

RAE - CEA - 9614
RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA SOBRE O PROJETO:
“OCORRÊNCIA E DISTRIBUIÇÃO DE *OCTOLASMIS sp*
(CIRRIPIEDIA: THORACICA) E *CARCINONEMERTES sp*
(NEMERTEA: CARCINONEMERTIDAE) ASSOCIADOS ÀS
BRÂNQUIAS DE SIRIS DO GÊNERO *CALLINECTES* (DECAPODA:
PROTUNIDAE) DA PRAIA DA ENSEADA, SÃO SEBASTIÃO”

Elisete da Conceição Quintaneiro Aubin
Silvia Nagib Elian
Livia Maria de Andrade Perancini

- São Paulo, Novembro de 1996 -

CENTRO DE ESTATÍSTICA APLICADA - CEA
RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA - NÚMERO 9614
- CÓDIGO 96P14

TÍTULO : Relatório de Análise Estatística sobre o Projeto: Ocorrência e distribuição de *Octolasmis sp* (Cirripedia: Thoracica) e *Carcinonemertes sp* (Nemertea: Carcinonemertidae) associados às brânquias de siris do gênero *Callinectes* (Decapoda: Portunidae) da Praia da Enseada, São Sebastião.

PESQUISADORA : Cynthia Santos

ORIENTADOR : Sérgio Luiz de Siqueira Bueno

INSTITUIÇÃO : Instituto de Biociências - USP

FINALIDADE : Mestrado

RESPONSÁVEIS PELA ANÁLISE : Elisete da Conceição Quintaneiro Aubin
Silvia Nagib Elian
Lívia Maria de Andrade Perancini

REFERÊNCIA DESTE TRABALHO:

AUBIN, E. C. Q., ELIAN, S. N. e PERANCINI, L. M. A. **Relatório de Análise Estatística sobre o Projeto: Ocorrência e distribuição de *Octolasmis sp* (Cirripedia: Thoracica) e *Carcinonemertes sp* (Nemertea: Carcinonemertidae) associados às brânquias de siris do gênero *Callinectes* (Decapoda: Portunidae) da Praia da Enseada, São Sebastião.** São Paulo, IME-USP, 1996. (RAE-CEA-9614). 76p.

FICHA TÉCNICA

BIBLIOGRAFIA:

AGRESTI, A. (1990). *Categorical Data Analysis*. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons. 556p.

BUSSAB, W. O. e MORETTIN, P. A. (1987). *Estatística básica*, 4^a ed. São Paulo: Atual. 321p.

EVERITT, B. S. (1977). *The Analysis of Contingency Tables*. London, Chapman and Hall. 128p.

McCULLAGH, P. and NELDER, J. A. (1989). *Generalized Linear Models*. London, Chapman and Hall. 511p. (Monographs on Statistics and Applied Probability).

MICROSOFT EXCEL for Windows - Reference Manual, Release 5.0 (1994). Redmond: Microsoft Corporation. 1070p.

MICROSOFT WORD for Windows - Reference Manual, Release 6.0 (1994). Redmond: Microsoft Corporation. 890p.

MINITAB for Windows - Reference Manual, Release 10 (1994). State College, PA: Minitab Inc. 1072p.

PROGRAMAS COMPUTACIONAIS UTILIZADOS:

MINITAB for Windows versão 10.2

STATISTICA versão 4.3

EXCEL versão 5.0

WORD for Windows versão 6.0

S-PLUS for Windows versão 3.2

TÉCNICAS ESTATÍSTICAS UTILIZADAS: (Entre parênteses a classificação ISI)

Análise Descritiva Unidimensional (03:010)

Análise Descritiva Multidimensional (03:020)

Associação e Dependência de Dados Qualitativos (06:020)

Modelos Lineares Generalizados (07:990)

Testes de Aderência (05:110)

ÁREA DE APLICAÇÃO: Bioestatística (14:030)

ÍNDICE

	página
Resumo.....	3
1. Introdução.....	3
2. Objetivos.....	3
3. Descrição do processo de obtenção dos dados.....	3
4. Descrição das variáveis.....	3
5. Análise descritiva.....	3
5.1. <i>Callinectes danae</i>	3
5.2. <i>Callinectes ornatus</i>	3
5.3. Análise da ocorrência de nemertinos na massa de ovos.....	3
5.4. Análise da distribuição dos simbiossomas nas brânquias dos siris.....	3
6. Análise Inferencial.....	3
6.1. Modelos ajustados para <i>Callinectes ornatus</i>	3
6.2. Modelos ajustados para <i>Callinectes danae</i>	3
6.3. Estudo da relação entre a ocorrência de nemertinos e o estágio da massa de ovos.....	3
6.4. Verificação da equidistribuição dos simbiossomas nas brânquias dos siris.....	33
7. Conclusão.....	3
Apêndice A. Tabelas.....	3
Apêndice B. Gráficos.....	3
Apêndice C. Tabelas com Medidas Descritivas.....	3
Apêndice D. Modelos Lineares Generalizados.....	3
Apêndice E. Tabelas para os Modelos.....	3
Apêndice F. Gráficos de Resíduos.....	3
Apêndice G. Tabelas para o Teste de Aderência.....	3

Resumo

Este trabalho analisa siris de duas espécies, *Callinectes danae* e *Callinectes ornatus*, capturados na Praia da Enseada, São Sebastião, com o objetivo de estudar a distribuição de dois tipos de simbioses, *Octolasmis* e *Carcinonemertes*, nas brânquias destes animais e verificar a presença de *Carcinonemertes* na massa de ovos da fêmea ovígera do siri.

Na análise descritiva foi verificado que a maioria dos siris capturados de ambas as espécies não apresentavam infestação dos simbioses e, ainda, observamos existência de relação entre o estágio de maturidade da massa de ovos e a presença de *Carcinonemertes*.

Na análise inferencial, foram ajustados modelos lineares generalizados para relacionar o número de simbioses nas brânquias com as variáveis sexo, maturidade, condição da fêmea adulta, largura da carapaça e tipo de muda do exoesqueleto dos siris. Uma análise de resíduos em tabelas de contingência indicou quais estágios de maturidade dos ovos apresentaram um maior ou menor número de *Carcinonemertes*. Para verificar a equidistribuição dos simbioses na brânquias, foi utilizado um teste de aderência.

1. Introdução

Simbiose é um tipo de associação em que não ocorrem necessariamente vantagens ou desvantagens aos organismos que dela participam, os simbiontes e os hospedeiros, sendo uma adaptação ambiental muito importante para os crustáceos. O termo simbiose é utilizado para designar o comensalismo, o parasitismo, o mutualismo, a forésia e o inquilinismo.

As simbioses são influenciadas pelos tipos de organismos participantes da associação, pelo número de simbiontes presentes e pelas condições ambientais. Além disso, os crustáceos devem estar aptos para aceitar, nutrir e sustentar outro organismo, e tais condições estão relacionadas com seu sistema imune, ciclo de muda - no caso dos artrópodes - e características anatômicas do aparato alimentar e trato digestivo.

As associações de comensalismo ou parasitismo podem ocorrer, entre outros locais, sobre o exoesqueleto ou na câmara branquial dos siris. A quantidade de animais que se fixam nas brânquias, os chamados epibiontes, está relacionada com o tempo da intermuda.

Os caranguejos adultos, principalmente as fêmeas, mudam o exoesqueleto de acordo com seus ciclos reprodutivos e os jovens mudam mais freqüentemente até a puberdade. A maturidade sexual é responsável pela simbiose, pois os epibiontes não são capazes de se fixar e desenvolver rápido o bastante em caranguejos jovens.

O cirripédio *Octolasmis* mantém uma relação de comensalismo com seu hospedeiro. Neste tipo de relação, ocorre benefício para o comensal, sem prejuízo ou benefício ao hospedeiro. Fixados às brânquias dos caranguejos, estes organismos conseguem proteção e suprimento de alimento trazido pela corrente respiratória. Sabe-se, no entanto, que grandes infestações de *Octolasmis* podem tornar a respiração dos hospedeiros difícil.

Outros simbiontes, os nemertinos *Carcinonemertes*, quando imaturos, são encontrados encapsulados entre as lamelas das brânquias até que a fêmea hospedeira se torne ovígera, quando então eles se movem até a massa de ovos. Ao alcançarem a

maturidade sexual, os vermes se reproduzem e depositam seus ovos entre a massa de ovos do caranguejo, causando perdas substanciais à reprodução de muitas espécies de crustáceos economicamente importantes.

No Brasil, o caranguejo do gênero *Callinectes danae* tem importância na pesca artesanal, pois emprega um número considerável de pescadores, além do papel ecológico como detritívoro, predador e fonte de alimento para outros animais aquáticos e aves costeiras.

Neste trabalho vamos estudar a ocorrência e distribuição de simbioses nas brânquias de siris do gênero *Callinectes*.

2. Objetivos

- Analisar a presença dos simbioses *Octolasmis* e *Carcinonemertes* nas brânquias de siris do gênero *Callinectes danae* e *Callinectes ornatus* quanto ao sexo, maturidade, largura da carapaça e estágio de muda do hospedeiro;
- Verificar se a presença de nemertinos na massa de ovos do hospedeiro está relacionada com o estágio de maturidade dos ovos;
- Analisar a distribuição de *Octolasmis* e *Carcinonemertes* em cada brânquia.

3. Descrição do processo de obtenção dos dados

Para a captura dos siris, coletas mensais foram realizadas em São Sebastião - SP, utilizando-se um barco de pesca equipado com rede de arrasto.

Transportados ao laboratório, os siris são mantidos vivos em tanques de água salgada. A partir daí, é feita a identificação das espécies e, para cada animal, é observado o sexo e a medida da largura da carapaça (maior distância entre as extremidades laterais, sem incluir os espinhos laterais).

O estágio de muda dos siris é determinado com base na consistência da carapaça de cada animal, como apresentado na Tabela 3.1.

A maturidade dos indivíduos é determinada após observação dos abdômes de machos e fêmeas.

A dissecação é feita após anestesia dos animais, através da permanência por cerca de 15 minutos em um congelador a uma temperatura de + 4°C.

Tabela 3.1. Características da carapaça para a determinação dos estágios de muda

Tipo	Características da carapaça
Pós-muda inicial (A)	muda recente; exoesqueleto muito mole
Pós-muda final (B)	exoesqueleto em início de calcificação, com consistência semelhante a um papel
Intermuda (C)	exoesqueleto completamente calcificado
Pré-muda (D)	o novo exoesqueleto aparece abaixo da carapaça velha

Para verificar a presença de *Octolasmis* e *Carcinonemertes* nas brânquias e câmaras branquiais, a região dorsal da carapaça dos siris é cortada e retirada, e as brânquias são extraídas com o auxílio de uma pinça.

Os locais de fixação dos simbiontes são então registrados quanto à câmara branquial (direita ou esquerda), posição (epibranquial ou hipobranquial - para cirripédios), número da brânquia (contadas de 1 a 8 da região anterior para posterior) e distância ao longo da brânquia (cada uma foi dividida em três partes iguais: proximal, mediano e distal). Os *Octolasmis*, fixados em duas brânquias ao mesmo tempo, são registrados para futura avaliação da frequência e intensidade, mas desprezados quanto ao local de fixação.

Para verificar a presença de nemertinos em massa de ovos, os abdômes de fêmeas ovígeras são inspecionados. São também registradas as fases de desenvolvimento em que se encontram os ovos, para relacionar a incidência dos *Carcinonemertes* com a fase de desenvolvimento dos ovos dos siris.

Os siris que não foram processados em São Sebastião foram congelados e levados para o laboratório do Departamento de Zoologia em São Paulo para análise posterior. É importante salientar que o congelamento não compromete a obtenção das informações necessárias ao estudo, e que a determinação do estágio de muda dos siris não pode ser realizada em processo de descongelamento, o que prejudicaria a interpretação sobre a consistência da carapaça.

4. Descrição das variáveis

Foram observadas as seguintes variáveis para cada gênero de siri:

Quantidade de *Octolasmis*: 0, 1, ...;

Quantidade de *Carcinonemertes*: 0, 1, ...;

Sexo: Macho e Fêmea;

Maturidade: adulto e jovem;

Condição da fêmea adulta: ovígera e não ovígera;

Largura da carapaça: medida em milímetros;

Muda: Pós-muda inicial (A), Pós-muda final (B), Intermuda (C), Pré-muda (D);

Ocorrência de Nemertinos: Presença ou Ausência;

Estágio dos ovos: fase de desenvolvimento em que se encontram os ovos - inicial, intermediário e final.

Foram ainda registrados os locais de fixação dos simbioses nas brânquias: número da brânquia (1, ... ,8); posição (hipobranquial e epibranquial - para *Octolasmis*) e distância dentro da brânquia (proximal, medial e distal).

5. Análise descritiva

A análise foi dividida em três partes, de acordo com os objetivos descritos na Seção 2. Os resultados da primeira análise estão apresentados separadamente para

os dois gêneros de siris. Foram construídas distribuições de freqüências, gráficos de barras e de dispersão e medidas descritivas (Bussab e Morettin, 1987) para as variáveis envolvidas, utilizando-se o pacote computacional MINITAB. Estas informações encontram-se nos Apêndices A, B e C. Como a pesquisadora não está interessada no efeito sazonal entre os meses, este fator não foi considerado na análise.

5.1. *Callinectes danae*

A Tabela C.1 mostra que a Quantidade média de *Octolasmis* por siri é aparentemente menor do que a Quantidade média de *Carcinonemertes*. Isso também é notado quando comparamos os desvios padrão. As medianas de ambas as variáveis são iguais a zero, indicando distribuições com alta assimetria positiva. Isso também é notado quando observamos os mínimos, máximos, 1º e 3º quartis.

A Quantidade média de *Carcinonemertes* é afetada por dois valores discrepantes, as observações 129 e 268 ⁽¹⁾. Estes valores foram retirados dos gráfico de barras, mas mantidos na análise dos dados por sugestão da pesquisadora.

Podemos observar que a maioria dos siris é fêmea (81,82%), com maturidade adulta (93,71%) e não ovígera (56,36%), apresentando muda C (87,76%), como mostram as Tabelas A.1, A.2, A.3 e A.4. Além disso, as Tabelas A.5 e A.6 e Gráficos B.1 e B.2 apontam um grande número de siris que não apresentam nenhum dos simbiontes em estudo.

A Tabela C.3 mostra que a Quantidade média de *Octolasmis* e o desvio padrão para as fêmeas são maiores do que os dos machos. Isto também ocorre para os *Carcinonemertes*. Podemos notar, pelas Tabelas A.7 e A.8 e Gráficos B.3, B.4, B.5 e B.6, que aproximadamente 24% dos siris fêmeas apresentaram pelo menos um *Octolasmis*, enquanto que aproximadamente 13% dos siris machos apresentaram 1, 2 ou 4. Aproximadamente 46% dos siris fêmeas apresentaram pelo menos um *Carcinonemertes* nas brânquias, enquanto 9,62% dos siris machos apresentaram 1, 4 ou 14. Observamos que as fêmeas apresentaram mais *Carcinonemertes* do que

Octolasmis. Isto ocorre porque que os nemertinos necessitam da massa de ovos encontrada nas fêmeas para se reproduzirem.

(1) Observações com valor acima de $Q_3 + \frac{3}{2}(Q_3 - Q_1)$, onde Q_1 e Q_3 são os 1º e 3º quartis, respectivamente.
(Bussab e Morettin, 1987)

Podemos observar pela Tabela C.4 que a Quantidade média de *Octolasmis* e *Carcinonemertes* em siris jovens e respectivos desvios padrão são bem menores do que para os adultos. Notamos, também, que existe uma grande porcentagem de siris jovens que não apresentaram simbiontes de ambos os gêneros, pois esses sofrem um maior número de mudas se comparados aos adultos, o que torna difícil a fixação dos parasitas no exoesqueleto. Estas informações encontram-se nas Tabelas A.9 e A.10 e Gráficos B.7, B.8 e B.9.

A Quantidade média de *Octolasmis* por siri para fêmeas não ovígeras é menor do que para as ovígeras e esta relação também ocorre entre os desvios padrão, como mostra a Tabela C.5. Isso não acontece para a Quantidade de *Carcinonemertes*, onde a média e o desvio padrão para fêmeas não ovígeras são maiores do que para as ovígeras. Observamos, também, através das Tabelas A.11 e A.12 e Gráficos B.10, B.11, B.12 e B.13, que a presença de *Octolasmis* em fêmeas ovígeras (33,87%) é maior do que nas não ovígeras (15,62%). Tal fato não acontece com os *Carcinonemertes*, para os quais cerca de 60% dos ovígeros não estão infestados nas brânquias contra 40%, aproximadamente, dos não ovígeros. Isto pode ser explicado pelo fato dos nemertinos descenderem da brânquia para o abdome da fêmea, onde se encontra a massa de ovos.

A Quantidade média de *Octolasmis* em siris que estão na fase A é menor do que nas demais fases. A Quantidade média e desvio padrão em siris na fase C são maiores do que as outras fases, como mostra a Tabela C.6. O mesmo podemos observar para a variável Quantidade de *Carcinonemertes*. Observando as Tabelas A.13 e A.14 e os Gráficos B.14, B.15, B.16, B.17 e B.18, notamos que aproximadamente 25% dos siris que estão na fase C de muda apresentaram pelo menos um *Octolasmis* nas brânquias, aproximadamente 4% de siris no estágio B apresentaram um *Octolasmis*, enquanto que os siris que estão na fase A e D não apresentaram nenhum. É importante salientar, no entanto, que apenas um siri encontra-se no estágio A. Observamos também que, aproximadamente, 19% dos siris que estão no estágio B de muda apresentaram pelo menos um *Carcinonemertes* nas brânquias, aproximadamente 42% dos siris que estão na fase C de muda apresentaram pelo menos um nemertino, 25% dos siris que estão

na fase D de muda apresentaram 5 ou 6 nemertinos nas brânquias e o único siri que está no estágio A de muda não apresentou *Carcinonemertes*.

A ausência de *Octolasmis* em estágio de pós-muda (fases A e B) pode se dar ao fato dos simbioses terem dificuldades de se transferirem para o novo exoesqueleto, uma vez que este aparece embaixo do exoesqueleto antigo. O pequeno número de *Carcinonemertes* no estágio B é devido à facilidade de se locomoverem do antigo para o novo exoesqueleto que está abaixo.

Os Gráficos B.34 e B.35 correspondem respectivamente ao diagrama de dispersão das variáveis Quantidade de *Octolasmis* e Quantidade de *Carcinonemertes* em função da variável Largura da Carapaça. Tais gráficos sugerem inexistência de relação entre as variáveis, fato este posteriormente confirmado pelos coeficientes de correlação linear de Pearson apresentados na Tabela A.27.

5.2. *Callinectes ornatus*

Na Tabela C.2 notamos que a Quantidade média de *Octolasmis* por siri é maior do que a Quantidade média de *Carcinonemertes*, o mesmo ocorrendo para os respectivos desvios padrão. As medianas são iguais e ambas menores do que as médias, indicando distribuições com assimetria positiva, como também podemos observar através dos mínimos, máximos, 1º e 3º quartis.

Observamos que a grande maioria dos siris é macho (89,01%), com maturidade jovem (88,98%), apresentando muda C (82,31%), conforme mostram as Tabelas A.15, A.16 e A.18. Neste gênero de siri não foram encontradas fêmeas adultas ovígeras, como podemos observar na Tabela A.17. As Tabelas A.19 e A.20 e os Gráficos B.19 e B.20 apontam um grande número de siris deste gênero que não apresentaram nenhum dos simbioses analisados.

A Quantidade média de *Octolasmis* e a Quantidade média de *Carcinonemertes* para os machos é maior do que para as fêmeas, sendo isso também observado nos respectivos desvios padrão, como mostra a Tabela C.7. Analisando a Tabela A.21 e os Gráficos B.21 e B.22, observamos que apenas uma fêmea apresentou um *Octolasmis*,

enquanto que 13,25% dos machos estavam infestados com pelo menos um destes simbiosites. A Tabela A.22 e os Gráficos B.23 e B.24 indicam que 7,32% das fêmeas apresentaram 1, 3 ou 4 *Carcinonemertes*, e 8,13% dos siris machos apresentaram pelo menos um.

A Tabela C.8 indica que tanto a Quantidade média de *Octolasmis* quanto o desvio padrão são menores para siris jovens, o que também é observado para a média e desvio padrão da variável Quantidade de *Carcinonemertes*. Observamos pelas Tabelas A.23 e A.24 e Gráficos B.25, B.26, B.27 e B.28 que somente um siri jovem (correspondendo a 2,44% do total de siris) apresentou um *Octolasmis* e cerca de 13% dos adultos apresentaram pelo menos um, enquanto que aproximadamente 7,40% dos siris jovens apresentaram 1 ou 2 *Carcinonemertes* e 8,16% dos adultos apresentaram pelo menos um. Como era esperado, a maioria dos siris jovens não apresentaram muitos simbiosites pelo fato de passarem por mudas freqüentemente.

As Quantidades médias de *Octolasmis* em siris que estão na fase A e B de Muda são iguais, assim como os respectivos desvios padrão, como podemos notar na Tabela C.9. Isto pode estar indicando que estes simbiosites têm dificuldades de se fixarem no novo exoesqueleto que aparece nesta fase de muda. A Quantidade média de *Octolasmis* e o desvio padrão em siris que estão na fase C é maior do que as demais. É notada uma situação semelhante na Quantidade média de *Carcinonemertes*. Observando as Tabelas A.25 e A.26 e os Gráficos B.29, B.30, B.31, B.32 e B.33, verificamos que 13,68% dos siris que estão na fase C de muda apresentaram pelo menos um *Octolasmis*, enquanto que nenhum siri nas fases A e B apresentou este simbiote e aproximadamente 14% dos siris na fase D apresentaram 1 ou 3. Para os simbiosites *Carcinonemertes*, observamos que 8,79% dos siris na fase C de muda estavam infestados com pelo menos um. Nenhum siri na fase A apresentou o simbiote, enquanto que dois siris no estágio B apresentaram um e apenas um siri no estágio D apresentou quatro simbiosites.

Os Gráficos B.36 e B.37 são os diagramas de dispersão da variável Quantidade de *Octolasmis* e Quantidade de *Carcinonemertes*, respectivamente, em função da variável Largura da Carapaça, e sugerem inexistência de relação entre tais variáveis.

Os baixos coeficientes de correlação linear de Pearson, presentes na Tabela A.27, confirmam estes resultados.

5.3. Análise da ocorrência de nemertinos na massa de ovos

Para verificar se existe relação entre a ocorrência de *Carcinonemertes* e o estágio de maturidade dos ovos em siris do gênero *Callinectes danae*, foi construída uma tabela de dupla entrada (Tabela A.28).

O valor observado da estatística qui-quadrado (Agresti, 1990) para verificar a existência desta relação foi de 9,931, com 2 graus de liberdade.

Calculamos, ainda, a medida de associação “odds ratio” (razão de chances) (Agresti, 1990), para verificar a relação entre presença de nemertinos e estágio de maturidade dos ovos.

Se n_{ij} = número de siris na i -ésima categoria da variável Estágio dos Ovos e j -ésima categoria da variável Ocorrência de Nemertinos, com $i = 1$ (estágio inicial), 2 (estágio intermediário), 3 (estágio final) e $j = 1$ (presença), 2 (ausência), o “odds ratio” é estimado por:

$$\hat{\psi}_{ij} = \frac{n_{ij} n_{1j}}{n_{i1} n_{ij}}, \quad (5.1)$$

onde I e o número de linhas e J o número de colunas da tabela.

No caso, $I = 3$ e $J = 2$, e assim

$$\hat{\psi}_{ij} = \frac{n_{ij} n_{32}}{n_{i2} n_{3j}}. \quad (5.2)$$

Utilizando, então, a fórmula (5.2), calculamos os seguintes “odds ratio”:

$$\hat{\psi}_{11} = 0.32 \quad \text{e} \quad \hat{\psi}_{21} = 0.08,$$

com variâncias assintóticas estimadas, respectivamente, por 0.048 e 0.003.

Assim, a razão entre as chances de um *Carcinonemertes* estar e não estar presente na massa de ovos no estágio inicial é 0.32 vezes a correspondente razão no estágio final. Analogamente, verificamos que esta razão é de 0,08 quando comparamos estágio intermediário com estágio final.

Estes fatos sugerem que a chance de ocorrência de *Carcinonemertes* é maior no estágio de maturidade final dos ovos do que nos demais estágios.

Esta análise não foi realizada para os siris do gênero *Callinectes ornatus*, pois os siris fêmeas capturados não apresentaram massa de ovos.

5.4. Análise da distribuição dos simbiosites nas brânquias dos siris

Nesta análise, deseja-se verificar se os simbiosites estavam equidistribuídos pelas brânquias dos siris, numeradas de 1 a 8, ou se algumas brânquias, provavelmente as mais ventiladas da câmara branquial, tendiam a apresentar maior infestação.

Como as brânquias são de tamanhos diferentes, este fator deve ser considerado na análise. Para os *Octolasmis*, que ficam situados na superfície das brânquias, foi utilizada a área média da brânquia como medida de tamanho. Já para os *Carcinonemertes*, por se encontrarem empilhados entre as lamelas das brânquias, foi utilizado o volume.

As áreas e volumes de cada brânquia foram calculados como uma média das áreas e volumes das brânquias de siris com tamanhos semelhantes aos presentes no estudo, já que não dispúnhamos destas informações para os siris analisados.

A superfície da brânquia foi aproximada através da área lateral de um cone ($A = \pi r g$) e o volume, através do volume do cone ($V = \frac{1}{3} \pi r^2 h$), onde r é o raio, h a altura e g a geratriz.

A partir daí, definimos a densidade como a frequência por unidade de área, para *Octolasmis*, e por unidade de volume, para *Carcinonemertes*.

A Tabela A.29 apresenta as freqüências de *Octolasmis* sobre as superfícies hipobranquial e epibranquial das brânquias de siris dos gêneros *Callinectes danae*, e a Tabela A.30 apresenta as densidades de *Octolasmis* sobre as superfícies hipobranquial e epibranquial das brânquias de siris dos gêneros *Callinectes danae*.

A Tabela A.31 contém as freqüências de *Carcinonemertes* nas lamelas das brânquias de siris do gênero *Callinectes danae* e, a Tabela A.32, as respectivas densidades.

Apresentamos na Tabela A.33 as freqüências de *Octolasmis* sobre as superfícies hipobranquial e epibranquial das brânquias de siris do gênero *Callinectes ornatus*. As densidades referentes a esta tabela encontram-se na Tabela A.34.

Na Tabela A.35 encontramos as freqüências de *Carcinonemertes* nas lamelas das brânquias de siris do gênero *Callinectes ornatus*, e na Tabela A.36, as respectivas densidades.

Podemos observar nestas tabelas que as diferenças existentes entre as densidades totais de uma brânquia para a outra são menores se comparadas com as diferenças existentes entre as freqüências absolutas.

6. Análise Inferencial

6.1. Modelos ajustados para *Callinectes ornatus*

Verificamos na análise descritiva que a maioria dos siris capturados desta espécie eram machos jovens na muda C. Observamos, ainda, que mais de 85% destes não apresentaram nenhum dos dois simbiontes. Como consequência deste fato, uma distribuição de probabilidades que é adequada supor para a Quantidade de *Octolasmis* (ou *Carcinonemertes*) é a Poisson. Admitimos, portanto, que

$$Y_i \sim \text{Poisson}(\mu_i),$$

onde Y_i : Quantidade de *Octolasmis* (ou *Carcinonemertes*),

μ_i : Quantidade média de *Octolasmis* (ou *Carcinonemertes*), para o siri i ,
 $i = 1, \dots, 373$.

Para verificar se a média desta variável dependente tem relação com as variáveis independentes Sexo, Maturidade, Largura da Carapaça e Muda (nesta espécie não foi encontrada nenhuma fêmea ovígera), utilizamos um modelo linear generalizado (MLGs - McCullagh e Nelder, 1989), pois não dispúnhamos de suposições adequadas para ajustar um modelo de regressão clássica. Algumas explicações sobre esta técnica são apresentadas no Apêndice D. A análise dos dados e os ajustes dos MLGs foram realizados através do pacote computacional S-Plus.

A função de ligação para este problema é expressa pelo logaritmo do valor esperado da variável dependente, dado pela equação

$$\text{Log}(\mu_i) = \beta_0 + \beta_1 \text{Sexo} + \beta_2 \text{Maturidade} + \beta_3 \text{Largura da Carapaça} + \beta_4 M_1 + \beta_5 M_2 + \beta_6 M_3 + \beta_{12} \text{SM} + \beta_{14} \text{SM}_1 + \beta_{15} \text{SM}_2 + \beta_{16} \text{SM}_3, \quad (6.1)$$

onde as variáveis independentes são:

$$\text{Sexo} = \begin{cases} 0, & \text{para fêmea} \\ 1, & \text{para macho} \end{cases}$$

$$\text{Maturidade} = \begin{cases} 0, & \text{para jovem} \\ 1, & \text{para adulto} \end{cases}$$

$$(M_1, M_2, M_3) = \begin{cases} (0, 0, 0), & \text{para muda A} \\ (1, 0, 0), & \text{para muda B} \\ (0, 1, 0), & \text{para muda C} \\ (0, 0, 1), & \text{para muda D} \end{cases}$$

e as variáveis SM, SM₁, SM₂, SM₃ representam as interações entre Sexo e Maturidade e Sexo e Muda, respectivamente. Devido à inexistência de siris em algumas combinações de níveis das variáveis independentes, não foi possível introduzir todas as interações.

Assim, temos as seguintes interpretações para os parâmetros do modelo:

- β_1 : variação do logaritmo da Quantidade média de *Octolasmis* (ou *Carcinonemertes*) quando passamos do sexo feminino para o masculino, mantidas as demais variáveis fixas;
- β_2 : variação do logaritmo da Quantidade média de *Octolasmis* (ou *Carcinonemertes*) quando passamos do nível de maturidade jovem para o nível adulto, mantida as demais variáveis fixas;
- β_3 : variação do logaritmo da Quantidade média de *Octolasmis* (ou *Carcinonemertes*) quando aumentamos em uma unidade a largura da carapaça do siri, mantidas as demais variáveis;
- β_4 : variação do logaritmo da Quantidade média de *Octolasmis* (ou *Carcinonemertes*) quando passamos da muda A para a B, mantidas as demais variáveis;
- β_5 : variação do logaritmo da Quantidade média de *Octolasmis* (ou *Carcinonemertes*) quando passamos das mudas A para a C, mantidas as demais variáveis;
- β_6 : variação do logaritmo da Quantidade média de *Octolasmis* (ou *Carcinonemertes*) quando passamos das mudas A para a D, mantidas as demais variáveis;
- β_{12} : efeito de interação entre Sexo e Maturidade;
- β_{14} , β_{15} e β_{16} : correspondem aos efeitos de interação entre Sexo e Muda;
- β_0 : corresponde ao logaritmo da Quantidade média de *Octolasmis* (ou *Carcinonemertes*) na inexistência de efeito das variáveis independentes presentes em (6.1).

Após o ajuste do modelo, testaremos as seguintes hipóteses:

H_{01} : $\beta_1 = 0$: não existe efeito de sexo;

H_{02} : $\beta_2 = 0$: não existe efeito de maturidade;

H_{03} : $\beta_3 = 0$: não existe efeito de largura da carapaça;

H_{04} : $\beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = 0$: não existe efeito de muda;

H_{05} : $\beta_{12} = 0$: não existe efeito de interação sexo x maturidade;

H_{06} : $\beta_{14} = \beta_{15} = \beta_{16} = 0$: não existe efeito de interação sexo x muda.

Primeiramente, testamos se todas as interações eram significantes. Os testes foram feitos com base na estatística F, Apêndice D. Foi testada cada interação individualmente, ou seja, verificamos se o efeito de cada interação, mantidas as demais no modelo, era nulo. O parâmetro, cujo teste resultava não significativo e que apresentava o maior nível descritivo, era retirado e o novo modelo era ajustado. Em seguida, o procedimento era repetido para as variáveis restantes, até que nenhuma delas se mostrasse não significativa.

Dividimos a análise em duas partes, considerando cada variável resposta.

- Quantidade de *Octolasmis*:

Após o ajuste do modelo (6.1), detectamos falta de ajuste através do cálculo da estatística de ajuste D (definida no Apêndice D) e de uma análise de resíduos. Esta falta de ajuste pode ser consequência do grande número de observações presentes na análise, que exigiria um maior número de parâmetros no modelo, além de tornar o teste de ajuste mais sensível.

Uma análise gráfica mostrou que os resíduos de Pearson (McCullagh e Nelder, 1989) aumentavam com o aumento da Largura da Carapaça, o que nos fez incluir o quadrado desta variável no modelo. Desta forma, foi construído o modelo

$$\begin{aligned} \text{Log}(\mu_i) = & \beta_0 + \beta_1 \text{Sexo} + \beta_2 \text{Maturidade} + \beta_3 \text{Largura da Carapaça} + \beta_4 (\text{Largura da Carapaça})^2 + \beta_5 M_1 \\ & + \beta_6 M_2 + \beta_7 M_3 + \beta_{12} \text{SM} + \beta_{15} \text{SM}_1 + \beta_{16} \text{SM}_2 + \beta_{17} \text{SM}_3. \end{aligned} \quad (6.2)$$

Para este ajuste, notamos a presença de três valores discrepantes através do gráfico dos resíduos de Pearson. As observações correspondentes a estes valores discrepantes foram eliminadas e o modelo reajustado.

A Tabela E.1 apresenta as estimativas para os parâmetros do modelo (6.2), acompanhadas de seus erros padrão. Feita a análise da significância das variáveis deste modelo, de acordo com o procedimento de seleção de variáveis descrito anteriormente, a Tabela 6.1 apresenta as estimativas dos parâmetros associados às

variáveis selecionadas e seus respectivos erros padrão. O Gráfico F.1 apresenta os resíduos de Pearson.

Tabela 6.1. Estimativas, erros padrão e níveis descritivos para os parâmetros do modelo selecionado

Parâmetro	Estimativa	Erro padrão	P
Intercepto	-33.932	11.780	-
Largura da Carapaça	0.780	0.318	0.004
Quadrado da Largura da Carapaça	-0.006	0.002	0.011
M ₁	6.964	6.511	0.004
M ₂	7.040	6.497	0.000

Portanto, o modelo que explica a relação entre a Quantidade de *Octolasmis* e as variáveis independentes que são significativas é escrito da forma

$$\log(\hat{\mu}) = -33.932 + 0.780 \text{ Largura da Carapaça} - 0.006 (\text{Largura da Carapaça})^2 + 6.964 M_1 + 7.040 M_2$$

$$\text{onde } (M_1, M_2) = \begin{cases} (0, 0), & \text{para mudas A e D} \\ (1, 0), & \text{para muda B} \\ (0, 1), & \text{para muda C} \end{cases} .$$

Desta forma, teremos

$$\hat{\mu} = e^{-26.892 + 0.780 LC - 0.006 LC^2}, \text{ para muda C,}$$

$$\hat{\mu} = e^{-26.968 + 0.780 LC - 0.006 LC^2}, \text{ para mudas B,}$$

$$\hat{\mu} = e^{-33.932 + 0.780 LC - 0.006 LC^2}, \text{ para mudas A e D,}$$

onde LC é a Largura da Carapaça.

Podemos notar que a Quantidade média de *Octolasmis* estimada, para siris de mesma largura de carapaça, é maior para a muda C do que para a muda B. Verificamos também que a Quantidade média de *Octolasmis* é maior para muda B do que para A e D, fixado um valor de largura da carapaça. Isto pode ser explicado pelo fato dos simbiossitos terem mais facilidade de se fixarem no estágio de muda C do que nos demais estágios. Por outro lado, as variáveis sexo e maturidade dos siris não estão presentes no modelo selecionado. Este fato era esperado, pois como os *Octolasmis* se fixam nas brânquias de siris desta espécie, parece natural que a quantidade média de

simbiontes presentes dependa fundamentalmente da largura da carapaça, além do estágio de muda do exoesqueleto.

- Quantidade de *Carcinonemertes*:

Construindo o modelo (6.1), concluímos, através do cálculo da estatística de ajuste D e de uma análise de resíduos, que não houve falta de ajuste, para níveis de significância menores do que 0,018.

Uma análise gráfica mostrou que os resíduos de Pearson aumentavam com o aumento da Largura da Carapaça, o que nos fez incluir também o quadrado desta variável no modelo. Assim, construímos o modelo

$$\text{Log}(\mu_i) = \beta_0 + \beta_1 \text{Sexo} + \beta_2 \text{Maturidade} + \beta_3 \text{Largura da Carapaça} + \beta_4 (\text{Largura da Carapaça})^2 + \beta_5 M_1 + \beta_6 M_2 + \beta_7 M_3 + \beta_{12} \text{SM} + \beta_{15} \text{SM}_1 + \beta_{16} \text{SM}_2 + \beta_{17} \text{SM}_3. \quad (6.3)$$

A presença de quatro valores discrepantes foi notada através do gráfico dos resíduos de Pearson. As observações correspondentes a estes valores foram eliminadas e o modelo reajustado.

A Tabela E.2 apresenta as estimativas para os parâmetros do modelo (6.3) e seus respectivos erros padrão. Após a análise da significância das variáveis deste modelo, a Tabela 6.2 apresenta as estimativas dos parâmetros associados às variáveis selecionadas, acompanhadas de seus erros padrão. O Gráfico F.2 apresenta os resíduos de Pearson.

Tabela 6.2. Estimativas, erros padrão e níveis descritivos para os parâmetros do modelo selecionado

Parâmetro	Estimativa	Erro padrão	P
Intercepto	-13.768	5.356	-
Largura da Carapaça	0.363	0.186	0.0349
Quadrado da Largura da Carapaça	-0.003	0.002	0.0419
M ₂	1.980	0.716	0.0004

Portanto, o modelo que melhor explica a relação entre a Quantidade de *Carcinonemertes* e as variáveis independentes que são significativas pode ser escrito da forma

$$\log(\hat{\mu}) = -13.768 + 0.363 \text{ Largura da Carapaça} - 0.003 (\text{Largura da Carapaça})^2 + 1.980 M_2$$

$$\text{onde } M_2 = \begin{cases} 1, & \text{para muda C} \\ 0, & \text{para demais mudas} \end{cases}$$

Assim teremos

$$\hat{\mu} = e^{-11.788 + 0.363 LC - 0.003 LC^2}, \text{ para muda C,}$$

$$\hat{\mu} = e^{-13.768 + 0.363 LC - 0.003 LC^2}, \text{ para as demais mudas,}$$

onde LC é a Largura da Carapaça.

Podemos observar, para siris com mesma largura da carapaça, que a Quantidade média de *Carcinonemertes* estimada é maior para a muda C do que para as demais mudas, que é explicado pelo fato dos simbioses terem mais facilidade de se fixarem no estágio de muda C do que nos demais estágios. Além disso, como os *Carcinonemertes* necessitam da massa de ovos dos siris para se reproduzirem e, nesta análise não havia fêmeas ovígeras, é razoável que a quantidade média de simbioses neste caso não dependa do sexo e maturidade.

6.2. Modelos ajustados para *Callinectes danae*

Verificamos na análise descritiva que a maioria dos siris capturados desta espécie eram fêmeas adultas não ovígeras na muda C. Observamos, ainda, que mais de 70% destes não apresentaram nenhum dos dois simbioses. Assim, também aqui, é adequado supor que a Quantidade de *Octolasmis* (ou *Carcinonemertes*) tem distribuição de Poisson. Admitiremos que

$$Y_i \sim \text{Poisson}(\mu_i),$$

onde Y_i : Quantidade de *Octolasmis* (ou *Carcinonemertes*),

μ_i : Quantidade média de *Octolasmis* (ou *Carcinonemertes*), para o siri i ,

$i = 1, \dots, 286$.

Utilizaremos novamente a abordagem de modelos lineares generalizados para verificar se a média desta variável dependente tem relação com as variáveis independentes Sexo, Maturidade, Condição da Fêmea Adulta, Largura da Carapaça e Muda, pois não dispúnhamos de suposições adequadas para ajustar um modelo de regressão clássica.

A função de ligação para este problema é expressa pelo logaritmo do valor esperado da variável dependente, dado pela equação

$$\begin{aligned} \text{Log}(\mu_i) = & \beta_0 + \beta_1 \text{Sexo} + \beta_2 \text{Maturidade} + \beta_3 \text{Condição da Fêmea Adulta} + \\ & \beta_4 \text{Largura da Carapaça} + \beta_5 M_2 + \beta_6 M_3 + \beta_{12} \text{SM} + \beta_{15} \text{SM}_2 + \\ & \beta_{16} \text{SM}_3 + \beta_{25} \text{MM}_2 + \beta_{26} \text{MM}_3, \end{aligned} \quad (6.4)$$

onde as variáveis independentes são:

$$\text{Sexo} = \begin{cases} 0, & \text{para fêmea} \\ 1, & \text{para macho} \end{cases}$$

$$\text{Maturidade} = \begin{cases} 0, & \text{para jovem} \\ 1, & \text{para adulto} \end{cases}$$

$$\text{Condição da Fêmea Adulta} = \begin{cases} 0, & \text{não ovigera} \\ 1, & \text{ovigera} \end{cases}$$

$$(M_2, M_3) = \begin{cases} (0, 0), & \text{para muda B} \\ (1, 0), & \text{para muda C} \\ (0, 1), & \text{para muda D} \end{cases}$$

e as variáveis SM, SM₂, SM₃, MM₂ e MM₃ representam as interações entre Sexo e Maturidade, Sexo e Muda e Maturidade e Muda, respectivamente. Devido a

inexistência de siris em algumas combinações das variáveis independentes, não foi possível introduzir todas as interações. Como foi encontrado apenas um siri na muda A, eliminamos os dados referentes a esta observação da análise.

Assim, temos as seguintes interpretações para os parâmetros do modelo:

β_1 : variação do logaritmo da Quantidade média de *Octolasmis* (ou *Carcinonemertes*) quando passamos do sexo feminino para o masculino, mantidas as demais variáveis fixas;

β_2 : variação do logaritmo da Quantidade média de *Octolasmis* (ou *Carcinonemertes*) quando passamos do nível de maturidade jovem para o nível adulta, mantida as demais variáveis fixas;

β_3 : variação do logaritmo da Quantidade média de *Octolasmis* (ou *Carcinonemertes*) quando passamos do nível de condição não ovígera da fêmea adulta para o nível ovígera, mantida as demais variáveis fixas;

β_4 : variação do logaritmo da Quantidade média de *Octolasmis* (ou *Carcinonemertes*) quando aumentamos em uma unidade a largura da carapaça do siri, mantida as demais variáveis fixas;

β_5 : variação do logaritmo da Quantidade média de *Octolasmis* (ou *Carcinonemertes*) quando passamos da muda B para a C, mantida as demais variáveis fixas;

β_6 : variação do logaritmo da Quantidade média de *Octolasmis* (ou *Carcinonemertes*) quando passamos das mudas B para a D, mantida as demais variáveis fixas;

β_{12} : efeito de interação entre Sexo e Maturidade;

β_{15} e β_{16} : correspondem aos efeitos de interação entre Sexo e Muda;

β_{25} e β_{26} : correspondem aos efeitos de interação entre Maturidade e Muda;

β_0 : corresponde ao logaritmo da Quantidade média de *Octolasmis* (ou *Carcinonemertes*) na inexistência de efeito das variáveis independentes presentes em (6.4).

Após o ajuste do modelo, testaremos as seguintes hipóteses:

- $H_{01}: \beta_1 = 0$: não existe efeito de sexo;
 $H_{02}: \beta_2 = 0$: não existe efeito de maturidade;
 $H_{03}: \beta_3 = 0$: não existe efeito de condição da fêmea adulta;
 $H_{03}: \beta_4 = 0$: não existe efeito de largura da carapaça;
 $H_{04}: \beta_5 = \beta_6 = 0$: não existe efeito de muda;
 $H_{05}: \beta_{12} = 0$: não existe efeito de interação sexo x maturidade;
 $H_{06}: \beta_{15} = \beta_{16} = 0$: não existe efeito de interação sexo x muda.
 $H_{07}: \beta_{25} = \beta_{26} = 0$: não existe efeito de interação maturidade x muda.

O procedimento para selecionar as variáveis é análogo ao realizado na seção 6.2.

Dividimos a análise em duas partes, considerando cada variável resposta.

- Quantidade de *Octolasmis*:

Após o ajuste do modelo (6.4), detectamos falta de ajuste através do cálculo da estatística de ajuste D e de uma análise de resíduos.

Uma análise gráfica mostrou que os resíduos de Pearson aumentavam com o aumento da Largura da Carapaça, o que nos fez incluir o quadrado desta variável no modelo. Desta forma, foi construído o modelo

$$\begin{aligned}
 \text{Log}(\mu_i) = & \beta_0 + \beta_1 \text{Sexo} + \beta_2 \text{Maturidade} + \beta_3 \text{Condição da Fêmea Adulta} + \beta_4 \text{Largura da Carapaça} + \\
 & \beta_5 (\text{Largura da Carapaça})^2 + \beta_6 M_2 + \beta_7 M_3 + \beta_{12} SM + \beta_{16} SM_2 + \\
 & \beta_{17} SM_3 + \beta_{26} MM_2 + \beta_{27} MM_3.
 \end{aligned} \tag{6.5}$$

Para este ajuste, notamos a presença de três valores discrepantes através do gráfico dos resíduos de Pearson, cujas observações correspondentes foram eliminadas e o modelo reajustado.

A Tabela E.3 apresenta as estimativas dos parâmetros do modelo (6.5), acompanhados de seus erros padrão. Os parâmetros do modelo final, obtidos após o processo de seleção de variáveis descrito anteriormente e seus respectivos erros

padrão e níveis descritivos, encontram-se na Tabela 6.3. O Gráfico F.3 apresenta os resíduos de Pearson.

Tabela 6.3. Estimativas, erros padrão e níveis descritivos para os parâmetros do modelo selecionado

Parâmetro	Estimativa	Erro padrão	P
Intercepto	-9.722	5.891	-
Maturidade	6.399	5.811	0.0027
M ₂	2.684	1.003	0.0001

Portanto, o modelo que explica a relação entre a Quantidade de *Octolasmis* e as variáveis independentes que são significativas é escrito da forma

$$\log(\hat{\mu}) = -9.722 + 6.399 \text{ Maturidade} + 2.684 M_2$$

onde $M_2 = \begin{cases} 1, & \text{para muda C} \\ 0, & \text{para demais mudas} \end{cases}$

$\text{Maturidade} = \begin{cases} 1, & \text{para adulto} \\ 0, & \text{para jovem} \end{cases}$

Desta forma, teremos

$\hat{\mu} = 0.528$, para maturidade adulto na muda C,

$\hat{\mu} = 0.036$, para maturidade adulto nas demais mudas,

$\hat{\mu} = 0.0009$, para maturidade jovem na muda C,

$\hat{\mu} = 0.00006$, para maturidade jovem nas demais mudas.

Podemos notar que a Quantidade média de *Octolasmis* estimada é maior para a maturidade adulto na muda C. Observamos também que esta quantidade média é maior na maturidade adulto do que na jovem, fixada a muda, e maior na muda C do que nas demais mudas, fixada a maturidade. Isto pode ser explicado pelo fato dos simbiontes conseguirem se fixar mais facilmente na muda C e terem dificuldades de se

fixarem em siris jovens, pois estes mudam de exoesqueleto constantemente. Ao contrário dos *Carcinonemertes*, os *Octolasmis* não necessitam da massa de ovos dos siris. Desta forma, era esperado que a quantidade média de simbioses não dependesse das variáveis sexo e condição da fêmea adulta

- Quantidade de *Carcinonemertes*:

Ajustado o modelo (6.4), verificamos, através do cálculo da estatística de ajuste D e de uma análise de resíduos, que havia falta de ajuste.

Uma análise gráfica mostrou que os resíduos de aumentavam com o aumento da Largura da Carapaça, o que nos fez também incluir o quadrado desta variável nesta análise e, assim, ajustado o modelo

$$\begin{aligned} \text{Log}(\mu_i) = & \beta_0 + \beta_1 \text{Sexo} + \beta_2 \text{Maturidade} + \beta_3 \text{Condição da Fêmea Adulta} + \beta_4 \text{Largura da Carapaça} + \\ & \beta_5 (\text{Largura da Carapaça})^2 + \beta_6 M_2 + \beta_7 M_3 + \beta_{12} SM + \beta_{16} SM_2 + \\ & \beta_{17} SM_3 + \beta_{26} MM_2 + \beta_{27} MM_3. \end{aligned} \quad (6.6)$$

Para este ajuste observamos, ainda, a presença de cinco valores discrepantes através do gráfico dos resíduos de Pearson, e as observações referentes a estes valores foram eliminadas. Sete siris que não apresentavam os valores de Quantidade de *Carcinonemertes* também foram eliminados da análise.

As estimativas para os parâmetros do modelo (6.6) e respectivos erros padrão se encontram na Tabela E.4. A Tabela 6.4 apresenta as estimativas dos parâmetros associados às variáveis selecionadas, acompanhadas de seus erros padrão, obtidos após a análise da significância das variáveis. O Gráfico F.4 apresenta os resíduos de Pearson.

Tabela 6.4. Estimativas, erros padrão e níveis descritivos para os parâmetros do modelo selecionado

Parâmetro	Estimativa	Erro padrão	P
Intercepto	-5.501	1.015	-
Sexo	-3.818	0.290	0.000
Maturidade	3.403	0.969	0.0023

Condição da Fêmea Adulta	-1.412	0.082	0.000
Largura da Carapaça	0.063	0.007	0.000
M ₃	-1.958	0.238	0.000

Portanto, o modelo que explica a relação entre a Quantidade de *Carcinonemertes* e as variáveis independentes que são significativas é escrito da forma

$$\log(\hat{\mu}) = -5.501 - 3.818 \text{ Sexo} + 3.403 \text{ Maturidade} - 1.412 \text{ Condição da Fêmea Adulta} + 0.063 \text{ Largura da Carapaça} - 1.958 M_3$$

$$\text{onde } M_3 = \begin{cases} 1, & \text{para muda D} \\ 0, & \text{para demais mudas} \end{cases}$$

$$\text{Sexo} = \begin{cases} 0, & \text{para fêmea} \\ 1, & \text{para macho} \end{cases}$$

$$\text{Maturidade} = \begin{cases} 0, & \text{para jovem} \\ 1, & \text{para adulto} \end{cases}$$

$$\text{Condição da Fêmea Adulta} = \begin{cases} 0, & \text{não ovigera} \\ 1, & \text{ovigera} \end{cases}$$

Assim teremos

$$\hat{\mu} = e^{-2.098 + 0.063 LC}, \text{ para siri fêmea adulta não ovígera nas demais mudas,}$$

$$\hat{\mu} = e^{-3.510 + 0.063 LC}, \text{ para siri fêmea adulta ovígera nas demais mudas;}$$

$$\hat{\mu} = e^{-4.056 + 0.063 LC}, \text{ para siri fêmea adulta não ovígera na muda D;}$$

$$\hat{\mu} = e^{-5.501 + 0.063 LC}, \text{ para siri fêmea jovem nas demais mudas;}$$

$$\hat{\mu} = e^{-5.468 + 0.063 LC}, \text{ para siri fêmea ovígera na muda D;}$$

$$\hat{\mu} = e^{-5.916 + 0.063 LC}, \text{ para siri macho adulto nas demais mudas;}$$

$$\hat{\mu} = e^{-7.459 + 0.063 LC}, \text{ para siri fêmea jovem na muda D;}$$

$$\hat{\mu} = e^{-7.874 + 0.063 LC}, \text{ para siri macho adulto na muda D;}$$

$$\hat{\mu} = e^{-9.319 + 0.063 LC}, \text{ para siri macho jovem nas demais mudas;}$$

$$\hat{\mu} = e^{-11.277 + 0.063 LC}, \text{ para siri macho jovem na muda D.}$$

onde LC é a Largura da Carapaça.

Observamos que, para siris com mesma largura da carapaça, a Quantidade média de *Carcinonemertes* estimada é maior para siris fêmeas adultas não ovígeras nas mudas A, B e C e menor em siris machos jovens na muda D. Como os *Carcinonemertes* necessitam da massa de ovos dos siris para se reproduzirem, eles esperam a fêmea se tornar ovígera para descer das brânquias para o abdome do siri. Este fato pode explicar porque a quantidade média destes simbioses é maior em fêmeas adultas não ovígeras, já que o número de simbioses no abdome dos siris não é observado.

6.3. Estudo da relação entre a ocorrência de nemertinos e o estágio da massa de ovos

Na seção 5.3 calculamos a estatística qui-quadrado para avaliar se existe relação entre a ocorrência de nemertinos e o estágio de maturidade dos ovos. Notamos ainda, através do cálculo de “odds ratio”, que a chance de ocorrência de *Carcinonemertes* é maior no estágio final do que nos demais estágios.

Complementando este estudo, vamos testar a hipótese de inexistência de relação entre essas variáveis, dada por

$$H_0: \pi_{ij} = \pi_i \cdot \pi_j,$$

onde

π_{ij} : probabilidade de um siri pertencer à i-ésima categoria da variável Estágio dos Ovos e j-ésima categoria da variável Ocorrência de Nemertinos;

π_i : probabilidade de um siri pertencer à i-ésima categoria da variável Estágio dos Ovos;

π_j : probabilidade de um siri pertencer à j-ésima categoria da variável Ocorrência de Nemertinos;

para $i = 1$ (estágio inicial), 2 (estágio intermediário), 3 (estágio final) e $j = 1$ (presença), 2 (ausência).

A estatística qui-quadrado do teste foi de 9,931, com 2 graus de liberdade ($p = 0,0069$). Dessa forma, concluímos que existe relação entre as duas variáveis.

Para verificar quais combinações de Estágio dos Ovos e Ocorrência de Nemertinos foram responsáveis pelo alto valor da estatística qui-quadrado, aplicou-se uma Análise de Resíduos para tabelas de contingência (Everitt, 1977).

Se n_{ij} é o número de siris observados na i -ésima categoria da variável Estágio dos Ovos e j -ésima categoria da variável Ocorrência de Nemertinos, $i = 1, 2, 3$ e $j = 1, 2$, então a freqüência esperada de siris na casela (i, j) , sob a hipótese H_0 , é calculada por

$$E_{ij} = \frac{n_i \cdot n_j}{n},$$

onde

n_i : é o número de siris na i -ésima categoria da variável Estágio dos Ovos;

n_j : é o número de siris na j -ésima categoria da variável Ocorrência de Nemertinos e

n : é o número total de siris observados.

O resíduo ajustado da casela (i, j) é definido como

$$d_{ij} = \frac{e_{ij}}{\sqrt{v_{ij}}},$$

onde $e_{ij} = \frac{(n_{ij} - E_{ij})}{\sqrt{E_{ij}}}$ é o resíduo padronizado e

$$v_{ij} = \left(1 - \frac{n_i}{n}\right) \left(1 - \frac{n_j}{n}\right), \text{ sua respectiva variância estimada;}$$

$$i = 1, 2, 3; j = 1, 2.$$

Sob a hipótese de inexistência de relação, os resíduos d_{ij} têm distribuição normal, com média 0 e desvio padrão 1. Por este motivo, investigamos a ocorrência de resíduos ajustados com valor absoluto acima de 2, que indicariam caselas com

freqüências observadas muito diferentes das esperadas sob a hipótese de independência. As quantidades envolvidas nestes cálculos encontram-se na tabela 6.5.

Observando os resíduos ajustados, podemos concluir que há um número bem menor de siris infestados por *Carcinonemertes* no estágio de maturidade intermediário do que o esperado se não houvesse relação, e um número muito maior no estágio de maturidade final.

Este fato foi confirmado pela análise das parcelas da estatística qui-quadrado apresentadas a seguir (entre parênteses a casela referente):

$$\chi^2 = 0.0074 + 0.011 + 2.37 + 3.64 + 1.53 + 2.34$$

casela : (1,1) (1, 2) (2, 1) (2,2) (3,1) (3,2)

Tabela 6.5. Valores observados e esperados, resíduos padronizados e suas respectivas variâncias e resíduos ajustados para Ocorrência de *Carcinonemertes* em diferentes estágios

Combinação entre Estágio da Massa de Ovos e Ocorrência de Nemertinos	Valores observados (n _{ij})	Valores esperados (E _{ij})	Resíduos padronizados (e _{ij})	Variância de e _{ij} (v _{ij})	Resíduos ajustados (d _{ij})
Presença no Estágio Inicial	21	20.61	0.086	0.191	0.197
Ausência no Estágio Inicial	13	123.39	-0.104	0.294	-0.192
Presença no Estágio Intermediário	4	8.48	-1.538	0.310	-2.76
Ausência no Estágio Intermediário	10	5.52	1.907	0.478	2.76
Presença no Estágio Final	15	10.91	1.238	0.287	2.31
Ausência no Estágio Final	3	7.09	-1.536	0.441	-2.31

Observamos que as caselas (2, 1), presença no estágio intermediário, (2, 2), ausência no estágio intermediário, (3, 1), presença no estágio final e (3, 2), ausência no estágio final, foram as responsáveis pelo alto valor da estatística.

6.4. Verificação da equidistribuição dos simbiosites nas brânquias dos siris

O objetivo desta análise é verificar se os simbiosites estavam equidistribuídos pelas brânquias, ou se algumas delas tendiam a apresentar maior (ou menor) infestação. Como estas brânquias são de diferentes tamanhos (área ou volume), foi adotada a padronização descrita na seção 5.4. Tal padronização permitiu verificarmos a distribuição de simbiosites, eliminando o efeito de tamanho.

A hipótese de equidistribuição de simbiosites por unidade de tamanho (volume ou área) é equivalente a

$$H_0: \pi_j = \frac{a_j}{\sum_{i=1}^8 a_i},$$

onde π_j : probabilidade de um simbiote se fixar na j -ésima brânquia,

a_j : medida de tamanho associada a brânquia j ,

para $j = 1, \dots, 8$.

Como já foi descrito na análise descritiva, a_j vai corresponder à área da brânquia j para *Octolasmis* e ao volume, para *Carcinonemertes*.

Sob esta hipótese, uma brânquia com o dobro do tamanho da outra, teria o dobro de infestação, de modo que a distribuição de simbiosites por unidade de área (ou volume) seria a mesma em ambas.

Seguindo este raciocínio, dividimos a análise para as duas espécies de siris para testar as hipóteses de interesse através de um teste de aderência (Agresti, 1990).

- *Callinectes danae*

Para verificarmos a equidistribuição de *Octolasmis* por unidade de área, a seguinte hipótese nula foi testada:

$$H_0: \pi_1 = 0.012; \pi_2 = 0.028; \pi_3 = 0.067; \pi_4 = 0.151; \pi_5 = 0.245; \pi_6 = 0.184; \pi_7 = 0.175; \pi_8 = 0.158$$

Para o teste desta hipótese utilizamos os totais, por brânquias, de *Octolasmis* sobre a superfície hipobranquial, uma vez que em várias posições dentro das brânquias não ocorreram estes simbioses (isto é, houve frequência zero). Os dados relativos à superfície epibranquial não foram analisados por decisão da pesquisadora, devido à ocorrência de uma quantidade muito baixa de *Octolasmis* pelas 8 brânquias (vide Tabela A.29).

A estatística qui-quadrado para o teste foi de 18,215, com 7 graus de liberdade ($p = 0.011$). Desta forma, rejeitamos a hipótese nula e concluímos que estes simbioses não estão igualmente distribuídos pelas brânquias, sobre a superfície hipobranquial.

Investigando as parcelas do qui-quadrado para verificar em quais brânquias houve maior ou menor infestação, percebemos que a brânquia 3 apresentava um número muito maior de *Octolasmis* do que o esperado sob a hipótese H_0 . Os valores envolvidos neste cálculo encontram-se na Tabela G.1.

$$\chi^2 = 0.01 + 0.58 + 12.66 + 0.16 + 2.21 + 0.35 + 0.27 + 1.99$$

brânquia : (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8)

Para a equidistribuição de *Carcinonemertes* nesta espécie de siris, a hipótese nula a ser testada é:

$$H_0: \pi_1 = 0.004; \pi_2 = 0.010; \pi_3 = 0.038; \pi_4 = 0.141; \pi_5 = 0.299; \pi_6 = 0.198; \pi_7 = 0.162; \pi_8 = 0.148$$

O teste foi realizado para os dados da Tabela A.31, para cada posição dentro da brânquia (proximal, medial e dista) e os valores observados e esperados encontram-se na Tabela G.2.

Para a posição proximal, a estatística qui-quadrado foi de 64,589, com 7 graus de liberdade ($p = 0.000$), o que nos levou a rejeitar a hipótese nula e concluir que os simbioses não estão igualmente distribuídos pelas brânquias nesta posição. As brânquias responsáveis pelo alto valor do qui-quadrado foram 4, 7 e 8. A brânquia 4

apresentou um número muito maior de *Carcinonemertes* do que o esperado se houvesse equidistribuição; a 7 e 8 apresentaram uma quantidade muito menor deste simbiote do que a esperada sob a hipótese de equidistribuição. Para esta posição, a decomposição do qui-quadrado é dado por

$$\chi^2 = 0.16 + 5.29 + 6.63 + 32.23 + 0.002 + 1.19 + 10.19 + 8.88$$

brânquia : (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8)

A estatística qui-quadrado para a posição medial foi de 73,255, com 7 graus de liberdade ($p = 0.000$) e, dessa forma, rejeitamos a hipótese nula, concluindo que os *Carcinonemertes* não estão igualmente distribuídos pelas brânquias nesta posição. As brânquias responsáveis pela rejeição da hipótese nula foram 4, 5, 7 e 8. As brânquias 4 e 7 apresentaram muito mais simbioses do que o esperado, e as brânquias 5 e 8 um número muito menor de animais. A correspondente decomposição da estatística qui-quadrado é

$$\chi^2 = 0.02 + 0.26 + 0.88 + 10.34 + 17.39 + 0.56 + 35.42 + 8.38$$

brânquia: (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8)

Para a posição distal, a estatística qui-quadrado foi de 44,312, com 7 graus de liberdade ($p = 0.000$), o que nos levou a rejeitar a hipótese nula e concluir que os simbioses não estão igualmente distribuídos pelas brânquias nesta posição. As brânquias responsáveis pelo alto valor do qui-quadrado foram 5 e 7. A brânquia 5 apresentou uma quantidade de *Carcinonemertes* muito abaixo do esperado se houvesse equidistribuição, enquanto que a 7 apresentou uma quantidade muito acima deste simbiote. Par esta posição, temos a seguinte decomposição da estatística qui-quadrado

$$\chi^2 = 0.18 + 0.06 + 1.07 + 1.88 + 10.64 + 0.05 + 25.38 + 5.06$$

brânquia : (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8)

- *Callinectes ornatus*

Para verificarmos a equidistribuição de *Octolasmis*, testamos a seguinte hipótese:

$$H_0: \pi_1 = 0.014; \pi_2 = 0.028; \pi_3 = 0.079; \pi_4 = 0.157; \pi_5 = 0.223; \pi_6 = 0.178; \pi_7 = 0.166; \pi_8 = 0.155$$

Tal como para a espécie *Callinectes danae*, realizamos o teste da hipótese nula às quantidades totais de *Octolasmis* pelas brânquias devido ao grande número de posições dentro das brânquias em que não ocorreram estes simbioses na superfície hipobranquial (Tabela A.33). Os dados referentes à posição epibranquial também não foram analisados para esta espécie.

A estatística qui-quadrado para este teste foi de 16,593, com 7 graus de liberdade ($p = 0.020$). Desta forma, rejeitamos a hipótese nula e concluímos que estes simbioses não estão igualmente distribuídos pelas brânquias. Os valores observados e esperados se encontram na Tabela G.3.

Observamos que as brânquias 6 e 8 foram responsáveis pela rejeição da hipótese. A brânquia 6 apresentou um número de simbioses muito maior do que o esperado, e a 8, um número muito menor, o que é reforçado pelas parcelas da estatística qui-quadrado abaixo,

$$\chi^2 = 0.96 + 0.42 + 2.65 + 0.22 + 0.06 + 5.43 + 0.07 + 6.78$$

brânquia: (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8)

Para a equidistribuição de *Carcinonemertes* nesta espécie de siris, a hipótese a ser testada é:

$$H_0: \pi_1 = 0.004; \pi_2 = 0.009; \pi_3 = 0.049; \pi_4 = 0.152; \pi_5 = 0.286; \pi_6 = 0.185; \pi_7 = 0.161; \pi_8 = 0.153$$

Aqui também observamos que não houve infestações em algumas posições dentro das brânquias, como mostra a Tabela A.35, o que nos levou a utilizar o número total de *Carcinonemertes* nas brânquias.

A estatística qui-quadrado foi de 130,116, com 7 graus de liberdade ($p = 0.000$), o que nos levou a rejeitar a hipótese nula e concluir que os simbioses não estão igualmente distribuídos pelas brânquias nessa posição. Os valores observados e esperados encontram-se na Tabela G.4. As principais brânquias responsáveis pelo alto valor do qui-quadrado foram 1, 2, e 4, e todas apresentaram um número muito maior de *Carcinonemertes* do que o esperado se houvesse equidistribuição. As parcelas do qui-quadrado abaixo reforçam este fato.

$$\chi^2 = 27.09 + 69.39 + 0.004 + 21.84 + 5.55 + 3.80 + 1.71 + 0.72$$

brânquia : (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8)

As demais brânquias que não foram citadas nas análises apresentaram um número de simbioses próximos aos esperados se houvesse a equidistribuição.

7. Conclusão

Na análise descritiva foi verificado que grande parte dos siris observados da espécie *Callinectes danae* era fêmea, adulta, não ovígera e estava no estágio de muda C e que a maioria destes animais não apresentaram nenhum dos simbioses em estudo. Para a espécie *Callinectes ornatus*, a maioria dos siris era macho, jovem e na muda C e, além disso, um grande número de siris não apresentou nenhum dos simbioses.

O ajuste de modelos lineares generalizados permitiu verificar que, para a espécie *Callinectes danae*, a Quantidade de *Octolasmis* está relacionada apenas com maturidade e muda do exoesqueleto, e a Quantidade de *Carcinonemertes* está relacionada com sexo, maturidade, condição da fêmea adulta, largura da carapaça e muda. Para a espécie *Callinectes ornatus*, a Quantidade de *Octolasmis* está

relacionada apenas com largura da carapaça e muda do exoesqueleto, e a Quantidade de *Carcinonemertes* também está relacionada com largura da carapaça e muda.

Foi verificado, através do valor da estatística “odds ratio”, que a chance de ocorrência de *Carcinonemertes* é maior no estágio de maturidade final dos ovos do que nos demais estágios.

Através de uma análise de resíduos para tabelas de contingência, foi verificado que há um número menor de siris infestados por *Carcinonemertes* no estágio de maturidade intermediário do que o esperado, se não houvesse relação, e um maior número no estágio final.

O teste de aderência, utilizado para analisar a distribuição de *Octolasmis* e *Carcinonemertes*, indicou que estes simbiossitos não se distribuem igualmente pelas brânquias, em ambas as espécies de siris.

Apêndice A

Tabelas

Tabela A.1. Distribuição do número de siris do gênero *Callinectes danae* por Sexo

Sexo	Frequência	Porcentagem
Fêmeas	234	81.82
Machos	52	18.18
Total	286	100.00

Tabela A.2. Distribuição do número de siris do gênero *Callinectes danae* por Maturidade

Maturidade	Frequência	Porcentagem
Adulto	268	93.71
Jovem	18	6.29
Total	286	100.00

Tabela A.3. Distribuição do número de siris do gênero *Callinectes danae* por Condição da Fêmea Adulta

Condição	Frequência	Porcentagem
Não ovígera	162	56.64
Ovígera	124	43.36
Total	286	100.00

Tabela A.4. Distribuição do número de siris do gênero *Callinectes danae* por Muda

Muda	Frequência	Porcentagem
A	1	0.35
B	26	9.09
C	251	87.76
D	8	2.80
Total	286	100.00

Tabela A.5. Distribuição da Quantidade de *Octolasmis* em siris do gênero *Callinectes danae*

Quantidade	Frequência	Porcentagem
0	222	77.62
1	29	10.14
2	18	6.29
3	5	1.75
4	5	1.75
5	5	1.75
6	1	0.35
8	1	0.35
Total	286	100.00

Tabela A.6. Distribuição da Quantidade de *Carcinonemertes* em siris do gênero *Callinectes danae*

Quantidade	Frequência	Porcentagem
0	171	60.85
1	15	5.34
2	12	4.27
3	15	5.34
4	7	2.49
5	10	3.56
6	6	2.14
7	6	2.14
8	4	1.42
9	5	1.78
10	2	0.71
12	3	1.07
13	1	0.36
14	3	1.07
15	1	0.36
16	2	0.71
17	1	0.36
19	1	0.36
21	1	0.36
22	1	0.36
23	2	0.71
25	1	0.36
26	1	0.36
28	2	0.71
29	1	0.36
32	1	0.36
34	1	0.36
35	1	0.36
42	1	0.36
46	1	0.36
129	1	0.36
268	1	0.36
Total	281	100.00

Tabela A.7. Distribuição da Quantidade de *Octolasmis* em siris do gênero *Callinectes danae* por Sexo

Fêmeas			Machos		
Quantidade	Frequência	Porcentagem	Quantidade	Frequência	Porcentagem
0	177	75.64	0	45	86.54
1	27	11.54	1	2	3.85
2	15	6.41	2	3	5.77
3	5	2.14	4	2	3.85
4	3	1.28	Total	52	100.00
5	5	2.14			
6	1	0.43			
8	1	0.43			

Total		234		100.00
-------	--	-----	--	--------

Tabela A.8. Distribuição da Quantidade de *Carcinonemertes* em siris do gênero *Callinectes danae* por Sexo

Fêmeas			Machos		
Quantidade	Freqüência	Porcentagem	Quantidade	Freqüência	Porcentagem
0	124	54.15	0	47	90.38
1	14	6.11	1	1	1.92
2	12	5.24	4	3	5.77
3	15	6.55	14	1	1.92
4	4	1.75	Total	52	100.00
5	10	4.37			
6	6	2.62			
7	6	2.62			
8	4	1.75			
9	5	2.18			
10	2	0.87			
12	3	1.31			
13	1	0.44			
14	2	0.87			
15	1	0.44			
16	2	0.87			
17	1	0.44			
19	1	0.44			
21	1	0.44			
22	1	0.44			
23	2	0.87			
25	1	0.44			
26	1	0.44			
28	2	0.87			
29	1	0.44			
32	1	0.44			
34	1	0.44			
35	1	0.44			
42	1	0.44			
46	1	0.44			
129	1	0.44			
268	1	0.44			
Total	229	100.00			

Tabela A.9. Distribuição da Quantidade de *Octolasmis* em siris do gênero *Callinectes danae* por Maturidade

Jovem			Adulto		
Quantidade	Freqüência	Porcentagem	Quantidade	Freqüência	Porcentagem
0	18	100.00	0	204	76.12
			1	29	10.82
			2	18	6.72
			3	5	1.87
			4	5	1.87
			5	5	1.87
			6	1	0.37

8 | 1 | 0.37

Tabela A.10. Distribuição da Quantidade de *Carcinonemertes* em siris do gênero *Callinectes danae* por Maturidade

Jovem			Adulto		
Quantidade	Freqüência	Porcentagem	Quantidade	Freqüência	Porcentagem
0	17	94.44	0	154	58.56
1	1	5.56	1	14	5.32
Total	18	100.00	2	12	4.56
			3	15	5.70
			4	7	2.66
			5	10	3.80
			6	6	2.28
			7	6	2.28
			8	4	1.52
			9	5	1.90
			10	2	0.76
			12	3	1.14
			13	1	0.38
			14	3	1.14
			15	1	0.38
			16	2	0.76
			17	1	0.38
			19	1	0.38
			21	1	0.38
			22	1	0.38
			23	2	0.76
			25	1	0.38
			26	1	0.38
			28	2	0.76
			29	1	0.38
			32	1	0.38
			34	1	0.38
			35	1	0.38
			42	1	0.38
			46	1	0.38
			129	1	0.38
			268	1	0.38
			Total	263	10.00

Tabela A.11. Distribuição da Quantidade de *Octolasmis* em siris do gênero *Callinectes danae* por Condição da Fêmea Adulta

Não ovígera			Ovígera		
Quantidade	Freqüência	Porcentagem	Quantidade	Freqüência	Porcentagem
0	81	84.38	0	82	66.13
1	7	7.29	1	20	16.13
2	2	2.08	2	13	10.48
3	1	1.04	3	4	3.23
4	1	1.04	4	2	1.61
5	3	3.12	5	2	1.61
6	1	1.04	8	1	0.81

Total	96	100.00
-------	----	--------

Total	124	100.00
-------	-----	--------

Tabela A.12. Distribuição da Quantidade de *Carcinonemertes* em siris do gênero *Callinectes danae* por Condição da Fêmea Adulta

Não ovígera			Ovígera		
Quantidade	Freqüência	Porcentagem	Quantidade	Freqüência	Porcentagem
0	39	40.62	0	71	59.66
1	5	5.21	1	9	7.56
2	1	1.04	2	11	9.24
3	6	6.25	3	9	7.56
4	2	2.08	4	2	1.68
5	5	5.21	5	5	4.20
6	5	5.21	6	1	0.84
7	4	4.17	7	2	1.68
8	1	1.04	8	3	2.52
9	5	5.21	10	1	0.84
10	1	1.04	12	1	0.84
12	2	2.08	13	1	0.84
14	2	2.08	16	1	0.84
15	1	1.04	17	1	0.84
16	1	1.04	28	1	0.84
19	1	1.04	Total	119	100.00
21	1	1.04			
22	1	1.04			
23	2	2.08			
25	1	1.04			
26	1	1.04			
28	1	1.04			
29	1	1.04			
32	1	1.04			
34	1	1.04			
35	1	1.04			
42	1	1.04			
46	1	1.04			
129	1	1.04			
268	1	1.04			
Total	96	100.00			

Tabela A.13. Distribuição da Quantidade de *Octolasmis* em siris do gênero *Callinectes danae* por Muda

A			B		
Quantidade	Freqüência	Porcentagem	Quantidade	Freqüência	Porcentagem
0	1	100.0	0	25	96.15
			1	1	3.85
			Total	26	100.00

C			D		
Quantidade	Freqüência	Porcentagem	Quantidade	Freqüência	Porcentagem
0	188	74.90	0	8	10.00
1	28	11.16			
2	18	7.17			
3	5	1.99			
4	5	1.99			
5	5	1.99			
6	1	0.40			
8	1	0.40			

Total	251	100.00
-------	-----	--------

Tabela A.14. Distribuição da Quantidade de *Carcinonemertes* em siris do gênero *Callinectes danae* por Muda

A			B		
Quantidade	Freqüência	Porcentagem	Quantidade	Freqüência	Porcentagem
0	1	100.00	0	21	80.77
			1	2	7.69
			3	1	3.85
			4	1	3.85
			9	1	3.85
			Total	26	100.00

C			D		
Quantidade	Freqüência	Porcentagem	Quantidade	Freqüência	Porcentagem
0	143	58.13	0	6	75.00
1	13	5.28	5	1	12.50
2	12	4.88	6	1	12.50
3	14	5.69	Total	8	100.00
4	6	2.44			
5	9	3.66			
6	5	2.03			
7	6	2.44			
8	4	1.63			
9	4	1.63			
10	2	0.81			
12	3	1.82			
13	1	0.41			
14	3	1.22			
15	1	0.41			
16	2	0.81			
17	1	0.41			
19	1	0.41			
21	1	0.41			
22	1	0.41			
23	2	0.81			
25	1	0.41			
26	1	0.41			
28	2	0.81			
29	1	0.41			
32	1	0.41			
34	1	0.41			
35	1	0.41			
42	1	0.41			
46	1	0.41			
129	1	0.41			
268	1	0.41			
Total	246	100.00			

Tabela A.15. Distribuição do número de siris do gênero *Callinectes ornatus* por Sexo

Sexo	Freqüência	Porcentagem
Fêmeas	41	10.99
Machos	332	89.01
Total	373	100.00

Tabela A.16. Distribuição do número de siris do gênero *Callinectes ornatus* por Maturidade

Maturidade	Freqüência	Porcentagem
Adulto	41	11.02
Jovem	331	88.98
Total	372	100.00

Tabela A.17. Distribuição do número de siris do gênero *Callinectes ornatus* por Condição da Fêmea Adulta

Condição	Freqüência	Porcentagem
Não ovígera	24	100.00
Ovígera	0	0.00
Total	24	100.00

Tabela A.18. Distribuição do número de siris do gênero *Callinectes ornatus* por Muda

Muda	Freqüência	Porcentagem
A	4	1.07
B	40	10.72
C	307	82.31
D	22	5.90
Total	373	100.00

Tabela A.19. Distribuição da Quantidade de *Octolasmis* em siris do gênero *Callinectes ornatus*

Quantidade	Freqüência	Porcentagem
0	328	87.94
1	25	6.70
2	4	1.07
3	5	1.34
4	4	1.07
5	1	0.27
6	2	0.54
8	1	0.27
12	1	0.27
32	1	0.27
49	1	0.27
Total	373	100.00

Tabela A.20. Distribuição da Quantidade de *Carcinonemertes* em siris do gênero *Callinectes ornatus*

Quantidade	Frequência	Porcentagem
0	343	91.96
1	13	3.49
2	8	2.14
3	1	0.27
4	2	0.54
5	3	0.80
8	1	0.27
9	2	0.54
Total	373	100.00

Tabela A.21. Distribuição da Quantidade de *Octolasmis* em siris do gênero *Callinectes ornatus* por Sexo

Fêmeas			Machos		
Quantidade	Frequência	Porcentagem	Quantidade	Frequência	Porcentagem
0	40	97.56	0	288	86.75
1	1	2.44	1	24	7.23
Total	41	100.00	2	4	1.20
			3	5	1.51
			4	4	1.20
			5	1	0.30
			6	2	0.60
			8	1	0.30
			12	1	0.30
			32	1	0.30
			49	1	0.30
			Total	332	100.00

Tabela A.22. Distribuição da Quantidade de *Carcinonemertes* em siris do gênero *Callinectes ornatus* por Sexo

Fêmeas			Machos		
Quantidade	Frequência	Porcentagem	Quantidade	Frequência	Porcentagem
0	38	92.68	0	305	91.87
1	1	2.44	1	12	3.61
3	1	2.44	2	8	2.41
4	1	2.44	4	1	0.30
Total	41	100.00	5	3	0.90
			8	1	0.30

9	2	0.60
Total	332	100.00

Tabela A.23. Distribuição da Quantidade de *Octolasmis* em siris do gênero *Callinectes ornatus* por Maturidade

Jovem			Adulto		
Quantidade	Freqüência	Porcentagem	Quantidade	Freqüência	Porcentagem
0	40	97.56	0	287	86.71
1	1	2.44	1	24	7.25
Total	41	100.00	2	4	1.21
			3	5	1.51
			4	4	1.21
			5	1	0.30
			6	2	0.60
			8	1	0.30
			12	1	0.30
			32	1	0.30
			49	1	0.30
			Total	331	100.00

Tabela A.24. Distribuição da Quantidade de *Carcinonemertes* em siris do gênero *Callinectes ornatus* por Maturidade

Jovem			Adulto		
Quantidade	Freqüência	Porcentagem	Quantidade	Freqüência	Porcentagem
0	38	92.68	0	304	91.84
1	1	2.44	1	12	3.63
2	2	4.88	2	6	1.81
Total	41	100.00	3	1	0.30
			4	2	0.60
			5	3	0.91
			8	1	0.30
			9	2	0.60
			Total	331	100.00

Tabela A.25. Distribuição da Quantidade de *Octolasmis* em siris do gênero *Callinectes ornatus* por Muda

A			B		
Quantidade	Freqüência	Porcentagem	Quantidade	Freqüência	Porcentagem
0	4	100.0	0	40	100.00

C			D		
Quantidade	Freqüência	Porcentagem	Quantidade	Freqüência	Porcentagem
0	265	86.32	0	19	86.36
1	23	7.49	1	2	9.09
2	4	1.30	3	1	4.55
3	4	1.30	Total	22	100.00
4	4	1.30			
5	1	0.33			
6	2	0.65			
8	1	0.33			
12	1	0.33			
32	1	0.33			
49	1	0.33			

Total	307	100.00
-------	-----	--------

Tabela A.26. Distribuição da Quantidade de *Carcinonemertes* em siris do gênero *Callinectes ornatus* por Muda

A			B		
Quantidade	Freqüência	Porcentagem	Quantidade	Freqüência	Porcentagem
0	4	100.0	0	38	95.00
			1	2	5.00
			Total	40	100.00

C			D		
Quantidade	Freqüência	Porcentagem	Quantidade	Freqüência	Porcentagem
0	280	91.21	0	21	95.45
1	11	3.58	4	1	4.55
2	8	2.61	Total	22	100.00
3	1	0.33			
4	1	0.33			
5	3	0.98			
8	1	0.33			
9	2	0.65			
Total	307	100.00			

Tabela A.27. Coeficiente de correlação entre as variáveis Quantidade de *Octolasmis* e Quantidade de *Carcinonemertes* e a variável Largura da Carapaça para os dois gêneros de siris

Gêneros	Variáveis	Coeficiente de correlação entre as variáveis
<i>Callinectes danae</i>	Quantidade de <i>Octolasmis</i> × Largura da Carapaça	0,020
	Quantidade de <i>Carcinonemertes</i> × Largura da Carapaça	0,020
<i>Callinectes ornatus</i>	Quantidade de <i>Octolasmis</i> × Largura da Carapaça	0,039
	Quantidade de <i>Carcinonemertes</i> × Largura da Carapaça	0,017

Tabela A.28. Ocorrência de *Carcinonemertes* na massa de ovos em diferentes estágios

Estágio dos ovos	<i>Carcinonemertes</i>		Total
	Presença	Ausência	
Inicial	21	13	34
Intermediário	4	10	14
Final	15	3	18

Total	40	26	66
-------	----	----	----

Tabela A.29. Freqüência de *Octolasmis* sobre as superfícies hipobranquial e epibranquial das brânquias de 49 siris do gênero *Callinectes danae*

Brânquia	Hipobranquial				Epibranquial			
	Proximal	Medial	Distal	Total	Proximal	Medial	Distal	Total
1	1	0	0	1	1	0	0	1
2	0	1	0	1	2	3	1	6
3	3	8	2	13	0	0	0	0
4	4	5	2	11	2	1	0	3
5	6	6	0	12	2	0	0	2
6	16	1	0	17	3	0	0	3
7	15	0	0	15	0	0	1	1
8	6	1	1	8	0	0	0	0
Total	51	22	5	78	10	4	2	16

Tabela A.30. Densidade de *Octolasmis* sobre as superfícies hipobranquial e epibranquial das brânquias de 49 siris do gênero *Callinectes danae*

Brânquia	Hipobranquial				Epibranquial			
	Proximal	Medial	Distal	Total	Proximal	Medial	Distal	Total
1	0,09	0,00	0,00	0,09	0,09	0,00	0,00	0,09
2	0,00	0,04	0,00	0,04	0,08	0,12	0,04	0,23
3	0,05	0,12	0,03	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,03	0,04	0,02	0,08	0,01	0,01	0,00	0,02
5	0,02	0,03	0,00	0,05	0,01	0,00	0,00	0,01
6	0,09	0,01	0,00	0,10	0,02	0,00	0,00	0,02
7	0,10	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,01	0,01
8	0,04	0,01	0,01	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	0,51	0,24	0,06	0,72	0,21	0,13	0,04	0,38

Tabela A.31. Freqüência de *Carcinonemertes* nas lamelas das brânquias de 89 siris do gênero *Callinectes danae*

Brânquia	Proximal	Medial	Distal	Total
1	2	2	2	6
2	10	6	2	18
3	28	30	4	62
4	112	122	17	251
5	136	137	42	315
6	81	121	38	240
7	44	166	49	259
8	44	68	37	149
Total	457	652	191	1300

Tabela A.32. Densidade de *Carcinonemertes* nas lamelas das brânquias de 89 siris do gênero *Callinectes danae*

Brânquia	Proximal	Medial	Distal	Total
1	0,70	0,69	0,70	2,08
2	1,23	0,74	0,24	2,22
3	0,89	0,95	0,13	1,97
4	0,97	1,05	0,15	2,16
5	0,56	0,56	0,17	1,29
6	0,50	0,75	0,23	1,48
7	0,33	1,25	0,37	1,95
8	0,37	0,56	0,31	1,22
Total	5,52	6,55	2,29	14,36

Tabela A.33. Freqüência de *Octolasmis* sobre as superfícies hipobranquial e epibranquial das brânquias de 40 siris do gênero *Callinectes ornatus*

Brânquia	Hipobranquial				Epibranquial			
	Proximal	Medial	Distal	Total	Proximal	Medial	Distal	Total
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	5	0	6	1	1	0	2
3	12	5	4	21	1	0	0	1
4	6	5	3	14	5	0	0	5
5	15	12	4	31	4	0	0	4
6	24	13	4	41	0	0	0	0
7	12	5	2	19	0	0	0	0
8	1	1	0	2	0	0	0	0
Total	71	46	17	134	11	1	0	12

Tabela A.34. Densidade de *Octolasmis* sobre as superfícies hipobranquial e epibranquial das brânquias de 40 siris do gênero *Callinectes ornatus*

Brânquia	Hipobranquial				Epibranquial			
	Proximal	Medial	Distal	Total	Proximal	Medial	Distal	Total
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,06	0,28	0,00	0,34	0,06	0,06	0,00	0,12
3	0,24	0,10	0,08	0,42	0,02	0,00	0,00	0,02
4	0,06	0,05	0,03	0,14	0,05	0,00	0,00	0,05
5	0,10	0,09	0,03	0,22	0,03	0,00	0,00	0,03
6	0,21	0,12	0,04	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,12	0,05	0,02	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	0,80	0,69	0,19	1,68	0,15	0,06	0,00	0,21

Tabela A.35. Freqüência de *Carcinonemertes* nas lamelas das brânquias de 29 siris do gênero *Callinectes ornatus*

Brânquia	Proximal	Medial	Distal	Total
1	3	1	0	4
2	10	0	1	11
3	3	0	0	3
4	27	3	2	32
5	10	2	0	12
6	3	2	0	5
7	4	1	1	6
8	4	1	2	7
Total	64	10	6	80

Tabela A.36. Densidade de *Carcinonemertes* nas lamelas das branquias de 29 siris do gênero *Callinectes ornatus*

Brânquia	Proximal	Medial	Distal	Total
1	1,44	0,48	0,00	1,91
2	2,22	0,00	0,22	2,44
3	0,13	0,00	0,00	0,13
4	0,37	0,04	0,03	0,44
5	0,07	0,01	0,00	0,09
6	0,03	0,02	0,00	0,05
7	0,05	0,01	0,01	0,07
8	0,06	0,01	0,03	0,10
Total	4,36	0,58	0,29	5,23

Apêndice B

Gráficos

Gráfico B.1. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Octolasmis* para siris do gênero *Callinectes danae*

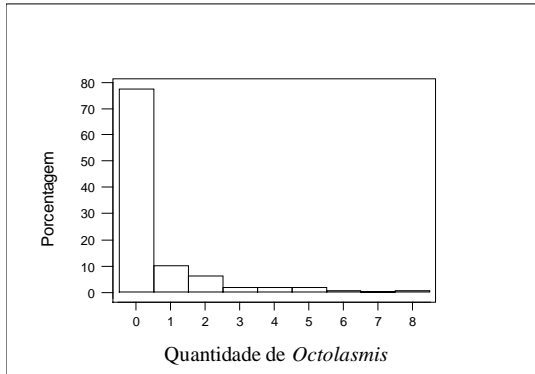


Gráfico B.2. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Carcinonemertes* para siris do gênero *Callinectes danae* (*)

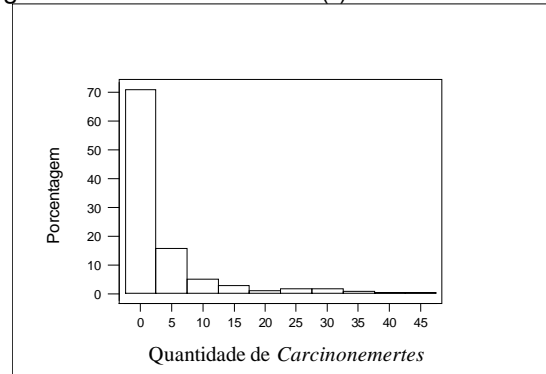


Gráfico B.3. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Octolasmis* para siris fêmeas do gênero *Callinectes danae*

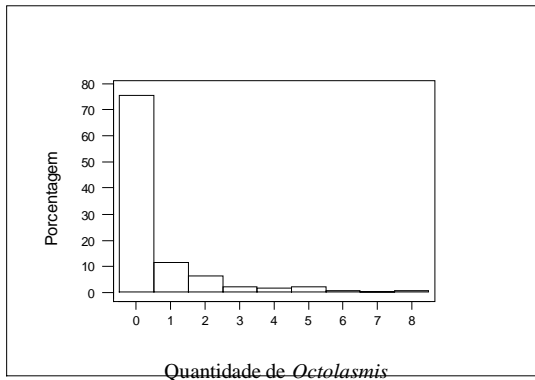


Gráfico B.4. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Octolasmis* para siris machos do gênero *Callinectes danae*

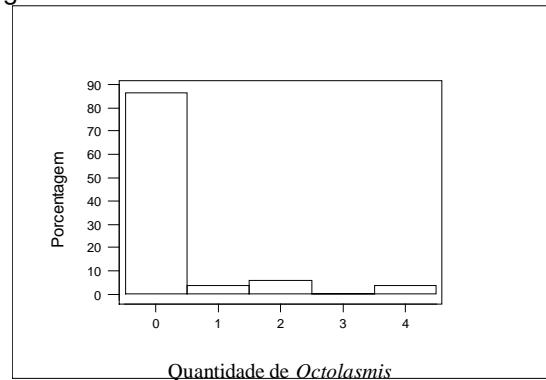


Gráfico B.5. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Carcinonemertes* para siris fêmeas do gênero *Callinectes danae* (*)

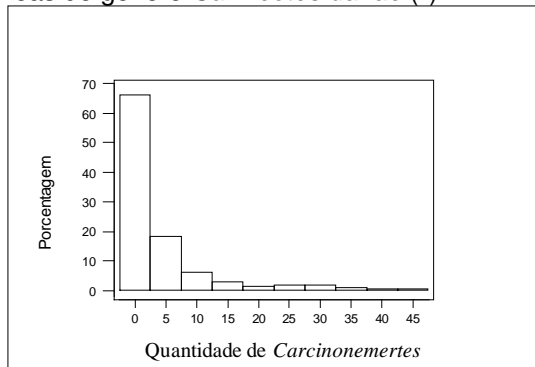
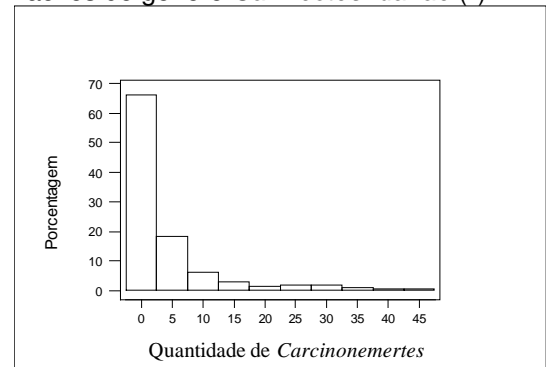


Gráfico B.6. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Carcinonemertes* para siris machos do gênero *Callinectes danae* (*)



(*) gráficos sem os valores observados 129 e 268 da variável Quantidade de *Carcinonemertes*

Gráfico B.7. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Octolasmis* para siris adultos do gênero *Callinectes danae*

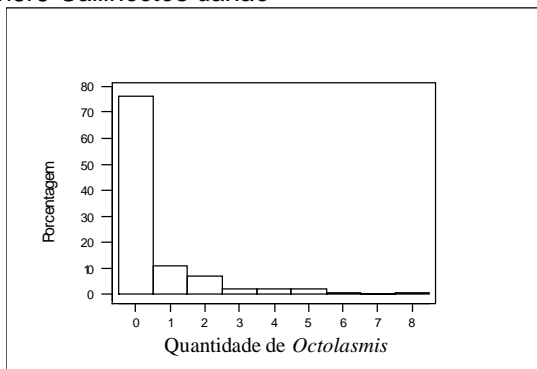


Gráfico B.8. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Carcinonemertes* para siris jovens do gênero *Callinectes danae* (*)

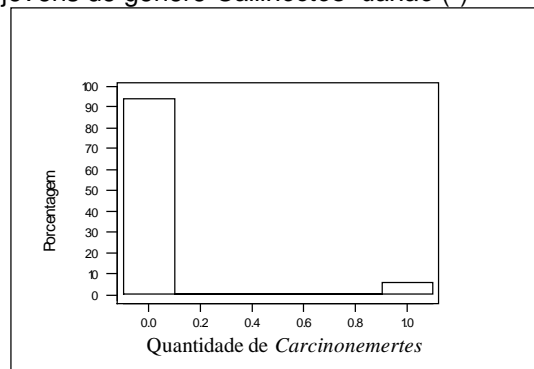


Gráfico B.9. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Carcinonemertes* para siris adultos do gênero *Callinectes danae* (*)

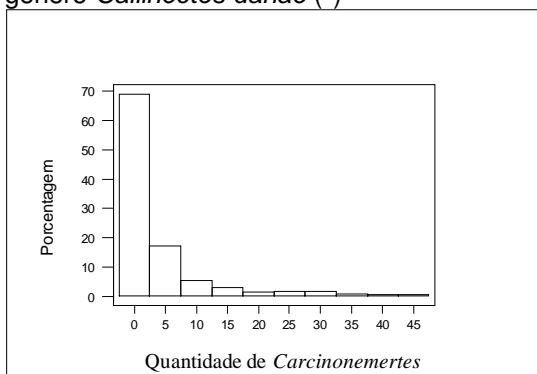


Gráfico B.10. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Octolasmis* para fêmeas adultas não ovígeras do gênero *Callinectes danae*

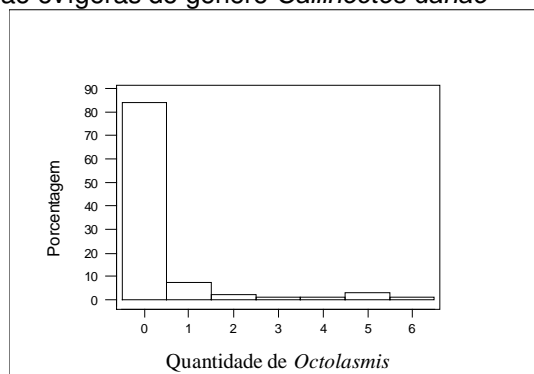


Gráfico B.11. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Octolasmis* para fêmeas adultas ovígeras do gênero *Callinectes danae*

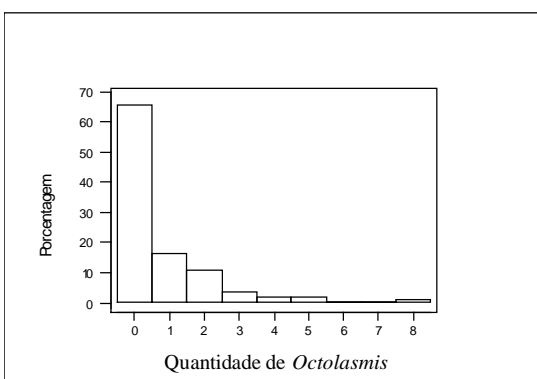
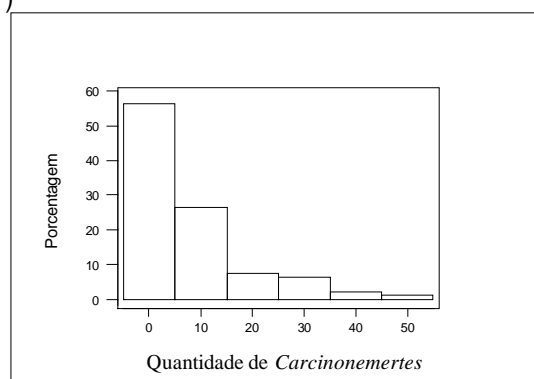


Gráfico B.12. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Carcinonemertes* para fêmeas adultas não ovígeras do gênero *Callinectes danae* (*)



(*) gráficos sem os valores observados 129 e 268 da variável Quantidade de *Carcinonemertes*

Gráfico B.13. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Carcinonemertes* para fêmeas adultas ovígeras do gênero *Callinectes danae* (*)

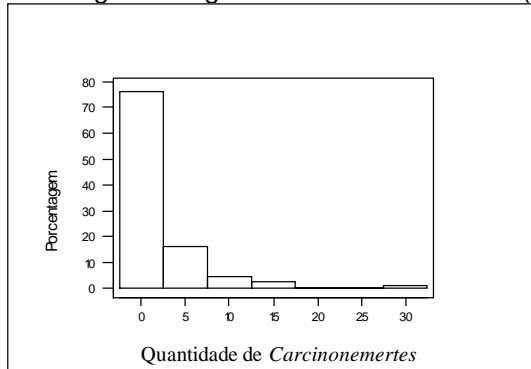


Gráfico B.14. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Octolasmis* para siris do gênero *Callinectes danae* na Pós-muda final

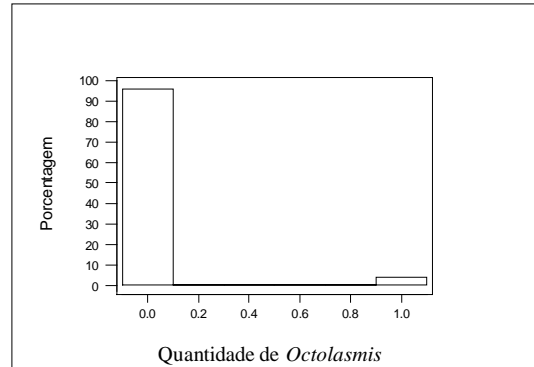


Gráfico B.15. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Octolasmis* para siris do gênero *Callinectes danae* na Intermuda

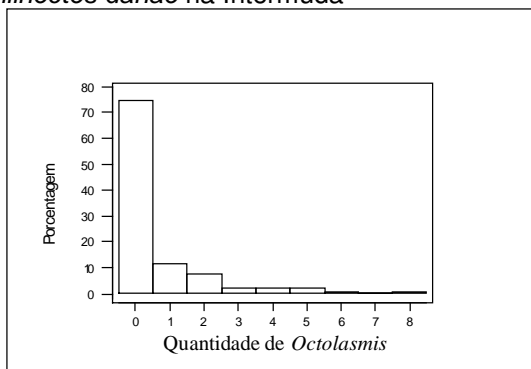


Gráfico B.16. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Carcinonemertes* para siris do gênero *Callinectes danae* na Pós-muda final(*)

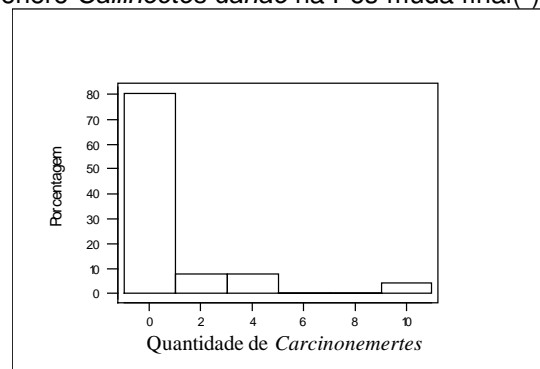


Gráfico B.17. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Carcinonemertes* para siris do gênero *Callinectes danae* na Intermuda (*)

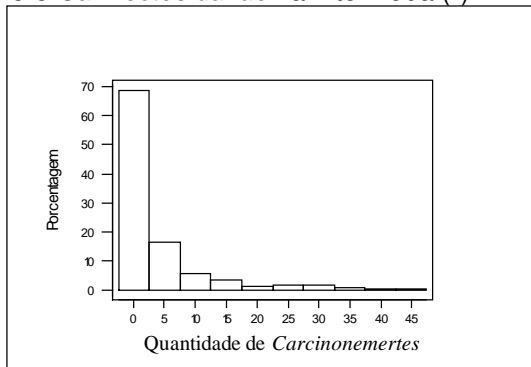
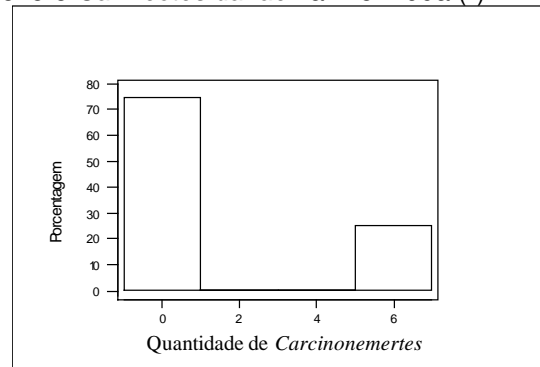


Gráfico B.18. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Carcinonemertes* para siris do gênero *Callinectes danae* na Pré-muda (*)



(*) gráficos sem os valores observados 129 e 268 da variável Quantidade de *Carcinonemertes*

Gráfico B.19. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Octolasmis* para siris do gênero *Callinectes ornatus*

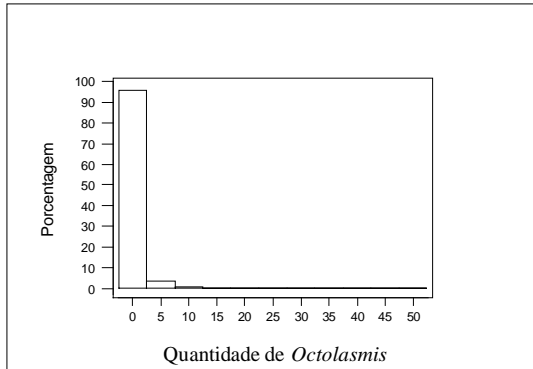


Gráfico B.20. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Carcinonemertes* para siris do gênero *Callinectes ornatus*

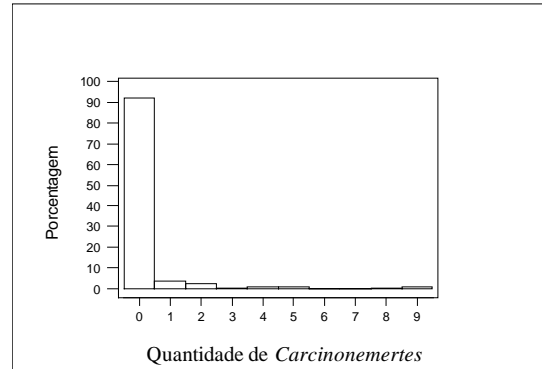


Gráfico B.21. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Octolasmis* para siris fêmeas do gênero *Callinectes ornatus*

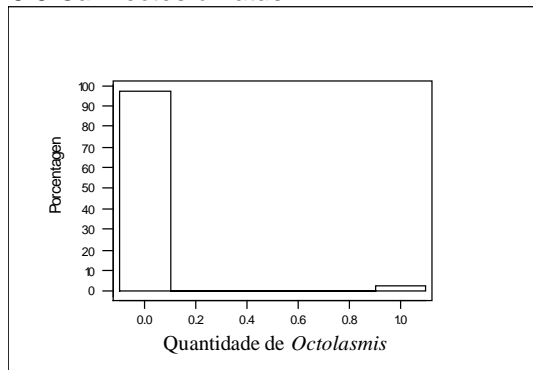


Gráfico B.22. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Octolasmis* para siris machos do gênero *Callinectes ornatus*

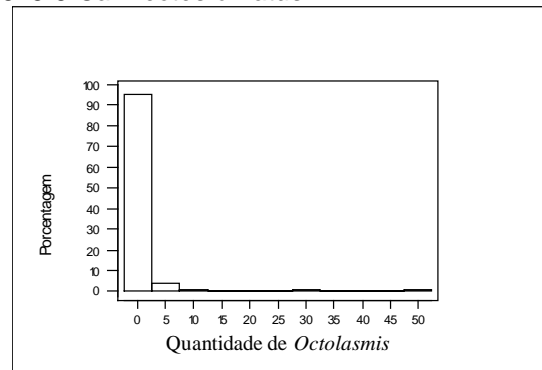


Gráfico B.23. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Carcinonemertes* para siris fêmeas do gênero *Callinectes ornatus*

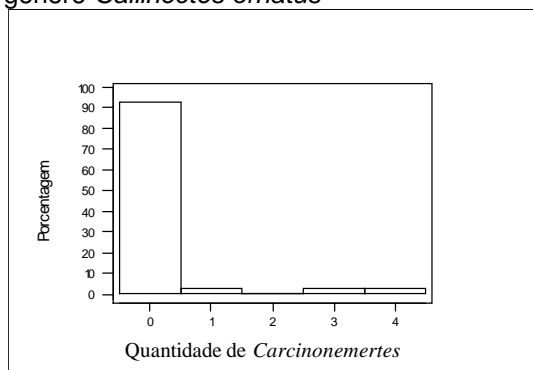


Gráfico B.24. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Carcinonemertes* para siris machos do gênero *Callinectes ornatus*

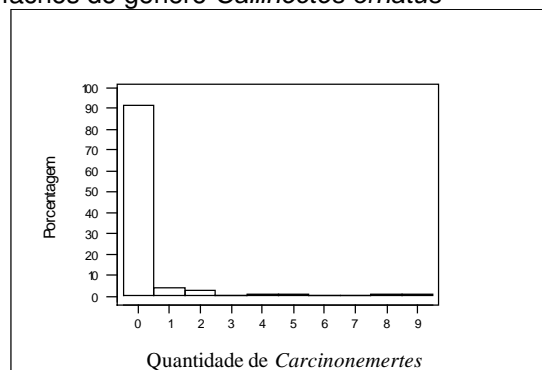


Gráfico B.25. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Octolasmis* para siris jovens do gênero *Callinectes ornatus*

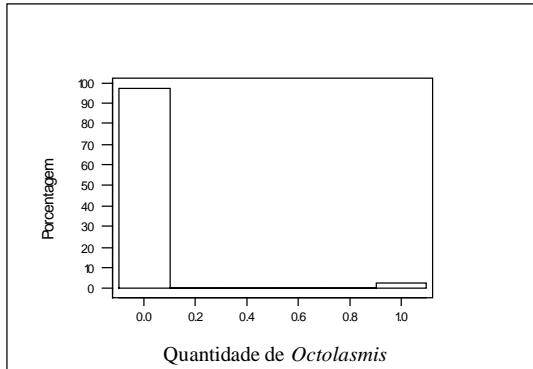


Gráfico B.26. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Octolasmis* para siris adultos do gênero *Callinectes ornatus*

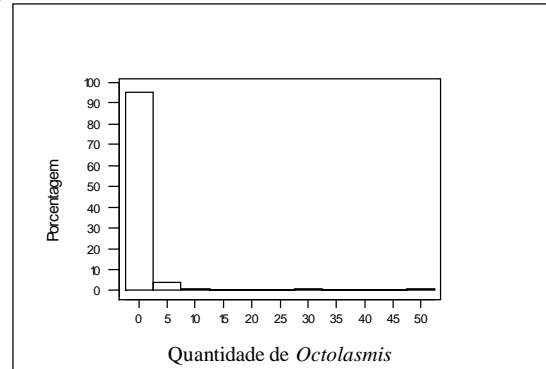


Gráfico B.27. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Carcinonemertes* para siris jovens do gênero *Callinectes ornatus*

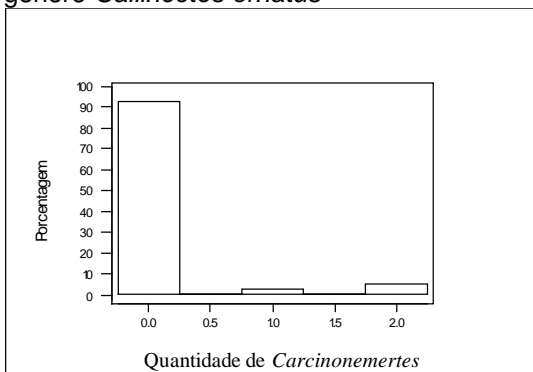


Gráfico B.28. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Carcinonemertes* para siris adultos do gênero *Callinectes ornatus*

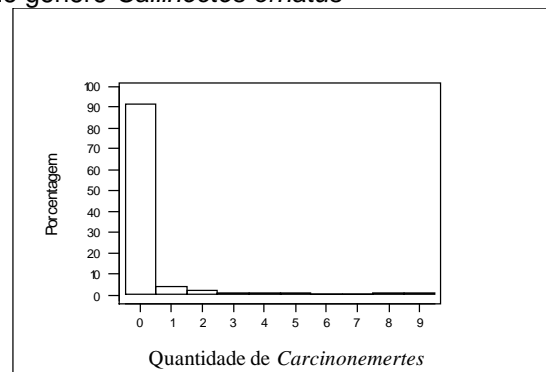


Gráfico B.29. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Octolasmis* para siris do gênero *Callinectes ornatus* na Intermuda

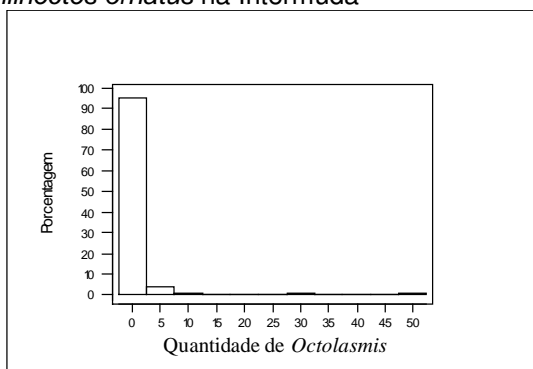


Gráfico B.30. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Octolasmis* para siris do gênero *Callinectes ornatus* na Pré-muda

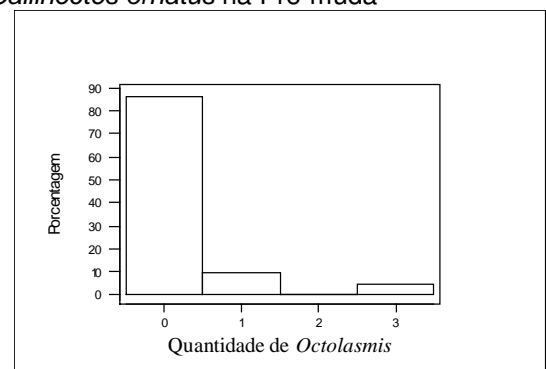


Gráfico B.31. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Carcinonemertes* para siris do gênero *Callinectes ornatus* na Pós muda final

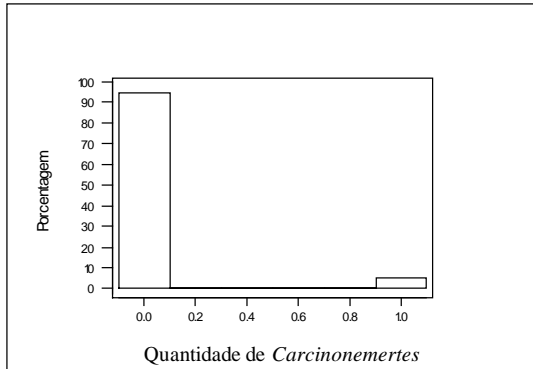


Gráfico B.32. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Carcinonemertes* para siris do gênero *Callinectes ornatus* na Intermuda

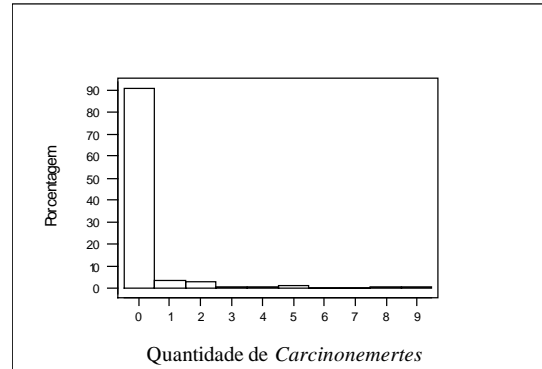


Gráfico B.33. Gráfico de barras da variável Quantidade de *Carcinonemertes* para siris do gênero *Callinectes ornatus* na Pré-muda

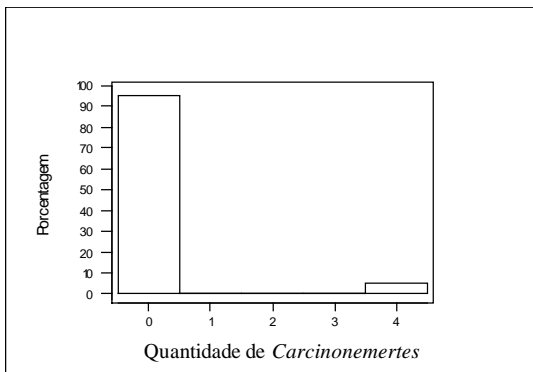


Gráfico B.34. Diagrama de dispersão da variável Quantidade de *Octolasmis* em função da variável Largura da Carapaça para siris do gênero *Callinectes danae*

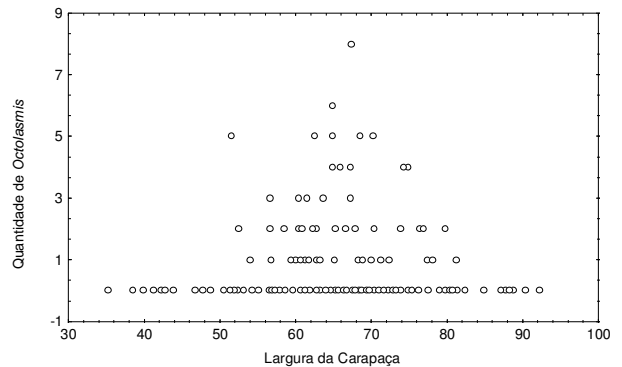


Gráfico B.35. Diagrama de dispersão da variável Quantidade de *Carcinonemertes* em função da variável Largura da Carapaça para siris do gênero *Callinectes danae*

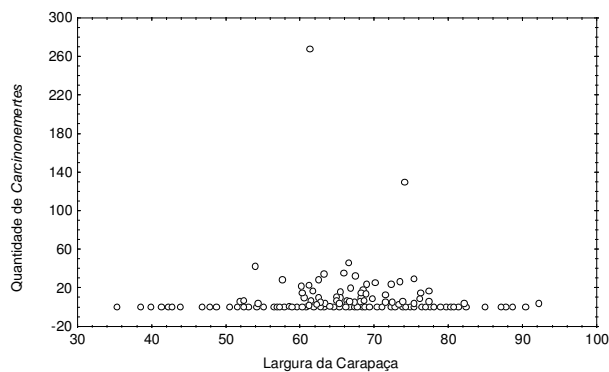


Gráfico B.36. Diagrama de dispersão da variável Quantidade de *Octolasmis* em função da variável Largura da Carapaça para siris do gênero *Callinectes ornatus*

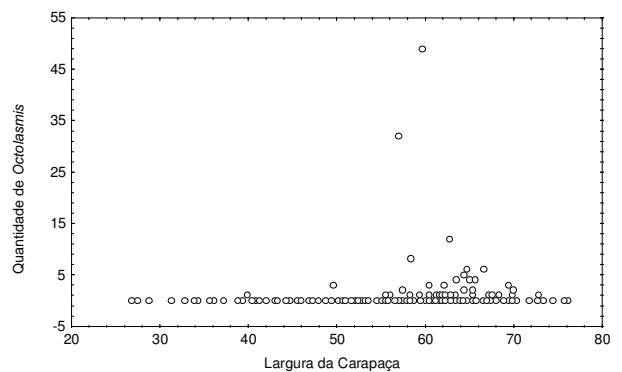
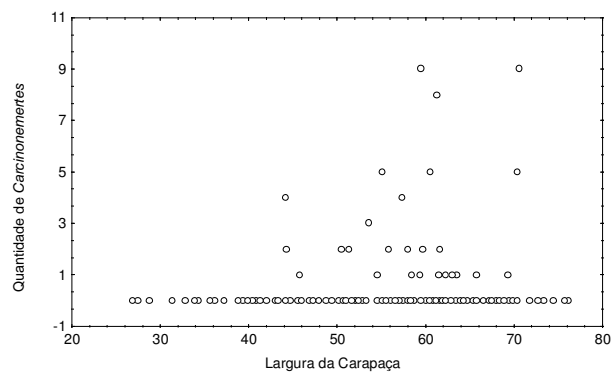


Gráfico B.37. Diagrama de dispersão da variável Quantidade de *Carcinonemertes* em função da variável Largura da Carapaça para siris do gênero *Callinectes ornatus*



Apêndice C

Tabelas com Medidas Descritivas

Tabela C.1. Medidas descritivas para Quantidade de *Octolasmis* e Quantidade de *Carcinonemertes* de siris do gênero *Callinectes danae*

	tamanho da amostra	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	1º Quartil	3º Quartil	DP
Quantidade de <i>Octolasmis</i>	286	0.49	0.00	0.00	8.00	0.00	0.00	1.16
Quantidade de <i>Carcinonemertes</i>	281	4.70	0.00	0.00	268.00	0.00	3.00	18.87

DP - desvio padrão

Tabela C.2. Medidas descritivas para Quantidade de *Octolasmis* e Quantidade de *Carcinonemertes* de siris do gênero *Callinectes ornatus*

	tamanho da amostra	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	1º Quartil	3º Quartil	DP
Quantidade de <i>Octolasmis</i>	373	0.49	0.00	0.00	49.00	0.00	0.00	3.19
Quantidade de <i>Carcinonemertes</i>	373	0.22	0.00	0.00	9.00	0.00	0.00	0.99

DP - desvio padrão

Tabela C.3. Médias e desvios padrão para Quantidade de *Octolasmis* e Quantidade de *Carcinonemertes* de siris do gênero *Callinectes danae* por Sexo

Sexo	Quantidade de <i>Octolasmis</i>		Quantidade de <i>Carcinonemertes</i>	
	Média	DP	Média	DP
Fêmeas	0.53	1.21	5.66	20.77
Machos	0.31	0.90	0.52	2.13
Total	0.49	1.16	4.71	18.87

Tabela C.4. Médias e desvios padrão para Quantidade de *Octolasmis* e Quantidade de *Carcinonemertes* de siris do gênero *Callinectes danae* por Maturidade

Maturidade	Quantidade de <i>Octolasmis</i>		Quantidade de <i>Carcinonemertes</i>	
	Média	DP	Média	DP
jovem	0.00	0.00	0.06	0.24
adulto	0.52	1.19	5.02	19.47
Total	0.49	1.16	4.71	18.87

Tabela C.5. Médias e desvios padrão para Quantidade de *Octolasmis* e Quantidade de *Carcinonemertes* de siris do gênero *Callinectes danae* por Condição da Fêmea Adulta

Condição	Quantidade de <i>Octolasmis</i>		Quantidade de <i>Carcinonemertes</i>	
	Média	DP	Média	DP
não ovígera	0.39	1.17	10.75	30.63
ovígera	0.68	1.27	1.94	4.02
Total	0.55	1.23	5.9	21.25

Tabela C.6. Médias e desvios padrão para Quantidade de *Octolasmis* e Quantidade de *Carcinonemertes* de siris do gênero *Callinectes danae* por Muda

Muda	Quantidade de <i>Octolasmis</i>		Quantidade de <i>Carcinonemertes</i>	
	Média	DP	Média	DP
A	0.00	-	0.00	-
B	0.04	0.19	0.69	1.96
C	0.55	1.22	5.26	20.10
D	0.00	0.00	1.38	2.56
Total	0.49	1.16	4.71	18.87

Tabela C.7. Médias e desvios padrão para Quantidade de *Octolasmis* e Quantidade de *Carcinonemertes* de siris do gênero *Callinectes ornatus* por Sexo

Sexo	Quantidade de <i>Octolasmis</i>		Quantidade de <i>Carcinonemertes</i>	
	Média	DP	Média	DP
Fêmeas	0.02	0.16	0.19	0.78
Machos	0.55	3.38	0.22	1.02
Total	0.49	3.19	0.22	0.99

Tabela C.8. Médias e desvios padrão para Quantidade de *Octolasmis* e Quantidade de *Carcinonemertes* de siris do gênero *Callinectes ornatus* por Maturidade

Maturidade	Quantidade de <i>Octolasmis</i>		Quantidade de <i>Carcinonemertes</i>	
	Média	DP	Média	DP
jovem	0.02	0.16	0.12	0.46
adulto	0.55	3.38	0.23	1.05
Total	0.49	3.19	0.22	0.99

Tabela C.9. Médias e desvios padrão para Quantidade de *Octolasmis* e Quantidade de *Carcinonemertes* de siris do gênero *Callinectes ornatus* por Muda

Muda	Quantidade de <i>Octolasmis</i>		Quantidade de <i>Carcinonemertes</i>	
	Média	DP	Média	DP
A	0.00	0.00	0.00	0.00
B	0.00	0.00	0.05	0.22
C	0.57	3.50	0.24	1.07
D	0.22	0.68	0.18	0.85
Total	0.49	3.19	0.22	0.99

Apêndice D

Modelos Lineares Generalizados

A teoria de modelos lineares generalizados (MLG) engloba um grande número de métodos estatísticos e dispõe de um algoritmo único de ajuste de modelos. Entre os métodos abrangidos pelos MLGs, destacam-se: (i) os modelos clássicos de regressão linear com erro normal; (ii) os modelos log-lineares para dados em forma de contagens dispostos em tabelas de contingência; (iii) os modelos logísticos lineares e modelos probito para análise de proporções.

O sistema GLIM (Generalized Linear Interactive Modelling) foi desenvolvido para o ajuste de dados via os MLGs e pode ser ainda utilizado para ajuste de outros modelos.

Os MLGs são definidos por um conjunto de variáveis aleatórias independentes, Y_1, \dots, Y_n , com valor esperado $\mu_l = E(Y_l)$, $l = 1, \dots, n$, tendo distribuição da família exponencial e uma estrutura linear nos parâmetros relacionada à média da variável resposta através de uma função monótona e diferenciável, chamada função de ligação.

A estrutura linear dos parâmetros é produzida pelas variáveis auxiliares X_j , $j = 1, \dots, p-1$, (independentes), através da função de ligação

$$g(\mu_l) = \beta_0 + \beta_1 X_{1l} + \dots + \beta_{p-1} X_{(p-1)l} \quad (D.1)$$

para $l = 1, \dots, n$, onde $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{p-1}$ é um conjunto de p parâmetros desconhecidos.

Além disso, nesta metodologia de análise (MLG), a variância das observações pode não ser constante, e sim função da média. As distribuições normal, Poisson, binomial, gama e normal inversa são casos específicos de MLGs.

Por exemplo, considerando que as variáveis Y_l seguem uma distribuição de Poisson, para a função da média $\mu_l = e^{\beta_0 + \beta_1 X_{1l} + \dots + \beta_{p-1} X_{(p-1)l}}$, temos que a função de ligação é

$$g(\mu_l) = \log_e(\mu_l) = \beta_0 + \beta_1 X_{1l} + \dots + \beta_{p-1} X_{(p-1)l}.$$

Para testarmos a hipótese

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_q = 0, \text{ com } q < p - 1,$$

contra a alternativa de que pelo menos um destes coeficientes é diferente de zero, utilizamos a estatística

$$F = \frac{\frac{D_r - D_c}{q}}{\frac{D_c}{n - p}}.$$

onde D_r e D_c são, respectivamente, os “deviance” do modelo reduzido sob H_0 ($g(\mu_i) = \beta_0 + \beta_{(q+1)} X_{(q+1)i} + \dots + \beta_{p-1} X_{(p-1)i}$) e do modelo completo (D.1).

O “deviance” de um particular modelo é definido como

$$D = 2 \{ L(y, y) - L(\hat{\mu}, y) \},$$

onde L é o logaritmo da função de verossimilhança, y corresponde ao vetor n dimensional de dados observados e $\hat{\mu}$ o estimador de máxima verossimilhança associado ao modelo.

Verifica-se que, sob H_0 , a estatística F tem distribuição assintótica F de Snedecor com q e $n - p$ graus de liberdade no numerador e denominador, respectivamente.

O ajuste de um particular modelo é testado a partir de seu “deviance”. Rejeitamos (ao nível α) a hipótese de ajuste se $D \geq a$, onde a é o quantil de ordem $1 - \alpha$ da distribuição χ^2 com $n - p$ graus de liberdade, para um modelo com $p - 1$ variáveis independentes.

A análise de resíduos deste ajuste é feita a partir de resíduos específicos, por exemplo, o resíduo de Pearson (McCullagh e Nelder, 1989), definido como:

$$r_p = \frac{\text{valores observados} - \text{valores ajustados}}{\sqrt{\text{var iância estimada}}}$$

Apêndice E

Tabelas para os Modelos

Tabela E.1. Estimativas e erros padrão para os parâmetros do modelo para *Octolasmis* da espécie *Callinectes ornatus*

Parâmetro	Estimativa	Erro padrão
Intercepto	-27.049	83.049
Sexo	-18.010	95.397
Maturidade	-9.702	14.938
Largura da Carapaça	0.914	0.399
Quadrado da Largura da Carapaça	-0.007	0.003
M ₁	-8.613	88.200
M ₂	-1.160	82.392
M ₃	-6.195	84.935
SM	14.960	18.850
SM ₁	17.400	99.780
SM ₂	10.005	94.684
SM ₃	6.930	97.725

Tabela E.2. Estimativas e erros padrão para os parâmetros do modelo para Quantidade de *Carcinonemertes* da espécie *Callinectes ornatus*

Parâmetro	Estimativa	Erro padrão
Intercepto	-21.895	49.607
Sexo	-0.265	56.732
Maturidade	-0.205	1.376
Largura da Carapaça	0.481	0.261
Quadrado da Largura da Carapaça	-0.004	0.002
M ₁	-0.616	69.524
M ₂	6.692	49.155
M ₃	-0.522	51.439
SM	-0.526	1.308
SM ₁	0.630	75.924
SM ₂	0.714	56.716
SM ₃	6.695	58.710

Tabela E.3. Estimativas e erros padrão dos parâmetros do modelo para Quantidade de *Octolasmis* da espécie *Callinectes danae*

Parâmetro	Estimativa	Erro padrão
Intercepto	-12.967	35.070
Sexo	1.209	48.521
Maturidade	5.119	22.611
Condição da Fêmea Adulta	0.392	0.211
Largura da Carapaça	0.155	0.178
Quadrado da Largura da Carapaça	0.001	0.001
M ₂	-0.674	38.790
M ₃	0.352	41.429
SM	-1.111	28.103
SM ₂	0.198	39.557
SM ₃	-5.415	42.326
MM2	2.834	28.119
MM3	-5.709	50.193

Tabela E.4. Estimativas e erros padrão dos parâmetros do modelo para Quantidade de *Carcinonemertes* da espécie *Callinectes danae*

Parâmetro	Estimativa	Erro padrão
Intercepto	-12.004	13.139
Sexo	2.122	10.987
Maturidade	13.262	7.033
Condição da Fêmea Adulta	-1.435	0.08
Largura da Carapaça	0.162	0.120
Quadrado da Largura da Carapaça	-0.001	0.001
M ₂	-0.564	13.600
M ₃	-8.860	14.613
SM	-10.543	4.757
SM ₂	4.035	9.910
SM ₃	7.505	9.921
MM2	-6.095	5.306
MM3	-7.197	14.612

Apêndice F

Gráficos de Resíduos

Gráfico F.1. Resíduos de Pearson x valores ajustados para o modelo selecionado de Quantidade de *Octolasmis* para a espécie *Callinectes ornatus*

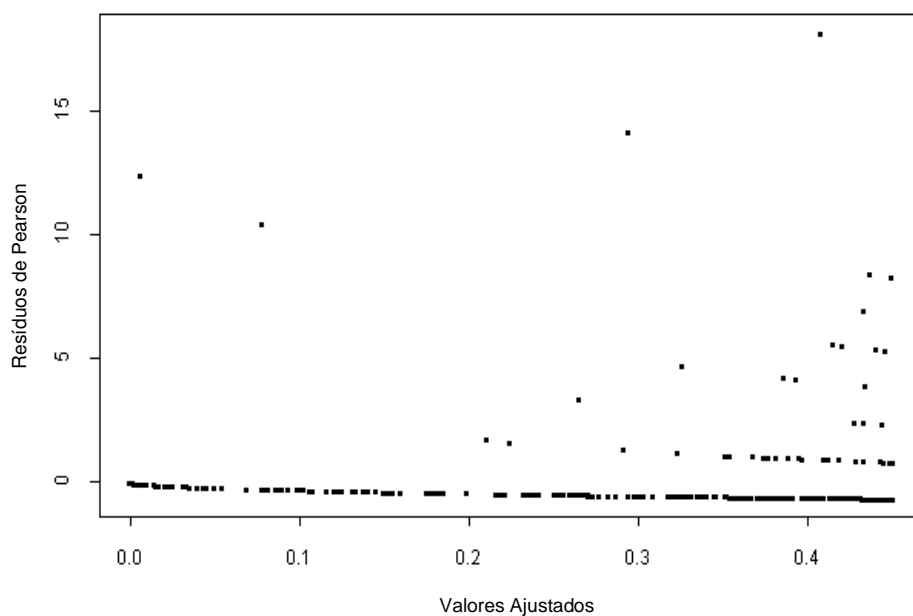


Gráfico F.2. Resíduos de Pearson x valores ajustados para o modelo selecionado de Quantidade de *Carcinonemertes* para a espécie *Callinectes ornatus*

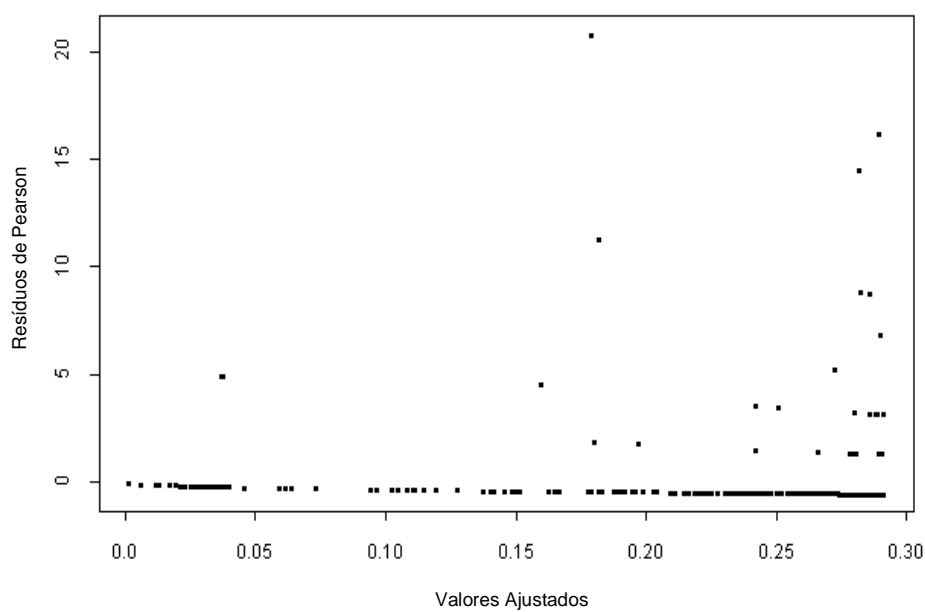


Gráfico F.3. Resíduos de Pearson x valores ajustados para o modelo selecionado de Quantidade de *Octolasmis* para a espécie *Callinectes danae*

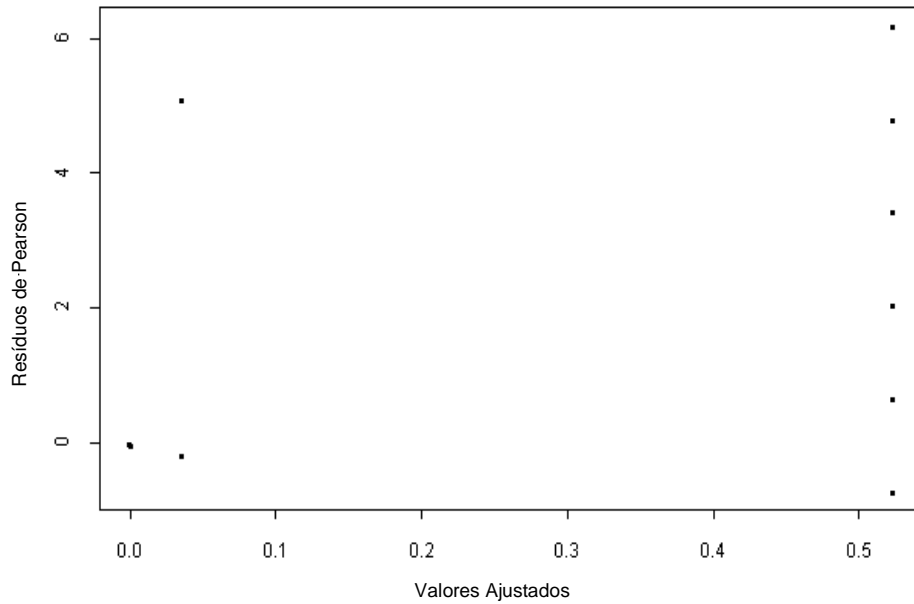
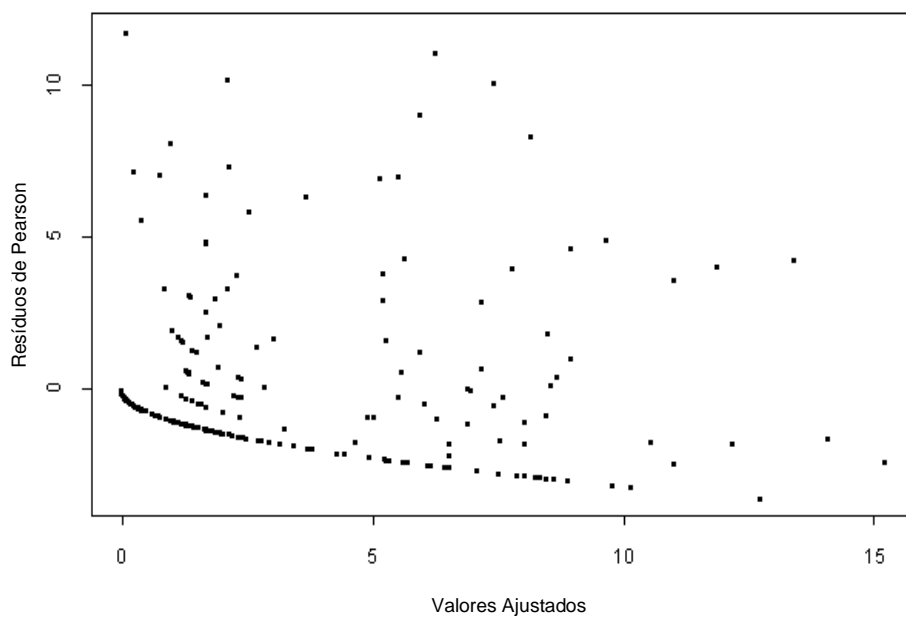


Gráfico F.4. Resíduos de Pearson x valores ajustados para o modelo selecionado de Quantidade de *Carcinonemertes* para a espécie *Callinectes danae*



Apêndice G

Tabelas para o Teste de Aderência

Tabela G.1. Valores observados e esperados de *Octolasmis* para as brânquias de siris da espécie *Callinectes danae*

Brânquia	Valores observados	Valores esperados
1	1	0.900
2	1	2.100
3	13	5.025
4	11	11.325
5	12	18.375
6	17	13.800
7	15	13.125
8	8	11.850

Tabela G.2. Valores observados e esperados de *Carcinonemertes* para as brânquias de siris da espécie *Callinectes danae*

Brânquia	Posições					
	Proximal		Medial		Distal	
	Valores observados	Valores esperados	Valores observados	Valores esperados	Valores observados	Valores esperados
1	2	1.509	2	2.225	3	2,351
2	9	4.254	5	6.272	6	6,628
3	27	16.529	29	24.370	31	25,754
4	105	60.751	120	89.572	108	94,658
5	129	128.448	132	189.386	154	200,140
6	75	85.054	117	125.405	130	132,526
7	43	69.646	163	102.688	161	108,518
8	40	63.810	66	94.083	77	99,425

Tabela G.3. Valores observados e esperados de *Octolasmis* para as brânquias de siris da espécie *Callinectes ornatus*

Brânquia	Valores observados	Valores esperados
1	0	0.962
2	1	1.888
3	9	5.265
4	9	10.509
5	14	14.935
6	20	11.946
7	12	11.095
8	2	10.400

Tabela G.4. Valores observados e esperados de *Carcinonemertes* para as brânquias de siris da espécie *Callinectes ornatus*

Brânquia	Valores observados	Valores esperados
1	3	0.274
2	7	0.592
3	3	3.116
4	24	9.555
5	8	17.996
6	5	11.654
7	6	10.169
8	7	9.644