limitem, reduzam e racionalizem a exploração dos recursos costeiros, o que afetaria diretamente a possibilidade de emprego das comunidades que dependem desta atividade para sua subsistência.

O interesse de grandes nações pesqueiras em explorar o oceano Atlântico Sul ocorre desde a década de 60, época em uma frota de barcos russos passou a operar no sul do Brasil (VAZZOLER e VAZZOLER, 1969).

Cabe lembrar que a costa brasileira, situada em regiões tropicais e subtropicais, apresenta como característica elevada diversidade de espécies e baixa biomassa de cada estoque. A pesca, por sua vez, é multiespecífica atuando tanto sobre espécies-alvo, com valor comercial, quanto sobre outras capturadas acidentalmente, com pequeno valor, causando desequilíbrio nos ecossistemas e dificultando a recuperação dos mesmos (CERGOLE *et al.*, 2005, DIAS-NETO, 2003).

No ano de 2002, os níveis de produção de pesca alcançaram seus valores máximos e, a partir deste momento, vem apresentando um franco declínio até os dias atuais (PEREZ e PEZZUTO, 2006).

Dentre os recursos promissores no Brasil, tínhamos até recentemente o peixe-sapo *Lophius gastrophysus*, explorado a partir de 2000 pela frota

arrendada de arrasto-de-fundo. Considerado como um caso de “corrida ao ouro”, num período de quatro anos esta espécie teve que ser incluída na lista de espécies sobreexplotadas, publicada pelo Ministério do Meio Ambiente no Anexo II da Instrução Normativa N° 5, de 21 de maio de 2004 (PEREZ e PEZZUTO, 2006).

***Polymixia lowei***, objeto do presente estudo e fauna acompanhante da pescaria do *L. gastrophysus*, também é considerada um dos recursos promissores importantes. PEREZ e WAHRLICH (2005) avaliaram que nesta pescaria *P. lowei* é a quarta espécie com maior ocorrência na área compreendida entre 22°44'S e 34°21'S, compondo 23% da captura total juntamente com o galo-de-profundidade *Zenopsis conchifera*, a abrótea *Urophycis mystacea* e a merluza *Merluccius hubbsi*.

Ao longo dos cruzeiros com redes de arrasto-de-fundo, realizados no âmbito do Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos da Zona Econômica Exclusiva – REVIZEE, *P. lowei* ocupou o 1º lugar em biomassa e o 6º lugar em frequência de ocorrência dentre todas as espécies capturadas (HAIMOVICI *et al.*, 2007).

## **2. A espécie *Polymixia lowei***

***Polymixia lowei*** Günther 1859 (Figura 1) pertence à Família Polymixiidae, Ordem Polymixiiformes (WILEY *et al.*, 1998; PARENTI & GRIER, 2004); é uma espécie de peixe de hábito pelágico-demersal, encontrada em fundos moles sobre a plataforma continental e o talude superior nos continentes e ilhas do oceano Atlântico Ocidental. Sua distribuição se dá desde o Canadá até a

Guiana Francesa, incluindo o Golfo do México e o Mar do Caribe, ao longo da costa do Brasil e até o Uruguai, onde ocorre entre 50 e 650 metros de profundidade, sendo mais comumente encontrada em profundidades superiores a 150 metros (Figura 2) (FIGUEIREDO *et al.*, 2002; BERNARDES *et al.*, 2005 a;b)

Diversas denominações são dadas a *P. lowei* devido sua ampla distribuição geográfica; em inglês é conhecida como *beardfish*, e, no Brasil é chamada trilha-branca, barbudo ou ferrinho (FIGUEIREDO e MENEZES, 1978; KOTLYAR, 1993a; HAIMOVICI *et al.*, 2007).

Apresenta pequeno porte, corpo alongado e lateralmente comprimido, a cabeça é de tamanho moderado abrigando olhos grandes com diâmetro igual ou maior ao do comprimento do focinho, um par de longos barbilhões originários do hióide, atrás da sínfise da mandíbula inferior. Possui focinho curto e arredondado, a boca ultrapassa a margem posterior da órbita. Os dentes são filiformes e distribuem-se nas maxilas, vômer, palatinos, ectopterigóides e endopterigóides. O pré-opérculo e o opérculo são lisos, não apresentando espinhos (FIGUEIREDO e MENEZES, 1978; KOTLYAR, 1993a; CARPENTER, 2002).

Na costa brasileira ocorrem duas espécies do gênero *Polymixia*, que são diferenciadas pelo número de raios na nadadeira dorsal única, pelo número de rastros branquiais no primeiro arco branquial e pelo número de cecos pilóricos, auxiliares da digestão. CARPENTER (2002) apresenta as características de cada espécie, destacando:

*Polymixia lowei*: 4 a 6 espinhos seguidos por 26 a 32 raios moles na nadadeira dorsal, 14 a 22 rastros branquiais no primeiro arco branquial e cerca de 27 a 31 cecos pilóricos;

*Polymixia nobilis*: 4 a 6 espinhos seguidos por 34 a 38 raios moles na nadadeira dorsal, 10 a 13 rastros branquiais no primeiro arco branquial e cerca de 108 cecos pilóricos.

Os estudos existentes sobre as espécies de *Polymixia* (Família Polymixidae, Ordem Polymixiiformes) referem-se à sua sistemática, distribuição e ocorrências (WILEY *et al.*, 1998; PARENTI e GRIER, 2004; FROESE e PAULY, 2009; FIGUEIREDO e MENEZES, 1978; FIGUEIREDO *et al.*, 2002; GUTHERZ *et al.*, 1987; HAIMOVICI *et al.*, 1994; KOTLYAR, 1993a e 1993b; KREFFT, 1976), sobre coleções em museus (FROESE e PAULY, 2009), sobre sua dieta (FROESE e PAULY, 2009; MARTINS, 2000; KOTLYAR, 2004; MUTO *et al.*, 2005), sobre a relação peso-comprimento (DIAZ *et al.*, 2000) e estatísticas pesqueiras (PEREZ *et al.*, 2003; PEREZ e WAHRLICH, 2005; PEREZ e PEZZUTO, 2006; FROESE e PAULY, 2009).

No Brasil pode-se citar a pesquisa realizada por MUTO *et al.* (2005) que analisaram o conteúdo estomacal de exemplares coletados na região sudeste/sul e concluíram ser a alimentação de *P. lowei*, nessa região, composta basicamente por crustáceos decápodes e eufausiáceos, encontrando-se também cefalópodes do gênero *Theuthida sp* e *Octopoda sp*. Dentre os teleósteos, destacaram-se espécies de hábitos pelágicos, como bregmacerotídeos e mictofídeos.

MARTINS (2000), no sul do Brasil, classificou a espécie como sendo generalista, alimentando-se principalmente de teleósteos, zooplâncton e

invertebrados bentônicos, tanto da infauna como da epifauna, com pequena contribuição de cefalópodes.

No decorrer do desenvolvimento deste trabalho, não foram encontradas informações sobre o crescimento da espécie, sendo este o primeiro estudo a tratar do assunto.

Ao longo do “Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos da Zona Econômica Exclusiva” – REVIZEE, um importante programa de pesquisa na área de Recursos Pesqueiros no âmbito nacional, desenvolvido durante dez anos (1996-2006) por instituições brasileiras, foram capturados durante os cruzeiros de prospecção pesqueira realizados com redes de arrasto-de-fundo na região sudeste-sul, 30.714 exemplares de *P. lowei*, com comprimento total variando entre 52 e 307 mm, e peso total entre 4,9 e 371 gramas. Do total de 224 lances realizados, *P. Lowei* ocorreu em 116 deles, compondo 3.832,1 kg, ocupando o 1º lugar em biomassa e o 6º lugar em frequência de ocorrência (F.O.: 51,79%) dentre as espécies capturadas (MMA, 2006). As maiores abundâncias da espécie foram encontradas entre 23°39’S e 34°34’S, entre 128 e 619 metros de profundidade, em águas cuja temperatura no fundo variou entre 5,5°C e 17,3°C. No inverno, a biomassa média estimada foi de 16.000 toneladas e, no outono, de 20.000 toneladas, estando as maiores densidades da região sudeste situadas entre 300 e 550 metros de profundidade (HAIMOVICI *et al.*, 2007).

O Programa REVIZEE também registrou capturas de *P. lowei* na Região Central, entre o Cabo de São Tomé e Salvador, sendo que a maior concentração ocorreu ao sul de Rio Doce, entre as profundidades de 200 e 250 metros (COSTA *et al.*, 2005).

### 3. A Importância Econômica de *Polymixia lowei*

*P. lowei* é um importante componente da fauna acompanhante das pescarias que utilizam o arrasto-de-fundo, uma arte de pesca pouco seletiva que captura grande quantidade de espécies, estando entre aquelas que apresentam grande volume; porém ainda é ocasionalmente comercializada devido ao seu pequeno porte, mas tem sido incluída na lista de espécies potenciais e promissoras à pesca por apresentar considerável biomassa nos oceanos.

Ao nível mundial, FROESE e SAMPANG (2004) produziram uma lista preliminar das espécies de peixes marinhos comercialmente importantes, na qual quatro espécies de *Polymixia* se destacaram: na categoria “comercial” *P. japonica* e *P. nobilis*, com uma possível produção de 100.000 a 500.000 toneladas; na categoria “menos comercial” *P. lowei* (entre 10.000 a 100.000 toneladas); e, *P. berndti*, na categoria de “interesse potencial”.

Na década de 70, o “Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Pesqueiro do Brasil” – FAO/PNUD, SUDEPE – realizou levantamentos sobre os potenciais de captura de espécies de peixes demersais na costa brasileira, apontando o barbudo como um dos recursos que, embora sem atração no mercado nacional pudessem, futuramente, compor grandes capturas e ter importância no mercado brasileiro (REVIZEE, 2006). Os estudos indicaram, desde aquela época, as espécies do talude superior da região sudeste-sul do país que se tornariam as alternativas das pescarias de arrasto-de-fundo.

VAZZOLER e IWAI (1971) registraram a captura da *P. lowei* no ano de 1969, quando publicaram o Relatório sobre Prospecção Pesqueira e Pesca

Exploratória na Plataforma Continental do Rio Grande do Sul, mais conhecido como Programa GEDIP.

Segundo publicado no Boletim Estatístico da Pesca Industrial do Estado de Santa Catarina, desde 2001 a *trilha-branca* ou *ferrinho* (como preferem chamar os pescadores desta região) passou a fazer parte da lista de espécies capturadas pela frota de arrasteiros, fato que coincide com a época em que as pescarias foram direcionadas às espécies demersais de profundidade. A Figura 3 apresenta o total da produção pesqueira de *P. lowei* desembarcada no Estado de Santa Catarina, por mês, entre os anos de 2001 e 2007 (SIESPE, 2007).

Atualmente, *P. lowei* é capturada como espécie alternativa às pescarias permissionadas, como nos períodos de defeso do camarão rosa, de acordo com a Instrução Normativa SEAP Nº7, de 20 de março de 2007.

#### **4. A Importância dos Estudos sobre o Crescimento de Peixes**

A análise de estruturas ósseas para a determinação de idade e do crescimento dos peixes é fundamental para a Ciência Pesqueira quando falamos sobre “*avaliação de estoques*” (SPARRE e VENEMA, 1998).

Tais estruturas disponibilizam os elementos necessários para o entendimento dos fatores que afetam o sucesso do recrutamento à pesca, a composição etária de uma população, o crescimento individual e o desenvolvimento efetivo das espécies, oferecendo dados para o seu uso sustentável; visto que os estoques - “*grupos auto-reprodutivos de uma população, com características biológicas e parâmetros semelhantes (taxa de*

*crescimento, mortalidade, fecundidade, período e local de desova definidos)*” - apresentam capacidade de recuperação limitada quando submetidos à pesca excessiva (FAO, 2005). As informações sobre crescimento estão disponíveis apenas para 5% das 27000 espécies conhecidas de peixes (FROESE e BINOHLAN, 2003). A partir dos parâmetros de crescimento, as taxas de mortalidade natural podem ser inferidas para estoques explorados.

Existem dois tipos de métodos que auxiliam na avaliação de estoques. Os métodos diretos que se fundamentam na utilização de instrumentos hidroacústicos permitem, como a ecointegração, a avaliação da biomassa instantânea de um estoque (SAVILLE, 1978) e, os métodos indiretos, baseados em dois tipos de modelos: a) os modelos holísticos: consideram o estoque como uma biomassa homogênea, não utilizam dados de comprimento ou de idade e são aplicados, apenas, em situações onde as informações são limitadas ou de baixa qualidade (SPARRE e VENEMA, 1998); e b) os modelos analíticos: requerem dados sobre a composição etária do estoque para estimar o rendimento máximo sustentável, e utilizam parâmetros como a taxa de mortalidade e a taxa de crescimento corpóreo populacional, como é o caso do modelo de BEVERTON e HOLT (1957).

Por sua vez, modelos ecológicos também têm sido aplicados à pesca necessitando de uma enorme quantidade de parâmetros e pressupostos (WALTERS e MARTELL, 2004; CAMPANA e THORROLD, 2001). O *ECOPATH with ECOSIM* é um modelo estruturado em idade que utiliza os parâmetros de crescimento individual das espécies, obtidos a partir da função de Von Bertalanffy, e permite calcular a “sobrevivência” e a “contribuição em

biomassa” de importantes grupos de peixes num dado ecossistema (CHRISTENSEN e WALTERS, 2004; CHRISTENSEN e WALTERS, 2005).

O “*crescimento individual*” de um organismo pode ser definido como a expressão quantitativa do seu desenvolvimento que implica no aumento da magnitude corporal, na forma de dimensões físicas ou de constituintes químicos, em função do tempo de vida (WEATHERLEY e GILL, 1987; FONTELES-FILHO, 1989; GOLDMAN, 2005).

As estruturas calcificadas utilizadas nos estudos de crescimento de peixes apresentam incrementos formados periodicamente e que são marcados durante a vida do organismo, fato que as tornam úteis na determinação da idade em escalas diária e anual (CAMPANA, 2001). Dentre tais estruturas podem ser citados otólitos, escamas, espinhos de nadadeiras, cleitro, ossos operculares e vértebras. As informações contidas nessas estruturas são fundamentais para compreender os efeitos causados por variações ambientais ou fisiológicas no crescimento das espécies.

Os otólitos são estruturas calcárias contidas nas cápsulas auditivas dos peixes ósseos que contribuem para a percepção dos sons e para o equilíbrio corporal (FONTELES-FILHO, 1989). Apresentam-se em três pares interagindo num sistema sensorial multifuncional do ouvido interno e são denominados *asteriscus*, *lapillus* e *sagitta*, sendo este último o mais utilizado para a determinação do crescimento e da idade dos peixes ósseos. A capacidade auditiva, a morfologia da área do sulco e a forma total dos mesmos são espécie-específicas e podem variar com a ontogenia (SPARRE e VENEMA, 1998; MOSEGAARD e MORALES-NIN, 2000).

Nos otólitos *sagitta* formam-se zonas opacas e translúcidas, decorrentes da deposição diferenciada de carbonato de cálcio sobre uma base orgânica durante períodos de crescimento rápido e lento, influenciada por fatores como ciclos sazonais de temperatura (CAMPANA, 1984), alimentação, ciclos reprodutivos (BECKMAN e WILSON, 1995) e variação das condições oceanográficas (RALSTON, 1995), levando às alterações na composição orgânica/inorgânica dessas estruturas.

## **II. Objetivos**

### **1. Objetivo geral:**

Estudar a Idade e o crescimento de *Polymixia lowei* no sudeste-sul do Brasil.

### **2. Objetivos específicos:**

- a) Validar a periodicidade de formação dos incrementos presentes nos otólitos *sagitta* da espécie;
- b) Estimar os parâmetros de crescimento;
- c) Obter informações que contribuam para o conhecimento da biologia da espécie;
- d) Fornecer subsídios ao ordenamento de sua pescaria.

### III. Materiais & Métodos

#### 1. A Amostra

A amostra de peixes utilizada neste estudo é proveniente de cruzeiros de prospecção pesqueira efetuados no âmbito do “Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva” – REVIZEE, Score Sul.

Durante o Programa REVIZEE, as capturas de *Polymixia lowei* foram feitas com redes de arrasto de fundo, ao longo da plataforma externa e talude superior da região sudeste-sul do Brasil, mais especificamente entre o Cabo Frio (23°39’S) e o Cabo de Santa Marta (28°36’S), em profundidades de 100 a 600 metros (Figura 4) (BERNARDES *et al.*, 2005a).

Para as análises realizadas estavam disponíveis somente os exemplares coletados na região sudeste e parte da região sul, capturados na área entre a Baía de Guanabara (23°39’241) e a Ilha de Santa Catarina (27°21’059) (Figura 5) e provenientes de cruzeiros realizados com o N/Pq Soloncy Moura (CEPSUL/IBAMA) nos seguintes períodos (Figura 6):

- Cruzeiro I: inverno e primavera de 2001 (agosto, setembro e outubro);
- Cruzeiro II: outono de 2002 (fevereiro e abril);
- Cruzeiro III: inverno de 2002 (junho).

Uma primeira triagem realizada a bordo possibilitou a identificação e separação dos exemplares de *P. lowei* das demais espécies, tendo sido

realizada uma subamostragem ao acaso, representativa da amostra total, para a posterior realização de estudos biológicos sobre a espécie. Dos 30.714 exemplares de *P. lowei* capturados, 2.171 foram guardados e receberam um número de identificação exclusivo, tendo sido conservados em câmara frigorífica.

## 2. As Características Descritivas da Amostra

O processamento das subamostras ocorreu no Laboratório de Ictiofauna do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP), conferindo-se as características morfológicas e taxonômicas dos exemplares a serem analisados (n = 2171) de acordo com FIGUEIREDO e MENEZES (1978).

A biometria de cada exemplar foi realizada posicionando o flanco direito do peixe em um ictiômetro (com precisão de um milímetro) e seu focinho encostado no suporte perpendicular à régua, coincidindo com a marca zero.

Foram obtidas, em milímetros, as seguintes medidas:

- a) Comprimento total: medida tomada da ponta do focinho à extremidade mais longa da nadadeira caudal (**Lt**).
- b) Comprimento padrão: medida tomada da ponta do focinho à extremidade da placa hipural (**Ls**).

Em balança com precisão de 0,1 gramas, o peso total (**Wt**) dos exemplares foi aferido.

Uma dissecação foi realizada com cautela por incisão abdominal, evitando-se a danificação de estruturas internas. O sexo de cada exemplar foi verificado, classificando-se o estágio de maturidade das gônadas macroscopicamente. Os otólitos *sagitta* direito e esquerdo foram retirados, lavados em água e em álcool 70%, secados em papel filtro e acondicionados em microtubos plásticos com tampa devidamente identificados, para posterior análise.

### 3. As Relações Biométricas

#### 3.1. A Relação Comprimento – Peso (Ls x Wt)

Os dados de comprimento padrão (Ls) e peso total (Wt) foram plotados em gráficos de dispersão, sendo os parâmetros **a** e **b** dessa relação estimados para cada sexo em separado e para o conjunto de exemplares de *P. lowei* (n=2171), pelo método dos mínimos quadrados, segundo a função:

$$Wt = a \times Ls^b$$

Análises de resíduos padronizados também foram realizadas e plotadas em gráficos.

Aos valores dos parâmetros obtidos no ajuste das regressões, foi aplicado o teste “*t de Student*” **t** ( $\alpha_{(1)} = 0,05$ ), no intuito de analisar possíveis diferenças entre machos e fêmeas, comparando-se os valores de **b** observados e esperado ( $b = 3$ ) (ZAR, 2009):

$$t = (b - 3) / s_b$$

Onde:

t = estatística do teste;

b = valor observado, estimado no modelo;

s<sub>b</sub> = erro padrão do coeficiente.

### 3.2. Relação Comprimento Padrão - Comprimento Total (Ls x Lt)

Como o valor do comprimento total (Lt) para todos os exemplares de *P. lowei* não constava no banco de dados do Programa REVIZEE, existente no Laboratório de Ictiofauna do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, optou-se por utilizar o comprimento padrão (Ls) em todas as análises.

Regressões lineares entre o comprimento padrão (Ls) e o comprimento total (Lt) para machos e fêmeas, separadamente, foram ajustadas apenas aos dados de exemplares que apresentavam comprimento total (Lt) (n=1501), tendo sido obtidos os coeficientes “a”, “b” e de determinação “r<sup>2</sup>”. A comparação dos coeficientes de inclinação “b” e “a” obtidos para machos e para fêmeas foi feita através da aplicação do teste “*t de Student*”, utilizando o programa estatístico BIOESTAT 5.0 (ZAR, 2009).

### 3.3. Relações entre o comprimento dos exemplares (Ls) e as medidas dos otólitos (Lo/Ho/To/Wo)

Os métodos descritos em FAO (1981), KING (1995) e SPARRE e VENEMA (1998) auxiliaram na escolha de medidas a serem obtidas dos otólitos. A figura 7 apresenta um esquema do otólito de *P. lowei* com as medidas tomadas.

Os pares de otólitos disponíveis para análise (n = 1365) foram medidos quanto ao seu comprimento (Lo) e altura (Ho) com o auxílio de uma escala micrométrica acoplada a um estereomicroscópio, utilizando-se aumento de nove vezes (posteriormente, as medidas micrométricas foram convertidas em milímetros). A espessura do otólito (To) foi obtida com auxílio de um paquímetro com 0,05 milímetros de precisão. Após a obtenção dessas medidas, realizadas para os otólitos esquerdo e direito separadamente cada um deles foi pesado (Wo) em balança com precisão de milésimo de grama.

As medidas dos otólitos e do comprimento padrão (Ls) foram submetidas ao teste de normalidade de D'Agostino-Pearson.

O teste estatístico “*Wilcoxon*”, equivalente não-paramétrico do teste “*t de Student* – duas amostras pareadas” (ZAR, 2009), foi aplicado no intuito de comparar as medidas obtidas para o comprimento (Lo), a altura (Ho), a espessura do otólito (To) e peso do otólito (Wo), averiguando se havia igualdade entre os otólitos direito e esquerdo do mesmo exemplar de *P. lowei*.

Os dados foram logaritmizados ( $\log_{10}$ ) e a normalidade foi novamente testada.

Com o objetivo de verificar a validade de utilização do otólito como estrutura representativa do crescimento, diagramas de dispersão foram plotados para os

dados logaritmizados entre comprimento do peixe (Ls) e do comprimento do otólito (Lo), do comprimento do peixe (Ls) e da altura do otólito (Ho), do comprimento do peixe (Ls) e da espessura do otólito (To) e, do comprimento do peixe (Ls) e o peso do otólito (Wo). A análise de correlação de Pearson foi aplicada a essas mesmas relações, no intuito de verificar o nível de significância das mesmas (**P** valor < 0,05).

#### 4. O Crescimento Relativo

O estudo do crescimento relativo baseou-se em HUXLEY (1924), cuja metodologia permite analisar o desenvolvimento dos otólitos em relação ao comprimento padrão (Ls) dos exemplares, independentemente da idade dos mesmos.

Os valores logaritmizados das variáveis (Ls, Lo, Ho, To e Wo) foram lançados em diagramas de dispersão, dados aos quais foram ajustadas regressões lineares de acordo com o modelo alométrico (HUXLEY, 1993; QUINN e DERISO, 1999).

O valor da constante alométrica **b**, valor que permite avaliar se o crescimento da dimensão em questão é alométrico positivo, isométrico ou alométrico negativo, é definido da seguinte forma:

$$b > 1 - \text{ALOMETRIA POSITIVA (A+);}$$

$$b = 1 - \text{ISOMETRIA (I);}$$

$$b < 1 - \text{ALOMETRIA NEGATIVA (A-).}$$

Para verificar diferenças entre os valores de  $b$  observados e o esperado (isometria,  $b = 1$ ), foi aplicado o teste  $t$  ( $\alpha_{(1)} = 0,05$ ) (ZAR, 2009) aos dados padronizados:

$$t = (b - 1) / s_b$$

Onde:

$t$  = estatística do teste;

$b$  = valor observado, estimado no modelo;

$s_b$  = erro padrão do coeficiente.

## **5. O Estudo do Crescimento de *Polymixia lowei***

O estudo do crescimento de *Polymixia lowei* desenvolveu-se baseado na estimativa da idade individual através do método da leitura de anéis etários em otólitos.

### **5.1. Seleção, Emblocamento e Corte dos Otólitos**

Dentre os 1365 pares de otólitos disponíveis para o estudo do crescimento, foram selecionados 403 para a preparação de cortes. A seleção dessas estruturas foi feita utilizando-se como critério de representatividade a proporção de 25% do número de otólitos a serem analisados com relação ao número e distribuição das classes de comprimento dos peixes componentes dessa subamostra, por bimestre e por sexo.

Alguns testes foram realizados para determinar o ângulo de corte a ser utilizado nos otólitos que proporcionasse uma visualização completa e contínua

dos anéis. Segundo a FAO (1981), o corte deve passar pelo núcleo da estrutura, evitando problemas relativos à leitura de anéis subsequentes, o que poderia levar à estimativa incorreta da idade.

O corte sagital do otólito de *P. lowei* não apresentou bons resultados e o corte longitudinal não permitiu uma clara visualização dos anéis devido à forma côncava da estrutura. O corte transversal foi o que apresentou o melhor ângulo para a visualização dos anéis, sendo necessário, esporadicamente, um leve polimento com lixa d'água, para evidenciá-los.

Os otólitos foram preparados segundo a metodologia de SECOR *et al.* (1991), identificando-se macroscopicamente o núcleo do otólito e assinalando-o externamente com grafite preto, para facilitar o posterior ajuste do bloco de resina na direção exata da lâmina diamantada da serra metalográfica.

As estruturas foram emblocadas em formas de silicone, utilizando-se uma mistura de 1,5 ml de catalisador de resina butanox MEC P-50 para cada 100 ml de resina T-208.

Em cortadora metalográfica ISOMET TM cada bloco de resina foi seccionado próximo ao núcleo do otólito e, a partir deste limite foram obtidas fatias com 300 µm de espessura, as quais foram fixadas com Bálsamo do Canadá em lâmina para microscopia, cobertas por lamínula 24 x 24 mm e estocadas em temperatura ambiente para secagem.

## 5.2. A Leitura e Análise dos Cortes dos Otólitos

A identificação e contagem dos anéis foram realizadas conjugando um treinamento padronizado entre orientador, co-orientador e aluna e um estágio na Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA) de Montevideo, Uruguai, com a Dra. Maria Inés Lorenzo, especialista em estudos de crescimento de peixes e consultora da FAO - *Food and Agriculture Organization*.

O otólito de *Polymixia lowei* é disforme e sua porção dorsal apresenta forma e tamanho diferentes de sua porção ventral; para padronizar as leituras optou-se por analisar a porção ventral dos mesmos, que em geral, apresentaram uma melhor visualização dos anéis com boa definição das zonas opacas e das zonas translúcidas. O núcleo é de difícil visualização e identificação, deste modo, respeitando-se as delimitações padronizadas para todas as leituras, adotou-se como ponto inicial de contagem dos anéis a metade exata do sulco acústico do otólito, bem evidente nos cortes e que termina em uma região opaca. Uma régua ocular micrométrica acoplada no estereomicroscópio serviu para a obtenção das medidas dos raios dos anéis ( $R_n$ , em micrômetros) e do raio do otólito ( $R_o$ , em micrômetros), utilizando-se o aumento de dezoito vezes; estas medidas foram posteriormente convertidas em milímetros.

Considerou-se **anel**, uma zona translúcida mais uma zona opaca, tomando-se as medidas do limite final da zona opaca que coincide com o início da zona translúcida, ou seja, a zona de crescimento rápido na qual ocorre maior deposição de carbonato de cálcio.

O otólito de *P. lowei* é de difícil leitura e a visualização de seus anéis demanda cuidado e adestramento. Três leituras foram realizadas: a primeira serviu basicamente para treinamento quanto à visualização dos anéis etários e contagem dos mesmos; a segunda leitura permitiu verificar o padrão da posição dos anéis e nova contagem; e, a terceira, permitiu averiguar discrepâncias entre a primeira e segunda leitura, tanto em relação ao número e posição dos anéis, quanto ao raio do otólito e tipo de borda. Das três leituras realizadas sob estereomicroscópio na porção ventral dos cortes, adotaram-se as medidas obtidas na leitura comparativa (a terceira leitura).

A Figura 8 apresenta a fotografia de um corte do otólito esquerdo de *P. lowei*, com as medidas obtidas.

Os dados de comprimento padrão ( $L_s$ ) dos peixes “*versus*” os dados de raio dos anéis ( $R_n$ ) foram plotados em um gráfico de constância, para verificar a consistência das leituras realizadas nos cortes. Segundo CAMPANA (2001), a posição de cada anel presente na estrutura corresponde a um determinado comprimento/idade do peixe.

### **5.3. Validação: Periodicidade e Época de Formação dos Anéis Etários**

Para analisar a periodicidade e época de formação dos anéis foram utilizadas duas metodologias, a saber:

a) Porcentagem Relativa do Tipo de Borda

O tipo de borda foi verificado em todos os otólitos seccionados, se translúcida (**TR**) ou opaca (**OP**), sendo as porcentagens calculadas por período amostral (bimestral) para o grupo de anel com maior número de indivíduos, sendo este o grupo com três anéis (**R3**). A época de formação de anel foi considerada aquela com maior porcentagem de ocorrência de bordas translúcidas (LORENZO, 1999).

b) Índice de Incremento Marginal

O incremento marginal é uma proporção da quantidade de carbonato de cálcio depositado no otólito ao longo do tempo. O menor valor de incremento marginal é considerado a época indicativa de formação do anel. Este índice foi calculado apenas para o grupo de anel com maior número de indivíduos (grupo **R3**), segundo a fórmula proposta por MIO (1961):

$$IM = \frac{Ro - Rn}{Ro}$$

Onde:

IM = Incremento Marginal;

**Ro** = Raio do otólito;

**Rn** = Raio do último anel etário (o mais recente).

#### 5.4. Composição Etária

A partir do momento em que se verificou a periodicidade de formação dos anéis, os grupos de anéis passam a ser tratados como idade, caracterizando-se assim, a composição etária da amostra de otólitos de *P. lowei* selecionada para a leitura de anéis. Desta forma, construiu-se uma tabela idade-comprimento apresentando as idades por classes de comprimento padrão e plotou-se um gráfico através da técnica de *box plot* a fim de verificar a variação dos comprimentos por idade.

#### 5.5. Estimativa dos Parâmetros de Crescimento

O crescimento do barbudo, *P. lowei*, foi descrito através do modelo de Von Bertalanffy (VON BERTALANFFY, 1957):

$$L_i = L^\infty [ 1 - e^{-k(t - t_0)} ]$$

Onde:

$L_i$  = comprimento médio do peixe na idade  $t$ ;

$L^\infty$  = comprimento máximo teórico;

$k$  = constante relacionada à taxa de crescimento;

$t$  = idade no comprimento  $L_t$ ;

$t_0$  = idade teórica no comprimento zero.

Aos dados de comprimento médio por idade, obtidos através da análise de otólitos, ajustou-se a curva de Von Bertalanffy. A estimação dos parâmetros de crescimento se deu através do método de Ford-Walford (WALFORD, 1946), seguindo as seguintes etapas:

- um diagrama de dispersão foi elaborado plotando-se os dados de comprimentos padrão médios por idade ( $L_i$ ) *versus* os dados de comprimentos padrão médios na idade subsequente ( $L_{i+1}$ ).
- ajustou-se a estes dados, uma regressão linear simples:

$$L_{i+1} = a + b L_i$$

- a partir dos valores de  $a$  e  $b$  obtidos na regressão, foi obtido o valor de  $L_\infty$ :

$$L_\infty = a / (1-b)$$

- calculou-se então o logaritmo neperiano da diferença entre o comprimento máximo teórico e o comprimento padrão médio na idade  $i$ :

$$\ln(L_\infty - L_i)$$

- ajustou-se uma regressão linear entre as idades *versus* os valores transformados obtidos:

$$\ln(L_{\infty} - L_i) = a + bi$$

- de onde conseguimos obter os valores de k e t<sub>0</sub>:

$$k = |b| \qquad t_0 = \frac{a - \ln(L_{\infty})}{k}$$

### 5.6. Estimativa da Performance de Crescimento

O parâmetro *phi-prima* ( $\emptyset$ ) é empregado para comparar o desempenho do crescimento de peixes em comprimento. Foi estabelecido por MUNRO & PAULY, em 1984, e utiliza os parâmetros obtidos na equação de Von Bertalanffy, como confere nas seguintes fórmulas:

$$\emptyset = \log_{10} K + 2/3 \log_{10} a + 2 \log_{10} L_{\infty}$$

Ou,

$$\emptyset' = \log K + 2 \log L_{\infty}$$

Em que,

$$\emptyset' = \emptyset - 2/3 \log a$$

## 5.7. Estimativa da Longevidade

A longevidade ou esperança de vida foi calculada pelo método de TAYLOR (1957), utilizando-se os parâmetros de crescimento obtidos no ajuste de von Bertalanffy. Representa o tempo requerido para um organismo atingir 95% de sua capacidade de crescimento em comprimento e, é calculada como:

$$A_{0,95} = (2,996/K) + t_0$$

Todas as análises estatísticas foram conduzidas utilizando-se o programa BIOESTAT 5.0.

## IV. Resultados

### 1. A Amostra

Os dados das amostras de *P. lowei* analisados neste estudo constam do banco de dados do Laboratório de Ictiofauna do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. As capturas, na área prospectada com redes de arrasto de fundo, perfizeram uma amostra composta por 793 fêmeas, 909 machos e por 469 exemplares classificados na categoria “sexo não identificado”, e que foram incluídos em todas as análises por serem representantes das menores classes de comprimento obtidas. Os valores das classes de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt), para todos os exemplares dessa amostra (n=2171), estão representadas em histogramas na Figura 9 e, os valores por sexo na Figura 10.

Tendo em vista o pequeno número de exemplares em alguns meses de coleta, optou-se por agrupar os dados por bimestral, da seguinte forma: agosto e setembro (de 2001), outubro e novembro (de 2001), dezembro e janeiro (não foram capturados exemplares), fevereiro e março (de 2002), abril e maio (de 2002) e junho e julho (de 2002). Este procedimento é amplamente utilizado em estudos de crescimento de peixes e foi adotado com vistas a melhorar a série temporal de dados, contemplando um maior número de exemplares por classe de comprimento e por sexo. Da Tabela 1 consta o número de exemplares capturados por cruzeiro de prospecção pesqueira, por sexo e período, sendo:

- a) **Agosto/Setembro** – 289 exemplares, com comprimento padrão variando entre 80 e 200 mm (Figura 11)
- b) **Outubro/Novembro** – 336 exemplares, com comprimento padrão variando entre 52 e 223 mm (Figura 12)
- c) **Dezembro/Janeiro** – 0 exemplares
- d) **Fevereiro/Março** – 563 exemplares, com comprimento padrão variando entre 57 e 225 mm (Figura 13)
- e) **Abril/Maio** – 645 exemplares, com comprimento padrão variando entre 60 e 213 mm (Figura 14)
- f) **Junho/Julho** – 338 exemplares, com comprimento padrão variando entre 100 e 227 mm (Figura 15)

A análise da distribuição de frequência dos comprimentos padrão (Ls) dos peixes, por sexo, mostrou que os machos foram predominantes entre as classes de 120-129 a 170-179 mm e que as fêmeas apresentaram maior ocorrência a partir da classe de 180-189 mm, passando a serem as únicas representantes das maiores classes de comprimento da amostra (até 227 mm).

A estatística descritiva (valores da média, mediana, máximo, mínimo e desvio padrão) das variáveis comprimento padrão (Ls) e peso total (Wt), para o número total de exemplares da amostra, constam das Tabelas 2 e 3.

## 2. As Relações Biométricas

### 2.1. A Relação Comprimento - Peso (Ls x Wt)

Para a relação entre o comprimento padrão e o peso total dos exemplares da amostra, foram obtidas as seguintes regressões exponenciais:

$$\text{Para todos os exemplares (n=2171)} \rightarrow W_t \text{ (g)} = 0,00004 \times L_s^{2,907}$$

$$\text{Para machos (n=909)} \rightarrow W_t \text{ (g)} = 0,00006 \times L_s^{2,854}$$

$$\text{Para fêmeas (n=793)} \rightarrow W_t \text{ (g)} = 0,00005 \times L_s^{2,895}$$

O resumo estatístico dessas regressões encontra-se na Tabela 4, cujos valores dos coeficientes de determinação, juntamente com a análise de resíduos que apresentaram uma pequena tendência ( $P < 0,05$ ), confirmam a adequação do modelo ajustado.

A plotagem de dados, as regressões exponenciais da relação comprimento-peso e as análises de resíduos ajustadas estão apresentadas na Figura 16 para a amostra total ( $n = 2171$ ), na Figura 17 para machos e na Figura 18 para fêmeas.

O teste “*t de Student*”, aplicado aos valores dos parâmetros obtidos nas regressões ajustadas, revelou diferenças significativas entre machos e fêmeas para os coeficientes alométricos  $b$  ( $P > 0.05$ ) (Tabela 5).

## 2.2. A Relação Comprimento Padrão - Comprimento Total (Lt x Ls)

Regressões lineares entre o comprimento padrão (L<sub>s</sub>) e o comprimento total (L<sub>t</sub>) foram ajustadas para todos os exemplares que apresentavam estas duas medidas (n = 1501), assim como para machos e fêmeas, separadamente, obtendo-se os seguintes resultados:

Para todos os exemplares →  $L_t = 7,4802 + 1,1979L_s$

Para machos →  $L_t = 6,8848 + 1,2014L_s$

Para fêmeas →  $L_t = 12,4668 + 1,1689L_s$

Na tabela 6 consta o resumo estatístico dessas regressões, sendo que os valores dos coeficientes lineares de correlação (r) e dos coeficientes de determinação (r<sup>2</sup>) para todos os exemplares e para cada sexo evidenciaram a adequação do modelo linear ajustado.

O teste “*t de Student*”, aplicado no intuito de se comparar os coeficientes angulares das retas (**b**) e os interceptos (**a**) obtidos nas regressões lineares de machos e de fêmeas, rejeitou a hipótese de diferenças entre as regressões de ambos os sexos de *P. lowei* (**P** < 0,05) (Tabela 7).

As regressões ajustadas, entre o comprimento total (L<sub>t</sub>) e o comprimento padrão (L<sub>s</sub>) estão apresentadas para todos os exemplares (n = 1501) na Figura 19, para machos na Figura 20 e para fêmeas na Figura 21.

### 2.3. As Relações entre o comprimento dos exemplares (Ls) e as medidas dos otólitos (Lo/Ho/To/Wo)

Da amostra total ( $n = 2171$ ) de peixes da região sudeste, apenas 1365 exemplares apresentavam seus otólitos em bom estado de conservação visto que muitos pares se perderam durante a estocagem ou se quebraram devido à fragilidade da estrutura. O conjunto de dados disponível para a análise de otólitos ( $n = 1365$ ) é apresentado na Figura 22, a qual exibe as distribuições das freqüências de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) e, na Figura 23 para machos e fêmeas, separadamente.

O resultado do teste não paramétrico “*Wilcoxon*”, aplicado às medidas obtidas para verificar se havia diferença entre os otólitos do mesmo indivíduo, indicou não existir diferenças para qualquer uma destas variáveis, permitindo que a utilização do otólito esquerdo fosse adotada tanto para a análise morfométrica quanto para o estudo de crescimento, estando o otólito direito disponível quando necessário (Figura 24 e Tabela 8).

Os valores logaritmizados das medidas dos otólitos e do comprimento padrão (Ls), submetidos ao teste de normalidade de D’Agostino-Pearson e apresentaram distribuição normal ( $P < 0,05$ ). As relações entre o comprimento padrão e os caracteres morfométricos dos otólitos, plotadas e apresentadas em gráficos, revelaram a potencialidade dessa estrutura para o estudo da idade e do crescimento de *P. lowei*, dado que os valores de correlação de Pearson obtidos foram elevados e significativos (Tabela 9).

Entre os valores de comprimentos padrão (Ls) dos peixes e os comprimentos dos otólitos (Lo) foram ajustadas regressões lineares (Figura 25

para todos os exemplares, Figura 26 para fêmeas e Figura 27 para machos).

No quadro abaixo são apresentados os parâmetros obtidos destas regressões:

<b>Ls x Lo</b>	<b>TODOS</b>	<b>FÊMEAS</b>	<b>MACHOS</b>
<b>a</b>	-0.9511	-0.9581	-1.2138
<b>b</b>	0.8504	0.8488	0.9732
<b>r<sup>2</sup></b>	0.90	0.84	0.81

Entre os valores de comprimentos padrão (Ls) dos peixes e as alturas dos otólitos (Ho) foram ajustadas regressões lineares (Figura 28 para todos os exemplares, Figura 29 para fêmeas e Figura 30 para machos). No quadro abaixo são apresentados os parâmetros obtidos destas regressões:

<b>Ls x Ho</b>	<b>TODOS</b>	<b>FÊMEAS</b>	<b>MACHOS</b>
<b>a</b>	-0.8039	-0.5293	-0.9519
<b>b</b>	0.7339	0.6034	0.8073
<b>r<sup>2</sup></b>	0.85	0.69	0.75

Entre os valores de comprimentos padrão (Ls) dos peixes e as espessuras dos otólitos (To) foram ajustadas regressões lineares (Figura 31 para todos os exemplares, Figura 32 para fêmeas e Figura 33 para machos). No quadro abaixo são apresentados os parâmetros obtidos destas regressões:

<b>Ls x To</b>	<b>TODOS</b>	<b>FÊMEAS</b>	<b>MACHOS</b>
<b>a</b>	-1.8929	-1.8298	-2.4192
<b>b</b>	0.9448	0.9029	1.1934
<b>r<sup>2</sup></b>	0.70	0.52	0.58

Entre os valores de comprimentos padrão (Ls) dos peixes e o peso dos otólitos (Wo) foram ajustadas regressões lineares (Figura 34 para todos os exemplares, Figura 35 para fêmeas e Figura 36 para machos). No quadro abaixo são apresentados os parâmetros obtidos destas regressões:

<b>Ls x Wo</b>	<b>TODOS</b>	<b>FÊMEAS</b>	<b>MACHOS</b>
<b>a</b>	-6.5477	-6.1764	-7.5502
<b>b</b>	2.5023	2.3090	2.9779
<b>r<sup>2</sup></b>	0.82	0.69	0.74

### 3. O Crescimento Relativo

Os valores dos coeficientes de correlação **b** e os interceptos **a**, obtidos nas regressões lineares ajustadas aos dados das variáveis logaritmizados (Ls x Lo/Ho/To/Wo), de acordo com o modelo alométrico (HUXLEY, 1924; QUINN e DERISO, 1999), assim como o tipo de crescimento resultante das relações entre essas dimensões estão apresentados na Tabela 10 para o conjunto total de dados, na Tabela 11 para fêmeas e na Tabela 12 para machos.

O teste t de Student ( $\alpha_{(1)} = 0,05$ ) indicou não haver diferenças significativas entre os valores observados e esperados do coeficiente alométrico **b** (Tabela 13).

Os resíduos padronizados plotados *versus* os dados logaritmizados do comprimento padrão dos exemplares ( $\log_{10}$ ) estão apresentados na Figura 37.

#### 4. O Estudo do Crescimento de *Polymixia lowei*

Para o estudo do crescimento de *P. lowei*, foram utilizados os otólitos esquerdos do par *sagitta* na preparação dos cortes, estando os direitos disponíveis para quando se constatasse alguma irregularidade na estrutura, como por exemplo, cristalização ou má formação. Adotar esta metodologia é permitido desde que comprovado, estatisticamente, que não existem diferenças significativas entre os otólitos direito e esquerdo do mesmo indivíduo.

##### 4.1. A Análise dos Cortes de Otólitos

Da amostra de exemplares com otólitos ( $n = 1365$ ), foram selecionadas 403 estruturas para emblocamento, corte e análise de anéis, sendo elas relativas a 193 fêmeas, 133 machos e 77 indivíduos com sexo não identificado.

Os exemplares pertencentes à amostra para análise dos cortes também apresentavam comprimento padrão entre 57 e 227 mm, pois durante essa seleção procurou-se preservar a mesma composição de comprimentos de exemplares encontrada na amostra total ( $n = 2171$ ) e na amostra com otólitos ( $n = 1365$ ), apresentadas na Tabela 14 e na Figura 38. A distribuição de freqüências por classe de comprimento padrão (Ls) e peso total (Wt) desses exemplares de *P. lowei* está disponível na Figura 39, e para cada sexo na Figura 40.

A terceira leitura dos cortes dos otólitos de *P. lowei* revelou a existência de até seis anéis subsequentes (**R1 a R6**). Quando os dados da terceira leitura foram plotados, foram observados alguns pontos discrepantes, os quais foram

eliminados das análises, passando esta amostra a conter 399 exemplares com seus otólitos preparados (Tabela 15).

A frequência do número de anéis encontrados nos otólitos ( $n = 399$ ) está apresentada na Tabela 16 e na Figura 41, mostrando que a maior parte da amostra era composta por peixes com até três zonas opacas em seus otólitos **(R3)**.

Os valores obtidos na análise estatística descritiva das medidas dos raios dos anéis indicaram uma variação bastante estreita de valores, delimitada para cada grupo de anel, mostrando a confiabilidade das medidas efetuadas que são apresentadas na Tabela 17 e na Figura 42. Os comprimentos médios para cada grupo de anel constam da Tabela 18.

As distribuições do número de anéis por classes de comprimento padrão (Ls) e por classes de peso total (Wt) dos exemplares componentes da amostra dos cortes ( $n = 399$ ) estão na Figura 43.

A plotagem dos dados de comprimento padrão (Ls) “*versus*” os dados de raios dos anéis **(Rn)** revelou que as leituras realizadas nos cortes dos otólitos foi bastante representativa, ainda que considerando-se o grau de dificuldade de visualização dos mesmos, mostrando, claramente, que cada anel corresponde a um determinado comprimento (ZAR, 2009). Pela Figura 44 é possível avaliar a representatividade das medidas de raios dos anéis em relação ao comprimento dos peixes.

Os valores de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) destes exemplares *versus* as medidas dos raios dos otólitos **(Ro)** lançados em

gráficos (Figura 45) permitiram visualizar curvas de crescimento da espécie em comprimento e em peso.

#### **4.2. Validação: Periodicidade e Época de Formação dos Anéis Etários**

##### a) Porcentagem Relativa do Tipo de Borda

As análises sobre a porcentagem do tipo de borda dos otólitos foram realizadas para o conjunto total de dados utilizando-se o grupo de anel mais representativo em número de exemplares, sendo este o grupo de anel **R3** (Tabela 16 e Figura 41).

Mesmo existindo a lacuna de amostragem no bimestre dezembro/janeiro, pelo gráfico de porcentagem de bordas translúcidas e opacas (Figura 46) nota-se uma tendência de formação de anéis nos meses de junho e julho, uma vez ao ano, quando se constata uma maior porcentagem de otólitos com bordas translúcidas. Entende-se, neste trabalho, que esta época represente o final da estação de outono e o início de inverno, considerando-se: “verão” os meses de janeiro, fevereiro e março; “outono” os meses de abril, maio e junho; “inverno” os meses de julho, agosto e setembro; e, “primavera” os meses de outubro, novembro e dezembro.

#### b) Índice de Incremento Marginal

Os valores do Índice de Incremento Marginal, obtidos através da fórmula de MIO (1961) para os exemplares do grupo de anel **R3**, plotados em gráficos boxplot, na tentativa de exprimir os valores médios e os quartis deste conjunto de dados, corroboraram para validar a periodicidade e época de formação dos anéis etários para *P. lowei*, verificando-se que os menores valores de incremento marginal médio também ocorreram no período de junho e julho (Figura 47).

#### 4.3. Composição Etária

Os exemplares desta amostra apresentaram de zero a seis anos de idade. O comprimento padrão (Ls) médio por idade podem ser visualizados na Tabela 19. A Tabela 20 apresenta a frequência absoluta de indivíduos por classe de comprimento padrão, por idade, para a amostra  $n = 399$  e na Figura 48 consta o *box plot* com a variação destes dados.

Na Tabela 21 consta a chave idade-comprimento, a qual é composta pelo número de exemplares com a idade  $t$  por classe de comprimento (Ls).

#### 4.4. Estimativa dos Parâmetros de Crescimento

Para a estimativa dos parâmetros de crescimento através do método de Ford-Walford e ajuste do modelo de Von Bertalanffy, utilizando os valores dos comprimentos médios das idades zero a cinco anos, para o conjunto total de dados e para fêmeas e, os valores das idades um a cinco anos para machos, tendo em vista a ausência de exemplares com zero ano. A idade seis não foi considerada para o ajuste desta metodologia por conta do baixo número de exemplares (cinco) e a alta variabilidade de seus comprimentos individuais.

Foram obtidas as seguintes equações de crescimento:

$$\text{Para todos os exemplares} \rightarrow L_i = 301 * [ 1 - e^{-0.13 (t - (-2.33))}]$$

$$\text{Para machos} \rightarrow L_i = 257 * [ 1 - e^{-0.19 (t - (-1.75))}]$$

$$\text{Para fêmeas} \rightarrow L_i = 340 * [ 1 - e^{-0.13 (t - (-1.84))}]$$

As curvas de crescimento resultantes destas análises estão apresentadas na Figura 49. A Tabela 22 apresenta os valores de comprimento padrão médio (Ls) dos exemplares por idade (n=399) e os comprimento (Ls) obtidos através do ajuste do modelo de Von Bertalanffy, para todos os exemplares e para cada sexo.

#### 4.5. Estimativa da Performance de Crescimento

Os parâmetros *phi-prima* ( $\phi$ ), de MUNRO e PAULY (1984) obtidos utilizando-se os parâmetros da equação de Von Bertalanffy para o conjunto total de dados e para cada sexo, foram os seguintes:

Parâmetros	TODOS	MACHOS	FÊMEAS
<b>a</b>	5.40	5.22	5.58
<b>L<math>\infty</math></b>	301	257	340
<b>k</b>	0.13	0.19	0.13
<b><math>\phi</math></b>	4.55	4.57	4.68
<b><math>\phi'</math></b>	4.07	4.07	4.18

#### 4.6. Estimativa da Longevidade

Os valores obtidos para a longevidade ou esperança de vida ( $A_{0,95}$ ) para o conjunto total de dados e para cada sexo foram:

Parâmetros	TODOS	MACHOS	FÊMEAS
<b>L<math>\infty</math></b>	301	257	340
<b>t<sub>0</sub></b>	-2.3	-1.75	-1.85
<b>k</b>	0.13	0.19	0.13
<b>A<sub>0,95</sub></b>	20.72	14.13	20.80

## V. Discussão

### 1. As Amostras

O Programa REVIZEE permitiu a quantificação de algumas espécies presentes em águas profundas pouco conhecidas sob o ponto de vista pesqueiro, que apresentaram alta biomassa na região sudeste-sul. Tendo como objetivo estudar a idade e o crescimento de uma dessas espécies, o peixe barbudo - *Polymixia lowei*, neste estudo foram analisados os otólitos de uma amostra de exemplares coletados com rede de arrasto de fundo, bem como seus dados biológicos, procurando contemplar a maior amplitude possível de comprimentos dos mesmos, e priorizando a representatividade numérica dos peixes capturados por cada classe de comprimento encontrada.

A família Polymixiidae compreende dez espécies de peixes demersais marinhos, apenas duas delas presentes no oceano Atlântico Sul: *P. nobilis* (Lowe, 1838) e *P. lowei* (Günther, 1859) que se distribuem mais comumente sobre a plataforma externa e o talude superior, a primeira apresentando distribuição vertical mais ampla, sendo encontrada até 770 metros de profundidade (FARIAS *et al.*, 2007). KOTLYAR (2004) afirma existir registros sobre a distribuição dos peixes desta família até os 800 metros.

*P. lowei* é considerada a espécie mais comum dentre os polymixiiformes (KREFFT, 1976). Em 1966 e 1968, mais de 3500 exemplares foram coletados durante os cruzeiros do navio “Walther Herwig” realizados no oceano Atlântico sudeste (23°44’S a 35°02’S), entre 160 e 520 metros de profundidade, tendo

sido a captura média composta por 300 a 400 exemplares/hora, com exceções em que a captura foi composta por mais de 1500 exemplares.

A exploração do peixe barbudo é pouco documentada, estando disponíveis estatísticas de captura pouco detalhadas, apesar de existirem esforços oriundos do Grupo de Estatística Pesqueira (GEP/UNIVALI) atuante na região sul do Brasil. Isso se dá, possivelmente, devido sua limitada importância econômica e por habitar áreas profundas, para a qual os conhecimentos ainda permanecem escassos. Considerando a importância de *P. lowei* dentro do funcionamento natural de seu ecossistema e para a economia regional das comunidades pesqueiras que a comercializam, há pouco conhecimento também sobre sua biologia.

Em razão de sua distribuição na coluna d'água, é comum a captura desta espécie por barcos de arrasto duplo de tangones e pela frota espinheleira (SIESPE, 2007). Este fato foi comprovado pelas capturas com redes de arrasto durante o Programa REVIZEE, quando se estimou o número de exemplares da espécie na área prospectada, entre Cabo Frio e Chuí, para o conjunto de dois invernos (2001 e 2002) e para o outono de 2002 em 170,1 milhões e 190,6 milhões de exemplares, respectivamente, verificando-se ainda, aumento do peso e do comprimento médio dos peixes em direção às zonas mais profundas e para o norte. Os exemplares maiores do que 180 mm de comprimento total ocorreram ao norte de 28°S.

KREFFT (1976) afirma que as populações brasileiras de *P. lowei* diferem significativamente daquelas que ocupam o oceano Atlântico Norte, em distintos caracteres merísticos, mas este autor não especificou quais foram os caracteres analisados. Em contrapartida, CERVIGÓN (1991) relata a captura

de um exemplar de *P. lowei* com 400 mm de comprimento total, a 200 metros de profundidade no mar do Caribe, sendo que na região central do Brasil, entre 13°S e 23°S, FROTA *et al.* (2004) capturaram grandes exemplares de barbudo, o menor com 250 mm e o maior com 463 mm de comprimento total, fazendo uso do arrasto de fundo como arte de pesca.

No sudeste e no sul do Brasil *P. lowei* e *Zenopsis conchifera* vêm se destacando desde os meados de 2001, como fauna acompanhante de um dos recursos mais valiosos, alvo da pesca de profundidade (250 m - 500 m), o peixe-sapo - *Lophius gastrophysus* (PEREZ e WAHRLICH, 2005). Durante muito tempo estes recursos foram completamente descartados pelos barcos e, ao longo dos anos, os pescadores passaram a comercializá-los, dependendo de sua proporção na composição da captura total de cada embarcação.

De modo geral, as frotas têm se beneficiado da fragilidade do modelo de gestão vigente sobre as pescarias de recursos demersais, que permite o livre acesso aos recursos denominados “não controlados” e autoriza sua captura, na tentativa de compensar as perdas obtidas a partir do declínio dos recursos demersais presentes na plataforma interna (PEREZ e PEZZUTO, 2006). Foi dentro deste contexto, que a exploração comercial do peixe barbudo iniciou-se de forma gradativa, com vistas a suprir a pequena captura daquelas espécies economicamente mais importantes.

Desde 1998, HAIMOVICI (1998) alerta que este padrão desordenado de exploração de espécies pouco conhecidas pode levar rapidamente ao colapso de suas pescarias. Mais recentemente, HAIMOVICI *et al.* (2008) enfatizaram o fato de que o potencial pesqueiro do talude superior, principal área de

ocupação da espécie em estudo, é, em ordem de magnitude, inferior ao da plataforma continental interna.

Um fator que pode influenciar as capturas de *P. lowei* está relacionado ao seu hábito alimentar, sendo ela considerada pelágico-bentônica. Na região sudeste do Brasil, MUTO *et al.* (2005) confirmam que as presas identificadas nos conteúdos estomacais pertencem ao grupo dos crustáceos, cefalópodes e teleósteos; dentre os crustáceos representantes do zooplâncton predominaram, os euphausiáceos e, dentre os teleósteos, aqueles de hábitos pelágicos, como bregmacerotídeos e mictofídeos. Na região sul, MARTINS (2000) verificou o consumo de cefalópodes e teleósteos, mas registrou também a ocorrência de invertebrados bentônicos da infauna e da epifauna na dieta da espécie. SIERRA *et al.* (1994), do mesmo modo, destacam o consumo de cefalópodes como item alimentar de *P. lowei*, em águas cubanas.

De acordo com ZAVALA-CAMIN (1996), apesar de não existirem estudos dirigidos a *P. lowei* relacionados ao comportamento alimentar durante todo o seu ciclo de vida, é provável que os peixes maiores apresentem uma dieta mais demersal, evitando assim a competição intra-específica com os peixes menores, de hábito mais pelágico.

KOTLYAR (2004) mostra que os registros das capturas mundiais de *P. lowei* evidenciam que os juvenis da espécie realizam migração vertical na coluna d'água para se alimentarem, sendo que este comportamento também foi verificado para peixes beryciformes, grupo filogenético bastante próximo dos polymixiiformes.

Nos anos de 1982 a 1995, durante o "Southeast Area Monitoring and Assessment Program" (SEAMAP) foram estudadas as fases iniciais do ciclo de

vida de algumas espécies demersais raramente coletadas e estudadas no Oceano Atlântico Central, mais especificamente na área que compreende o Golfo do México e Mar do Caribe, mostrando que larvas de espécies de águas mais profundas habitam as porções superiores dos oceanos; dentre estas espécies foi citada *P. lowei*, cujos exemplares com comprimentos padrão entre 4 e 31 mm foram analisados por LYCZKOWSKI-SHULTZ *et al.* (2000).

No Golfo do México *P. lowei* é frequentemente capturada como fauna acompanhante das pescarias de espinhel de fundo, cujo alvo principal é *Lopholatilus chamaeleonticeps*, apresentando a mesma distribuição na coluna d'água do que em águas brasileiras (MATLOCK *et al.*, 1990).

Com respeito à distribuição em profundidade, o fato da amostra examinada de *P. lowei* compreender exemplares encontrados na porção externa da plataforma continental e no talude superior, de 128 a 619 metros e 5,5°C e 17,3°C de temperatura no fundo confirma indicações prévias sobre a distribuição da espécie, apresentadas na literatura (FIGUEIREDO & MENEZES, 1978; KOTLYAR, 1993a e 1993b; BERNARDES *et al.*, 2005a). As maiores densidades por lances (kg/km<sup>2</sup>) ocorreram entre os 300 e 550 metros (HAIMOVICI *et al.*, 2008), tornando válido alertar que é nesta extensão de profundidade onde os barcos de pesca que capturam *P. lowei* estão operando de forma constante nas regiões sudeste e sul do Brasil (PEREZ & WAHRLICH, 2005).

No talude superior, profundidade na qual se distribui o peixe barbudo, as variações de temperatura são características da massa d'água Água Central do Atlântico Sul (ACAS), que influencia diretamente no sucesso de sobrevivência desta espécie ao longo de todo o ano. Na região sudeste-sul do Brasil, sobre a

plataforma continental, estão presentes: a Água Costeira (AC), com alta temperatura e salinidade variável (sujeita aos processos de influência continental), a Água Subtropical de Plataforma (ASTP), que está em contato com os meandramentos da Corrente do Brasil na camada superficial e, a Água Central do Atlântico Sul (ACAS), próxima ao fundo na plataforma externa e talude (CASTRO & MIRANDA, 1998). A ACAS é uma água fria rica em nutrientes que propicia condições adequadas para o desenvolvimento das espécies demersais que habitam áreas sob sua influência. É durante sua presença sazonal sobre a plataforma continental da região sudeste do país que ocorre uma elevação da produtividade primária e a estabilização da coluna d'água, favorecendo a sobrevivência de larvas planctônicas, de modo que a maioria da megafauna bentônica e dos peixes têm sua reprodução concentrada nos meses de verão (HAIMOVICI *et al.*, 2008).

## **2. As Relações Biométricas**

### **2.1. A Relação Comprimento - Peso (Ls x Wt)**

A relação entre o comprimento e o peso dos organismos é considerada um importante aspecto da estrutura populacional das espécies de peixes, visto que o coeficiente alométrico (***b***) indica a taxa de peso ganho durante o crescimento. Uma boa relação é evidenciada obtendo-se um coeficiente de correlação ( $r^2$ ) com valor próximo ao máximo, que é um (FROTA *et al.*, 2004; VIANA *et al.*, 2004). Neste trabalho, as relações calculadas para todos os exemplares, para machos e para fêmeas apresentaram valores de coeficientes de correlação ( $r^2$ )

linear superiores a 0,97 e os valores de **b** foram semelhantes entre machos e fêmeas (machos - 2,85; fêmeas - 2,89) (Tabela 4). O coeficiente **b** é um parâmetro essencial para a avaliação de estoques, utilizado para realizar comparações entre populações de áreas e períodos distintos e para se obter o fator de condição (ROSSI-WONGTSCHOWSKI 1977).

HAIMOVICI e VELASCO (2000) sugerem calcular a relação comprimento-peso, sempre que possível, utilizando métodos não-lineares. Sendo assim, para esta análise optou-se por não utilizar a logaritmização dos dados, sendo este procedimento também adotado por DIAZ *et al.* (2000) e por FROTA *et al.* (2004) para *P. lowei*, estando os parâmetros obtidos pelos autores citados, no quadro abaixo:

<u>Autores</u>	N	Comprimento Tipo*	Comprimento (mm)		Peso Total (g)		Wt = a*Ls <sup>b</sup>		
			Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	a	b	r <sup>2</sup>
Presente estudo	2171	Ls	52	227	4.9	370.75	0.00004	2.91	0.987
Diaz <i>et al.</i> (2000)	20	Lt	76	178	4.7	58.9	0.00001	3.02	-
Frota <i>et al.</i> (2004)	10	Lt	252	463	204.3	1398.5	0.0119	3.04	0.981

\*Ls = comprimento padrão; Lt = comprimento total;

DIAZ *et al.* (2000) e FROTA *et al.* (2004) utilizaram dados de comprimento total (Lt) de *P. lowei* para calcular esta relação, obtendo um valor de coeficiente alométrico maior que o obtido na presente análise. Entretanto, FROTA *et al.* (2004) ressaltaram que, dependendo do tipo de comprimento utilizado (padrão, furcal ou total), os valores de **b** podem apresentar diferenças estatísticas atentando para um menor valor do coeficiente alométrico quando se utiliza o comprimento padrão.

Os valores estimados dos coeficientes alométricos **b** apresentaram pequena variabilidade, a qual quando ocorre, evidencia diferentes populações

da mesma espécie ou até mesmo dentro da mesma população em diferentes épocas, refletindo alterações biológicas individuais intrínsecas dos organismos relacionadas a atividades alimentares, reprodutivas e migratórias (KING, 1995; RICKER, 1975). Aparentemente, na região do estudo, temos uma única população de *P. lowei*.

## **2.2. A Relação Comprimento Padrão - Comprimento Total (Lt x Ls)**

Analisando as relações morfométricas entre o comprimento padrão (Ls) e o comprimento total (Lt) dos exemplares de *P. lowei*, para machos e para fêmeas, foi verificada uma grande divergência de valores referentes ao parâmetro *a* (intercepto) (Tabela 6 e Figuras 19, 20 e 21). Provavelmente, isto se deve aos limites dos valores de comprimentos das amostras de cada sexo, sendo que as fêmeas apresentavam maiores tamanhos. Para efeito comparativo, não foram encontrados na literatura trabalhos utilizando esta análise para *P. lowei*.

## **2.3. As Relações entre o comprimento dos exemplares (Ls) e as medidas dos otólitos (Lo/Ho/To/Wo)**

As medidas obtidas dos otólitos não apresentaram distribuição normal, exprimindo uma alta variabilidade. Nesse sentido, FAO (1981) recomenda realizar um teste visual inicial no par de estruturas, pois apesar de ser extremamente raro, podem existir deformidades na forma de um otólito com relação ao outro. Como a hipótese de diferença visual foi eliminada, procurou-

se observar cuidadosamente os pressupostos de testes estatísticos disponíveis em ZAR (2009), o que deu base para a escolha do teste não paramétrico de *Wilcoxon* quando da comparação entre os otólitos direito e esquerdo do mesmo exemplar (Tabela 8 e Figura 24).

Dentre os pré-requisitos para a utilização da análise de anéis etários no estudo do crescimento de *P. lowei*, a proporcionalidade morfométrica entre otólito e peixe foi confirmada pelo elevado valor do grau de correlação entre as variáveis analisadas. O modelo linear representou um bom ajuste para a relação entre o comprimento dos exemplares (Ls) e o comprimento dos otólitos (Lo), refletindo, de modo geral, a adequação do uso desta estrutura para analisar o crescimento do peixe, ao longo do tempo. Para as análises de regressão entre o comprimento dos exemplares de *P. lowei* versus a espessura (To) e o peso (Wo) dos otólitos tornou-se necessária a transformação dessas variáveis, o que impôs a decisão de logaritmizar seus valores, incluindo também o comprimento dos otólitos (Lo). Essas relações lineares ajustadas aos dados logaritmizados apresentaram elevados valores de correlação ( $0,69 > r^2 < 0,90$ ) (Figuras 25 a 30 e 34 a 36), mas, a relação entre o comprimento dos exemplares e a espessura do otólito (To) apresentou um valor de  $r^2$  apenas satisfatório para machos e para fêmeas ( $r^2 = 0,70$  para todos,  $r^2 = 0,52$  para machos e  $r^2 = 0,58$  para fêmeas) (Figuras 31 a 33), fato que segundo VAZ-DOS-SANTOS *et al.* (2007) pode ser explicado pela alta variabilidade individual no que se refere a este caráter.

No intuito de verificar quais relações morfométricas melhor descreviam os otólitos da espécie em estudo, optou-se por testar os dados de cada variável em relação ao comprimento padrão (Ls) do peixe, através da correlação de

Pearson que apresentaram valores de  $r$  altos e significativos ( $P < 0,001$ ) (Tabela 9). O eixo altura do otólito ( $H_o$ ) foi a variável que apresentou menor variabilidade quando submetida aos testes, coincidindo com a melhor posição adotada na leitura dos anéis nos cortes transversais realizados.

### 3. O Crescimento Relativo

O modelo alométrico, originalmente formulado por HUXLEY (1924) baseado na comparação de medidas é utilizado para descrever o crescimento relativo, determinar a maturidade sexual de crustáceos, estimar o comprimento de peixes através do retrocálculo utilizando escamas e otólitos e para a descrição estatística da relação entre a massa e o comprimento (LE CREN, 1951).

Segundo BERVIAN *et al.* (2006) este modelo apresenta uma limitação quando assume que o valor de  $b$  é constante, uma vez que o crescimento do otólito pode variar em relação ao tamanho corporal do organismo, ao longo do seu ciclo de vida. CASSELMAN (1990) se refere a essa variabilidade encontrada nas relações entre as estruturas calcárias e o comprimento dos peixes como sendo uma função de fatores externos como temperatura, salinidade e disponibilidade de alimento. MOOSEGAARD *et al.* (1988) verificaram que o crescimento de *Salvelinus alpinus* e o crescimento do otólito desta espécie são alterados quando submetidos a altas temperaturas, o que corrobora a observação dos autores na qual otólitos e crescimento somático respondem a fatores ambientais de maneira diferenciada.

As relações alométricas são utilizadas para descrever o crescimento diferencial de peixes habitando áreas geográficas distintas (BRAGA, 1982).

Assim, considerando que o eixo  $x$  representa a variável comprimento padrão (Ls) dos exemplares de *P. lowei*, o eixo  $y$  representa as medidas obtidas de seus otólitos (Lo, Ho, To, Wo) e que o modelo de crescimento alométrico ( $y = a \cdot x^b$ ) interpreta as variações das dimensões corporais de acordo com os valores do coeficiente alométrico  $b$ , analisando os resultados para *P. lowei*, foi possível verificar que:

- As relações entre o comprimento padrão (Ls) dos exemplares (todos, machos e fêmeas), o comprimento do otólito (Lo) e a altura do otólito (Ho), apresentaram valores menores que um, caracterizando o tipo de crescimento alométrico negativo. De acordo com BRAGA (1982) essas proporcionalidades raramente se traduzem em relações lineares isométricas, pois os otólitos podem crescer com taxas diferenciadas ao longo da vida do peixe.

- As relações entre comprimento padrão (Ls) e espessura do otólito (To) para todos os exemplares e para fêmeas, apresentaram valores menores que um, caracterizando crescimento alométrico negativo dessa variável. Entretanto, para machos, obteve-se alometria positiva, o que revela a existência de crescimento diferenciado entre machos e fêmeas no eixo espessura da estrutura, fato também verificado ao longo da medição dos otólitos.

- As relações entre o comprimento padrão (Ls) com o peso do otólito (Wo), apresentaram valores superiores a um, indicando crescimento alométrico positivo.

Não apenas para Wo, mas para todas as relações com as medidas dos otólitos, os valores dos coeficientes  $a$  foram menores para machos do que para fêmeas. Segundo WHITE e GOULD (1965) essa diferença significa uma

divergência de crescimento do otólito entre machos e fêmeas de uma espécie e pode refletir dissimilaridades no crescimento dos mesmos.

As curvas resultantes das relações entre o comprimento dos peixes ( $L_s$ ) e: o comprimento dos otólitos ( $L_o$ ) (Figuras 25, 26 e 27), a altura dos otólitos ( $H_o$ ) (Figuras 28, 29 e 30) e o peso dos otólitos ( $W_o$ ) (Figuras 34, 35 e 36) revelaram a adequação do modelo de Huxley para *P. lowei*, como pode ser observado pela distribuição dos valores dos resíduos padronizados (Figura 37). As relações entre o comprimento dos peixes ( $L_s$ ) e a espessura dos otólitos ( $T_o$ ) apresentaram valores de  $r^2$  baixos (Figuras 31 a 33), antes e após a linearização dos dados; entretanto, a tendência na distribuição dos resíduos padronizados também revelou a adequação do modelo.

As distribuições dos resíduos não revelaram homocedasticidade, pressuposto necessário quando se ajusta equações pelo método dos mínimos quadrados, sendo que estes padrões heterocedásticos se devem à alta variabilidade das medidas analisadas. Embora seja incorreto utilizar os valores médios de  $y$  ( $L_o$ ,  $H_o$ ,  $T_o$ ,  $W_o$ ) para cada classe de  $x$  ( $L_s$ ), BERVIAN *et al.* (2006) afirmam que a heterocedasticidade não interfere no ajuste do modelo de Huxley, desde que os valores apresentados nos gráficos de resíduos estejam distribuídos simetricamente acima e abaixo do eixo  $x$ .

#### **4. O Estudo do Crescimento de *Polymixia lowei***

Segundo WEATHERLEY & GILL (1987) estimar a idade é decifrar os padrões de crescimento registrados em estruturas calcificadas, as quais refletem o ciclo sazonal intrínseco de variação da taxa de crescimento.

##### **4.1. A Análise dos Cortes de Otólitos**

Durante o desenvolver do presente estudo, em testes realizados com otólitos inteiros, a observação em lupa sob diferentes tipos de iluminação não permitiu a visualização de anéis e do tipo de borda, tornando fundamental a secção destas estruturas. A preparação dos cortes visou a melhorar a acuidade dos anéis e seguiu, basicamente, as informações disponíveis em SECOR *et al.*, (1991), elegendo-se o emblocamento dos otólitos em resina, em razão da forma e tamanho dos mesmos.

Após seccionados os otólitos, três leituras foram realizadas por um único leitor, estabelecendo-se um intervalo de dois meses entre cada uma delas e seguindo as orientações apresentadas por CAMPANA *et al.* (1995), no intuito de se evitar diferenças metodológicas na interpretação dos anéis e, assim, de resultados dúbios na estimativa de idade. A porcentagem inicial de otólitos não coincidentes entre a primeira e a segunda leitura foi de 51,86%, o que revela a dificuldade na identificação dos anéis. Esse percentual foi substancialmente reduzido entre a segunda e a terceira leitura, apresentando valor equivalente a 3,19% de discrepância, confirmando a confiabilidade das medidas obtidas e da

análise realizada, descartando a hipótese de problemas relacionados à estrutura.

Os cortes dos otólitos de *P. lowei* apresentaram um padrão de distribuição de anéis bastante complexo devido à presença de anéis duplos, e aumento do grau de dificuldade de leitura quanto maior os comprimentos dos peixes. Os anéis duplos apresentavam-se descontínuos e irregulares por todo o corte e não foram considerados. MORALES-NIN (2000) relata que a diminuição da extensão do incremento com o aumento da idade pode estar relacionada às alterações no metabolismo do peixe, resultando numa diminuição do potencial hidrogeniônico (pH) tecidual, a qual pode afetar diretamente a taxa de crescimento do otólito.

A difícil identificação das delimitações do núcleo e a duvidosa interpretação da posição do primeiro anel levaram à necessidade de se estabelecer um critério de leitura, tendo-se adotado como centro do otólito um ponto na metade do sulco acústico (Figura 8). Segundo MORALES-NIN (1987) isso pode ocorrer devido à alta densidade de matéria orgânica presente no núcleo do otólito, muito mais densa do que fora dele, mesmo durante os períodos de crescimento rápido em que há maior deposição de carbonato de cálcio, dificultando sua visualização. As zonas opacas são indicativas de períodos de crescimento rápido enquanto que as zonas translúcidas indicam períodos de crescimento lento (CASSELMAN, 1990).

Segundo IGLESIAS *et al.* (1997) o núcleo é geralmente de formato circular, podendo ser alongado como foi verificado em Gobiidae ou múltiplo como em Salmonidae (GEFFEN, 1983). Muitas espécies apresentam núcleos secundários caracterizados por uma descontinuidade na estrutura cristalina de

seus otólitos e, é marcada pela metamorfose inicial intercorrente naquelas espécies que sofrem alteração de habitat ao passar da fase larval para a vida juvenil (MORALES-NIN, 2000), como ocorre com *Merluccius hubbsi* (VAZ-DOS-SANTOS, 2002).

O gráfico de constância apresentado na Figura 44 assegura novamente a exatidão das leituras realizadas e a boa representatividade dos otólitos para o estudo do crescimento de *P. lowei*. Da mesma forma, a descrição das medidas dos anéis apresentadas no *box plot* da Figura 42 para o conjunto total de dados, na qual visualiza-se claramente os limites mínimos e máximos para cada grupo de anel, sem sobreposição entre os valores dos mesmos. Estas ferramentas de análise não foram adotadas para cada sexo em separado, pois o número total para machos e fêmeas se tornaria muito pequena e a aplicação de tal metodologia, inviável.

#### **4.2. Validação: Periodicidade e Época de Formação dos Anéis Etários**

A mudança de idade é uma característica fundamental para entender o crescimento de uma espécie ou população de peixes, mas, nem sempre ela é de fácil verificação podendo ocorrer uma ou mais vezes dentro de um ciclo anual balizado pelas quatro estações, dependendo de suas características próprias, principalmente do seu habitat principal e área de distribuição zoogeográfica (XIMENES-CARVALHO, 2006).

Os métodos utilizados para determinar a periodicidade de formação de anéis etários, através do padrão de variação bimestral de bordas translúcidas e opacas, sugeriram sua ocorrência uma vez ao ano (Figuras 46 e 47). Os

principais fatores responsáveis pela formação de marcas etárias nas estruturas utilizadas para a análise do crescimento são do ponto de vista biológico, a alimentação e a reprodução e, do ponto de vista abiótico, a temperatura e a salinidade. Para a espécie em estudo, a maior deposição de matéria orgânica ocorreu durante os meses de primavera e verão, caracterizando uma zona opaca nos otólitos, enquanto a zona translúcida foi formada durante os meses de outono e inverno. Embora bordas translúcidas tenham ocorrido ao longo de todo o período amostral, prevaleceu um acréscimo delas no bimestre junho/julho, assumindo-se, então, a formação de anel no inverno.

De acordo com IRIE (1960) este padrão anual pode ocorrer porque os otólitos são constituídos por camadas alternadas de aragonita e proteína, inseridas dentro de um ciclo que necessita deste período para se completar. Os cristais de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) e de matéria orgânica circundantes ao otólito são absorvidos, em sua maioria, da água do mar e depositados na superfície dos otólitos, existindo uma grande variação na intensidade de deposição deste material. Essa variação não é diretamente dependente da composição química da água do mar, porém é afetada sazonalmente pela temperatura, significando que a inconstância na velocidade de crescimento dos otólitos não ocorre somente devido às atividades externas e sim pelas condições fisiológicas do organismo (por exemplo, redução na disponibilidade de alimento ou consumo e atividade reprodutiva).

LABROPOULOU & PAPACONSTATINOU (2000) associam a variação nas taxas de crescimento dos otólitos mais com as variações sazonais de fatores ambientais do que com ritmos alimentares, disponibilidade de alimento e padrões das atividades biológicas intra-específicas.

Tendo em vista que *P. lowei* habita principalmente áreas sob influência da Água Central do Atlântico Sul (foi capturada em águas de fundo com temperaturas entre 5,5°C e 17,3°C, segundo HAIMOVICI *et al.*, 2008), provavelmente o mecanismo de formação das marcas anuais nos otólitos esteja relacionado à reprodução (fêmeas maduras ocorreram em outubro e janeiro, HAIMOVICI *et al.*, *op. cit.*). Uma análise preliminar sobre o fator de condição da espécie mostrou valores mais elevados no bimestre fevereiro/março, portanto, no verão, coincidindo com a presença de fêmeas em reprodução na região.\*

#### **4.3. Composição Etária**

A partir da confirmação anual da periodicidade de formação dos anéis para *P. lowei*, os grupos de anéis passaram a serem tratados como idade (t). Em relação à estrutura etária, a amostra era composta por exemplares de zero a seis anos, sendo que os representantes da idade zero são os exemplares cujos sexos não foram identificados. A Tabela 21 apresenta a chave idade-comprimento para a espécie e evidencia a grande variabilidade encontrada no crescimento individual dos exemplares fato que, de acordo com FAO (1981), significa que todos os peixes que possuem a mesma idade não necessariamente apresentam o mesmo tamanho, ou que, todos os peixes que se enquadram na mesma faixa de comprimentos não possuem a mesma idade.

\*os valores do fator de condição foram calculados para *P. lowei* por bimestre e podem ser visualizados no Anexo 1.

#### 4.4. Estimativa dos Parâmetros de Crescimento

Dentre os diversos métodos disponíveis para a estimação dos parâmetros de crescimento do modelo de Von Bertalanffy, optou-se por utilizar o método gráfico de Ford-Walford (WALFORD, 1946) devido à praticidade de sua aplicação e sua ampla disseminação dentro dos estudos de crescimento para avaliação de estoques, disponibilizando dados e facilitando futuras comparações. No entanto, a utilização da mesma variável  $x+1$  no eixo das ordenadas, como princípio do método, é julgada como a desvantagem desta metodologia no meio científico (SPARRE & VENEMA, 1998).

Segundo WEATHERLEY & GILL (1987) a determinação da idade em peixes tropicais é considerada mais difícil do que para peixes de águas temperadas, pois os primeiros apresentam períodos de desova prolongados; e, assim, a utilização das distribuições de frequência de comprimentos para estes é menos usual (TESCH, 1968).

Uma das dificuldades encontradas neste estudo para se ajustar o modelo de von Bertalanffy foi com relação ao baixo número de exemplares componentes das menores e das maiores classes de comprimento da amostra causada pelo aparelho de pesca.

Torna-se importante salientar que a amostra analisada neste trabalho compreendeu um estoque virgem, o qual teoricamente, ainda não havia sofrido influência da pesca. Nesse contexto, os valores dos parâmetros apresentados são especialmente importantes no sentido de indicar modificações no estoque após sua exploração.

No sudeste-sul do Brasil, os parâmetros de crescimento obtidos para o peixe barbudo mostram a diferença de crescimento entre machos e fêmeas, constatando-se que as fêmeas atingem maiores tamanhos ( $L_{\infty} = 340$  mm) que os machos ( $L_{\infty} = 257$  mm). Segundo KING (1995) o fato das fêmeas apresentarem/alcançarem um tamanho corporal maior permite a elas carregarem maior quantidade de ovos, aumentando a produção dos mesmos e viabilizando uma maior sobrevivência larval. Por outro lado, os grandes indivíduos sofrem menos predação que os menores.

O comprimento padrão assintótico ( $L_{\infty}$ ) calculado para o conjunto de dados (fêmeas, machos e indivíduos com sexo não-identificado) foi de 301 mm, com expectativa de vida aproximada de 20 anos (machos - 14 anos/fêmeas - 20 anos). As velocidades de incremento na taxa de crescimento ( $k$ ) obtidas, refletem crescimento lento ( $k = 0,13 \text{ ano}^{-1}$  para todos/  $k = 0,19 \text{ ano}^{-1}$  para machos/  $k = 0,13 \text{ ano}^{-1}$  para fêmeas), tratando-se portanto de uma espécie *k estrategista*.

SPARRE e VENEMA (1998) afirmam que o parâmetro de crescimento  $k$  está relacionado com a taxa metabólica dos peixes, a qual é varia em função da temperatura; portanto, peixes de águas tropicais têm um  $k$  maior do que peixes de águas frias. De acordo com FROESE & BINOHLAN (2003), espera-se que peixes tropicais cresçam mais rápido e se tornem maduros mais cedo do que peixes de profundidade, que crescem mais lentamente, como é o caso de *P. lowei*.

Embora o valor de  $t_0$  seja suscetível a amostra disponível, KING (1995) ressalta que quando o valor da idade hipotética  $t_0$  é positivo, significa que o crescimento é mais lento nas fases iniciais do ciclo de vida do que na fase

adulta e que quando o valor é negativo o contrário ocorre, indicando crescimento inicial um pouco mais acelerado. No caso de *P. lowei* o valor de  $t_0$  revelaria então crescimento acelerado nos primeiros anos de vida.

O rápido crescimento no primeiro ano de vida é comum a vários peixes ictiófagos (JUANES e CONOVER, 1994) e, pode ser considerado uma adaptação que lhes permite continuar predando coortes dos juvenis de suas presas habituais (ARAÚJO e HAIMOVICI, 2000). Esse crescimento diferenciado pode ser acompanhando ou não por variações nas proporções corporais do peixe, e no caso de *P. lowei*, conforme KOTLYAR (1984) tais variações são pouco evidentes, sendo que as proporções corporais dos juvenis da espécie correspondem às dos adultos, apresentando-se apenas o focinho ligeiramente mais curto nos exemplares menores, assim como, a cabeça e o pedúnculo caudal mais achatados.

No intuito de contribuir para o conhecimento da diferenciação ontogenética de *P. lowei*, LYCZKOWSKI-SHULTZ *et al.* (2000) descreveram algumas características presentes nas fases pós-flexão larval e juvenil. Assim, a partir de quatro mm foram encontradas as seguintes transformações: fase pós-flexão larval - focinho obtuso e fortemente pigmentado, corpo robusto; fase juvenil - ausência de espinhos proeminentes na cabeça, nadadeira dorsal com 4 a 6 espinhos seguidos por 25 raios, nadadeira anal com 3 a 4 espinhos seguidos por 13 a 18 raios, presença de barbilhões no hióide.

Os valores dos coeficientes da performance de crescimento para o peixe barbudo (todos  $\phi$  - 4.55/  $\phi'$  - 4.07; machos  $\phi$  - 4.51/  $\phi'$  - 4.03; e fêmeas  $\phi$  - 4.05/  $\phi'$  - 3.82) confirmam a adoção de uma estratégia de crescimento lento ( $k = 0,13 \text{ ano}^{-1}$ ) compatível com espécies de médio porte que vivem em águas

frias e profundas, são predadoras e cujo gasto energético é elevado e ligado a processos reprodutivos e alimentares, como apresentado por MUTO *et al.* (2005).

PERIA (1995) associou altos valores de  $\phi$  com o baixo valor da taxa de crescimento  $k$ , e considerou que os valores deste coeficiente estão tanto relacionados a hábitos alimentares quanto ao comportamento das espécies. Segundo ISAAC-NAHUM (1989) peixes com maiores valores de  $\phi$  apresentam comportamento mais ativo, alimentando-se de peixes e vivendo distante da costa. Em um segundo grupo, estariam duas categorias: na primeira, peixes com valores altos de  $k$ , com uma dieta mista, que inclui crustáceos, moluscos e peixes; na segunda, peixes com baixos valores de  $k$ , alimentando-se de organismos bentônicos. No terceiro grupo, estariam peixes com baixa performance, devido à fadiga por salinidade e a uma variedade de fatores, que a autora não especifica. Pelos valores obtidos de  $\phi$ , *P. lowei* pertenceria ao primeiro grupo.

Por sua vez, ZENGIN *et al.* (2006) afirmam que a estimativa da performance de crescimento permite verificar constantes de crescimento diferenciadas, estando os valores de *P. lowei* disponíveis para serem futuramente utilizados na comparação entre populações desta espécie.

## VI. Conclusões

- i. Acreditamos que os objetivos deste trabalho foram plenamente cumpridos e que as informações resultantes do mesmo vêm contribuir efetivamente para o conhecimento biológico de *Polymixia lowei* da região entre Cabo Frio e Ilha de Santa Catarina;
- ii. Para a espécie, o par de otólitos *sagitta*, demonstrou ser adequado ao estudo do seu crescimento, sendo necessário realizar cortes nesta estrutura para visualização/contagem de anéis;
- iii. A formação desses anéis apresenta padrão anual estando relacionada à época de reprodução da espécie;
- iv. Os parâmetros obtidos através do ajuste do modelo de Von Bertalanffy revelam que:
  - ✓ *P. lowei* é uma espécie *k estrategista*, apresentando crescimento lento, longo ciclo de vida podendo chegar a 20 anos;
  - ✓ Machos e fêmeas apresentam crescimento diferenciado sendo que as últimas atingem maiores tamanhos;
- v. O estudo fornece informações básicas e indispensáveis ao ordenamento pesqueiro do estoque, cuja exploração já está ocorrendo na região sudeste-sul do Brasil. É importante salientar que por sua estratégia *P. lowei* é altamente suscetível à sobrexploração.

## VII. Referências Bibliográficas

- ARAÚJO, J. N.; HAIMOVICI, M. Determinação de idades e crescimento do linguado branco *Paralichthys patagonicus* (Jordan, 1889) no sul do Brasil. **Rev. Bras. Oceanogr.** v. 48. p. 61-70. 2000.
- BECKMAN, D. W.; WILSON, C. A. Seasonal Timing of Opaque Zone Formation in Fish Otoliths. **In:** SECOR, D. H.; DEAN, J. M.; CAMPANA, E. E. (Ed.). **Recent Developments in Fish Otolith Research.** Columbia: University of South Carolina Press. 1995. p. 27-44.
- BERNARDES, R. A.; FIGUEIREDO, J. L.; RODRIGUES, A. R.; FISCHER, L. G.; VOOREN, C. M.; HAIMOVICI, M.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. **Peixes da Zona Econômica Exclusiva da Região Sudeste-Sul do Brasil: Levantamento com armadilhas, pargueiras e rede de arrasto de fundo.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. Imprensa Oficial do Estado. 2005 a. 295 p.
- BERNARDES, R. A.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B.; WAHRLICH, R.; VIEIRA, R. C.; SANTOS, A. P.; RODRIGUES, A. R. **Prospecção pesqueira de recursos demersais com armadilhas e pargueiras na Zona Econômica Exclusiva da Região Sudeste-Sul do Brasil.** Série Documentos Revizee - Score Sul. 2005 b.112 p.
- BEVERTON, R. J. H.; HOLT, S. J. On the dynamics of exploited fish populations. **Fish. Invest., Land.** Ser. II 19. p. 1-533. 1957.
- BERVIAN, G.; FONTOURA, N. F.; HAIMOVICI, M. Statistical model of variable allometric growth: otoliths growth in *Micropogonias furnieri* (Actinopterygii, Sciaenidae). **J. Fish Biol.** v. 68. p. 196-208. 2006.

- BRAGA, F. M. S. Estudo do crescimento relativo de *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879), na área entre Macaé (22°23'S) e sul da Ilha de Santa Catarina (27°35'S). 1982. 145 f. Dissertação (mestrado) – Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo.
- CADIMA, E. L. Manual de Avaliação de Recursos Pesqueiros. **FAO Doc. Téc. Pescas**, nº 393.1-162 p. 2000.
- CAMPANA, S. E. Interactive effects of age and environmental modifiers on the production of daily growth increments in otoliths of plainfin midshipman, *Porichthys notatus*. **Fish. Bull.** v. 82. p. 165-177. 1984.
- 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.** v. 59. p. 197-242. 2001.
- CAMPANA, S. E.; ANNAND, M. C.; MCMILLAN, J. Graphical and Statistical Methods for Determining the Consistency of Age Determinations. **Transactions of the American Fisheries Society** v. 124. p. 131-138. 1995.
- CAMPANA, S. E.; THORROLD, S. R. Otoliths, increments and elements: keys to a comprehensive understanding of fish populations? **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** v. 58. p. 30-38. 2001.
- CARPENTER, K. E. **The living marine resources of the Western Central Atlantic. Vol. 3: Bony fishes part 2 (Opistognathidae to Molidae), sea turtles and marine mammals.** FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special. FAO Publication n. 5. 2002. 2127 p.

- CASSELMAN, J. M. Growth and relative size of calcified structures of fish. **Transactions of the American Fisheries Society** n. 119. p. 673-688. 1990.
- CASTRO, B. M.; MIRANDA, L. B. Physical Oceanography of the Western Atlantic Continental Shelf located between 4°N and 34°S. In: ROBINSON, A.R. & BRINK, K.H. (Org.). **The Sea – The Global Coastal Ocean – Regional Studies and Synthesis**. New York: John Wiley & Sons v. 11. 1998. p. 209-251.
- CERGOLE, M. C.; ÁVILA-DA-SILVA, A. O.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. **Análise das Principais Pescarias Comerciais da Região Sudeste-Sul do Brasil: Dinâmica Populacional das Espécies em Exploração**. Série Documentos Revizee - Score Sul. 176 p. 2005.
- CERVIGÓN, F. **Los peces marinos de Venezuela**. Caracas: Fundación Científica Los Roques. Second edition v. 1. 1991, 425 p.
- CHRISTENSEN, V.; WALTERS, C. J. Ecopath with Ecosim: methods, capabilities and limitations. **Ecol. Model.** n. 172. p. 109-139. 2004.
- CHRISTENSEN, V.; WALTERS, C. J. Using ecosystem modeling for fisheries management: Where are we? **Scotland: ICES Annual Science Conference M:19**. p. 1-17. 2005.
- COSTA, P. A. S.; MARTINS, A. S.; OLAVO, G.; HAIMOVICI, M.; BRAGA, A. C. Pesca exploratória com arrasto de fundo no talude continental da região central da costa brasileira entre Salvador-BA e o Cabo de São Tomé-RJ. In: COSTA, P. A. S.; MARTINS, A. S.; OLAVO, G. (Ed.). **Pesca e potenciais de exploração de recursos vivos na região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira**. Rio de Janeiro: Museu Nacional. v. 13. 2005. p. 145-165.

- DIAS-NETO, J. **Gestão do uso dos recursos pesqueiros marinhos no Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, IBAMA. 2003. 242 p.
- DIAZ, L. S.; ROA, A.; GARCIA, C. B.; ACERO, A.; NAVAS, G. Length-Weight Relationships of Demersal Fishes from the Upper Continental Slope off Colombia. **The ICLARM Quarterly** v. 23 n. 3. p. 23-25. 2000.
- FARIAS, C.; CANOURA, J.; GIL, J. First record of *Polymixia nobilis* (Polymixiformes: Polymixiidae) close to the Strait of Gibraltar (south-western Spain). **JMBA 2 – Biodiversity Records**, published on line. p. 1-2. 2007.
- FAO. Methods of collecting and analyzing size and age data for fish stock assessment. **FAO Fish. Circ.** n. 736. p. 1-100. 1981.
- FAO. Age and growth of elasmobranch fishes. In: Management techniques for elasmobranch fisheries. **FAO Fish. Tech. Pap.** n. 474. p. 1-251. 2005.
- FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. A. **Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil II: Teleostei 1**. São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo. 1978. p. 43-45.
- FIGUEIREDO, J. L.; SANTOS, A. P.; YAMAGUTI, N.; BERNARDES, R. A.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. **Peixes da Zona Econômica Exclusiva da Região Sudeste-Sul do Brasil: Levantamento com rede de meia água**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2002. 242 p.
- FONTELES-FILHO, A. A. **Recursos pesqueiros: biologia e dinâmica populacional**. Imprensa Oficial do Ceará, Fortaleza. 1989. 296 p.
- FROESE, R.; BINOHLAN, C. Simple methods to obtain growth estimates for fishes. **J. Appl. Ichthyol.** v. 19. p. 376-379. 2003.
- FROESE, R.; SAMPANG, A. (Ed.) Seamounts: Biodiversity and Fisheries. **Fish. Cent. Res. Rep.** v. 12 n. 5. p. 1-78. 2004.

- FROESE, R.; PAULY, D. (Ed.). **Fishbase. World Wide Web electronic publication:** *www.fishbase.org*. (version 05/2009). 2009.
- FROTA, L. O.; COSTA, P. A. S.; BRAGA, A. C. Length-weight relationships of marine fishes from the central Brazilian coast. **THE ICLARM QUARTERLY** v. 27 n. 1/2. p. 20-26. 2004.
- GEFFEN, A. The deposition of otolith rings in Atlantic salmon, *Salmon salar*, embryos. **J. Fish Biol.** v. 23. p. 467-474. 1983.
- GOLDMAN, K. J. Age and growth of elasmobranch fishes. In: Management techniques for elasmobranch fisheries. **FAO Fish. Tec. Pap.** n. 474. 2005. p. 1-251.
- GUTHERZ, E. J.; NELSON, W. R.; RUSSELL, G. M. Range extension of *Polymixia nobilis* Lowe, 1838 (Polymixiidae) into the Northwestern Gulf of Mexico. **Northeast Gulf Sci.** v. 9 n. 2. p. 143-145. 1987.
- HAIMOVICI, M.; MARTINS, A. S.; FIGUEIREDO, J. L.; VIEIRA, P. C. Demersal bony fish of the outer shelf and upper slope of the southern Brazil subtropical convergence ecosystem. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** v. 108. p. 59-77. 1994.
- HAIMOVICI, M. Present state and perspectives for the southern Brazil shelf demersal fisheries. **Fish. Man. Ecol.** v. 5. p. 277-289. 1998.
- HAIMOVICI, M.; VELASCO, G. Length-weight relationships of marine bony fishes from Southern Brazil. **Naga (Yaounde)** v. 23 n. 1, p. 19-23. 2000.
- HAIMOVICI, M.; MARTINS, A. S.; BARROS, A. C.; VAZ-DOS-SANTOS, A. M.; SANTOS, A. R. B.; FONTELES-FILHO, A. A.; ÁVILA-DA-SILVA, A. O.; HAZIN, F. H. V.; BASTOS, G. C. C.; OLIVEIRA, G. M.; CASTELLO, J. P.; VALE-EVANGELISTA, J. E.; MIRANDA, L. W.; FISHER, L. G.;

- BERNARDES, R. A.; KLIPPEL, S.; TUTUI, S. L. S.; SACCARDO, S. A. **A prospecção pesqueira e abundância de estoques marinhos no Brasil nas décadas de 1960 a 1990: Levantamento de Dados e Avaliação Crítica.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente/SMCQ. 330 p. 2007.
- HAIMOVICI, M.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B.; BERNARDES, R.A.; FISCHER, L.G.; VOOREN, C.M.; SANTOS, R.A. dos; RODRIGUES, A.R.; SANTOS, S. dos. **Prospecção pesqueira de espécies demersais com rede de arrasto-de-fundo na Região Sudeste-Sul do Brasil.** Série Documentos Revizee: Score Sul. 2008. 183 p.
- HUTCHINGS, J. A. Collapse and recovery of marine fishes. **Nature** 406. 2000. p. 882-885.
- HUXLEY, J. S. Constant differential growth-ratios and their significance. **Nature** 14. p. 896-897. 1924.
- HUXLEY, J. S. **Problems of relative growth: with a new introduction by Frederick B. Churchill and an essay by Richard E. Strauss.** Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press.,1993. 276 p.
- IGLESIAS, M.; BROTHERS, E. B. & MORALES-NIN, B. Validation of daily increment deposition in otoliths: age and growth determination of *Aphia minuta* (Pisces: Gobiidae) from the NW Mediterranean. **Mar. Biol.** v. 129, p. 279-287. 1997.
- IRIE, T. The growth of the fish otolith. **J. Fac. Fish. Animal Husbandry Hiroshima University** 3. p. 203-229. 1960.
- ISAAC-NAHUM, V. J. Analysis of methods for estimation of fish growth parameters, based on data from the family Sciaenidae and on simulated

- data. 1989. Dissertation zur Erlangung des Doctorgrades. Institut für Meereskunde Universität Zukiel. 244 p.
- ISAAC, V. J.; MARTINS, A. S.; HAIMOVICI, M.; ANDRIGUETTO-FILHO, J. M. (Ed.). **A pesca marinha e estuarina do Brasil no início do século XXI: recursos, tecnologias, aspectos sócio-econômicos e institucionais.** Belém: Universidade Federal do Pará. 2006. 188 p.
- JABLONSKI, S. Mar-Oceanografia/Biologia Pesqueira. In: **Seminários Temáticos para a 3ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação.** Brasília: Ministério de Ciência e Tecnologia. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Edição especial n. 20. 2005. p. 911-919.
- JUANES, F.; CONOVER, D. O. Rapid growth, high feeding rates, and early piscivory in young-of-the-year bluefish (*Pomatomus saltatrix*). **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 51. p. 1752-1761. 1994.
- KING, M. **Fisheries biology: assessment and management.** Oxford, Fishing Books News. 1995. 346 p.
- KOTLYAR, A. N. Systematic and the distribution of fishes of the family Polymixiidae (Polymixioidei, Beryciformes). **J. Ichthyol.** 24 n. 6. p. 1-20. 1984.
- KOTLYAR, A. N. A new species of the genus *Polymixia* (Polymixiidae: Beryciformes) from the Kyushu-Palau Submarine Ridge and notes on the other members of the genus. **J. Ichthyol.** v. 33 n.3. p. 30-49. 1993 a.
- KOTLYAR, A. N. Discoveries of very large specimens of *Polymixia busakhini* (Polymixiidae) from the Eastern Shores of Australia. **J. Ichthyol.** v. 33 n. 8. p. 145-147. 1993 b.

- KOTLYAR, A. N. Young *Polymixia lowei* (Polymixiidae) from the Mesopelagial Zone of the Northwestern Atlantic Ocean. **J. Ichthyol.** v. 44 n. 9. p. 800-801. 2004.
- KREFFT, G. Ergebnisse der Forschungsreisen des FFS "Walter Herwig" nach Südamerika. Fische der Ordnung Beryciformes aus dem Südwestatlantik. **Arch. Fisch. Wiss.** v. 26 n. 2/3. p. 65-86. 1976.
- LAPROPOULOU, M.; PAPACONSTANTINO, C. Comparison of otolith growth and somatic growth in two macrourid fishes. **Fish. Res.** v. 46. p. 177-188. 2000.
- LE CREN, E. D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). **J. Anim. Ecol.** v. 20. p. 201-219. 1951.
- LORENZO, M. I. 1999. Estimación del crecimiento de la merluza *Merluccius hubbsi* en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya. In: VAZ-DOS-SANTOS, A. M. Idade e crescimento da merluza, *Merluccius hubbsi* Marini 1993 (Teleostei: Merluccidae) na Zona Econômica Exclusiva entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS), Brasil. 2002. 191 f. Dissertação (mestrado) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo.
- LYCZKOWSKI-SHULTZ, J.; KONIECZNA, M.; RICHARDS, W. J. Occurrence of the Larvae of Beryciform Fishes in the Gulf of Mexico. **Bull. of the Sea Fish. Inst.** 3 n. 151. p. 55-66. 2000.
- MARTINS, A. S. **As assembléias e as guildas tróficas de peixes ósseos e cefalópodes demersais da plataforma continental e talude superior do extremo sul do Brasil.** 2000. 169 f. Tese (doutorado) - Fundação Universidade do Rio Grande.

- MATLOCK, G.C.; NELSON, W.R.; JONES, R.S.; GREEN, A.W.; CODY, T.J.; GUTHERZ, E.; DOERZBACHER, J. Comparison of two techniques for estimating tilefish, yellowedge grouper, and other deepwater fish populations. **Fish. Bull.** v. 89. p. 91-99. 1990.
- McGOODWIN, J. R. **Crisis in the World's Fisheries: People, Problems, and Policies.** Stanford: Stanford University Press. 235 p. 1990.
- MIO, S. Age and growth of red sea bream *Evynnis japonica*. **Tanaka. Rec. Oceanogr. Wks Japan special** n. 5. p. 95-101. 1961.
- MMA. **Programa Revizee: avaliação do potencial sustentável de recursos vivos na zona econômica exclusiva: relatório executivo.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2006. 280 p.
- MORALES-NIN, B. Ultrastructure of the organic and inorganic constituents of the otoliths of the sea bass. In: SUMMERFELT, R.C.; HALL, G.E. **Age and growth of fish.** Iowa State University Press. 1987. p. 331-343.
- MORALES-NIN, B. Review of the growth regulation processes of otoliths daily increment formation. **Fish. Res.** v. 46. p. 53-67. 2000.
- MOSEGAARD, H.; MORALES-NIN, B. Otolith physiology and morphology. **Fish. Res.** 1000. p. 1-2. 2000.
- MOSEGAARD, H.; SVEDANG, H.; TABERMAN, K. Uncoupling of somatic and otoliths growth rates in Arctic char (*Salvelinus alpinus*) as an effect of differences in temperature response. **Can. J. Fish. Aqu. Sci.** v. 45. p. 1514-1524. 1988.
- MUNRO, J.L.; PAULY, D. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. **Fishbyte** v. 2 n. 1. p. 20-25. 1984.

- MUTO, E. Y.; SILVA, M. H. C.; VERA, G. R.; LEITE, S. S. M.; NAVARRO, D. G.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. **Alimentação e relações tróficas de peixes demersais da plataforma continental externa e talude superior da Região Sudeste-Sul do Brasil**. Série Documentos Revizee - Score Sul. 2005. p. 36-38.
- PARENTI, L. R.; GRIER, H. J. Evolution and phylogeny of gonad morphology in bony fishes. **Integr. Comp. Biol.** v. 44. p. 333-348. 2004.
- PEREZ, J. A. A.; PEZZUTO, P. R. A pesca de arrasto de talude do sudeste e sul do Brasil: tendências da frota nacional entre 2001 e 2003. **B. Inst. Pesca** n. 32 v. 2. p. 127-150. 2006.
- PEREZ, J. A. A.; WAHRLICH, R. A bycatch assessment of the gillnet monkfish *Lophius gastrophysus* fishery off southern Brazil. **Fish. Res.** v. 72. p. 81-95. 2005.
- PEREZ, J. A. A.; WAHRLICH, R.; PEZZUTO, P. R.; SCHWINGEL, P. R.; LOPES, F. R. A.; RODRIGUES-RIBEIRO, M. Deep-sea Fishery off Southern Brazil: Recent Trends of the Brazilian Fishing Industry. **J. Northw. Atl. Fish. Sci.** n. 31. p. 1-18. 2003.
- PERIA, C. G. Estimativa da taxa de produção e da relação produção/biomassa média (P/B), de peixes demersais do ecossistema costeiro de Ubatuba, SP, Brasil. 1995. 141 f. Dissertação (mestrado) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo.
- QUINN, T. J.; DERISO, R. B. **Quantitative Fish Dynamics**. New York: Oxford University Press. 1999. 542 p.
- RALSTON, S. The influence of oceanographic variables on time series of otolith growth in pelagic young-of-the-year *Sebastes spp.* In: D. H. SECOR, J. M.

- DEAN; S. E. CAMPANA (Ed.) **Recent developments in fish otolith research**. Columbia: University of South Carolina Press. 1995. p. 97-118.
- REVIZEE. **Análise/Refinamento dos Dados Pretéritos sobre Prospecção Pesqueira. Levantamento de Recursos Pesqueiros Demersais da Plataforma Sul Brasileira**. (FAO/PNUD-SUDEPE) / Brasil. Ministério do Meio Ambiente, Projeto REVIZEE. Relatórios de Cruzeiros. Anexo Um. 2006. 199 p.
- RICKER, W. E. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. **Bull. Fish. Res. Bd. Can.** n. 191. p. 1-382. 1975.
- ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. Estudo das variações da relação peso total/comprimento total em função do ciclo reprodutivo e comportamento, de *Sardinella brasiliensis* (Steidachner, 1879) da costa do Brasil. **Bol. Inst. Oceanogr. Universidade de São Paulo** v. 26. p. 131-180. 1977.
- SAVILLE, A. Métodos de reconocimiento para la evaluación de los recursos pesqueros. **FAO Doc. Téc. Pescas** n. 171. 1-78 p. 1978.
- SECOR, D.H.; DEAN, J.M.; LABAN, E.H. **Manual for Otolith Removal and Preparation for Microstructural Examination**. Belle W. Baruch Institute for Marine Biology and Coastal Research, 1991. 85 p.
- SPARRE, P.; VENEMA, S.C. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. **FAO Fish. Tech. Pap.** n. 306 1(2). p. 1-407. 1998.
- SIESPE, Sistema Integrado de Estatística Pesqueira. Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar. **Boletim estatístico da pesca industrial de Santa Catarina – Ano 2007: programa de apoio técnico e científico ao desenvolvimento da pesca no Sudeste e Sul do Brasil**. Universidade do Vale do Itajaí, xi, 71 p. 2007.

- SIERRA, L. M.; CLARO, R.; POPOVA, O. A. Alimentación y relaciones tróficas. In: CLARO, R. (Ed.) **Ecología de los Peces Marinos de Cuba**. México: Academia de Ciencias de Cuba and Centro de Investigaciones de Quintana Roo. 1994. p. 263-284.
- TAYLOR, C. C. Cod growth and temperature. **Journal du Conseil** v. XXIII n. 1. p. 366-370. 1957.
- TESCH, F. W. Age and growth. In: RICKER, W. E. (Ed.) Methods for assessment of fish production in fresh waters. **IBP Handbook** n. 3. p. 93-123. 1968.
- VAZ-DOS-SANTOS, A. M. Idade e Crescimento da Merluza, *Merluccius hubbsi* Marini, 1933 (Teleostei: Merlucciidae) na Zona Econômica Exclusiva entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS), Brasil. 2002.191 f. Dissertação (mestrado) – Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo.
- VAZ-DOS-SANTOS, A. M. La Pesca Marítima en el Sudeste y Sur del Brasil. **Revista Ceciliana** Ano 16 n. 23. p. 101-113. 2005.
- VAZ-DOS-SANTOS, A. M.; SANTOS-CRUZ, N. N.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. Caracterização dos otólitos sagittae do peixe-lagarto *Bembrops heterurus* Miranda-Ribeiro, 1903 (Teleostei: Percophidae) na região Sudeste-Sul do Brasil. **Bioikos** 21 v. 2. p. 69-78. 2007.
- VAZZOLER, G.; IWAI, M. Relatório sobre Prospecção e Pesca Exploratória na Plataforma continental do Rio Grande do Sul. **Contrções Inst. Oceanogr. Sér. Ocean. Biol.** v. 25. 1971. p. 1-79.
- VAZZOLER, A. E. A.; VAZZOLER, G. Relatório sobre os conhecimentos atuais referentes à pesca marítima no Estado de São Paulo. **Contrções Inst.**

- Oceanogr. Universidade de São Paulo. Sér. Ocean. Biol.** v. 16. p. 1-28. 1969.
- VIANA, M.; COSTA, F. E. S.; FERREIRA, C. N. Length-weight relationship of fish caught as by-catch by shrimp fishery in the southeastern coast of Brazil. **B. Inst. Pesca** v. 30 n.1. p. 81-85. 2004.
- VON BERTALANFFY, L. V. Quantitative laws in metabolism and growth. **The Quaterly Review of Biology.** v. 32. p. 217-230. 1957.
- XIMENES-CARVALHO, M. O. Idade e crescimento do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792) e robalo-peva, *Centropomus parallelus* (Poey, 1860) (Osteichthyes: Centropomidae), no sudeste do Brasil. 2006. 90 f. dissertação (mestrado) – Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo.
- WALFORD, L. A. *A new graphic method of describing the growth of animals.* **Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. Woods Hole** n. 90. p. 141-147. 1946.
- WALTERS, C. J.; MARTELL, S. J. D. **Fisheries ecology and management.** Princeton: Princeton University Press. 2004. 399 p.
- WEATHERLEY, A. H.; GILL, H. S. **The Biology of Fish Growth.** London: Academic Press. 1987. p. 209-242.
- WHITE, J.F.; GOULD, S. J. Interpretations of the coefficient in allometric equation. **The American Naturalist** vol. XCIX n. 904. p. 5-18. 1965.
- WILEY, E. O.; JOHNSON, G. D.; DIMMICK, W. W. The phylogenetic relationships of lampridiform fishes (Teleostei: Acanthomorpha), based on a total-evidence analysis of morphological and molecular data. **Mol. Phyl. Evol.** v. 10. p. 417-425. 1998.

ZAR, J. H. **Biostatistical analyses**. New Jersey: Prentice Hall, 5th edition. 2009. 960 p.

ZAVALA-CAMIN, L. A. **Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes**. Maringá: EDUEM. 1996. 129 p.

ZENGIN, M.; GÜMÜS, A.; BOSTANCI, D. Age and growth of the Black Sea turbot, *Psetta maxima* (Linneaus, 1758) (Pisces: Scophthalmidae), estimated by reading otoliths and by back-calculation. **J. Appl. Ichthyol.** 22. 374-381. 2006.

## VIII. Tabelas

**Tabela 1** – *Polymixia lowei*: número de exemplares capturados por cruzeiro de prospecção pesqueira, por sexo e bimestre, na região sudeste-sul do Brasil.

<b>CRUZEIROS</b>	<b>FÊMEAS</b>	<b>MACHOS</b>	<b>NÃO-IDENTIFICADOS</b>	<b><u>N TOTAL</u></b>	
<b>I</b>	<b>Ago/Set</b>	103	23	163	289
	<b>Out/Nov</b>	171	137	28	336
<b>II</b>	<b>Dez/Jan</b>	-	-	-	0
	<b>Fev/Mar</b>	165	194	204	563
<b>III</b>	<b>Abr/Mai</b>	241	351	53	645
	<b>Jun/Jul</b>	113	204	21	338
<b><u>N TOTAL</u></b>		793	909	469	2171

**Tabela 2 – *Polymixia lowei*: número de exemplares examinados por classe de comprimento padrão (Ls), capturados durante os cruzeiros de prospecção com arrasto de fundo na região sudeste-sul, em 2001 e 2002.**

Classes de Ls (mm)	Cruzeiro I				Cruzeiro II				Cruzeiro III				N Total
	Ago/Set		Out/Nov		Dez/Jan		Fev/Mar		Abr/Mai		Jun/Jul		
	n	%	N	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
50-59	0	0.00	1	0.30			4	0.71	0	0.00	0	0.00	5
60-69	0	0.00	0	0.00			33	5.86	8	1.24	0	0.00	41
70-70	0	0.00	0	0.00			63	11.19	3	0.47	0	0.00	66
80-89	10	3.46	1	0.30			23	4.09	0	0.00	0	0.00	34
90-99	20	6.92	1	0.30			4	0.71	3	0.47	0	0.00	28
100-109	22	7.61	0	0.00			8	1.42	1	0.16	2	0.59	33
110-119	26	9.00	0	0.00			22	3.91	0	0.00	3	0.89	51
120-129	49	16.96	5	1.49			31	5.51	11	1.71	12	3.55	108
130-139	50	17.30	13	3.87			50	8.88	15	2.33	34	10.06	162
140-149	33	11.42	14	4.17			64	11.37	27	4.19	25	7.40	163
150-159	14	4.84	27	8.04			68	12.08	53	8.22	30	8.88	192
160-169	17	5.88	55	16.37			62	11.01	118	18.29	50	14.79	302
170-179	22	7.61	78	23.21			63	11.19	165	25.58	92	27.22	420
180-189	15	5.19	82	24.40			38	6.75	126	19.53	57	16.86	318
190-199	8	2.77	31	9.23			15	2.66	79	12.25	19	5.62	152
200-209	3	1.04	18	5.36			10	1.78	27	4.19	7	2.07	65
210-219	0	0.00	7	2.08			3	0.53	9	1.40	6	1.78	25
220-229	0	0.00	3	0.89			2	0.36	0	0.00	1	0.30	6
<b>N Total</b>	289	100	336	100	0	0	563	100	645	100	338	100	2171
<b>Ls mediana (mm)</b>	134		175		0		146		174		171.5		167
<b>Ls médio (mm)</b>	135.89		173.63		0		137.31		171.39		166.78		157.46
<b>s Ls (mm)</b>	28.02		20.79		0		40.07		22.58		21.31		32.98
<b>Ls máximo (mm)</b>	200		223.00		0		225		213		227		227
<b>Ls mínimo (mm)</b>	80		52.00		0		57		60		100		52

**Tabela 3 – *Polymixia lowei*:** número de exemplares examinados por classe de peso total (Wt) capturados durante os cruzeiros de prospecção com arrasto de fundo na região sudeste-sul, em 2001 e 2002.

Classes de Wt (g)	Cruzeiro I				Cruzeiro II				Cruzeiro III				N Total
	Ago/Set		Out/Nov		Dez/Jan		Fev/Mar		Abr/Mai		Jun/Jul		
	N	%	N	%	n	%	N	%	n	%	N	%	
0-14	1	0.35	2	0.60			98	17.41	11	1.71	0	0.00	112
15-29	32	11.07	1	0.30			29	5.15	4	0.62	1	0.30	67
30-44	39	13.49	2	0.60			14	2.49	0	0.00	2	0.59	57
45-59	53	18.34	3	0.89			36	6.39	6	0.93	14	4.14	112
60-74	54	18.69	11	3.27			46	8.17	13	2.02	34	10.06	158
75-89	27	9.34	13	3.87			63	11.19	18	2.79	21	6.21	142
90-104	15	5.19	16	4.76			50	8.88	34	5.27	27	7.99	142
105-119	12	4.15	29	8.63			46	8.17	36	5.58	22	6.51	145
120-134	12	4.15	52	15.48		<b>Sem Amostra</b>	50	8.88	78	12.09	45	13.31	237
135-149	10	3.46	46	13.69			41	7.28	105	16.28	59	17.46	261
150-164	12	4.15	51	15.18			35	6.22	109	16.90	47	13.91	254
165-179	8	2.77	42	12.50			21	3.73	76	11.78	26	7.69	173
180-194	4	1.38	21	6.25			6	1.07	57	8.84	15	4.44	103
195-209	4	1.38	15	4.46			10	1.78	42	6.51	11	3.25	82
210-224	4	1.38	10	2.98			9	1.60	28	4.34	3	0.89	54
225-239	1	0.35	10	2.98			5	0.89	14	2.17	3	0.89	33
240-254	1	0.35	4	1.19			1	0.18	6	0.93	5	1.48	17
255-269	0	0.00	5	1.49			0	0.00	3	0.47	1	0.30	9
270-284	0	0.00	0	0.00			1	0.18	3	0.47	1	0.30	5
285-299	0	0.00	2	0.60			0	0.00	1	0.16	0	0.00	3
300-314	0	0.00	1	0.30			1	0.18	1	0.16	1	0.30	4
360-374	0	0.00	0	0.00		1	0.18	0	0.00	0	0.00	1	
<b>N Total</b>	289	100	336	100	0	0	563	100	645	100	338	100	2171
<b>Wt mediano (g)</b>	139.00		139.05		0		90.55		115.30		166.80		130.00
<b>Wt médio (g)</b>	134.03		133.32		0		92.04		114.06		166.54		122.16
<b>s Wt (g)</b>	45.43		44.62		0		59.18		58.19		44.60		58.33
<b>Wt máximo (g)</b>	310.90		266.10		0		304.00		305		370.75		370.75
<b>Wt mínimo (g)</b>	35.80		7.10		0		5.7		4.90		6.00		4.90

**Tabela 4** – *Polymixia lowei*: estatística descritiva das medidas de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) e os valores dos coeficientes de regressão entre estas variáveis.

<b>Ls x Wt</b>	<b>Todos</b>	<b>Machos</b>	<b>Fêmeas</b>
Wt mediano (g)	130	135	155.2
Wt médio (g)	122.1	128.5	152.6
Wt máximo (g)	370.75	240	370.75
Wt mínimo (g)	4.9	9.5	6.58
Ls mediana (mm)	167	169	176
Ls médio (mm)	157.4	164	172.4
Ls máximo (mm)	227	209	227
Ls mínimo (mm)	52	65	65
n	2171	909	793
a	0.00004	0.00006	0.00005
b	2.907	2.854	2.895
r <sup>2</sup>	0.9874	0.974	0.972

**Tabela 5** – *Polymixia lowei*: comparação entre os coeficientes angulares (**b**) obtidos nas regressões entre o comprimento padrão (Ls) e o peso total (Wt) para machos e para fêmeas, com base no teste “*t de Student*”.

<b>Comparação entre duas Regressões</b>		
Relação $\log_{10}$ Ls (mm) x $\log_{10}$ Wt (g)		
	<b>Fêmeas</b>	<b>Machos</b>
<b>Tamanho das Amostras</b>	793	909
<b>Médias <math>\log_{10}</math> Ls (mm)</b>	2.2313	2.2099
<b>Médias <math>\log_{10}</math> Wt (g)</b>	2.1445	2.0745
<b>Coefficientes de Regressão (b)</b>	2.8951	2.8548
<b>Interceptos (a)</b>	-4.3153	-4.2343
Teste t ( <b>b</b> )	-1.7438	
Graus de Liberdade	1698	
<b>P-valor</b>	<b>0.0836</b>	
Teste t ( <b>a</b> )	-5.1839	
Graus de Liberdade	1699	
<b>P-valor</b>	<b>&lt; 0.0001</b>	

**Tabela 6** – *Polymixia lowei*: estatística descritiva das medidas de comprimento padrão (Ls) e de comprimento total (Lt) e os valores dos coeficientes da regressão entre estas variáveis.

<b>Ls x Lt</b>	<b>Todos</b>	<b>Machos</b>	<b>Fêmeas</b>
Ls mediana (mm)	163	167	175
Ls médio (mm)	154.3	161.5	170.8
Ls máximo (mm)	227	209	227
Ls mínimo (mm)	52	65	65
Lt mediana (mm)	203	209	218
Lt médio (mm)	192.4	200.9	212.1
Lt máximo (mm)	277	258	277
Lt mínimo (mm)	70	86	86
n	1501	601	541
a	7.4802	6.8848	12.467
b	1.1979	1.2014	1.1689
r	0.994	0.989	0.986
r <sup>2</sup>	0.988	0.978	0.973

**Tabela 7** – *Polymixia lowei*: comparação entre os coeficientes angulares (**b**) e interceptos (**a**) obtidos nas regressões entre o comprimento padrão (Ls) e o comprimento total (Lt) para machos e para fêmeas, com base no teste “*t de Student*”.

<b>Comparação entre duas Regressões</b>		
Relação Ls (mm) x Lt (mm)		
	<b>Fêmeas</b>	<b>Machos</b>
<b>Tamanho das Amostras</b>	541	601
<b>Médias Lt (mm)</b>	212.122	200.929
<b>Médias Ls (mm)</b>	170.813	161.521
<b>Coefficientes de Regressão (b)</b>	0.833	0.814
<b>Interceptos (a)</b>	-5.859	-2.098
Teste t ( <b>b</b> )	2.413	
Graus de Liberdade	1138	
<b>P-valor</b>	<b>0.017</b>	

**Tabela 8** – *Polymixia lowei*: comparação entre as medidas morfométricas obtidas dos otólitos direito e esquerdo, utilizando o teste “Wilcoxon”.

Wilcoxon	Número de Pares	T	Z	P-valor
Comprimento do Otólito (Lo) (mm)	648	76184	6.0735	<0.0001
Altura do Otólito (Ho) (mm)	600	79666	2.468	0.0068
Espessura do Otólito (To) (mm)	568	62348	4.7152	<0.0001
Peso do Otólito (Wo) (g)	169	5968	1.9065	0.0283

**Tabela 9** – *Polymixia lowei*: valores das correlações lineares obtidas entre o comprimento padrão (Ls) e as variáveis dos otólitos (Lo – comprimento do otólito; Ho – altura do otólito; To – espessura do otólito e Wo – peso do otólito), ajustadas aos dados logaritmizados (n = 1365).

<u>Correlação de Pearson</u>		r	t	P valor
<b>Todos</b>	Lo x Ls	0.895	63.66	<0.0001
	Ho x Ls	0.800	42.18	<0.0001
	To x Ls	0.689	30.08	<0.0001
	Wo x Ls	0.803	42.62	<0.0001
<b>Fêmeas</b>	Lo x Ls	0.916	51.74	<0.0001
	Ho x Ls	0.831	33.86	<0.0001
	To x Ls	0.723	23.78	<0.0001
	Wo x Ls	0.830	33.83	<0.0001
<b>Machos</b>	Lo x Ls	0.901	49.84	<0.0001
	Ho x Ls	0.869	42.10	<0.0001
	To x Ls	0.960	28.59	<0.0001
	Wo x Ls	0.864	41.16	<0.0001

**Tabela 10** – *Polymixia lowei*: valores dos parâmetros das regressões lineares ajustadas aos dados logaritmizados para todo o conjunto de dados ( $n = 1365$ ), de acordo com o modelo alométrico de Huxley (1924) e os tipos de crescimento obtidos (A- - alométrico negativo; A+ - alométrico positivo).

Relação	Variáveis				Tipo de Crescimento
	A	b	r	r <sup>2</sup>	
<b>Lo x Ls</b>	-0.95	0.85	0.95	0.90	<b>(A -)</b>
<b>Ho x Ls</b>	-0.80	0.73	0.92	0.85	<b>(A -)</b>
<b>To x Ls</b>	-1.89	0.94	0.84	0.70	<b>(A -)</b>
<b>Wo x Ls</b>	-6.54	2.50	0.90	0.82	<b>(A +)</b>

**Tabela 11** – *Polymixia lowei*: valores dos parâmetros das regressões lineares ajustadas aos dados logaritmizados de comprimento padrão (Ls) e das variáveis dos otólitos (Lo, Ho, To e Wo) para fêmeas ( $n = 516$ ), de acordo com o modelo alométrico de Huxley (1924) e os seus tipos de crescimento (A- - alométrico negativo; A+ - alométrico positivo).

Relação	Variáveis				Tipo de Crescimento
	a	b	r	r <sup>2</sup>	
<b>Lo x Ls</b>	-0.95	0.84	0.91	0.83	<b>(A -)</b>
<b>Ho x Ls</b>	-0.52	0.60	0.83	0.69	<b>(A -)</b>
<b>To x Ls</b>	-1.82	0.90	0.72	0.52	<b>(A -)</b>
<b>Wo x Ls</b>	-6.17	2.30	0.83	0.69	<b>(A +)</b>

**Tabela 12** – *Polymixia lowei*: valores dos parâmetros das regressões lineares ajustadas aos dados logaritmizados de comprimento padrão (Ls) e das variáveis dos otólitos (Lo, Ho, To e Wo) para machos (n = 577), de acordo com o modelo alométrico de Huxley (1924) e os seus tipos de crescimento (A- - alométrico negativo; A+ - alométrico positivo).

<u>Relação</u>	<u>Variáveis</u>				<u>Tipo de Crescimento</u>
	<b>A</b>	<b>b</b>	<b>R</b>	<b>r<sup>2</sup></b>	
<b>Lo x Ls</b>	-1.21	0.97	0.90	0.81	<b>(A -)</b>
<b>Ho x Ls</b>	-0.95	0.80	0.86	0.75	<b>(A -)</b>
<b>To x Ls</b>	-2.41	1.19	0.76	0.58	<b>(A +)</b>
<b>Wo x Ls</b>	-7.55	2.97	0.86	0.74	<b>(A +)</b>

**Tabela 13** – *Polymixia lowei*: valores obtidos a partir do teste “*t de Student*”, na comparação entre o comprimento padrão (Ls) dos exemplares e os coeficientes alométricos (Lo – comprimento do otólito; Ho – altura do otólito; To – espessura do otólito e Wo – peso do otólito), ajustadas aos dados logaritmizados para todo o conjunto de dados (n = 1365).

<u>Relação</u>	<u>Teste t</u>	<u>p-valor</u>
<b>Lo x Ls</b>	-19.98	< 0.001
<b>Ho x Ls</b>	-31.88	< 0.001
<b>To x Ls</b>	-3.32	< 0.001
<b>Wo x Ls</b>	48.50	< 0.001

**Tabela 14** – *Polymixia lowei*: frequência das classes comprimento padrão para a amostra total (n = 2171), a amostra com otólitos (n = 1365) e a amostra para análise dos cortes (n = 403).

<b>Classes de Ls (mm)</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>50-59</b>	5	0.23	4	0.18	4	0.18
<b>60-69</b>	41	1.89	18	0.83	18	0.83
<b>70-79</b>	66	3.04	10	0.46	10	0.46
<b>80-89</b>	34	1.57	11	0.51	11	0.51
<b>90-99</b>	28	1.29	21	0.97	14	0.64
<b>100-109</b>	33	1.52	21	0.97	15	0.69
<b>110-119</b>	51	2.35	32	1.47	15	0.69
<b>120-129</b>	108	4.97	71	3.27	34	1.57
<b>130-139</b>	162	7.46	99	4.56	34	1.57
<b>140-149</b>	163	7.51	96	4.42	35	1.61
<b>150-159</b>	192	8.84	122	5.62	33	1.52
<b>160-169</b>	302	13.91	194	8.94	33	1.52
<b>170-179</b>	420	19.35	295	13.59	36	1.66
<b>180-189</b>	318	14.65	206	9.49	36	1.66
<b>190-199</b>	152	7	102	4.70	28	1.29
<b>200-209</b>	65	2.99	44	2.03	28	1.29
<b>210-219</b>	25	1.15	16	0.74	16	0.74
<b>220-229</b>	6	0.28	3	0.14	3	0.14
<b>Total</b>	<b>2171</b>	<b>100.00</b>	<b>1365</b>	<b>62.87</b>	<b>403</b>	<b>18.56</b>

**Tabela 15** – *Polymixia lowei*: freqüência das classes de comprimento padrão (Ls) da amostra selecionada para análise de cortes dos otólitos (n = 399), após a exclusão de pontos discrepantes.

<b>Classes de Ls (mm)</b>	<b>N</b>	<b>% Amostra Analisada</b>
50-59	4	1.00
60-69	18	4.51
70-79	9	2.26
80-89	11	2.76
90-99	14	3.51
100-109	15	3.76
110-119	14	3.51
120-129	34	8.52
130-139	33	8.27
140-149	35	8.77
150-159	33	8.27
160-169	33	8.27
170-179	36	9.02
180-189	36	9.02
190-199	28	7.02
200-209	28	7.02
210-219	15	3.76
220-229	3	0.75
<b>Total</b>	<b>399</b>	<b>100.00</b>

**Tabela 16** – *Polymixia lowei*: freqüências do número de anéis encontrados nos cortes dos otólitos de *P. lowei* (n = 399) (**N** - núcleo; **R1 a R6** – grupos de anéis).

<b>Grupo de Anel</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>N</b>	26	6.52
<b>R1</b>	36	9.02
<b>R2</b>	67	16.79
<b>R3</b>	127	31.83
<b>R4</b>	111	27.82
<b>R5</b>	27	6.77
<b>R6</b>	5	1.25
<b>Total</b>	<b>399</b>	<b>100.00</b>

**Tabela 17** – *Polymixia lowei*: estatística descritiva das medidas dos raios dos anéis obtidas na análise dos cortes dos otólitos (n = 399) (**N**: núcleo; **R1** a **R6** – grupos de anéis).

	<b>Núcleo</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>	<b>R5</b>	<b>R6</b>
<b>N</b>	374	374	340	276	149	35	5
<b>Mínimo</b>	1.28	1.67	2.06	2.72	3.33	3.78	4.22
<b>Máximo</b>	1.67	2.17	2.83	3.61	3.94	4.28	4.67
<b>Média</b>	1.52	1.94	2.51	3.05	3.57	4.01	4.48
<b>Mediana</b>	1.56	1.94	2.50	3.06	3.56	4.00	4.50
<b>Desvio Padrão</b>	0.07	0.14	0.16	0.15	0.14	0.12	0.18

**Tabela 18** – *Polymixia lowei*: comprimento padrão médio (Ls) dos exemplares para cada grupo de anel.

<b>Grupo de Anel</b>	<b>Comprimento Médio (Ls)</b>
<b>Núcleo</b>	66.81
<b>R1</b>	93.81
<b>R2</b>	124.48
<b>R3</b>	155.05
<b>R4</b>	184.60
<b>R5</b>	191.37
<b>R6</b>	184.20

**Tabela 19** – *Polymixia lowei*: comprimento padrão médio (Ls) dos exemplares por idade (n=399) e por sexo.

	<b>Idade (t)</b>	<b>Comprimento Médio (Ls)</b>
<b><u>Todos</u></b>	<b>0</b>	66.81
	<b>1</b>	93.81
	<b>2</b>	124.48
	<b>3</b>	155.05
	<b>4</b>	184.6
	<b>5</b>	191.37
	<b>6</b>	184.2
<b><u>Fêmeas</u></b>	<b>0</b>	88
	<b>1</b>	107.4
	<b>2</b>	131.78
	<b>3</b>	160.34
	<b>4</b>	193.42
	<b>5</b>	197.13
	<b>6</b>	180
<b><u>Machos</u></b>	<b>1</b>	93.81
	<b>2</b>	124.48
	<b>3</b>	155.05
	<b>4</b>	184.6
	<b>5</b>	191.37
	<b>6</b>	184.2

**Tabela 20** – *Polymixia lowei*: frequência absoluta de indivíduos por classe de comprimento padrão, por idade, para a amostra n = 399.

<b>Classes de Ls (mm)</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>N</b>
<b>50-59</b>	4	-	-	-	-	-	-	4
<b>60-69</b>	18	-	-	-	-	-	-	18
<b>70-79</b>	1	8	-	-	-	-	-	9
<b>80-89</b>	3	8	-	-	-	-	-	11
<b>90-99</b>	-	11	3	-	-	-	-	14
<b>100-109</b>	-	3	11	-	-	-	-	14
<b>110-119</b>	-	1	13	1	-	-	-	15
<b>120-129</b>	-	4	18	12	-	-	-	34
<b>130-139</b>	-	-	11	22	-	-	-	33
<b>140-149</b>	-	1	4	25	5	-	-	35
<b>150-159</b>	-	-	4	20	8	1	-	33
<b>160-169</b>	-	-	2	16	14	1	-	33
<b>170-179</b>	-	-	1	14	15	4	2	36
<b>180-189</b>	-	-	-	6	20	8	2	36
<b>190-199</b>	-	-	-	4	22	2	-	28
<b>200-209</b>	-	-	-	5	15	7	1	28
<b>210-219</b>	-	-	-	2	10	3	-	15
<b>220-229</b>	-	-	-	-	2	1	-	3
<b>N</b>	<b>26</b>	<b>36</b>	<b>67</b>	<b>127</b>	<b>111</b>	<b>27</b>	<b>5</b>	<b>399</b>

**Tabela 21** – *Polymixia lowei*: chave idade-comprimento, calculada para a amostra com otólitos n = 1365.

<b>Classes de Ls (mm)</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>Total</b>
50-59	4	-	-	-	-	-	-	4
60-69	18	-	-	-	-	-	-	18
70-79	1	9	-	-	-	-	-	10
80-89	3	8	-	-	-	-	-	11
90-99	-	16	5	-	-	-	-	21
100-109	-	5	16	-	-	-	-	21
110-119	-	2	28	2	-	-	-	32
120-129	-	8	38	25	-	-	-	71
130-139	-	-	33	66	-	-	-	99
140-149	-	3	11	68	14	-	-	96
150-159	-	-	15	74	29	4	-	122
160-169	-	-	12	94	82	6	-	194
170-179	-	-	8	115	123	33	16	295
180-189	-	-	-	34	115	46	11	206
190-199	-	-	-	15	80	7	-	102
200-209	-	-	-	8	23	11	2	44
210-219	-	-	-	2	11	3	-	16
220-229	-	-	-	-	2	1	-	3
<b>N</b>	<b>26</b>	<b>51</b>	<b>166</b>	<b>503</b>	<b>479</b>	<b>111</b>	<b>29</b>	<b>1365</b>

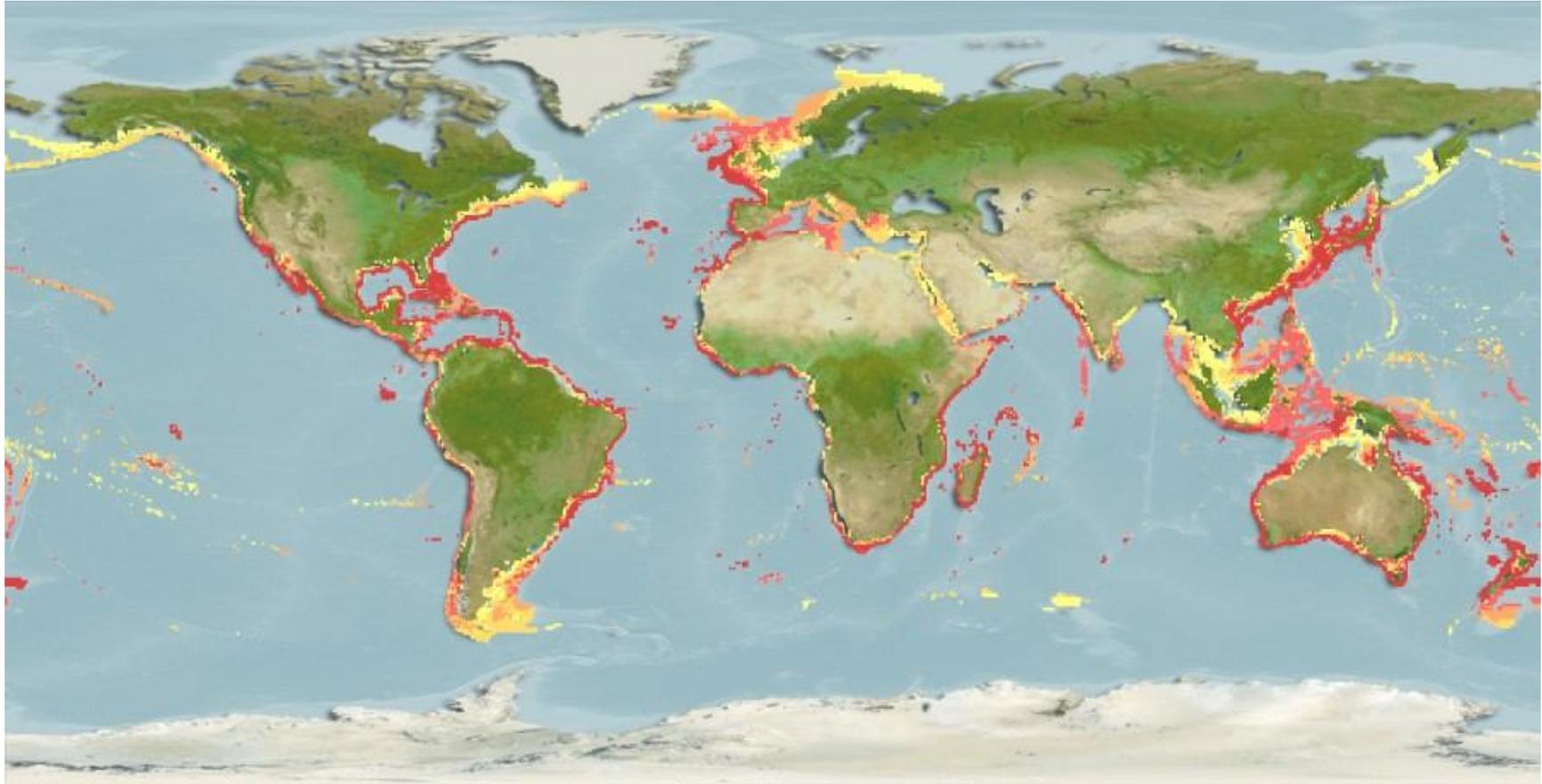
**Tabela 22** – *Polymixia lowei*: comprimento padrão médio obtido (Ls) dos exemplares por idade (n=399) e comprimento médio esperado (Ls) na idade (t). Valores calculados através do ajuste do modelo de Von Bertalanffy.

	<b>Idade (t)</b>	<b>Comprimento Médio Obtido (Ls)</b>	<b>Comprimento Médio Esperado (Ls)</b>
<b><u>Todos</u></b>	<b>0</b>	66.81	78.66
	<b>1</b>	93.81	105.77
	<b>2</b>	124.48	129.57
	<b>3</b>	155.05	150.46
	<b>4</b>	184.60	168.82
	<b>5</b>	191.37	184.93
	<b>6</b>	184.20	199.08
<b><u>Fêmeas</u></b>	<b>0</b>	88.00	73.68
	<b>1</b>	107.40	106.68
	<b>2</b>	131.78	135.60
	<b>3</b>	160.34	160.93
	<b>4</b>	193.42	183.12
	<b>5</b>	197.13	202.56
	<b>6</b>	180.00	219.59
<b><u>Machos</u></b>	<b>1</b>	93.81	103.91
	<b>2</b>	124.48	130.24
	<b>3</b>	155.05	152.04
	<b>4</b>	184.60	170.09
	<b>5</b>	191.37	185.03
	<b>6</b>	184.20	197.41

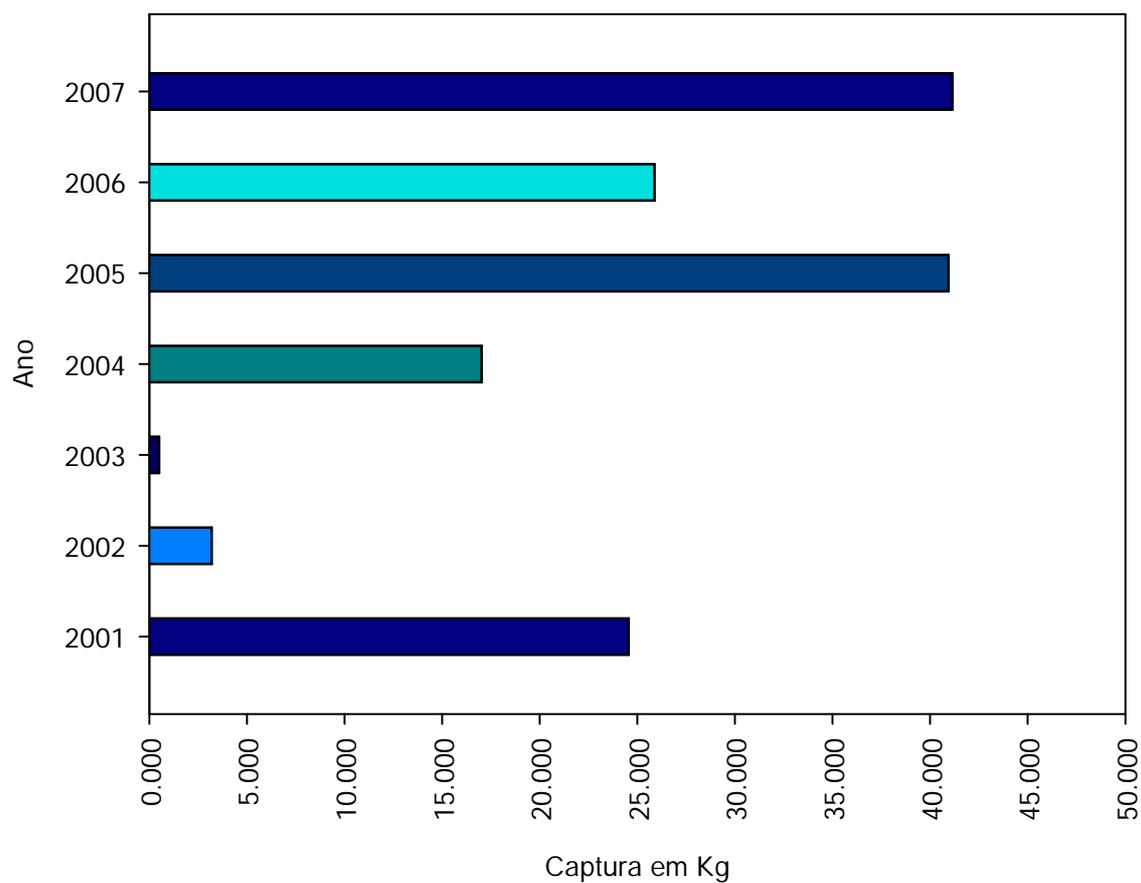
## IX. Figuras



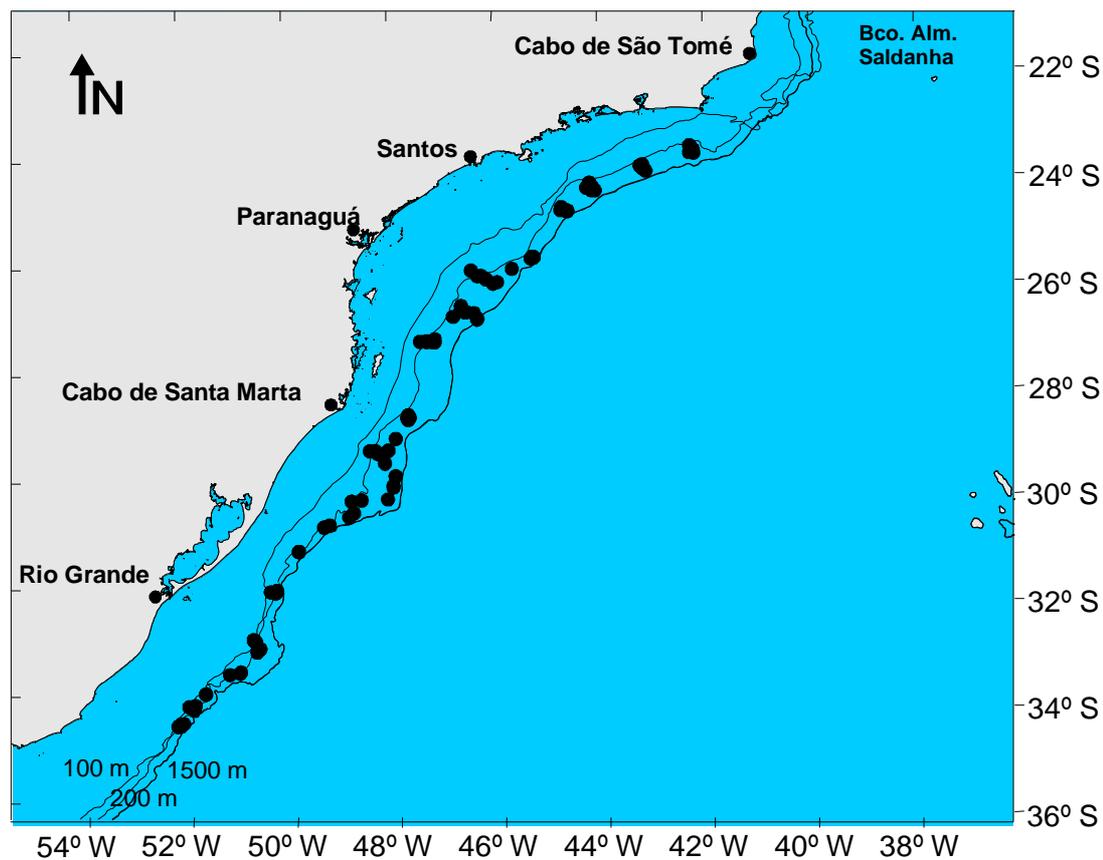
**Figura 1** - A espécie *Polymixia lowei* (Fonte: Bernardes et al., 2005).



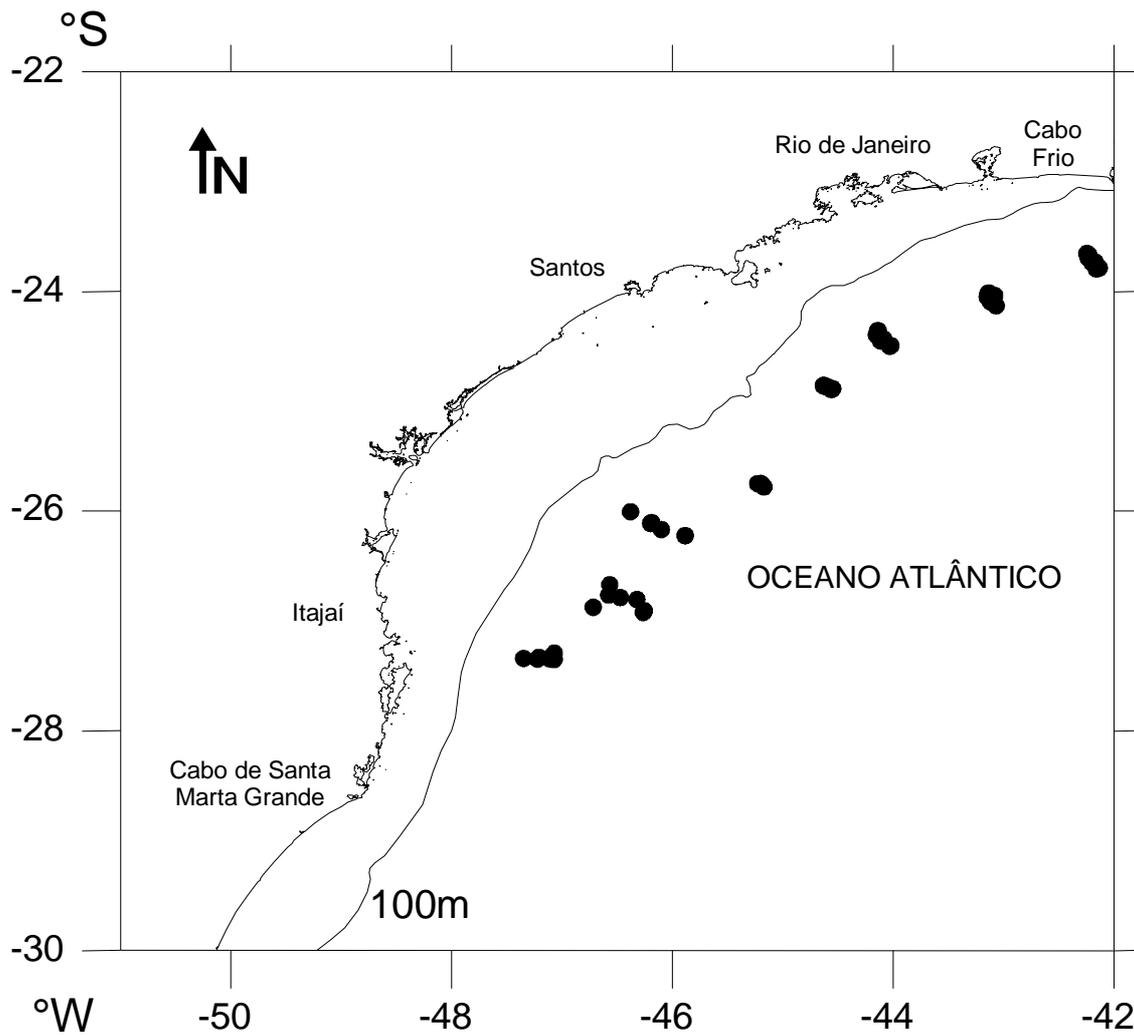
**Figura 2 - *Polymixia lowei*.** mapa de distribuição geográfica da Família Polymixiidae a nível mundial (Froese & Pauly, 2009).



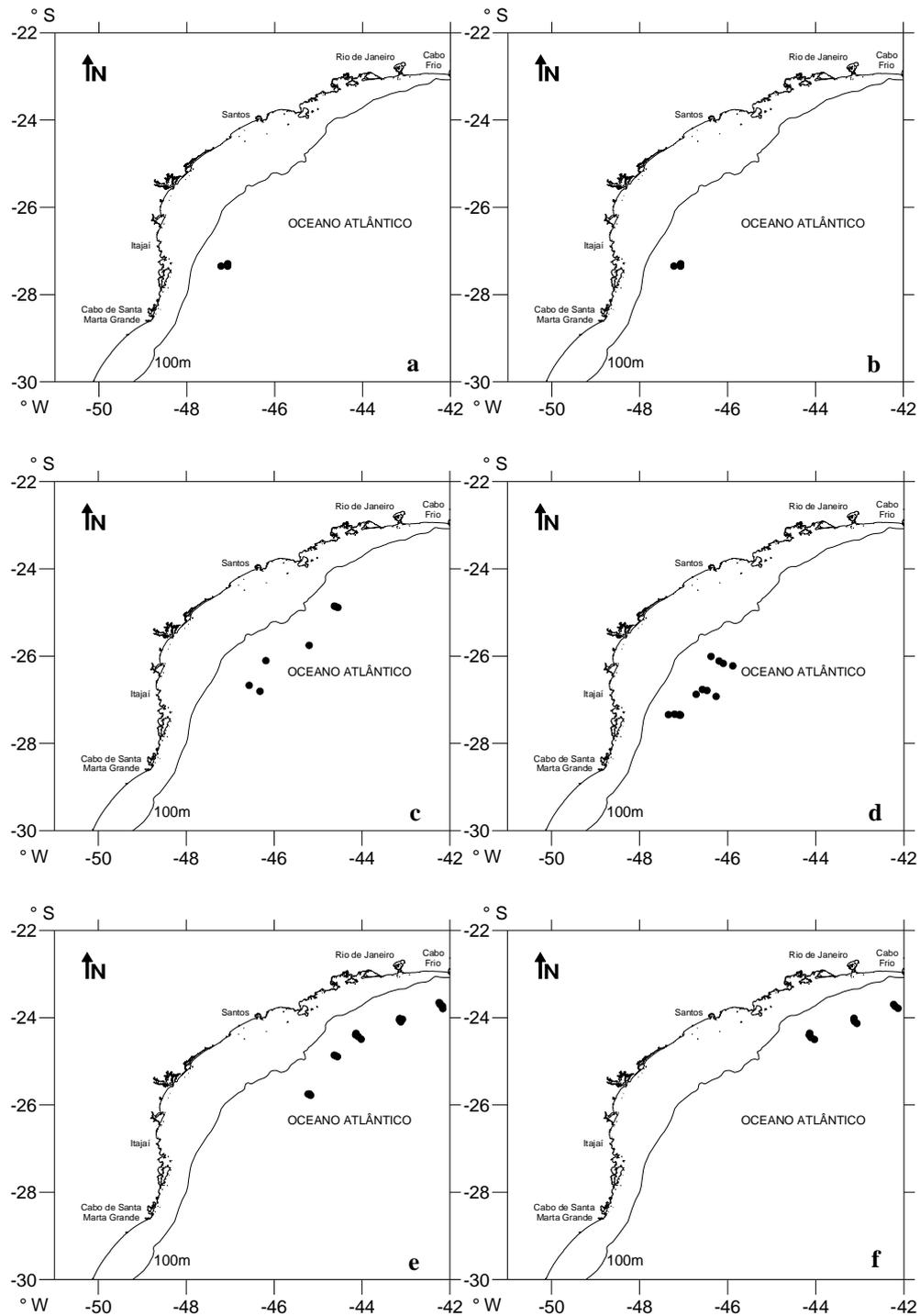
**Figura 3** – *Polymixia lowei*: produção pesqueira desembarcada pela frota de arrasto de fundo no Estado de Santa Catarina, entre 2001 e 2007 (Fonte: SIESPE, Boletim Estatístico de Pesca de Santa Catarina - UNIVALI/CTTMar).



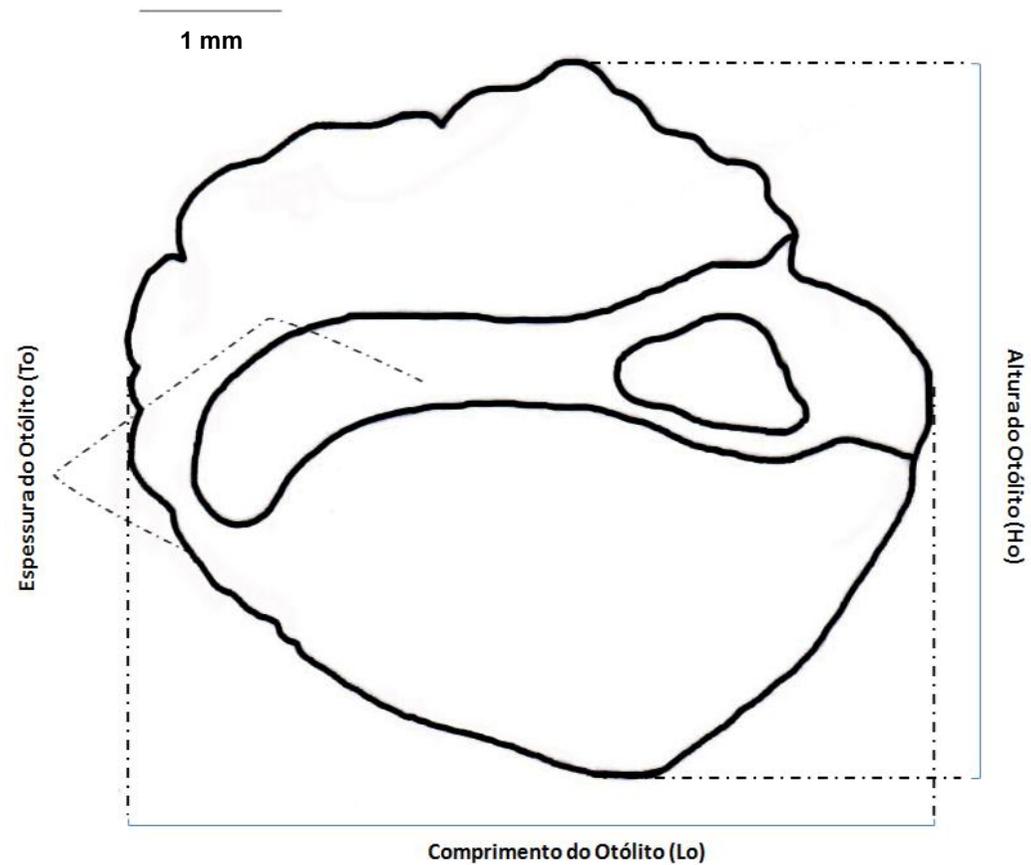
**Figura 4** - *Polymixia lowei*: locais de captura nos cruzeiros de prospecção pesqueira com arrasto de fundo, na região sudeste-sul do Brasil durante o Programa REVIZEE - Score Sul (Fonte: Bernardes et al., 2005).



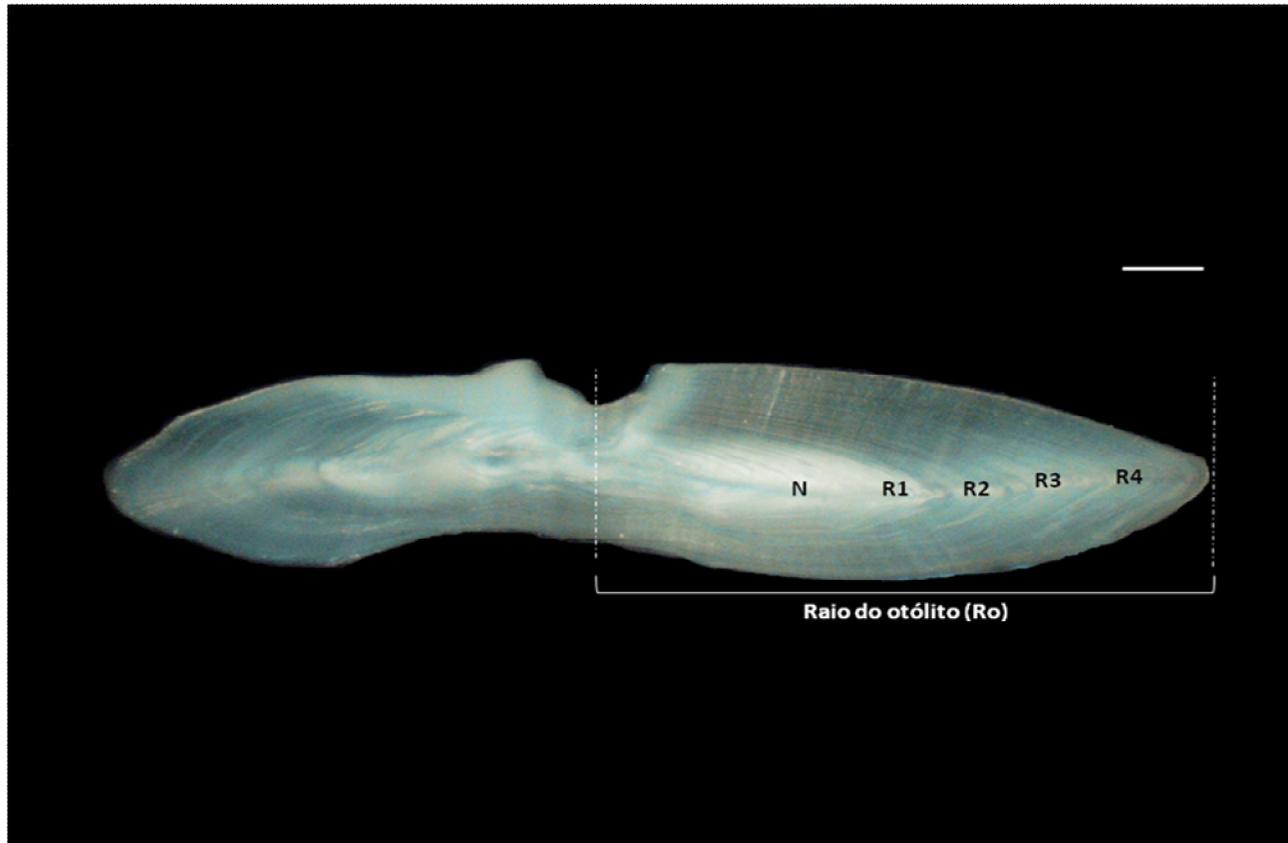
**Figura 5** – *Polymixia lowei*: locais de captura dos exemplares que compõem a amostra total ( $n = 2171$ ) durante os cruzeiros de prospecção pesqueira com arrasto de fundo, no contexto do Programa REVIZEE - Score Sul.



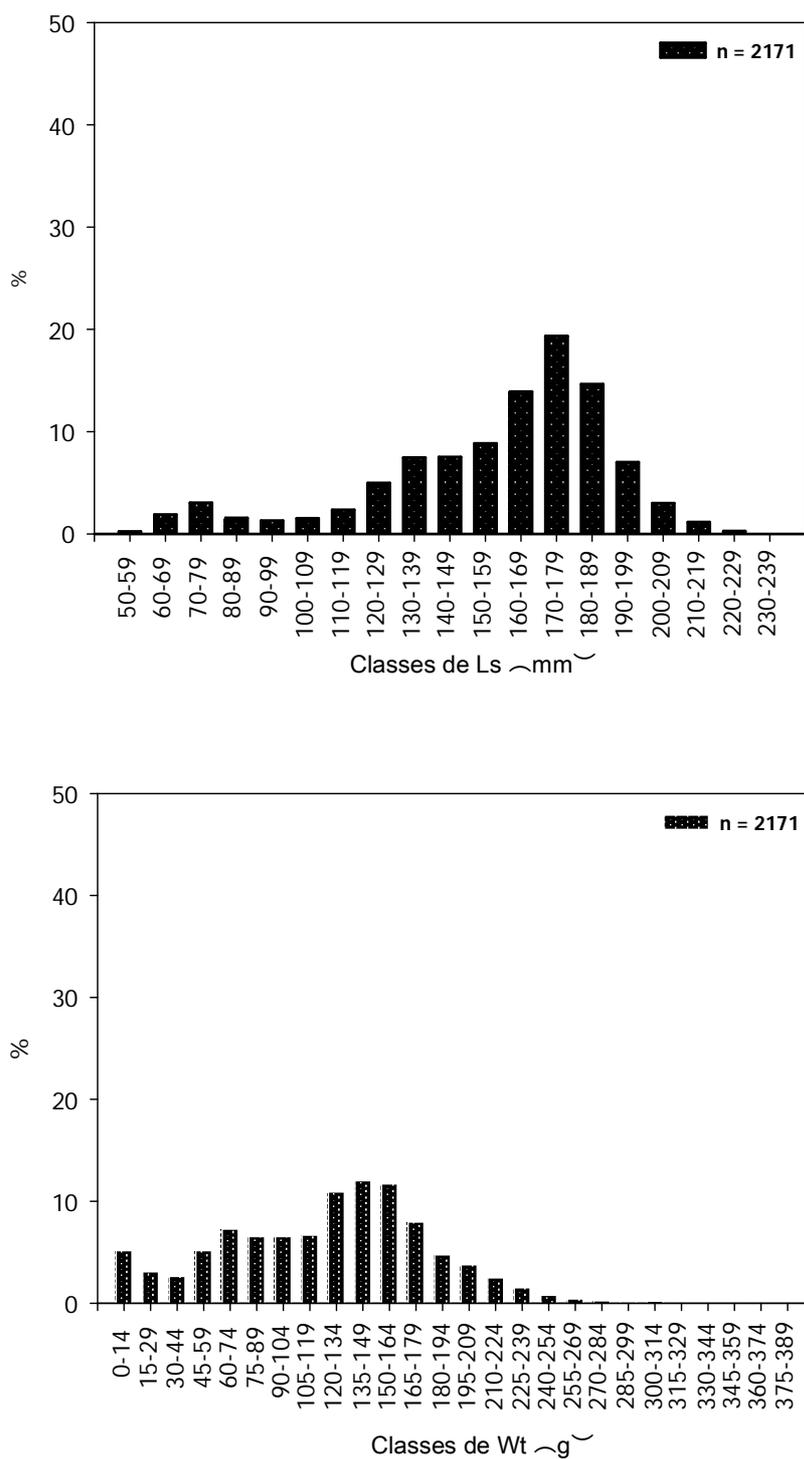
**Figura 6** – *Polymixia lowei*: locais em que ocorreram capturas de exemplares da amostra - a) agosto/2001; b) setembro/2001; c) outubro/2001; d) fevereiro/de 2002; e) abril/2002; f) junho/2002.



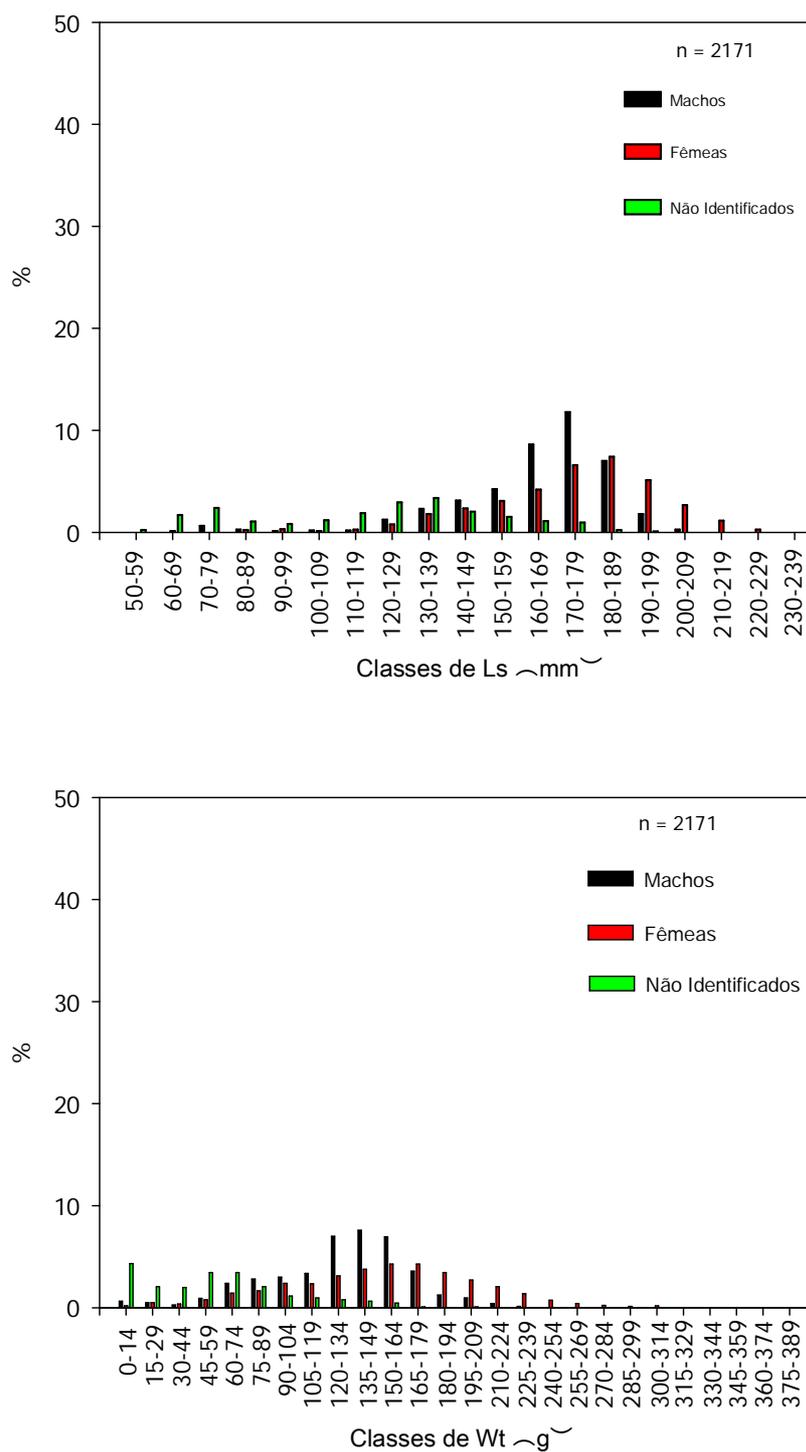
**Figura 7** – *Polymixia lowei*: esquema de um otólito da espécie, indicando as medidas obtidas dessas estruturas: comprimento do otólito (Lo), altura do otólito (Ho) e espessura do otólito (To). Aumento de dezesseis vezes.



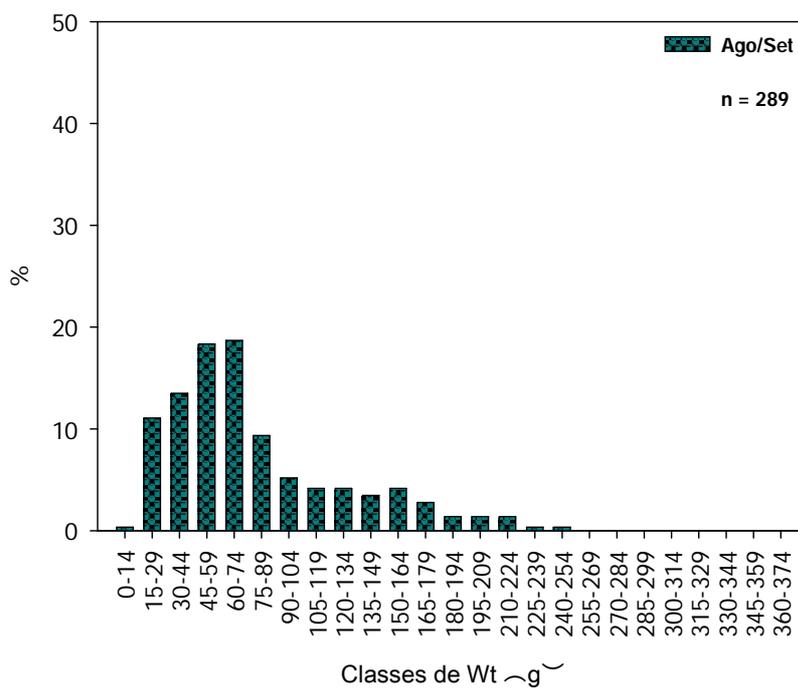
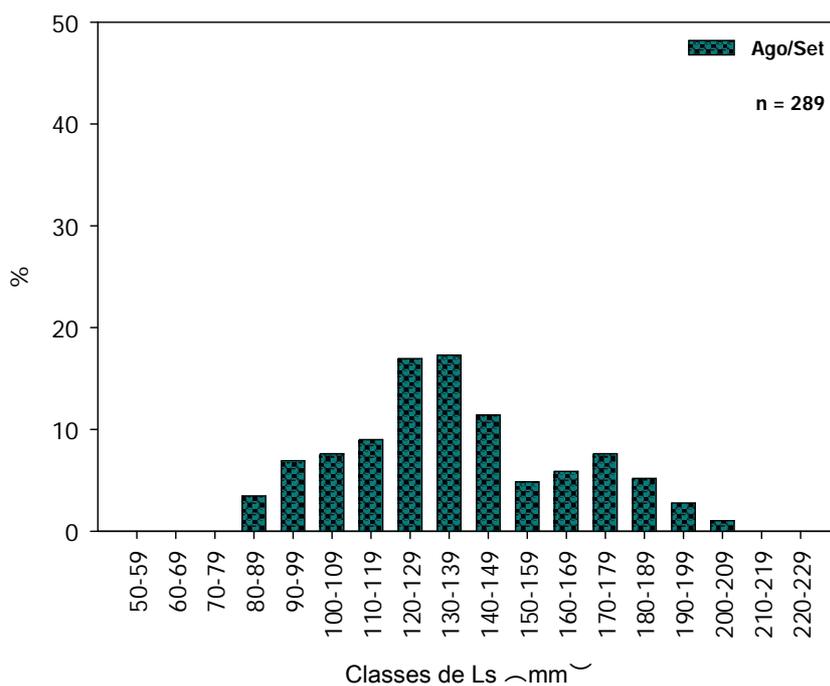
**Figura 8** - *Polymixia lowei*: corte transversal do otólito esquerdo de um exemplar com 153 mm de comprimento padrão (aumento de 18 vezes – escala = 1 mm).



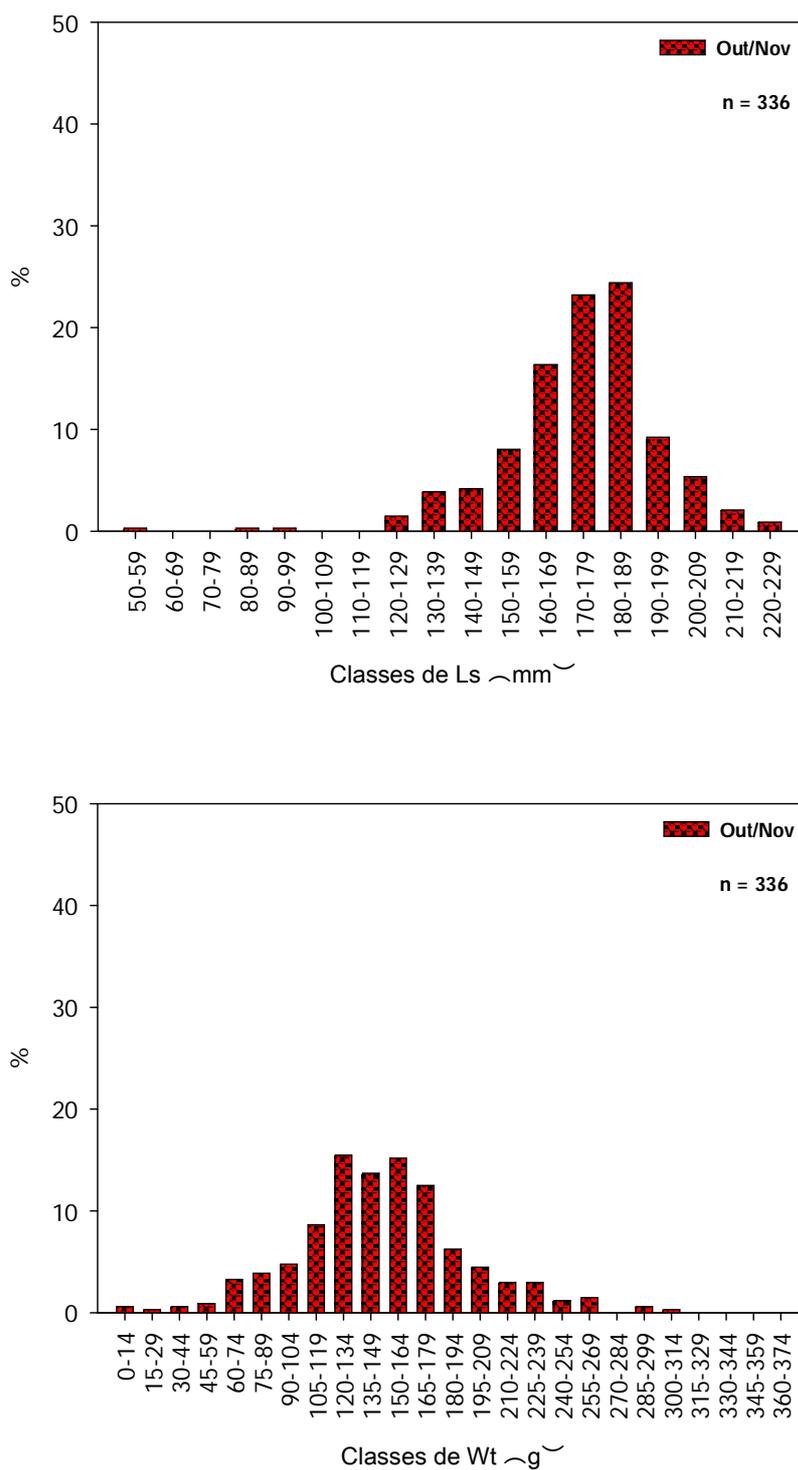
**Figura 9** – *Polymixia lowei*: distribuição de freqüência das classes de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) para o total de exemplares da amostra (n = 2171).



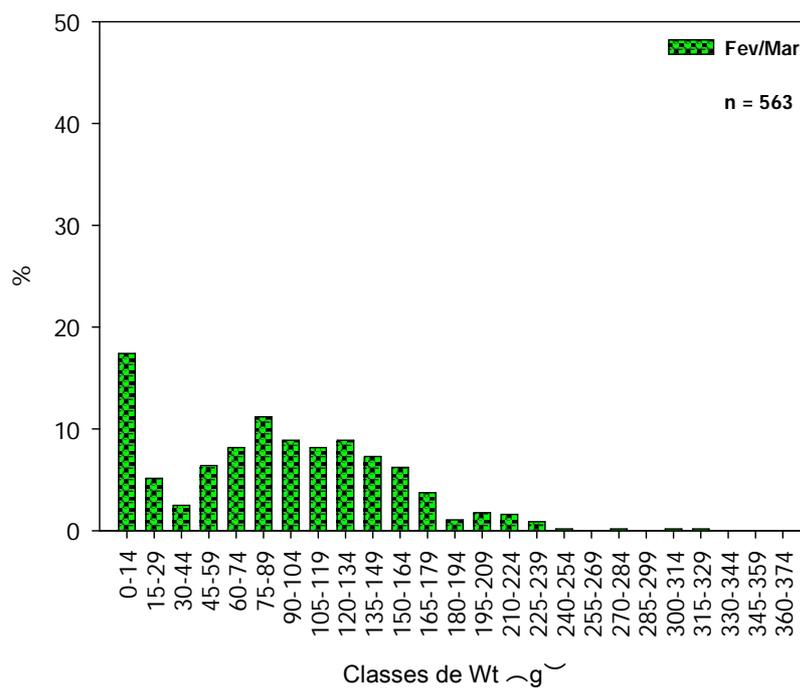
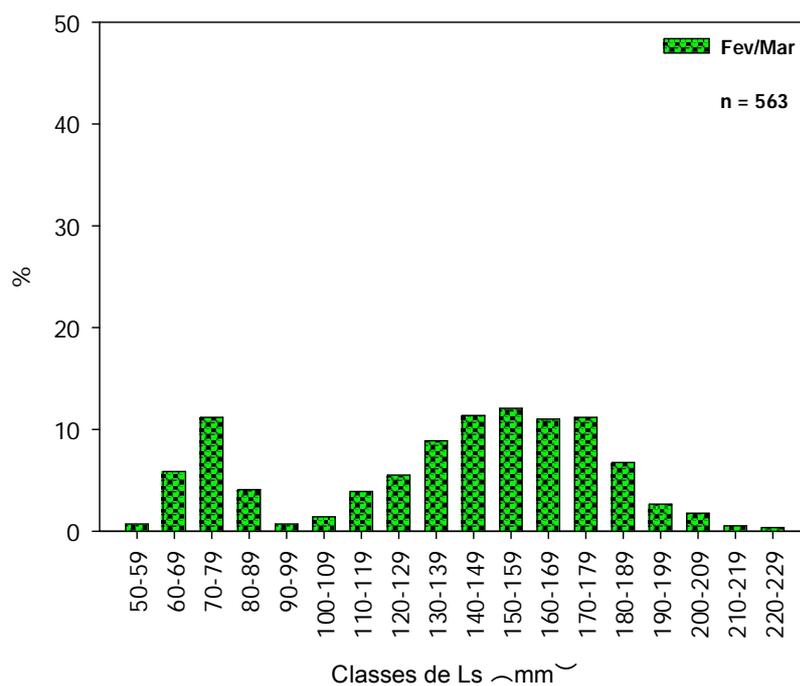
**Figura 10** – *Polymixia lowei*: distribuição de freqüência das classes de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) para o total de exemplares da amostra (n = 2171), por sexo.



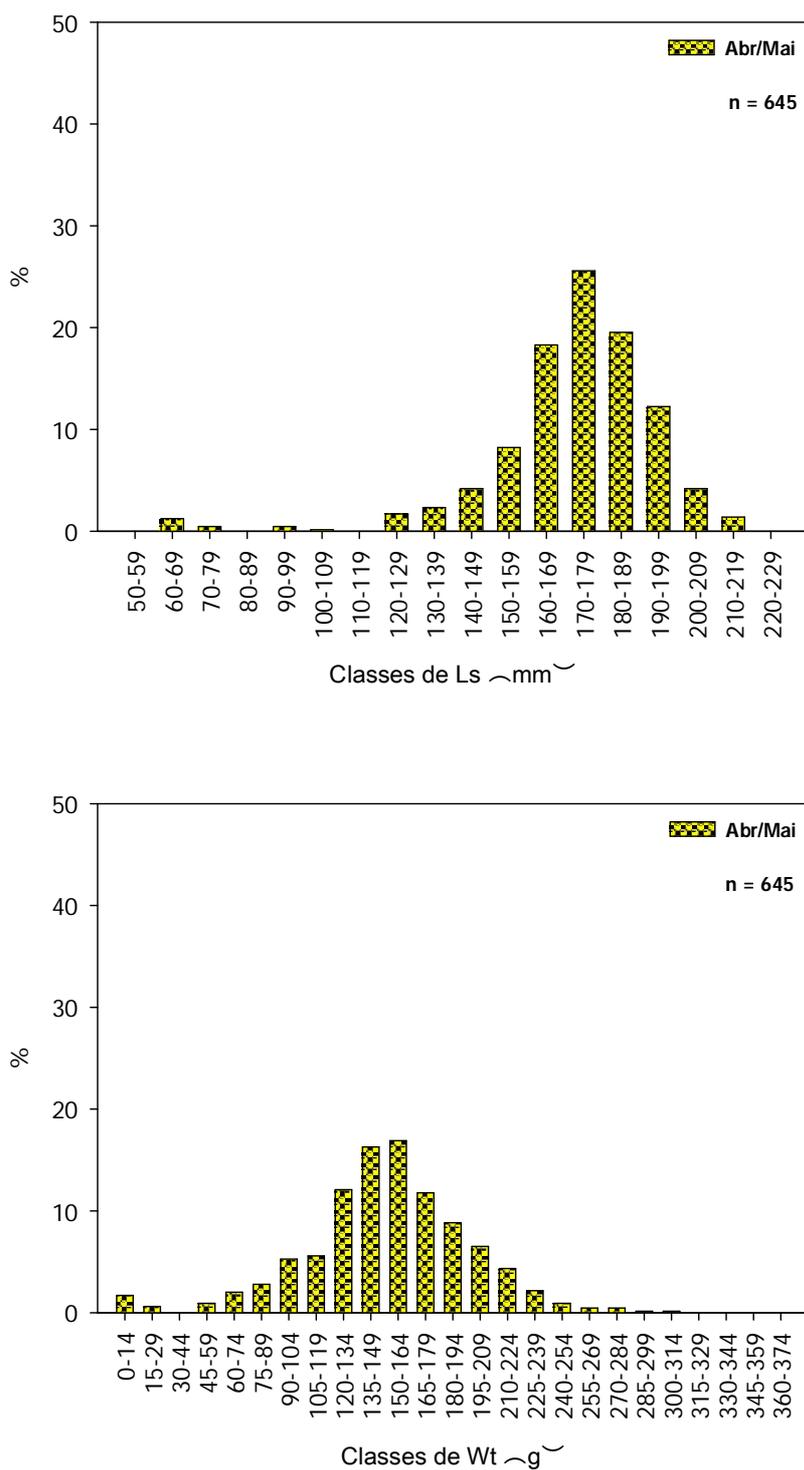
**Figura 11** – *Polymixia lowei*: distribuição de frequência das classes de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) dos exemplares coletados durante os meses de agosto e setembro de 2001.



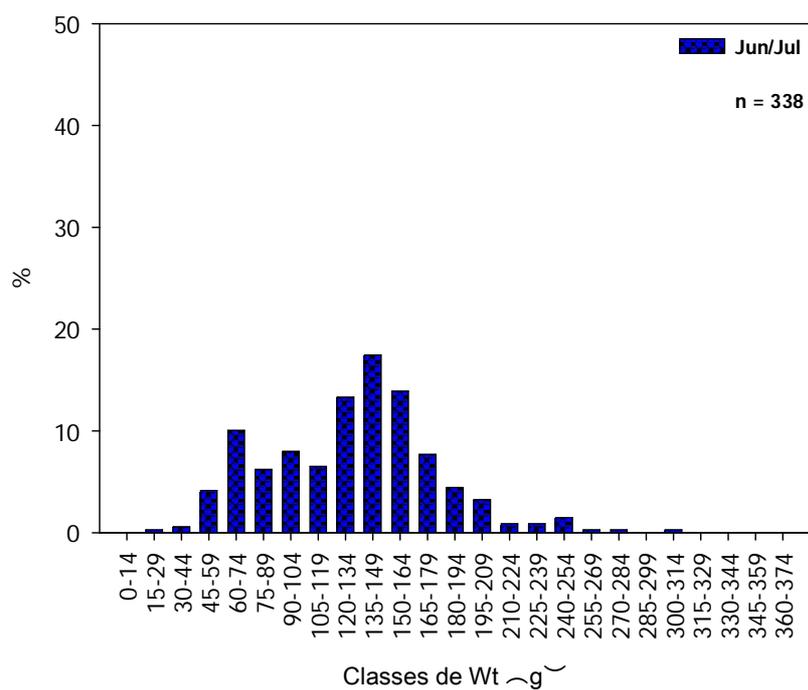
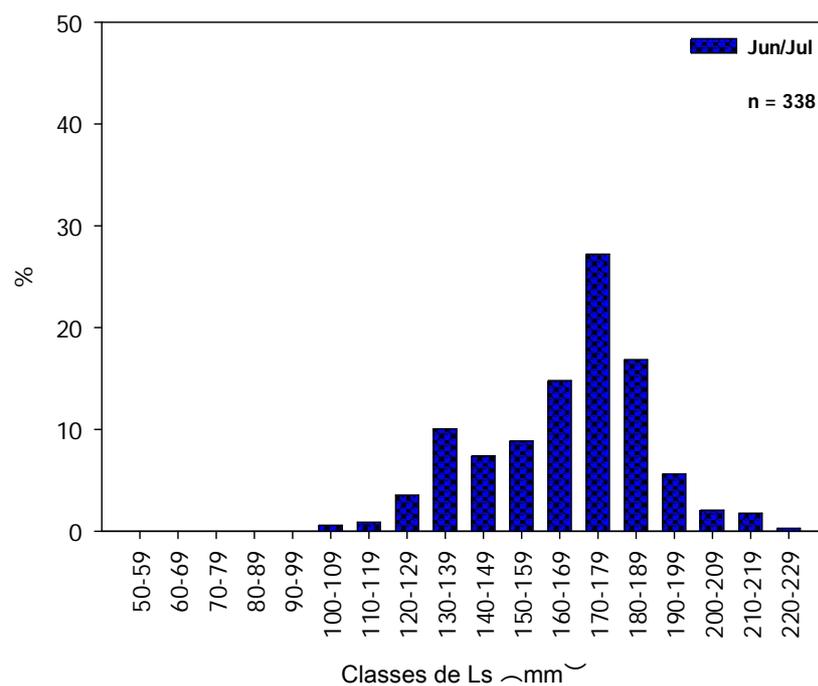
**Figura 12** – *Polymixia lowei*: distribuição de frequência das classes de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) dos exemplares coletados durante os meses de outubro e novembro de 2001.



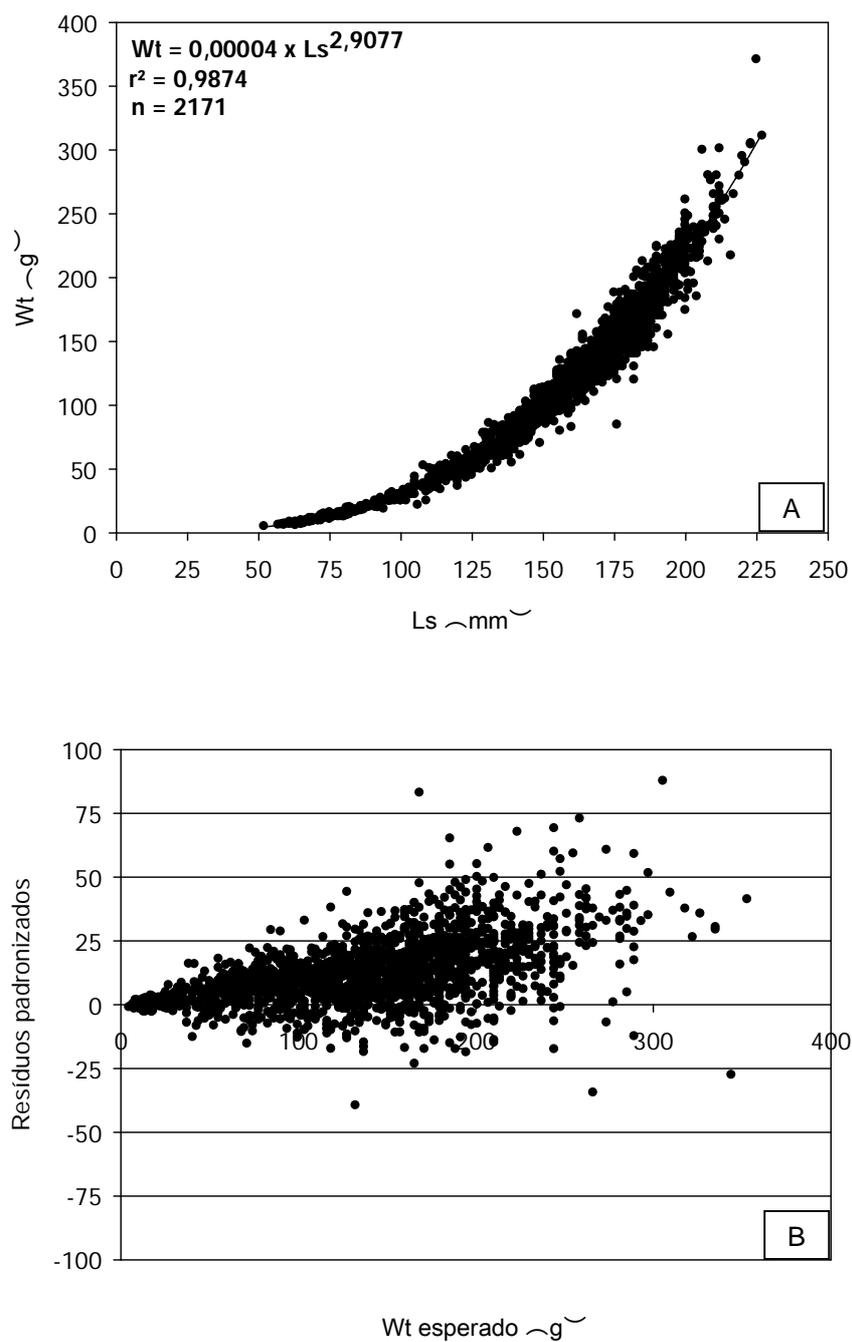
**Figura 13** – *Polymixia lowei*: distribuição de frequência das classes de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) dos exemplares coletados durante os meses de fevereiro e março de 2002.



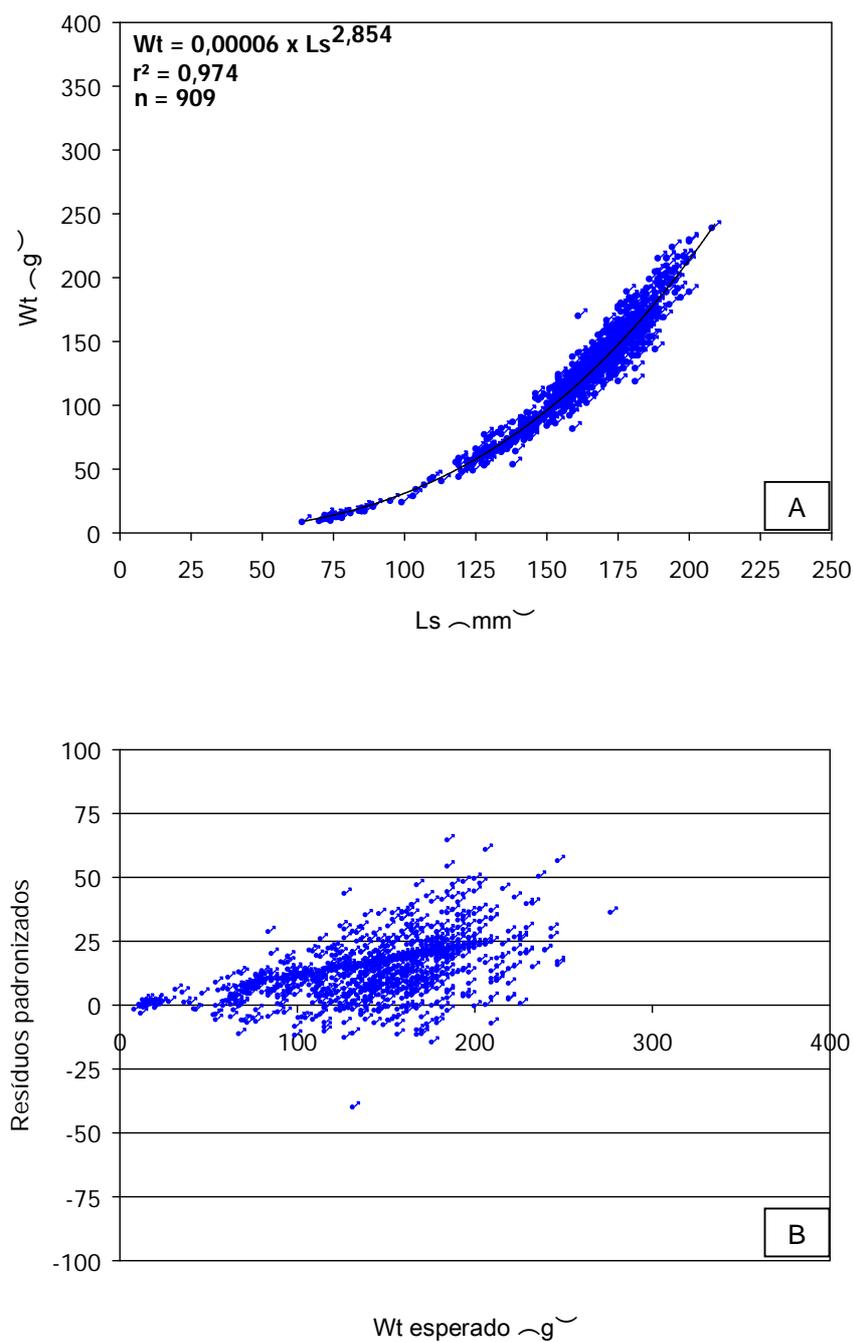
**Figura 14** – *Polymixia lowei*: distribuição de frequência das classes de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) dos exemplares coletados durante os meses de abril e maio de 2002.



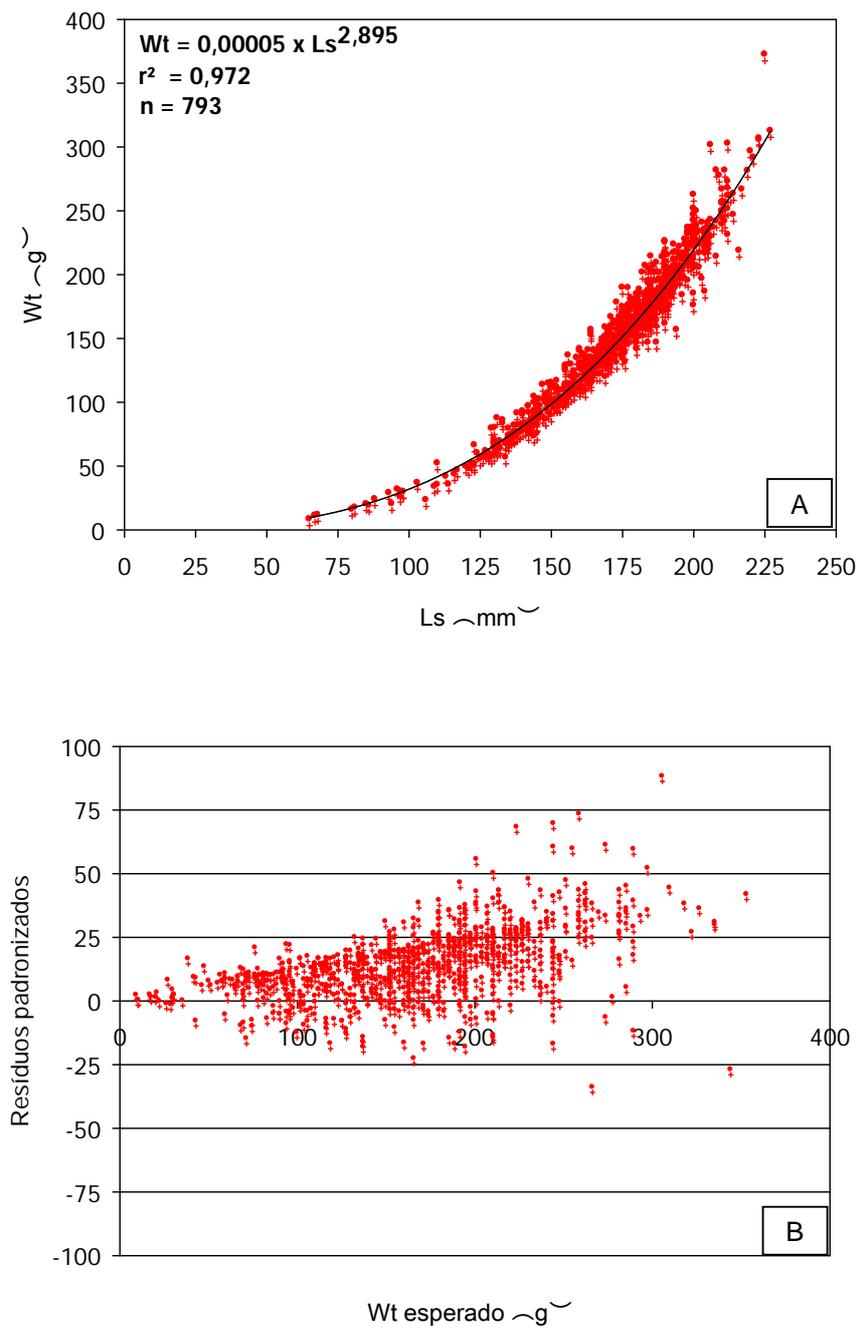
**Figura 15** – *Polymixia lowei*: distribuição de frequência das classes de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) dos exemplares coletados durante os meses de junho e julho de 2002.



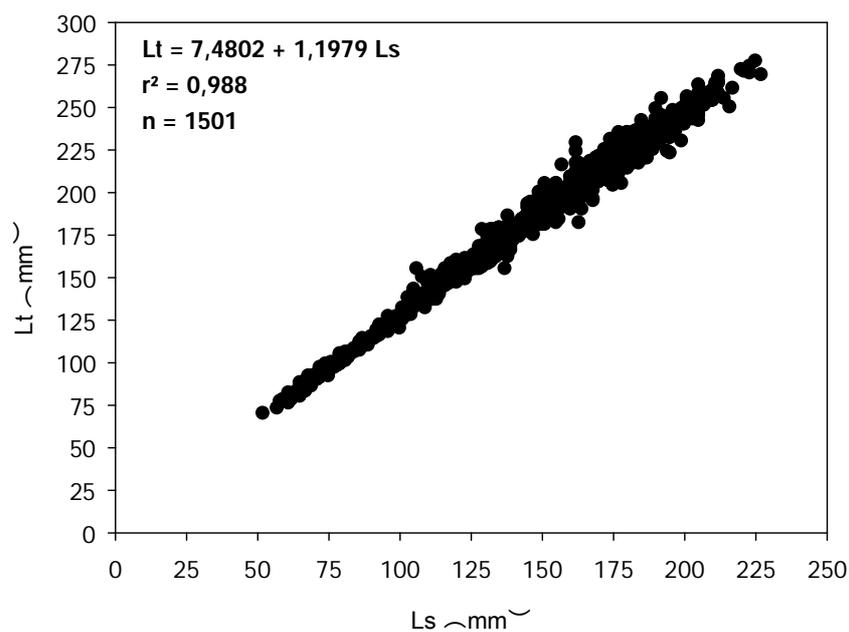
**Figura 16 – *Polymixia lowei*:** A. diagrama de dispersão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e peso total (Wt) e valores da regressão ajustada para todos os exemplares da amostra ( $n = 2171$ ); B. análise de resíduos desta relação.



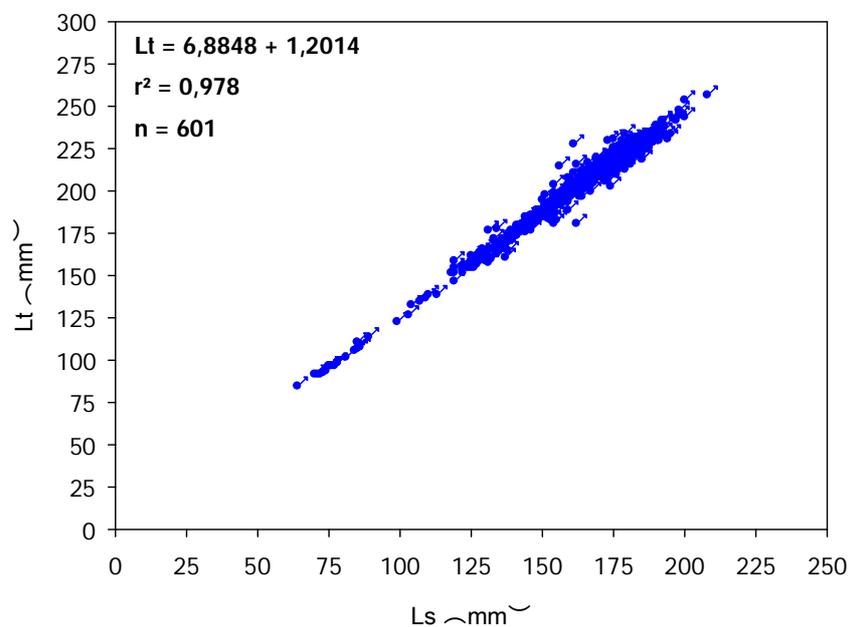
**Figura 17 – *Polymixia lowei*:** A. diagrama de dispersão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e peso total (Wt) e valores da regressão ajustada para os exemplares machos da amostra ( $n = 909$ ); B. análise de resíduos desta relação.



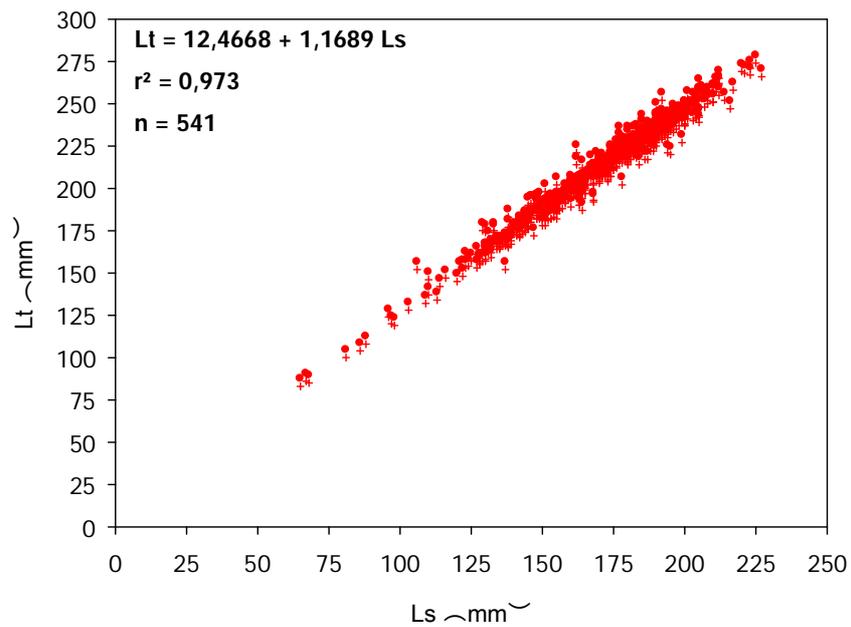
**Figura 18** – *Polymixia lowei*: A. diagrama de dispersão da relação entre os dados de comprimento padrão (Ls) e peso total (Wt) e valores da regressão ajustada para os exemplares fêmeas da amostra ( $n = 793$ ); B. análise de resíduos desta relação.



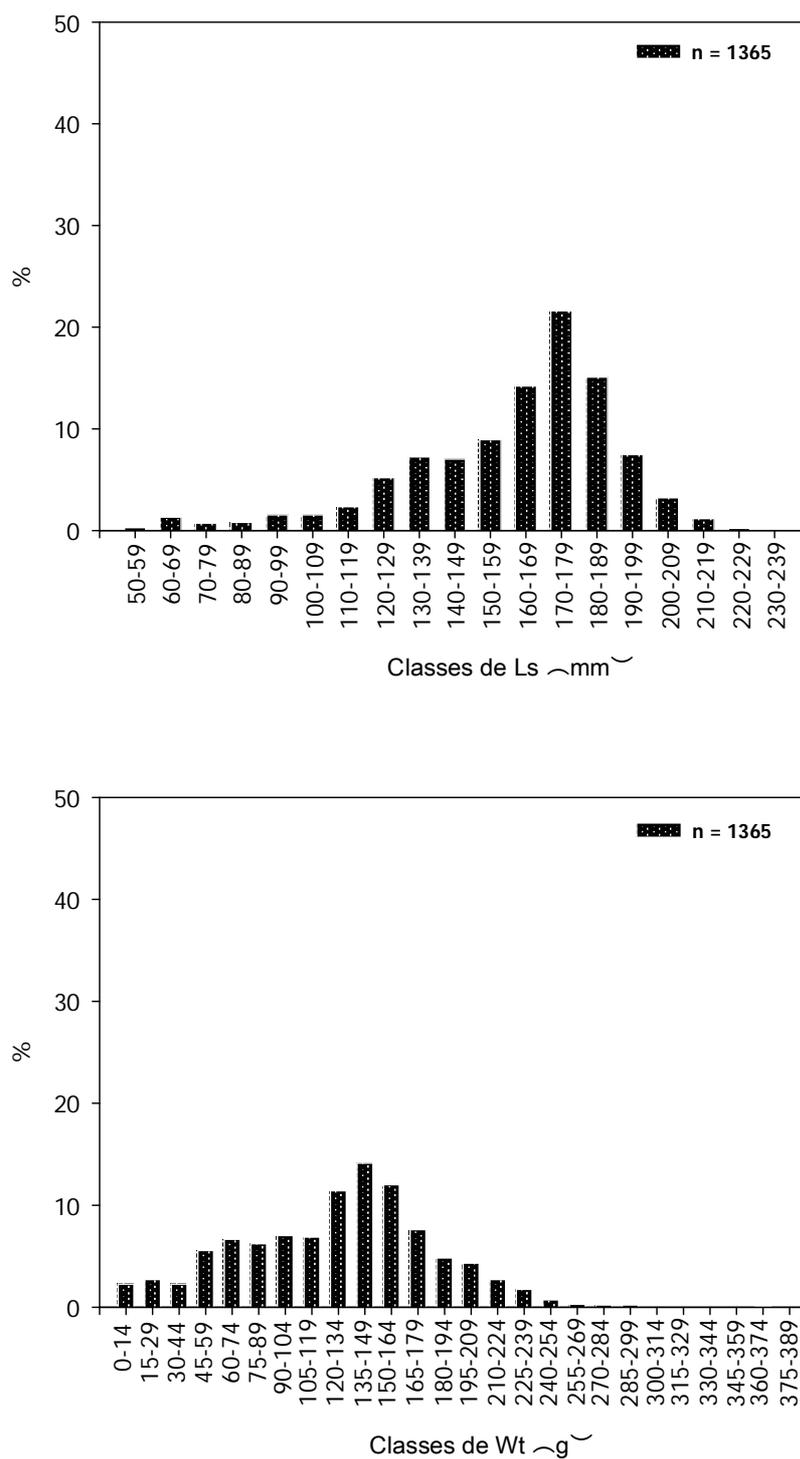
**Figura 19** – *Polymixia lowei*: diagrama de dispersão e valores da regressão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e comprimento total (Lt) ajustada para todos os exemplares da amostra (n = 1501).



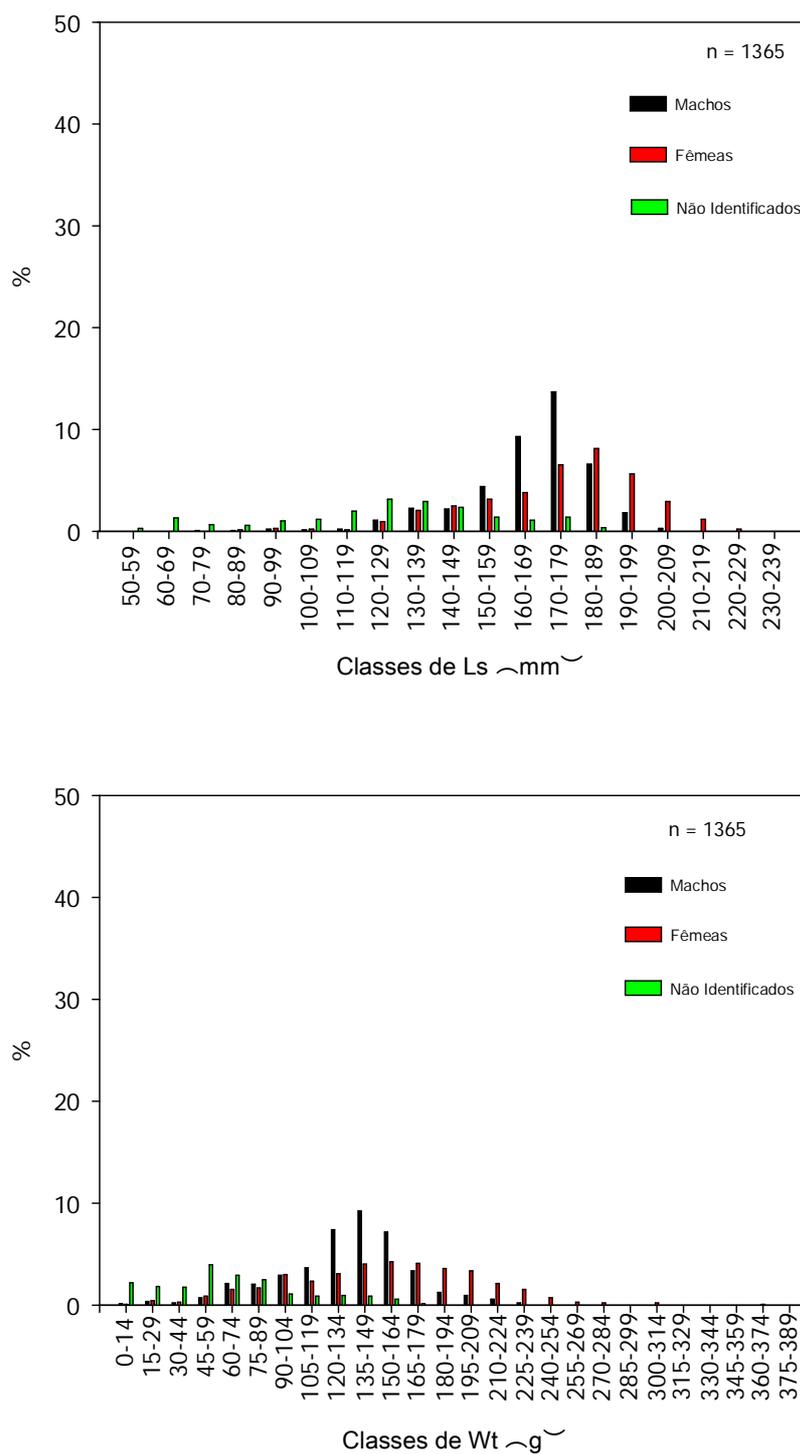
**Figura 20** – *Polymixia lowei*: diagrama de dispersão e valores da regressão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e comprimento total (Lt) ajustada para os exemplares machos da amostra n = 1501.



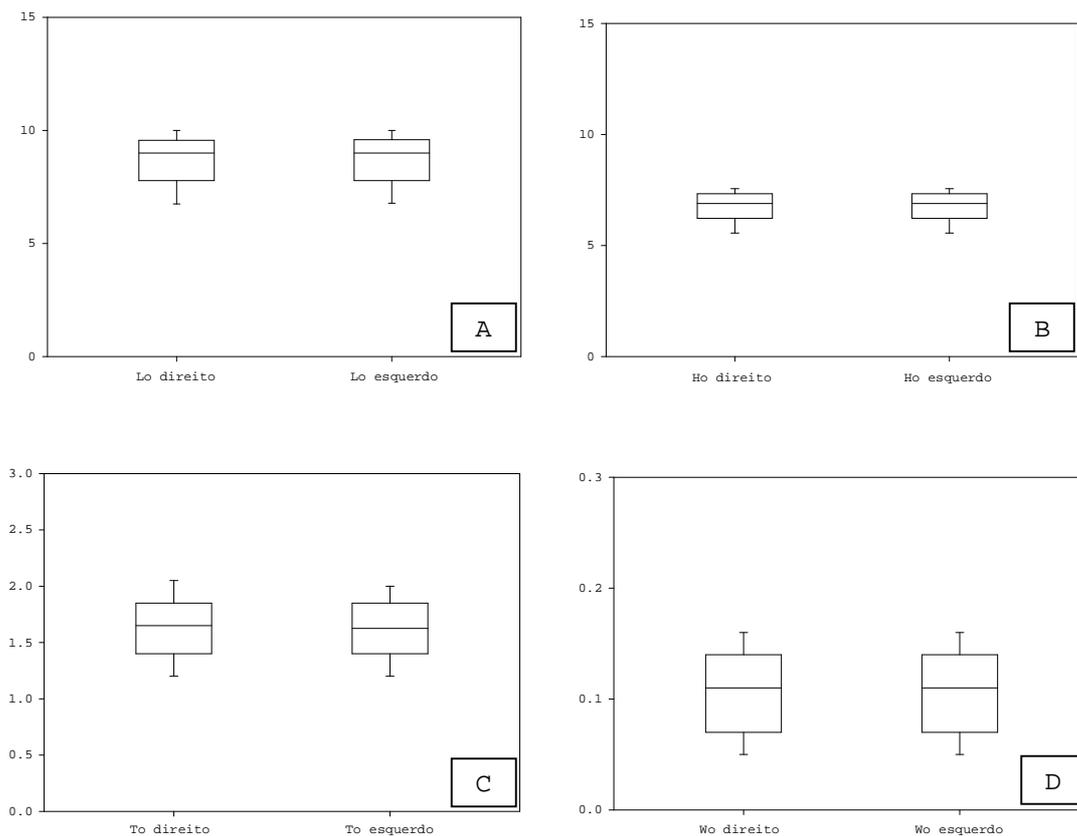
**Figura 21** – *Polymixia lowei*: diagrama de dispersão e valores da regressão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e comprimento total (Lt) ajustada para as fêmeas da amostra  $n = 1501$ .



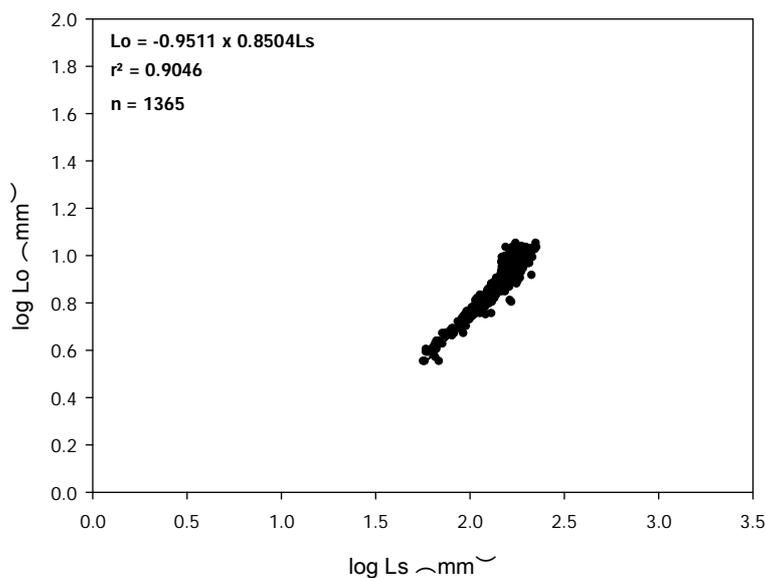
**Figura 22** – *Polymixia lowei*: distribuição de frequência das classes de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) para o total de exemplares da amostra com otólitos (n = 1365).



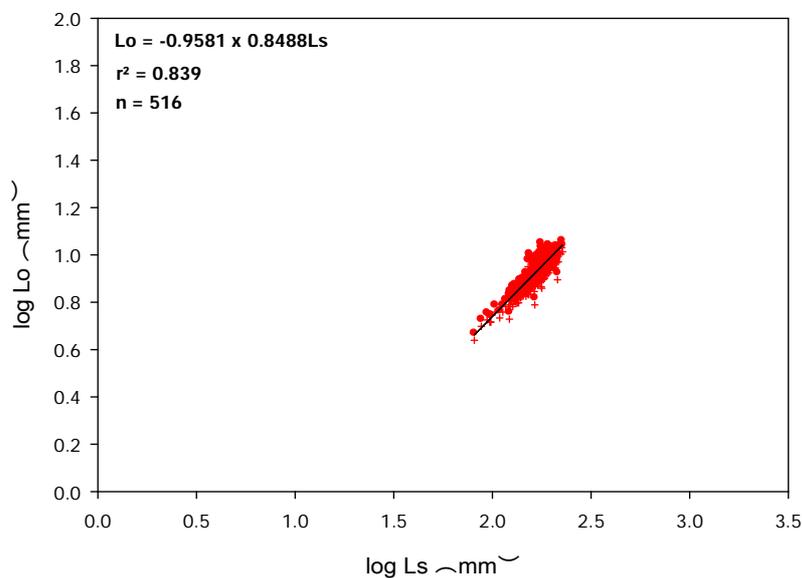
**Figura 23** – *Polymixia lowei*: distribuição de freqüência das classes de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) para o total de exemplares da amostra com otólitos (n = 1365), por sexo.



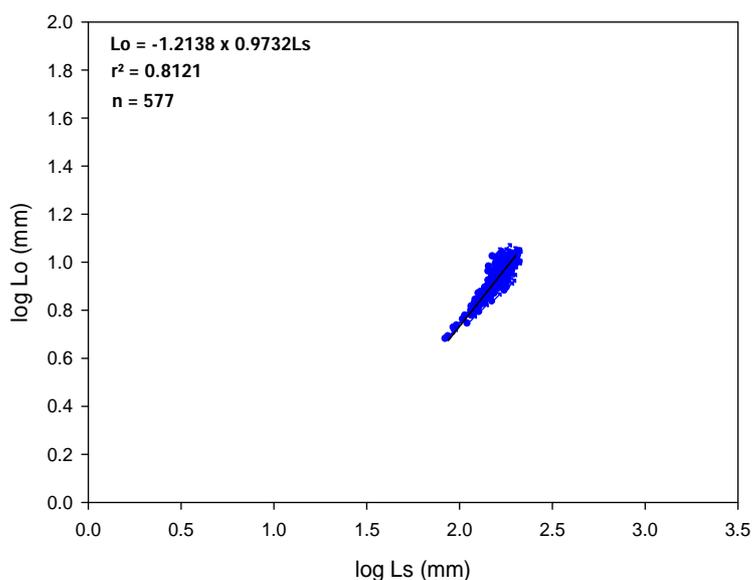
**Figura 24** – *Polymixia lowei*: comparação entre as medidas morfométricas obtidas dos otólitos direito e esquerdo, baseada no teste “Wilcoxon”. A- comprimento do otólito (Lo), em milímetros; B- altura do otólito (Ho), em milímetros; C- espessura do otólito (To), em milímetros; D- peso do otólito (Wo), em gramas.



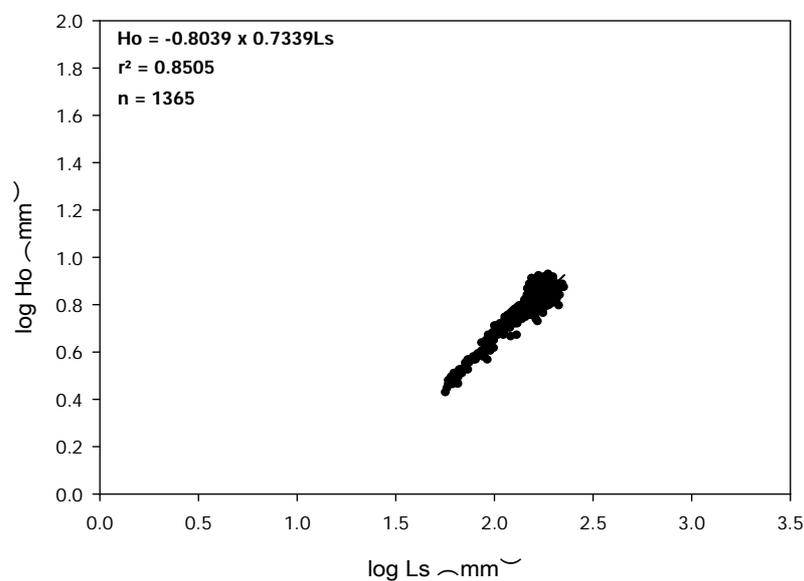
**Figura 25** – *Polymixia lowei*: diagrama de dispersão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e comprimento do otólito (Lo) e valores da regressão ajustada para todos os exemplares da amostra com otólitos (n = 1365).



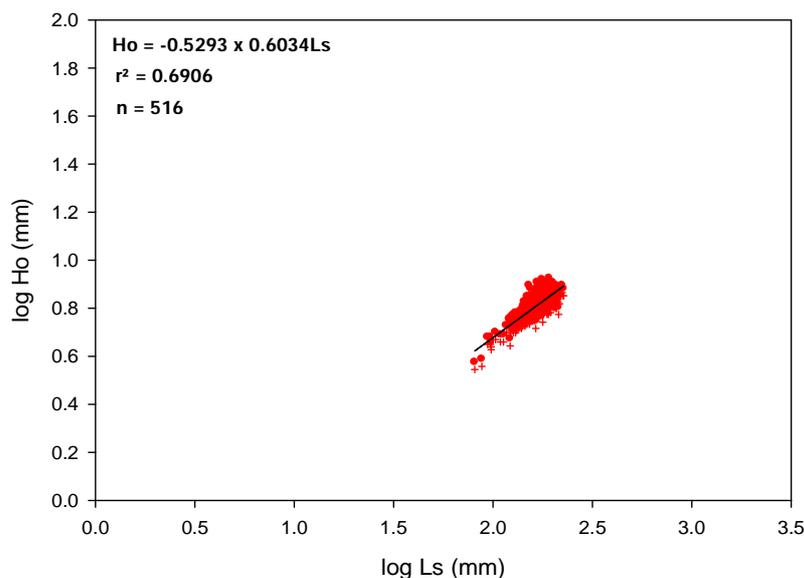
**Figura 26** – *Polymixia lowei*: diagrama de dispersão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e comprimento do otólito (Lo) e valores da regressão ajustada para todos os exemplares fêmeas da amostra com otólitos (n = 516).



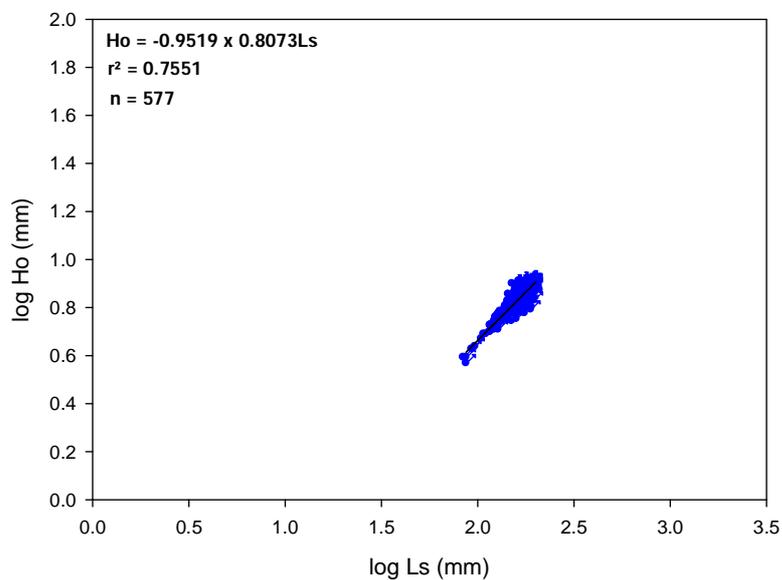
**Figura 27** – *Polymixia lowei*: diagrama de dispersão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e comprimento do otólito (Lo) e valores da regressão ajustada para todos os exemplares machos da amostra com otólitos (n = 577).



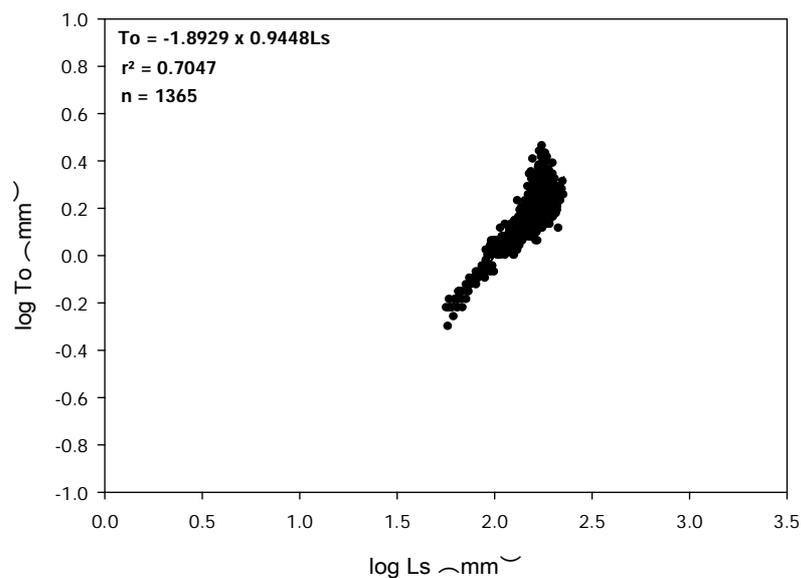
**Figura 28** – *Polymixia lowei*: diagrama de dispersão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e altura do otólito (Ho) e valores da regressão ajustada para todos os exemplares da amostra com otólitos (n = 1365).



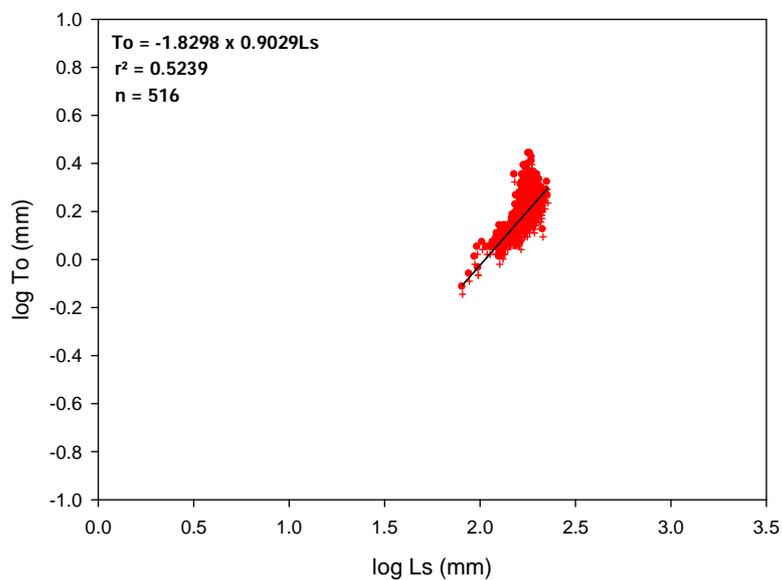
**Figura 29** – *Polymixia lowei*: diagrama de dispersão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e altura do otólito (Ho) e valores da regressão ajustada para todos os exemplares fêmeas da amostra com otólitos ( $n = 516$ ).



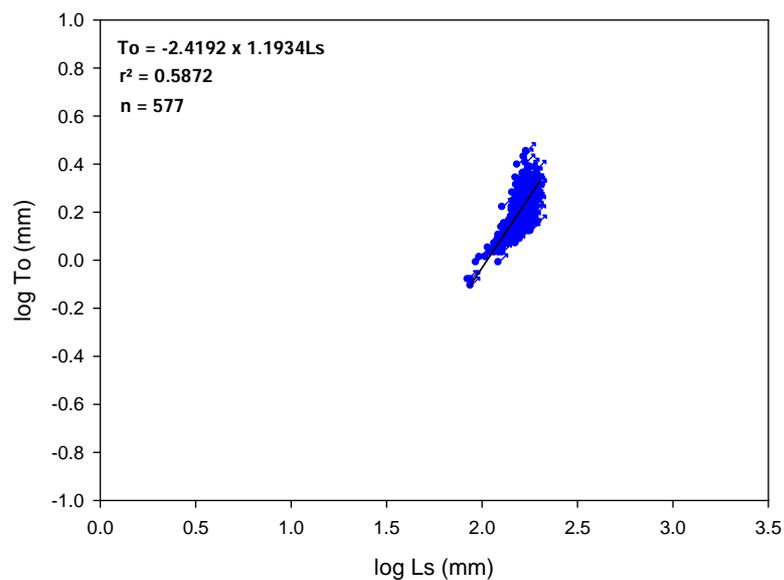
**Figura 30** – *Polymixia lowei*: diagrama de dispersão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e altura do otólito (Ho) e valores da regressão ajustada para todos os exemplares machos da amostra com otólitos ( $n = 577$ ).



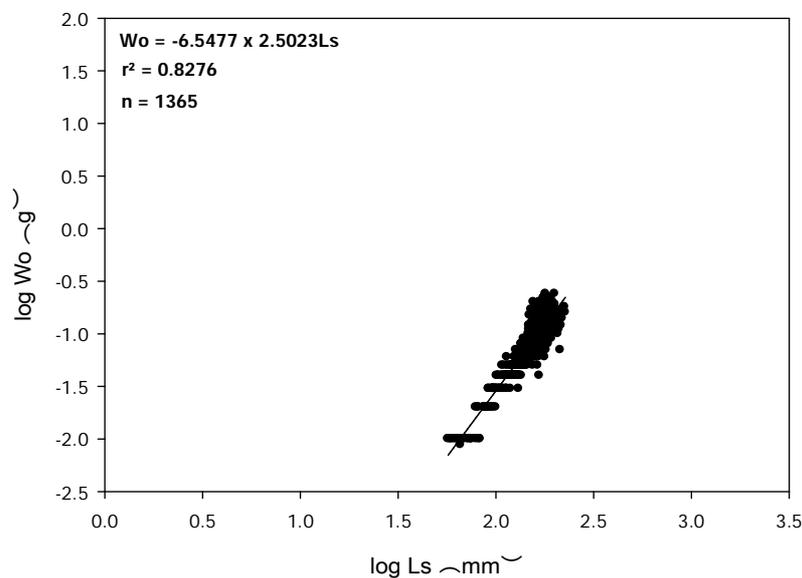
**Figura 31** – *Polymixia lowei*: diagrama de dispersão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e espessura do otólito (To) e valores da regressão ajustada para todos os exemplares da amostra com otólitos (n = 1365).



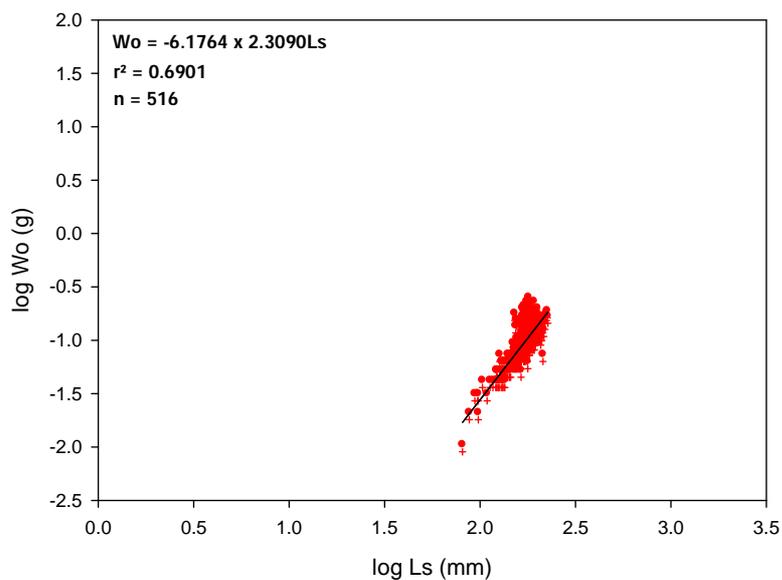
**Figura 32** – *Polymixia lowei*: diagrama de dispersão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e a espessura do otólito (To) e valores da regressão ajustada para todos os exemplares fêmeas da amostra com otólitos (n = 516).



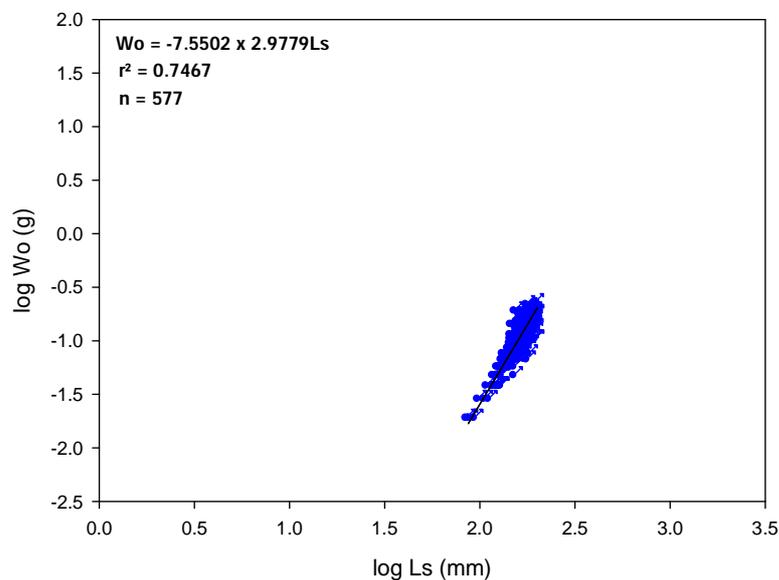
**Figura 33** – *Polymixia lowei*: diagrama de dispersão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e espessura do otólito (To) e valores da regressão ajustada para todos os exemplares machos da amostra com otólitos (n = 577).



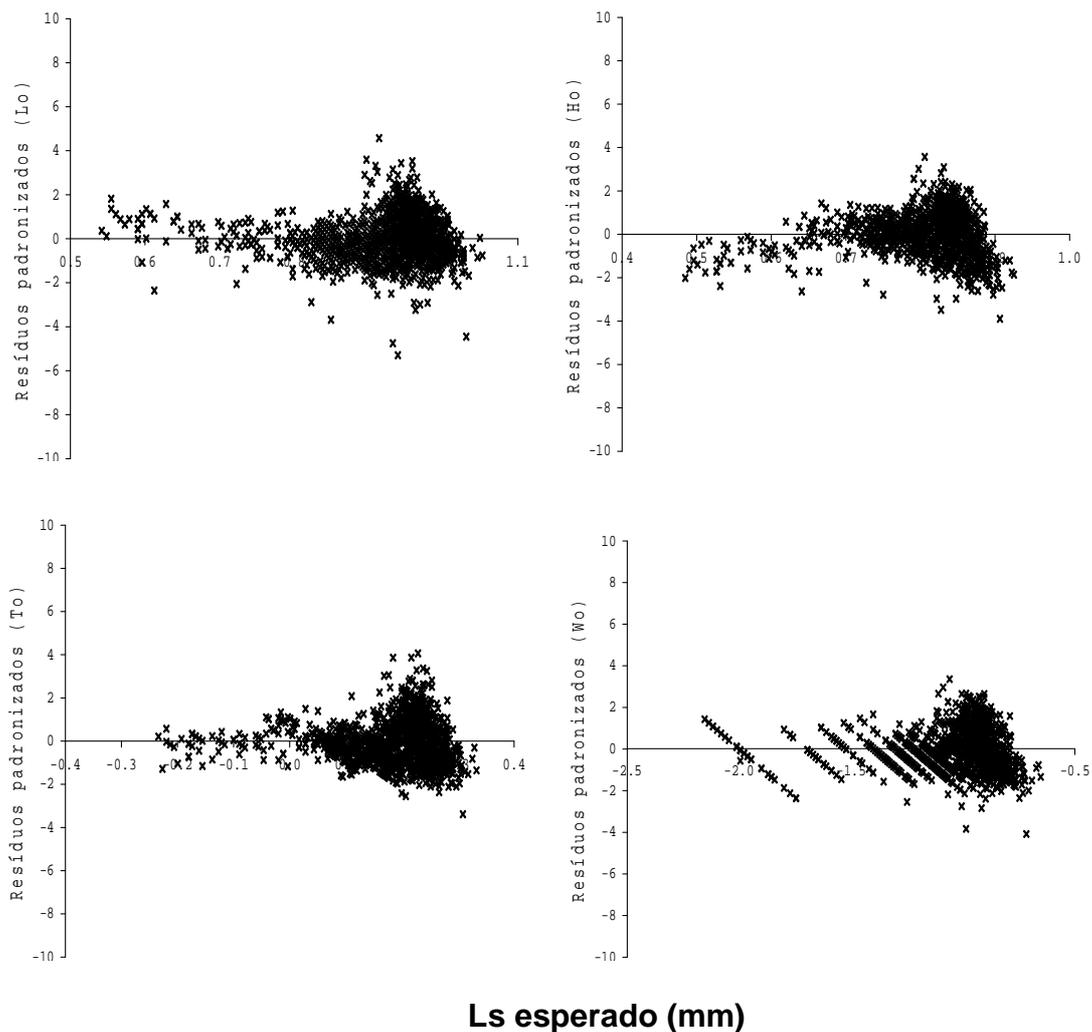
**Figura 34** – *Polymixia lowei*: diagrama de dispersão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e peso do otólito (Wo) valores da regressão ajustada para todos os exemplares da amostra com otólitos (n = 1365).



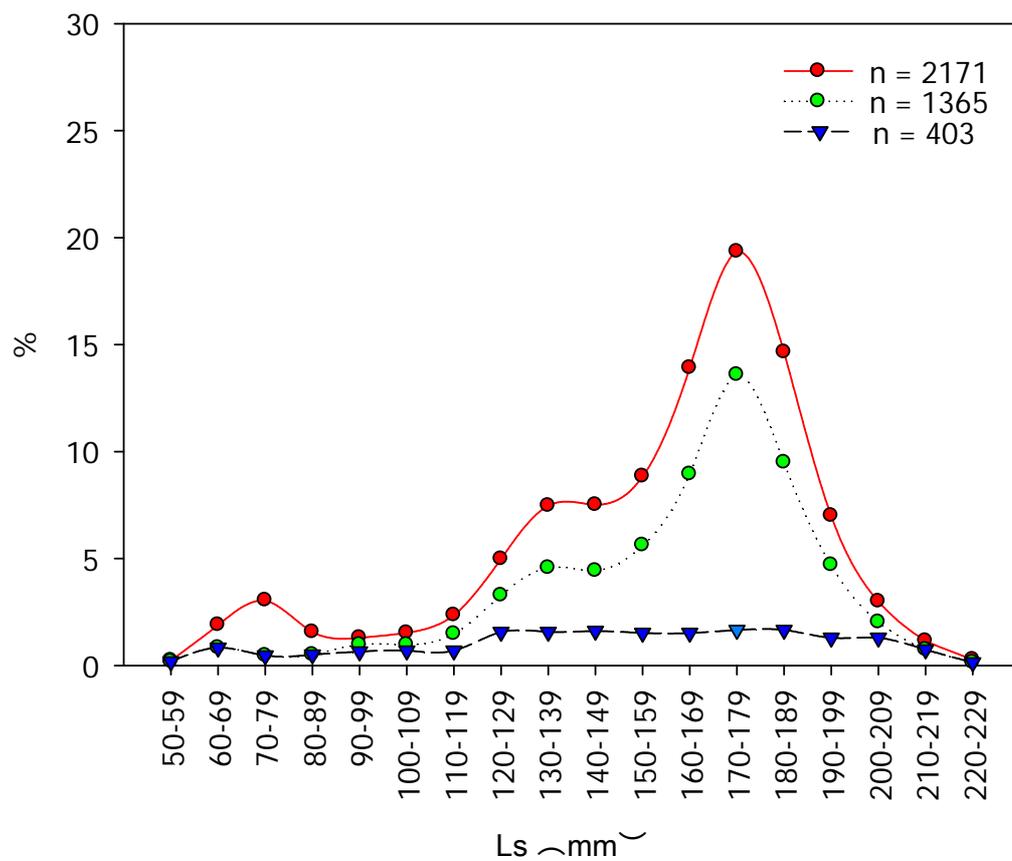
**Figura 35** – *Polymixia lowei*: diagrama de dispersão entre os dados de comprimento padrão (Ls) e peso do otólito (Wo) e valores da regressão ajustada para todos os exemplares fêmeas da amostra com otólitos (n = 516).



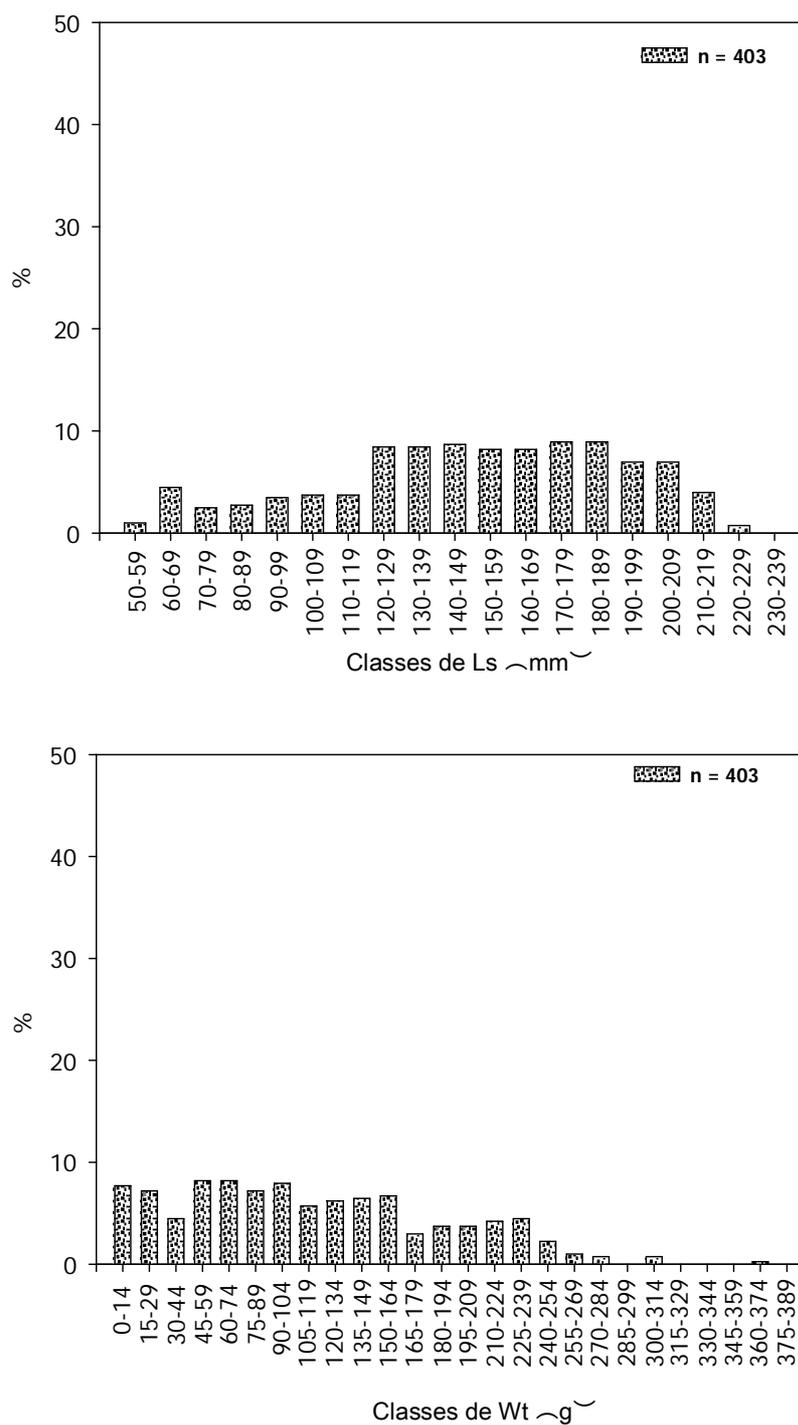
**Figura 36** – *Polymixia lowei*: diagrama de dispersão da relação entre os dados de comprimento padrão (Ls) e peso do otólito (Wo) e valores da regressão ajustada para todos os exemplares machos da amostra com otólitos (n = 577).



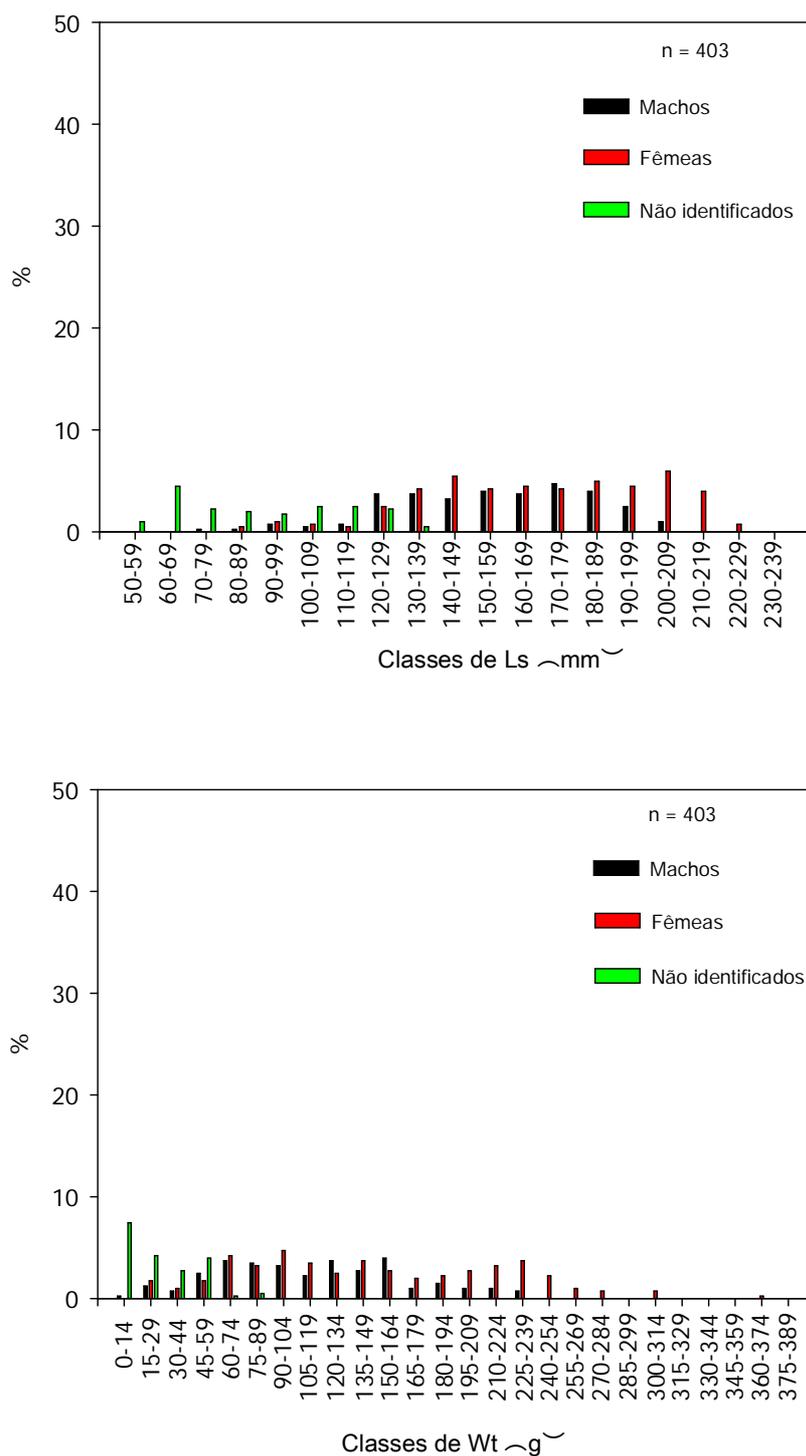
**Figura 37** – *Polymixia lowei*: diagrama de dispersão dos resíduos padronizados das relações entre o comprimento padrão (Ls) dos exemplares e as dimensões dos otólitos (Lo, Ho, To, Wo) (n = 1365).



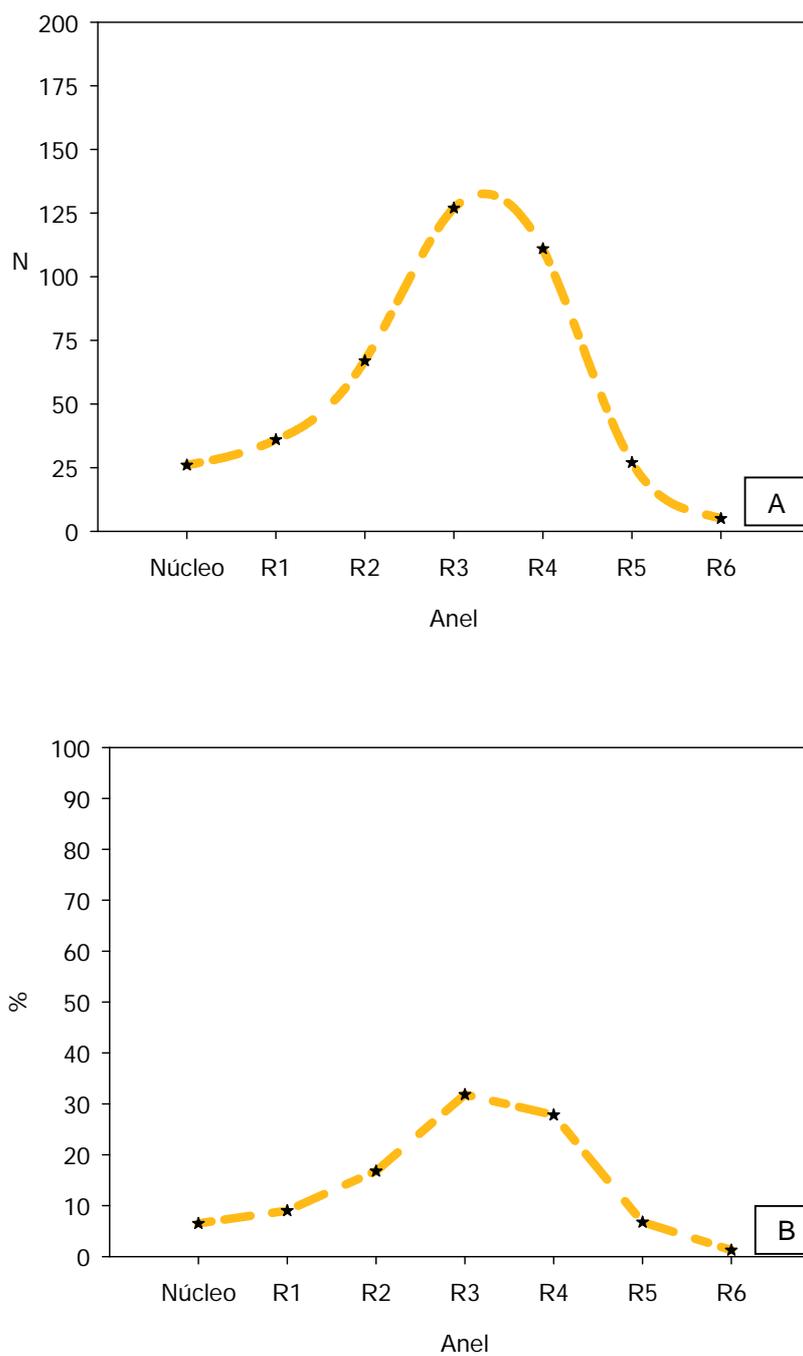
**Figura 38** – *Polymixia lowei*: representatividade das amostras - frequência das classes de comprimento para a amostra total (N=2171), a amostra com otólitos (N= 1365) e a amostra da análise dos cortes (N= 403).



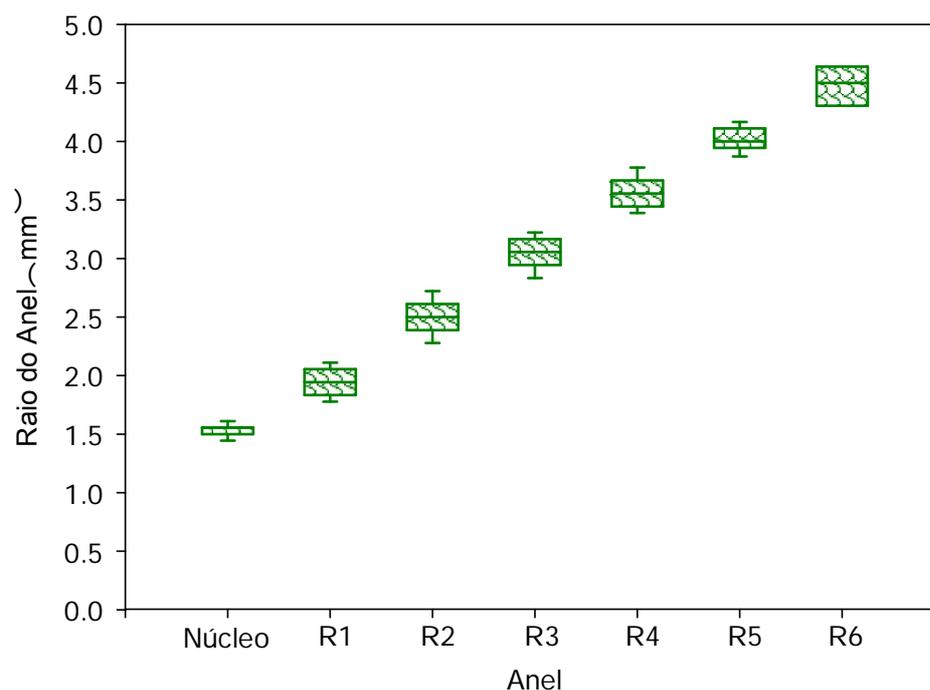
**Figura 39** – *Polymixia lowei*: distribuição de frequência das classes de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) dos exemplares da amostra com otólitos selecionados para a análise dos cortes (n = 403).



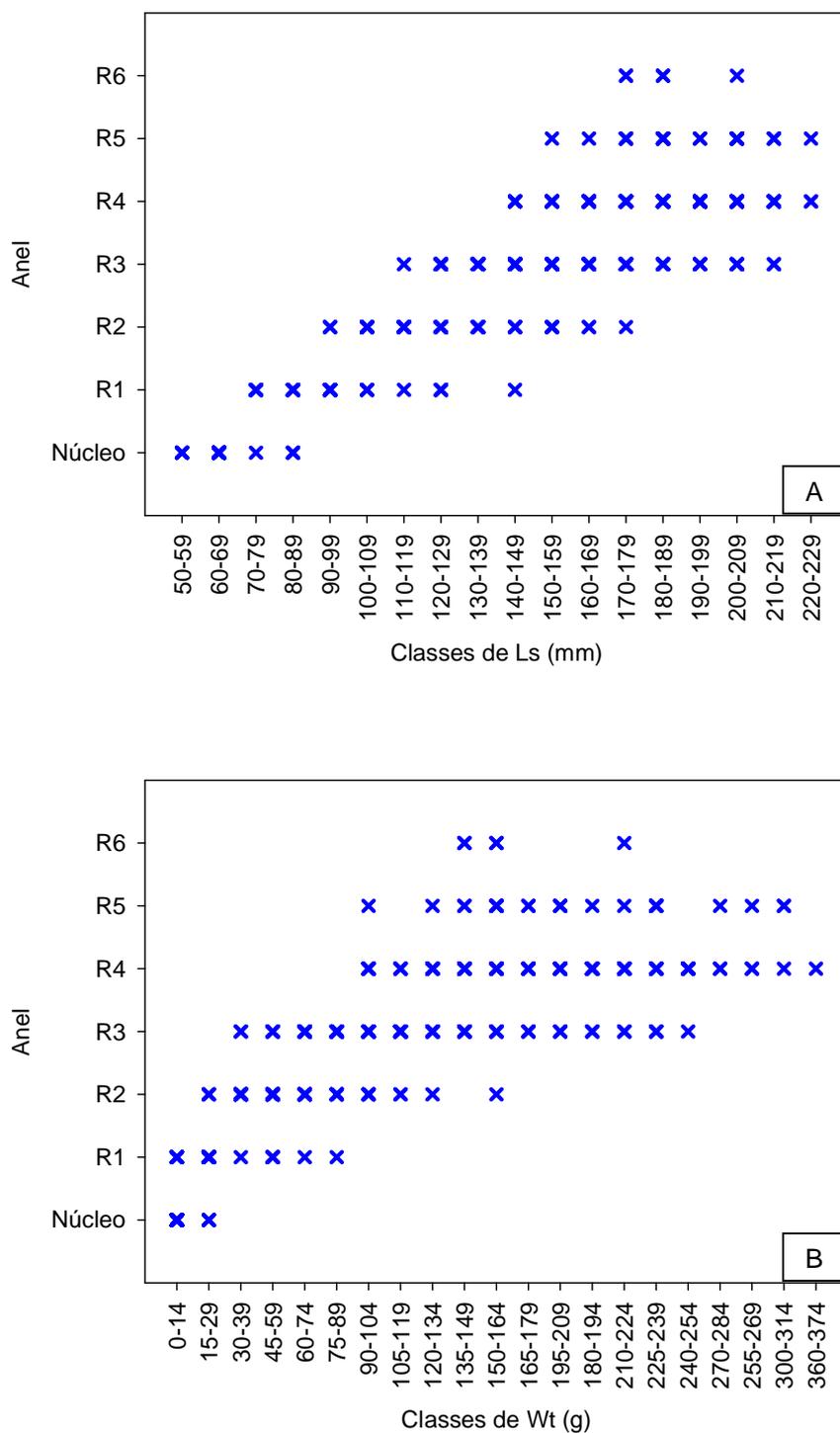
**Figura 40** – *Polymixia lowei*: distribuição de freqüência das classes de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) dos exemplares da amostra com otólitos selecionados para a análise dos cortes (n = 403), por sexo.



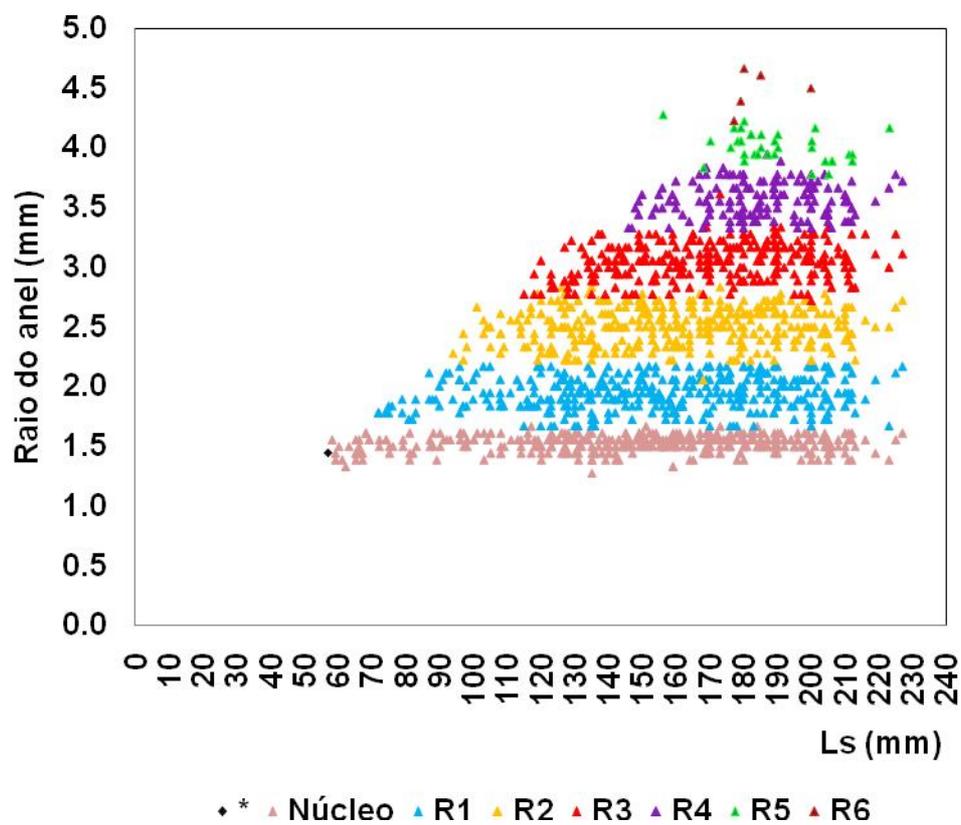
**Figura 41 - *Polymixia lowei*:** A- número de exemplares para cada anel encontrado em seus otólitos; B- freqüência de exemplares para cada anel encontrado em seus otólitos (n = 399) (R1 a R6 - raio dos aneis de 1 a 6).



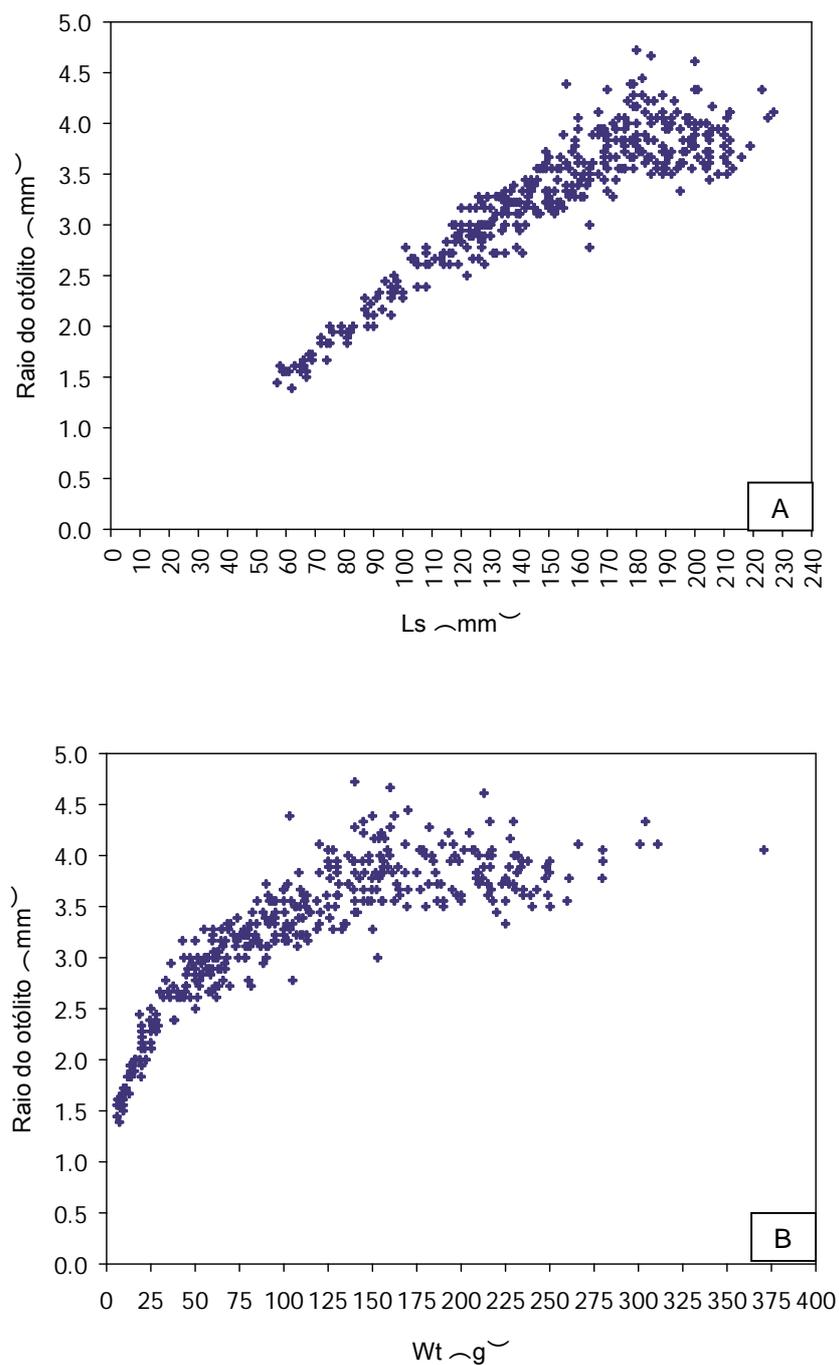
**Figura 42** - *Polymixia lowei*: descrição estatística das medidas dos raios dos anéis obtidas na análise dos cortes dos otólitos (n = 399) (R1 a R6: raio dos anéis de 1 a 6) (barra = mediana; a porção superior dos *boxes* representa o terceiro quartil e a porção inferior, o primeiro quartil; as barras verticais indicam os valores mínimos e máximos).



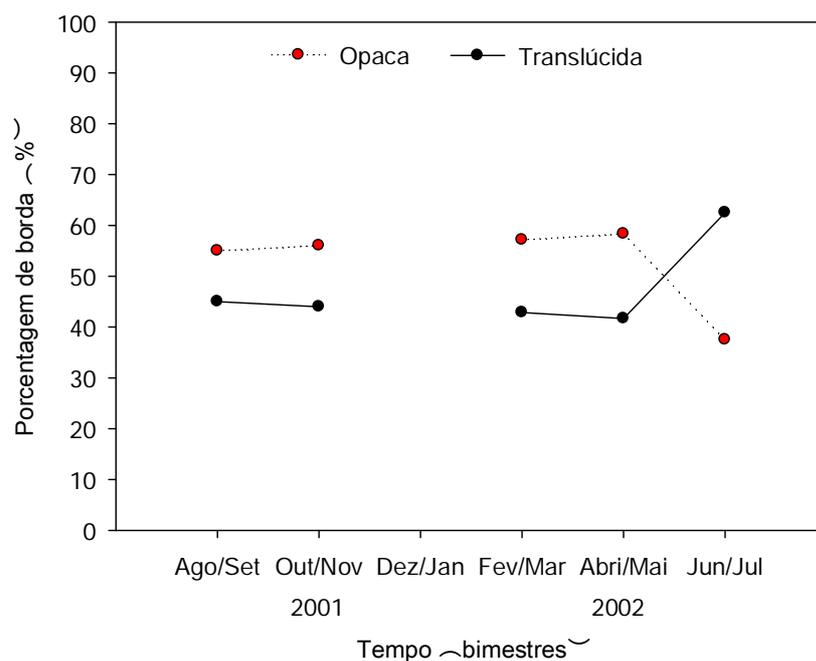
**Figura 43 - *Polymixia lowei*.** A. distribuição do número de anéis por classe de comprimento padrão (Ls) dos exemplares da amostra analisada dos cortes (n = 399); B. distribuição do número de anéis por peso total (Wt) dos exemplares da amostra para análise dos cortes (n = 399).



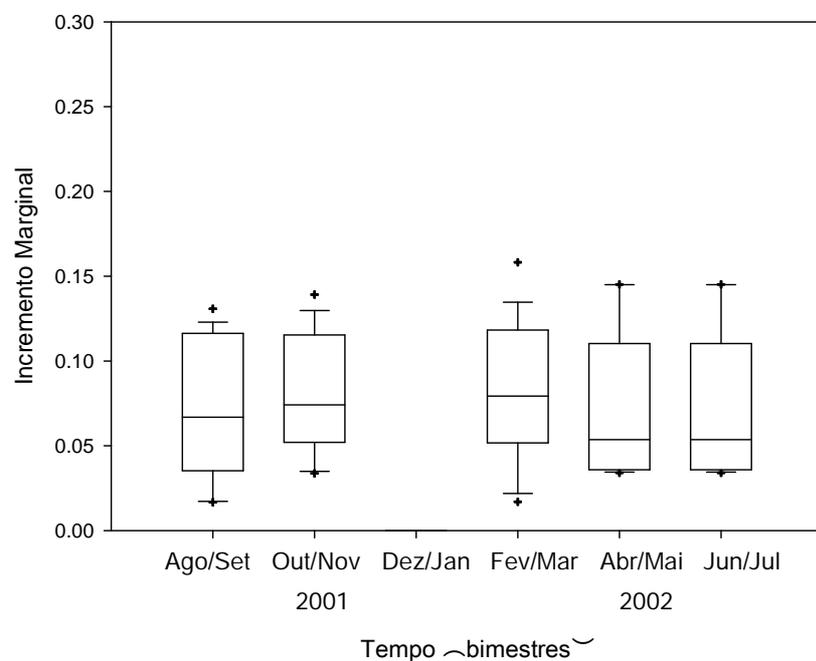
**Figura 44** - *Polymixia lowei*: distribuição dos dados de comprimento padrão (Ls) dos exemplares “versus” os dados de raios dos anéis (n = 399) (\*: núcleo incompleto; R1 a R6: raio dos anéis de 1 a 6).



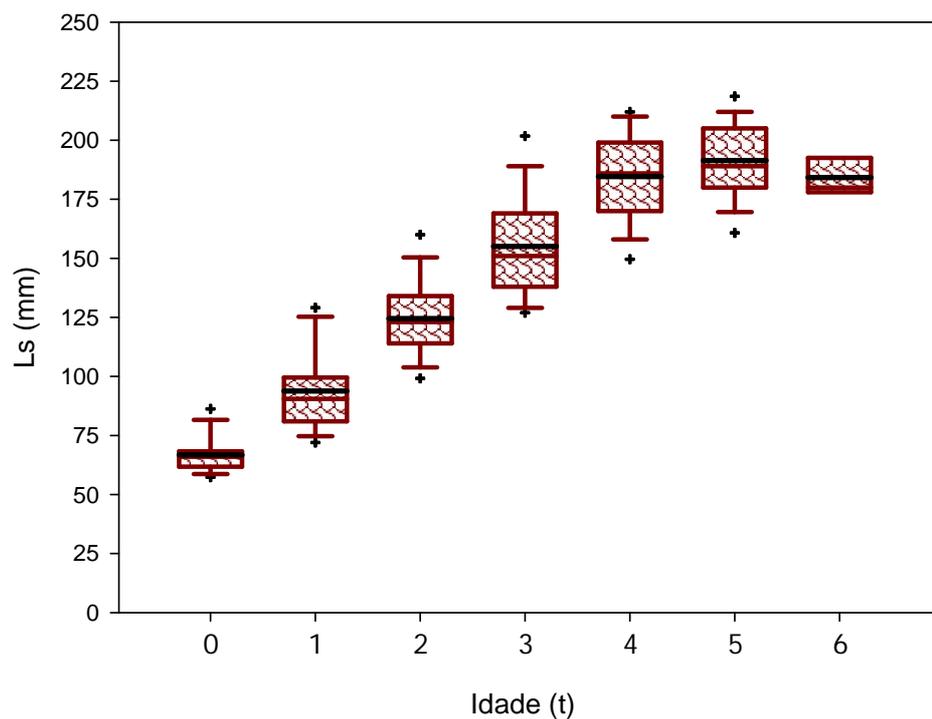
**Figura 45** - *Polymixia lowei*: A- plotagem dos dados de comprimento padrão (Ls) dos exemplares *versus* as medidas dos raios dos otólitos (Ro) (n = 399); B- plotagem dos dados de peso total (Wt) dos exemplares *versus* as medidas dos raios dos otólitos (Ro) (n = 399).



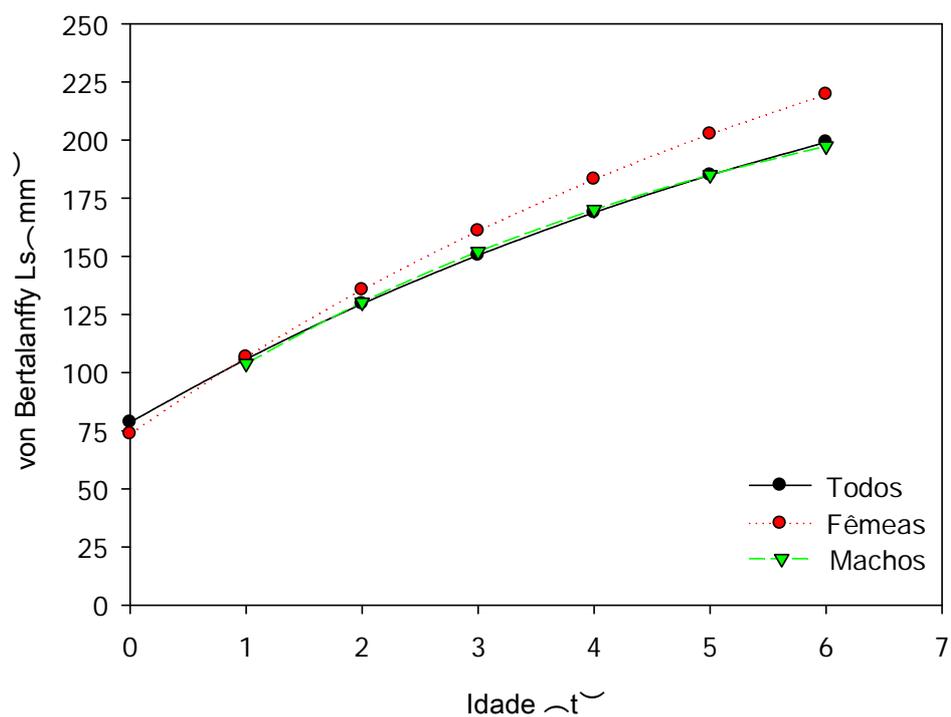
**Figura 46 - *Polymixia lowei*:** porcentagem relativa do tipo de borda (opaca ou translúcida) por períodos de coleta, para exemplares com três anéis (R3).



**Figura 47 - *Polymixia lowei*:** valor do incremento marginal (MIO, 1961), por períodos de coleta, para exemplares com três anéis (R3) (barra – média).

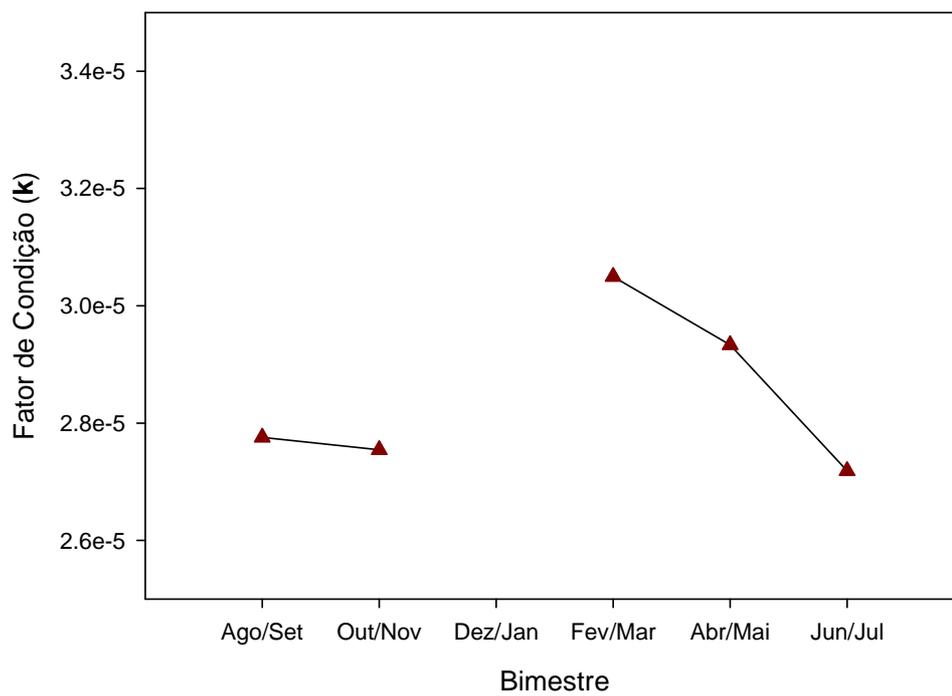


**Figura 48** - *Polymixia lowei*: box plot dos valores de comprimento padrão (Ls) em relação a idade (t, em anos) para todos os indivíduos (n=399) (barra preta – média; barra vinho – mediana; a porção superior dos *boxes* representa o terceiro quartil e a porção inferior, o primeiro quartil; as barras verticais indicam os valores mínimos e máximos).



**Figura 49** - *Polymixia lowei*: curvas de crescimento de von Bertalanffy ajustada pelo método de Ford-Walford aos dados de comprimento médio (Ls) por idade (t = ano).

# **X. Anexos**



**Anexo 1** – *Polymixia lowei*: valores do fator de condição ( $k$ ) por bimestre.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)