

# ASPECTOS REPRODUTIVOS DE MEXILHÕES (BIVALVIA, MOLLUSCA) NO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ, PARANÁ, BRASIL

Susete Wambier CHRISTO <sup>1</sup>; Augusto Luiz FERREIRA-JR <sup>2</sup>; Theresinha Monteiro ABSHER <sup>3</sup>

## RESUMO

Este trabalho teve como finalidade estudar o período reprodutivo dos mariscos (*Mytella guyanensis* e *Mytella charruana*) no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP). Foram coletados mensalmente 30 indivíduos adultos de cada espécie durante agosto de 1999 a julho de 2000. Os indivíduos foram mensurados, pesados e abertos mecanicamente pela secção dos músculos adutores. Posteriormente foram identificados o sexo e o estágio reprodutivo. Calculados os índices de condição (IC) e o rendimento da carne (R). Os dados do IC indicaram média de 13,25% ( $\pm 6,95$ ) para *M. guyanensis* e de 17,65% ( $\pm 12,11$ ) para *M. charruana*. Para o R, observou-se média de 43,68% ( $\pm 10,15$ ) para *M. guyanensis* e de 51,22% ( $\pm 8,64$ ) para *M. charruana*. Os estudos da reprodução permitem concluir que a eliminação de gametas ocorre parcialmente para as duas espécies, com dois períodos mais elevados de desova no ano.

**Palavras-chave:** *Mytella guyanensis*; *Mytella charruana*; índice de condição; rendimento da carne; reprodução.

## REPRODUCTIVE ASPECTS OF MUSSELS (BIVALVIA, MOLLUSCA) IN THE PARANAGUÁ ESTUARINE COMPLEX, PARANÁ, BRAZIL

## ABSTRACT

The objective of this work was to study the reproductive period of the shellfishes (*Mytella guyanensis* and *Mytella charruana*) in the Paranaguá Estuarine Complex (CEP). Thirty adult individuals of each species were collected monthly during August/1999 to July/2000. The organisms were measured, weighed and opened mechanically by sectioning the adductor muscles. Sex identification and reproductive stage were evaluated and the condition (IC) and meat yield (MY) indexes were calculated. IC results indicated annual average of 13.25% ( $\pm 6.95$ ) for *M. guyanensis* and of 17.65% ( $\pm 12.11$ ) for *M. charruana*. For R, average of 43.68% ( $\pm 10.15$ ) was observed for *M. guyanensis* and of 51.22% ( $\pm 8.64$ ) for *M. charruana*. Results of the reproductive studies allow to conclude that the gametes elimination occurs partially for the two species, with two higher periods of spawning in the year.

**Key words:** *Mytella guyanensis*; *Mytella charruana*; condition index; meat yield; reproduction.

**Nota científica: Recebido em 22/02/2016 – Aprovado em 27/11/2016**

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Departamento de Biologia Geral. Av. Carlos Cavalcante, 4748 – Uvaranas – CEP: 84030-900 – Ponta Grossa – Paraná – Brasil. e-mail: swchristo@hotmail.com (autor correspondente)

<sup>2</sup> Pesquisador colaborador da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Departamento de Biologia Geral. Av. Carlos Cavalcante, 4748 – Uvaranas – CEP: 84030-900 – Ponta Grossa – Paraná – Brasil. e-mail: augustolferreirajr@gmail.com

<sup>3</sup> Universidade Federal do Paraná (UFPR). Av. Beira Mar, s/n – Pontal do Sul – CEP: 83255-000 – Pontal do Paraná – PR – Brasil. e-mail: tmabsheer@ufpr.br

## INTRODUÇÃO

A maricultura geralmente está associada à finalidade de comercialização. Atualmente, as várias pesquisas realizadas sobre este assunto vêm contribuindo para um melhor conhecimento do aproveitamento e exploração dos recursos marinhos, principalmente em regiões onde a procura de novas fontes de alimento vem aumentando (CAVALLI e FERREIRA, 2010). Moluscos bivalves são mundialmente procurados pelo seu sabor, facilidade de captura e preparo, podendo até mesmo serem ingeridos "*in natura*" (WAKAMATSU, 1975; ANACLETO *et al.*, 2010). Dentre as espécies de moluscos cultivados no mundo, os mexilhões representam 14,3% desta produção, sendo que as espécies cultivadas da família Mytilidae representam aproximadamente 1.700.000 toneladas por ano (LOVATELLI *et al.*, 2008; FAO, 2014). No Brasil, encontramos diversas espécies desta família como *Perna perna* (LINNAEUS, 1758), *Mytilus edulis* LINNAEUS, 1758, *Modiolus carvalhoi* (KLAPPENBACH, 1966), *Brachidontes exustus* (LINNAEUS, 1758), *Mytella charruana* (D'ORBIGNY, 1842) e *Mytella guyanensis* (LAMARCK, 1819), (RIOS, 2009).

O estudo da reprodução de espécies nativas é importante para fornecer informações sobre maturação gonadal, época de desova, estimativas do período larval e fixação de larvas (ABSHER, 1989). Entre os vários métodos empregados para melhor determinar a época reprodutiva de moluscos marinhos está o índice de condição que é associado às fases de maturação sexual dos organismos, onde envolve uma grande demanda de glicogênio necessária ao desenvolvimento gonadal; este acúmulo de gametas é caracterizado como aspecto "gordo" do molusco (ABSHER, 1989; LENZ e BOEHS, 2011). Outro método utilizado é o índice de rendimento da carne. Além de descrever o período reprodutivo, este método é utilizado em sistemas de cultivo, pois indica a melhor época para a colheita e melhor aproveitamento da produção da carne destes organismos (ABSHER e CHRISTO, 1993). Para os processos reprodutivos, deve-se considerar também fatores abióticos, especialmente a temperatura que influencia diretamente a maturação sexual de organismos marinhos que habitam regiões tropicais, onde a gametogênese ocorre ao longo de todo o ano, com picos de

desova anual, coincidindo com a elevação da temperatura da água na primavera (ABSHER, 1989; BOEHS-SILVA e ABSHER, 1996; BOEHS *et al.*, 2008).

Dentre os bivalves comestíveis explorados no litoral do Paraná, destacam-se, além da ostra, *Mytella guyanensis* e *Mytella charruana*, conhecidos pela população costeira como "sururu" e "bacucu", respectivamente. Estudos sobre as características morfológicas, reprodutivas e ecologia poderiam contribuir para subsidiar a gestão dos estoques naturais (ABSHER, 1989; GIL *et al.*, 2007), especialmente no litoral paranaense onde os estudos são escassos e a exploração dos recursos marinhos são um atrativo para a população litorânea.

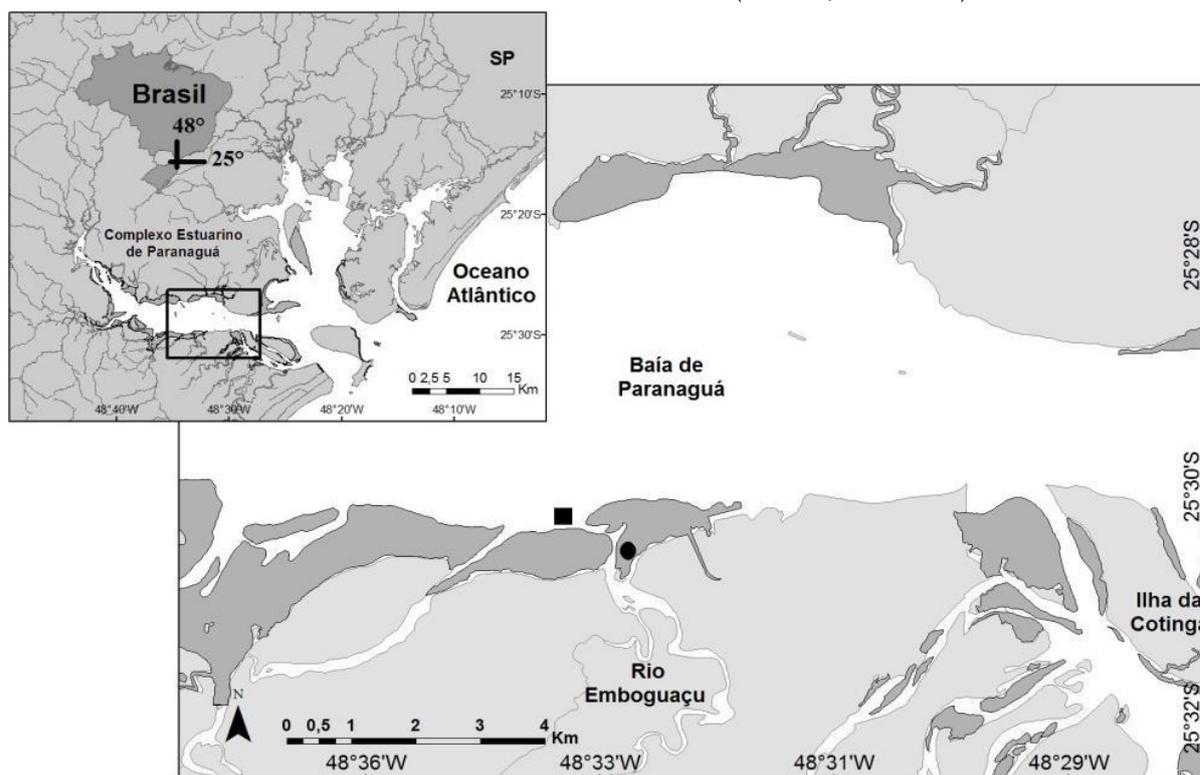
Estas espécies distribuem-se do México à Argentina (RIOS, 2009), habitam ambientes estuarinos (PEREIRA *et al.*, 2003) e apresentam alto índice de sobrevivência quando expostos a grandes variações de salinidade (ONODERA, 2012). São consumidos como alimento em toda costa brasileira, pois constituem importante fonte de proteína (FREITAS *et al.*, 2012). As espécies do gênero *Mytella* despontam como uma fonte promissora de cultivo devido à crescente demanda por mariscos no mercado consumidor (PEREIRA *et al.*, 2003; FREITAS *et al.*, 2012), porém, a "catação" é feita sem controle e não se tem registros estatísticos sobre a exploração de mexilhões, assim como de outros moluscos no litoral paranaense. Além disto, pouco se sabe sobre aspectos reprodutivos das espécies do gênero *Mytella*, como período reprodutivo e proporção sexual. Portanto, este trabalho teve como objetivo estudar aspectos reprodutivos dos mariscos (*Mytella guyanensis* e *Mytella charruana*) na Baía de Paranaguá e relacioná-los aos parâmetros ambientais (temperatura e salinidade da água do mar).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) é o maior sistema estuarino do estado do Paraná. A leste, o complexo sofre influência do oceano através das barras Norte e Galheta; a Sueste é circundado por bacias hidrográficas com cerca de

3.361 km<sup>2</sup>. A Baía de Paranaguá (23°14'S - 48°10'W a 25°35'S - 48°45'W) é um dos cinco setores estuarinos do CEP e se caracteriza por vários rios desaguando em sua área (NOERNBERG *et al.*, 2006). Associados a sua foz, estes rios possuem extensas áreas de planícies entre marés e manguezais (NOERNBERG *et al.*, 2006), sendo o rio Emboguaçu, o local onde foram realizadas as coletas (Figura 1).



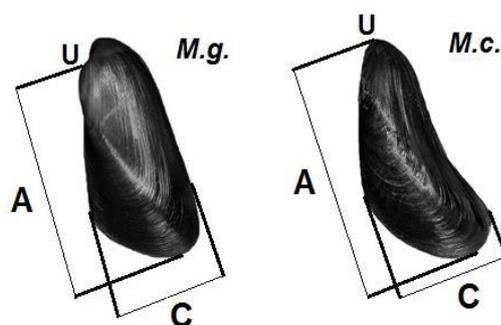
**Figura 1.** Localização da área de estudo e pontos de coleta no rio Emboguaçu, Complexo Estuarino de Paranaguá - Paraná. ● - *Mytella guyanensis* (M.g.); ■ - *Mytella charruana* (M.c.).

Os indivíduos coletados manualmente foram levados para o Laboratório de Cultivo de Moluscos do Centro de Estudos do Mar - UFPR, onde foram mensurados utilizando um

### Metodologia

No período de agosto de 1999 a julho de 2000 foram retirados manualmente, mensalmente, 30 indivíduos adultos de cada espécie estudada na maré baixa de sizígia. Paralelamente foram monitoradas a salinidade, com refratômetro QA Supplies, modelo 121 MT - 100 ATC, e a temperatura da água do mar, com termômetro de mercúrio (escala 1/100 122 °C).

paquímetro (precisão 0,01 mm) a altura (A), o comprimento (C) e a largura (L) da concha (Figura 2), segundo descrições conchilio malacológicas de OLIVEIRA e OLIVEIRA (1974):



**Figura 2.** Mensuração da concha de mexilhões no rio Emboguaçu, Complexo Estuarino de Paranaguá, Paraná. M.g. - *Mytella guyanensis*; M.c. - *Mytella charruana*; A: altura; C: comprimento; U: umbo.

Após as mensurações, os organismos foram pesados (peso bruto - *PB*), utilizando-se balança (precisão 0,001 g) e, sequencialmente foram abertos mecanicamente pela secção dos músculos adutores. A identificação do sexo (macho, fêmea e indeterminado) foi verificada por observação do tecido gonadal em microscópio óptico e o estágio reprodutivo por análise macroscópica, utilizando a classificação do estágio reprodutivo que se caracteriza em: cheio (C) - gônadas totalmente cheias; parcialmente cheio (PC) - gônadas parcialmente desenvolvidas; parcialmente vazio (PV) - esvaziamento parcial das gônadas e vazio (V) - gônadas totalmente vazias com dificuldade de identificação do sexo; (adaptada de LUNETTA, 1969; CHRISTO e ABSHER, 2006).

Posteriormente, o peso úmido da carne (*PUCa*) dos indivíduos foram pesados separadamente e o peso úmido da concha (*PUCo*) foi obtido subtraindo-se *PUCa* do *PB*. As partes moles (carne) de cada espécime foram mantidas em estufa a 80°C, por 24 horas, para obter o peso seco da carne (*PSCa*). Além das identificações macroscópicas, os índices de condição (*IC*) e rendimento (*R*) foram calculados para determinar a época da reprodução das duas espécies, segundo ABSHER e CHRISTO (1993):

$$IC = \frac{PSCa}{PUCo} \times 100 \quad R = \frac{PUCa}{PB} \times 100$$

Sendo: *PSCa*: peso seco da carne dos organismos; *PUCo*: peso úmido da concha dos organismos ( $PUCo = PB - PUCa$ ); *PUCa*: peso úmido da carne dos organismos; *PB*: peso bruto dos organismos.

A frequência relativa (*Fr*) foi utilizada para caracterizar o sexo e o estágio reprodutivo. O teste de  $X^2$  foi empregado para avaliar diferenças entre a proporção sexual das duas espécies durante o ano. A ANOVA bi-fatorial (meses e espécies) foi empregada para evidenciar possíveis diferenças das características (*IC* e *IR*); o teste *post-hoc* de Student-Newman-Keuls (*SNK*) foi efetuado para identificar possíveis diferenças entre cada mês. Análises de correlação foram empregadas para avaliar a associação entre altura, comprimento e peso dos mexilhões. Uma análise de regressão múltipla foi efetuada para avaliar a influência dos parâmetros ambientais (temperatura e salinidade) sobre os parâmetros reprodutivos (rendimento e índice de condição). Uma análise de correlação de Pearson ( $p < 0,05$ ) foi efetuada entre peso bruto, comprimento, altura e largura da concha. Estas análises foram efetuadas utilizando o programa Statistica (versão 10 demo).

## RESULTADOS

Os resultados da biometria e biomassa de *M. guyanensis* e *M. charruana* ao longo do ano estão apresentados na Tabela 1. A temperatura da água no período das amostragens oscilou de 17 °C (inverno) a 28°C (verão) com uma variação anual de 11°C, enquanto que a salinidade registrada variou de 21 a 29 (Tabela 1). As análises de correlações efetuadas entre peso bruto, comprimento, altura e largura da concha indicaram associações positivas, tendo uma maior associação entre os parâmetros avaliados na espécie *Mytella guayanensis* comparada com a *M. charruana* (Figura 3).

**Tabela 1** - Caracterização dos parâmetros ambientais (S-salinidade; T-temperatura), médias da biometria da concha (A-altura; C-comprimento; L-largura) e biomassa (PB-peso bruto; PUCa-peso úmido da carne) dos mexilhões no rio Emboguaçu, Complexo Estuarino de Paranaguá, Paraná. DP - Desvio padrão.

| Coletas        | S           | T(°C)       | Biometria       |                 |                 | Biomassa        |                   |
|----------------|-------------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
|                |             |             | A (mm)<br>(±DP) | C (mm)<br>(±DP) | L (mm)<br>(±DP) | PB (g)<br>(±DP) | PUCa (g)<br>(±DP) |
| ago/99         | 24,0        | 17,0        | 38,48(±0,92)    | 18,46(±0,44)    | 13,72(±0,62)    | 3,17(±0,24)     | 1,07 (±0,88)      |
| set/99         | 23,0        | 19,0        | 43,09(±0,83)    | 20,40(±0,34)    | 14,48(±0,23)    | 4,43(±0,21)     | 2,01(±0,15)       |
| out/99         | 21,0        | 24,0        | 46,14(±0,94)    | 22,86(±0,52)    | 16,25(±0,74)    | 6,32(±0,39)     | 2,67(±0,15)       |
| nov/99         | 22,0        | 25,0        | 48,95(±0,91)    | 24,26(±0,45)    | 18,24(±0,39)    | 6,62(±0,47)     | 2,85(±0,18)       |
| dez/99         | 22,0        | 24,0        | 47,58(±1,07)    | 22,34(±0,50)    | 17,15(±0,50)    | 7,09(±0,58)     | 3,23(±0,26)       |
| jan/00         | 28,0        | 28,0        | 54,80(±1,09)    | 26,42(±0,76)    | 19,05(±0,57)    | 7,23(±0,47)     | 2,08(±0,17)       |
| fev/00         | 26,0        | 28,0        | 49,03(±0,85)    | 23,31(±0,54)    | 16,52(±0,26)    | 5,72(±0,22)     | 2,28(±0,09)       |
| mar/00         | 26,0        | 26,0        | 49,96(±0,86)    | 24,44(±0,54)    | 17,48(±0,26)    | 6,60(±0,34)     | 3,27(±0,12)       |
| abr/00         | 27,0        | 24,0        | 48,74(±0,82)    | 24,31(±0,31)    | 17,52(±0,41)    | 7,16(±0,32)     | 3,60(±0,12)       |
| mai/00         | 29,0        | 25,0        | 47,91(±0,82)    | 23,46(±0,32)    | 16,61(±0,39)    | 6,33(±0,46)     | 2,61(±0,25)       |
| jun/00         | 22,0        | 18,0        | 50,57(±0,80)    | 25,13(±0,48)    | 18,02(±0,56)    | 8,83 (±0,27)    | 4,40(±0,27)       |
| jul/00         | 21,0        | 18,0        | 48,75(±0,81)    | 23,28(±0,48)    | 16,19(±0,44)    | 7,89(±0,28)     | 3,87(±0,15)       |
| 1999/2000(±DP) | 24,3(±2,83) | 24,0(±3,95) | 47,83(± 6,19)   | 23,22(± 3,33)   | 16,77(± 2,99)   | 6,45(±2,53)     | 2,83(±1,29)       |

| Coletas        | S           | T(°C)       | Biometria       |                 |                 | Biomassa        |                   |
|----------------|-------------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
|                |             |             | A (mm)<br>(±DP) | C (mm)<br>(±DP) | L (mm)<br>(±DP) | PB (g)<br>(±DP) | PUCa (g)<br>(±DP) |
| ago/99         | 24,0        | 17,0        | 50,34(±1,43)    | 20,92(±0,44)    | 15,69(±0,44)    | 7,15(±0,27)     | 3,79(±0,15)       |
| set/99         | 23,0        | 19,0        | 53,02(±0,54)    | 21,23(±0,24)    | 16,42(±0,39)    | 7,54(±0,28)     | 3,86(±0,16)       |
| out/99         | 21,0        | 24,0        | 51,45(±0,63)    | 20,61(±0,25)    | 15,79(±0,28)    | 6,90(±0,28)     | 3,64(±0,18)       |
| nov/99         | 22,0        | 25,0        | 49,66(±0,72)    | 19,26(±0,29)    | 15,31(±0,30)    | 6,59(±0,33)     | 3,38(±0,18)       |
| dez/99         | 22,0        | 24,0        | 47,89(±0,53)    | 19,54(±0,23)    | 14,79(±0,23)    | 5,50(±0,19)     | 2,68(±0,11)       |
| jan/00         | 28,0        | 28,0        | 46,30(±0,57)    | 19,61(±0,38)    | 14,47(±0,21)    | 4,23(±0,15)     | 1,83(±0,08)       |
| fev/00         | 26,0        | 28,0        | 44,06(±0,63)    | 19,38(±0,61)    | 14,66(±0,31)    | 4,05(±0,13)     | 1,88(±0,09)       |
| mar/00         | 26,0        | 26,0        | 44,18(±0,62)    | 19,49(±0,59)    | 15,20(±0,37)    | 4,20(±0,15)     | 1,90(±0,08)       |
| abr/00         | 27,0        | 24,0        | 44,13(±0,56)    | 19,72(±0,58)    | 14,67(±0,22)    | 4,19(±0,13)     | 2,29(±0,09)       |
| mai/00         | 29,0        | 25,0        | 43,63(±0,60)    | 19,11(±0,56)    | 14,12(±0,22)    | 3,89(±0,13)     | 1,89(±0,07)       |
| jun/00         | 22,0        | 18,0        | 44,76(±0,58)    | 19,36(±0,50)    | 14,88(±0,24)    | 5,37(±0,23)     | 2,97(±0,15)       |
| jul/00         | 21,0        | 18,0        | 43,74(±0,59)    | 18,38(±0,54)    | 13,91(±0,24)    | 4,56(±0,21)     | 2,89(±0,12)       |
| 1999/2000(±DP) | 24,3(±2,83) | 24,0(±3,95) | 46,93(± 5,02)   | 19,71(± 2,59)   | 14,99(± 1,74)   | 5,35(±1,76)     | 2,75(±1,03)       |

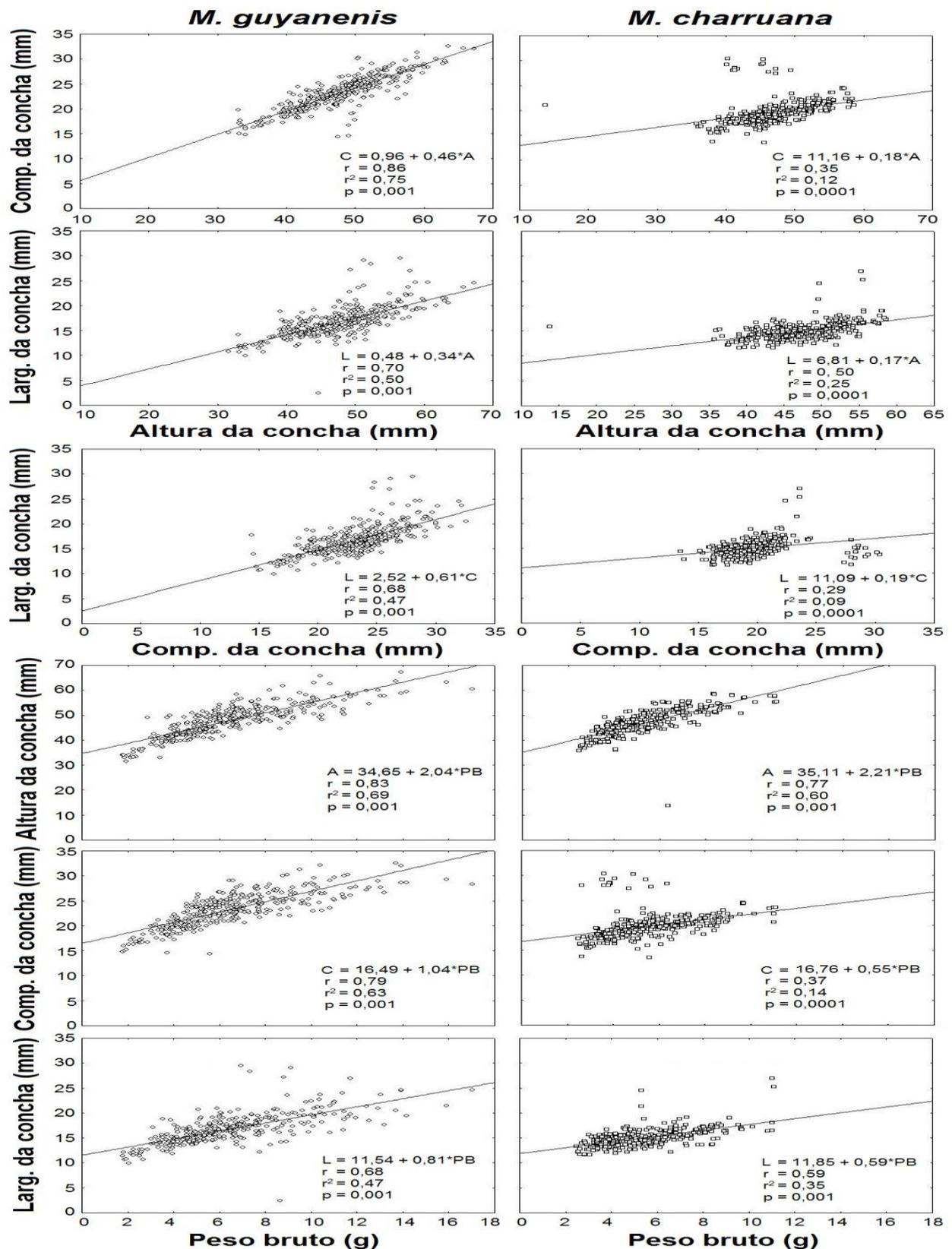


Figura 3. Correlação dos parâmetros biométricos e de biomassa dos mexilhões no rio Emboguaçu, Complexo Estuarino de Paranaguá, PR.

Num total de 360 indivíduos examinados para ambas as espécies, observou-se uma proporção sexual (PS) de 1,72 machos para cada

fêmea, com diferenças significativas na PS de *M. guyanensis* durante fevereiro de 2000 (Tabela 2).

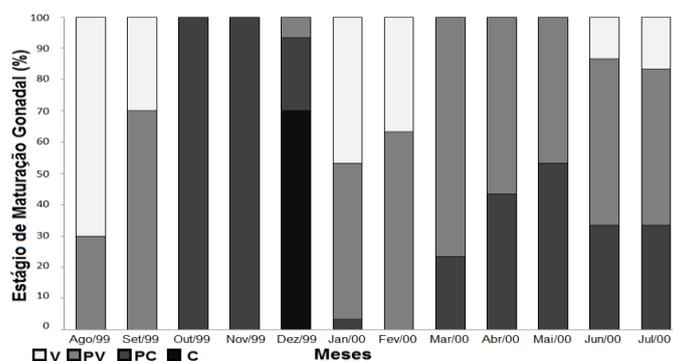
**Tabela 2** - Caracterização das proporções sexuais dos mexilhões no rio Emboguaçu, Complexo Estuarino de Paranaguá, PR. N - número amostral; M - macho; F - fêmea; I - indeterminado; PS - proporção sexual;  $\chi^2$  - teste de estatístico; p - p valor; \* diferença estatística ( $p < 0,05$ ).

| Coletas   | <i>Mytella guyanensis</i> |      |     |    |        |          | <i>Mytella charruana</i> |     |      |     |    |        |          |       |
|-----------|---------------------------|------|-----|----|--------|----------|--------------------------|-----|------|-----|----|--------|----------|-------|
|           | N                         | Sexo |     |    | PS     | $\chi^2$ | p                        | N   | Sexo |     |    | PS     | $\chi^2$ | P     |
|           |                           | M    | F   | I  |        |          |                          |     | M    | F   | I  |        |          |       |
| ago /99   | 30                        | 5    | 4   | 21 | 1,25:1 | 5,26     | 0,535                    | 30  | 21   | 9   | 0  | 2,33:1 | 1,04     | 0,094 |
| set / 99  | 30                        | 12   | 9   | 9  | 1,33:1 | 1,04     | 0,414                    | 30  | 19   | 11  | 0  | 1,73:1 | 0,35     | 0,217 |
| out /99   | 30                        | 18   | 12  | 0  | 1,50:1 | 0,15     | 0,302                    | 30  | 21   | 9   | 0  | 2,33:1 | 1,04     | 0,094 |
| nov /99   | 30                        | 20   | 10  | 0  | 2,00:1 | 0,64     | 0,147                    | 30  | 19   | 11  | 0  | 1,73:1 | 0,35     | 0,217 |
| dez /99   | 30                        | 20   | 10  | 0  | 2,00:1 | 0,64     | 0,147                    | 30  | 16   | 6   | 8  | 2,67:1 | 3,05     | 0,086 |
| jan / 00  | 30                        | 7    | 9   | 14 | 0,78:1 | 1,04     | 0,463                    | 30  | 12   | 11  | 7  | 1,09:1 | 0,35     | 0,548 |
| fev/ 00   | 30                        | 16   | 3   | 11 | 5,33:1 | 6,72     | 0,015 *                  | 30  | 12   | 12  | 6  | 1,00:1 | 0,15     | 0,608 |
| mar/00    | 30                        | 21   | 9   | 0  | 2,33:1 | 1,04     | 0,094                    | 30  | 13   | 13  | 4  | 1,00:1 | 0,04     | 0,605 |
| abr /00   | 30                        | 19   | 11  | 0  | 1,73:1 | 0,35     | 0,217                    | 30  | 21   | 9   | 0  | 2,33:1 | 1,04     | 0,094 |
| mai/00    | 30                        | 20   | 10  | 0  | 2,00:1 | 0,64     | 0,147                    | 30  | 21   | 9   | 0  | 2,33:1 | 1,04     | 0,094 |
| jun /00   | 30                        | 15   | 11  | 4  | 1,36:1 | 0,35     | 0,380                    | 30  | 18   | 12  | 0  | 1,50:1 | 0,15     | 0,302 |
| jul / 00  | 30                        | 14   | 11  | 5  | 1,27:1 | 0,35     | 0,432                    | 30  | 19   | 11  | 0  | 1,73:1 | 0,35     | 0,217 |
| 1999/2000 | 360                       | 187  | 109 | 64 | 1,72:1 | -        | -                        | 360 | 212  | 123 | 25 | 1,72:1 | -        | -     |

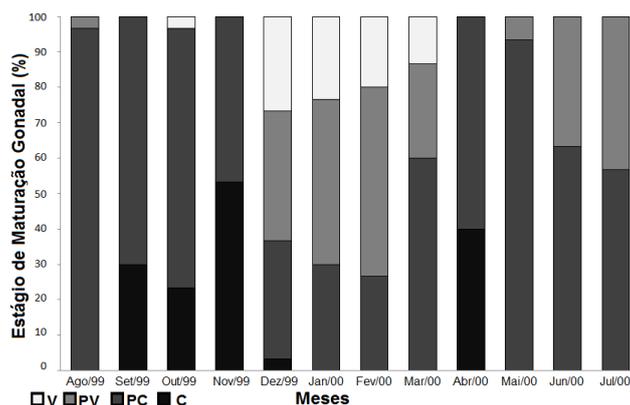
Outra observação identificada em ambas as espécies foi à diferenciação sexual da coloração da estrutura dos folículos e gametas nas gônadas, onde pode-se observar que os machos apresentam uma coloração que varia de branco-leitoso à marrom claro, enquanto que as fêmeas apresentam uma coloração que varia de alaranjada à vermelha parda.

Ao longo do período foram observados indivíduos com gônadas cheias e parcialmente cheias (C e PC) em ambas as espécies, porém, na população de *M. guyanensis*, obteve-se uma

frequência alta de gônadas cheias (C) e parcialmente cheias (PC) de outubro a dezembro de 1999 (100 a 93,3% dos indivíduos) e maio de 2000 (53,3% dos indivíduos) (Figura 4). Para *M. charruana*, obteve-se resultado semelhante, porém a repleção das gônadas ocorreu nos meses de setembro a novembro de 1999 (100% dos indivíduos) e março a maio de 2000 (60 a 93,3% dos indivíduos) (Figura 5). A maior frequência de indivíduos com esvaziamento gonadal total (V) e parcial (PV) seguiu-se aos meses de pico de repleção gonadal, para ambas as espécies.



**Figura 4.** Caracterização do estágio de repleção das gônadas de *Mytella guyanensis* no rio Emboguaçu, Complexo Estuarino de Paranaguá, PR. V - vazio; PV - parcialmente vazio; PC - parcialmente cheio; C - cheio.



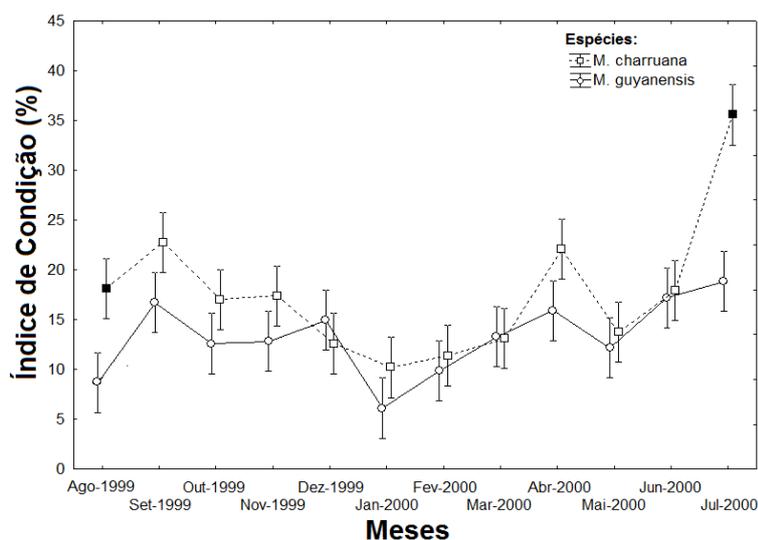
**Figura 5.** Caracterização do estágio de repleção das gônadas de *Mytella charruana* no rio Emboguaçu, Complexo Estuarino de Paranaguá, PR.; V - vazio; PV - parcialmente vazio; PC - parcialmente cheio; C - cheio.

Os dados relativos ao índice de condição indicaram média, durante o ano, de 13,25 % ( $\pm 6,95$ ) para *M. guyanensis* e de 17,65 % ( $\pm 12,11$ ) para *M. charruana*, com diferenças significativas

entre as espécies nos meses de agosto de 1999 e julho de 2000 ( $p < 0,01$ ). Para ambas as espécies observaram-se diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) entre os meses do ano (Tabela 3; Figura 6).

**Tabela 3** - Análise estatística bi-fatorial (espécies e meses) do Índice de Condição e Rendimento da carne de *Mytella guyanensis* e *M. charruana* no rio Emboguaçu, Complexo Estuarino de Paranaguá, PR. GL - Grau de liberdade; \* diferenças significativas ( $p < 0,05$ ).

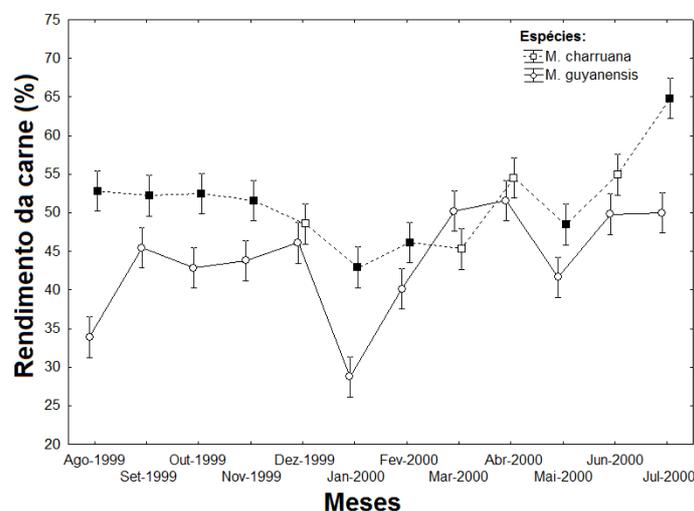
| Índice de Condição |    |       |           | Rendimento da carne |    |        |           |
|--------------------|----|-------|-----------|---------------------|----|--------|-----------|
| Fator              | GL | F     | P         | Fator               | GL | F      | p         |
| Espécies           | 01 | 46,90 | <0,0001 * | Espécies            | 01 | 191,58 | <0,0001 * |
| Meses              | 11 | 1,40  | <0,0001 * | Meses               | 11 | 33,93  | <0,0001 * |
| Espécies*Meses     | 11 | 4,42  | <0,0001 * | Espécies*Meses      | 11 | 11,29  | <0,0001 * |



**Figura 6.** Variação da média dos índices de condição (IC) no rio Emboguaçu, Complexo Estuarino de Paranaguá, PR.  $\pm$ : média e desvio padrão; quadrado preto - diferença estatística entre as espécies no mês ( $p < 0,05$ ).

Para o índice de rendimento observou-se média anual de 43,68% ( $\pm 10,15$ ) para *M. guyanensis* e de 51,22% ( $\pm 8,64$ ) para *M. charruana*, com diferenças entre as espécies na maioria dos

meses estudados (Tabela 3), exceto em dezembro de 1999, março, abril e junho de 2000 ( $p > 0,05$ ). Para ambas as espécies observaram-se diferenças ( $p < 0,01$ ) entre os meses do ano (Figura 7).



**Figura 7.** Variação da média dos índices de rendimento da carne (R) no rio Emboguaçu, Complexo Estuarino de Paranaguá, PR.  $\bar{x} \pm \sigma$ : média e desvio padrão; quadrado preto - diferença estatística entre as espécies no mês ( $p < 0,05$ ).

A análise de regressão múltipla mostrou associação ( $R=0,79$ ;  $R^2=0,50$ ) dos parâmetros ambientais (temperatura e salinidade) com as características reprodutivas (rendimento e índice de condição), mas sem diferenças estatísticas ( $F=4,69$ ;  $p=0,03$ ) durante o intervalo deste estudo.

## DISCUSSÃO

O detalhamento das características biométricas da concha é importante, pois são a partir delas que são avaliadas as classes de tamanho de início de maturação de uma população de bivalve e o tamanho de exploração de um estoque (GIL *et al.*, 2007a; b). A biometria da concha em mitilídeos difere um pouco em relação a outros bivalves marinhos (MARQUES, 1997). Nem todas as espécies presentes na família Mytilidae possuem a localização terminal do umbo (caso de *Perna perna* e *Mytella charruana*), algumas possuem o umbo deslocado e caracterizado como subterminal (caso de *Mytella guyanensis*) (RIOS, 2009; ABSHER *et al.*, 2015). GALTSOFF (1964) descreve para *Crassostrea virginica* a altura da concha como a medida entre o

umbo e a extremidade oposta da concha e o comprimento como a medida entre as extremidades anterior e posterior da concha. Esta mesma biometria é observada em GIL *et al.*, (2007a; b) para bivalves infaunais brasileiros e espanhóis. MARQUES (1997) descreve para *Perna perna* a altura da concha como a medida entre as extremidades anterior e posterior da concha e o comprimento como a medida entre o umbo e a extremidade oposta da concha. OLIVEIRA e OLIVEIRA (1974) definem em seu dicionário conquílio malacológico: "Altura - em conquiliometria é a distância que vai da margem ventral ao umbo da concha bivalva; já na concha gastrópoda é a distância que vai do ápice à parte anterior do canal sifonal (quando presente). Comprimento - Na bivalva é a distância que vai da margem anterior à posterior, e na concha gastrópoda, a que vai do ápice ao bordo anterior.", independente da espécie de bivalve. Esta heterogeneidade das dimensões de tamanho em mitilídeos dificulta a comparação de taxas de crescimento durante os estágios de vida das espécies de mexilhões (CRUZ e VILALOBOS, 1993; NISHIDA e LEONEL, 1995;

PATERNOSTER, 2003; PERREIRA *et al.*, 2003; 2007; SANTOS *et al.*, 2010), que poderá afetar a elaboração de programas de exploração sustentável dos estoques locais das espécies de *Mytella* no Brasil.

Para não efetuar comparações inadequadas da biometria da concha uma padronização foi efetuada considerando como comprimento da concha a medida entre as extremidades anterior e posterior e altura a medida entre o umbo e a extremidade oposta independente do estágio de vida dos animais. Diversos trabalhos consideram o comprimento da concha em mitilídeos a sua maior dimensão (CRUZ e VILALOBOS, 1993; NISHIDA e LEONEL, 1995; PATERNOSTER, 2003; PERREIRA *et al.*, 2003; 2007; SANTOS *et al.*, 2010), diferentemente ao observado neste trabalho onde foi obtido a altura como maior dimensão da concha.

A altura média da concha foi de 47,83 mm para *M. guyanensis* e de 46,93 mm para *M. charruana*. Maior porcentagem de animais com valores acima de 40 mm da maior dimensão (descrito como comprimento) foram reportados para populações de *M. guyanensis* no litoral da Costa Rica (CRUZ e VILALOBOS, 1993), nordeste (NISHIDA e LEONEL, 1995), sudeste (PERREIRA *et al.*, 2003; 2007) e sul (PATERNOSTER, 2003) do Brasil. Para *M. charruana* foram identificados maior porcentagem de animais com valores acima de 40 mm da maior dimensão (descrito como comprimento) na costa norte (SANTOS *et al.*, 2010) e sudeste (PERREIRA *et al.*, 2003; 2007) do Brasil. CRUZ e VILALOBOS (1993) descreve o início da maturação sexual de em animais com valores acima de 18 mm da maior dimensão (descrito como comprimento) em populações da *M. guyanensis* na Costa Rica. Esta mesma espécie possui início de maturação sexual com valores acima de 21 mm da maior dimensão (descrito como comprimento) no sudeste do Brasil (PERREIRA *et al.*, 2003; 2007). Em ambas as espécies de *Mytella* estudadas na costa paranaense, observou-se que todos os espécimes possuíam valores acima de 25 mm na maior dimensão (descrito como altura), indicando que todos os animais avaliados haviam ultrapassado o tamanho de início de maturação descrito para o gênero *Mytella*.

Todas as correlações avaliadas entre a biomassa e biometria das conchas dos mexilhões indicaram associações positivas, tendo *Mytella guyanensis* uma forte relação e *M. charruana* uma média relação. SANTOS *et al.* (2010) estudando três bancos de *M. charruana* no norte do Brasil também identificou uma correlação positiva média entre comprimento da concha (maior dimensão) e peso seco da carne.

Para as duas espécies de mexilhões estudados observou-se um leve desvio na proporção sexual de machos. SIBAJA-CASTILLO (1986) identificou em um banco de *Mytella guyanensis* a proporção sexual de 1 macho : 3,4 fêmeas no litoral da Costa Rica. Nesta mesma região posteriormente foi identificada a proporção sexual de 1 macho : 1 fêmea (222 machos, 227 fêmeas) (CRUZ e VILALOBOS, 1993). Esta mesma proporção sexual foi identificada para espécie no manguezal do rio Tavares - Florianópolis/SC (234 machos, 241 fêmeas) e no manguezal do estuário Caeté - Pará (72 machos, 77 fêmeas) (PATERNOSTER, 2003; GOMES *et al.*, 2009). A diferença observada no presente estudo com os bancos avaliados na Costa Rica e em outras regiões do Brasil pode estar relacionada à exploração contínua dos bancos monitorados e nas diferenças metodologias aplicadas para a identificação sexual.

Os estudos do ciclo reprodutivo das espécies do gênero *Mytella* indicam uma reprodução contínua ao longo do ano, com dois ápices de desova: (1) - no final da primavera (novembro e dezembro de 1999) e início e do verão (janeiro 2010); (2) - no final do outono (maio de 2000) e início de inverno (junho 2000). Essas análises coincidem com os resultados obtidos para moluscos bivalves no litoral paranaense, para ostras do gênero *Crassostrea* (CHRISTO e ABSHER, 2006); para o Venerídeo *Venus antiqua* KING e BRODERIP, 1835 (BORZONE, 1992); para *Tagelus divisus* SPLENGER, 1794 (CHRISTO *et al.*, 2012); para *Anomalocardia brasiliana* GMELIN, 1791 (BOEHS *et al.*, 2008; FERREIRA-JR *et al.*, 2015). Segundo BOEHS *et al.* (2008), organismos que habitam latitudes entre 12° e 25° da costa brasileira apresentam este tipo de comportamento reprodutivo. Em outras regiões do mundo também pode-se identificar este padrão reprodutivo em espécies da família Mytilidae que se encontram nestas latitudes (12° a 25°), tanto no

hemisfério norte quanto no sul (PATERNOSTER, 2003; CABAÑAS *et al.*, 2010; AVENDAÑO e CANTILLÁNEZ, 2013).

Anteriormente ao período de desova (finais da primavera e outono), ambas as espécies de *Mytella* apresentaram um maior percentual de indivíduos com gônadas totalmente repletas de gametas, porém uma parcela dos indivíduos ainda estava em fase de restauração gonadal (parcialmente vazia). Este fato indica que não ocorre uma eliminação massiva de gametas nas duas espécies para as populações estudadas e que nem todos os indivíduos entram em reprodução ao mesmo tempo. Esta característica foi observada nos períodos de verão - inverno (dezembro de 1999 a fevereiro de 2000 - junho e julho de 1999 e agosto de 2000). CALDEIRA e CHRISTO (2010) relatam comportamento reprodutivo para espécies de Mitilídeos, similar aos resultados obtidos neste trabalho para as duas espécies do gênero *Mytella* na Baía de Paranaguá.

PATERNOSTER (2003), no litoral catarinense, identificou para *Mytella guyanensis* reprodução contínua, com grande eliminação de gametas ocorrendo de agosto a outubro de 1999. Este período coincide com os encontrados neste estudo, no qual se verificou dois períodos com uma maior repleção das gônadas (1 - de setembro a dezembro de 1999; 2 - fevereiro a maio de 2000) e dois com eliminação de gametas durante o início do verão (janeiro de 2000) e inverno (junho de 2000). A reprodução contínua também foi observada no estado da Paraíba, região nordeste do Brasil (GROTTA e NISHIDA, 1983).

Uma menor repleção das gônadas (associada à desova) foi observada durante os meses com temperaturas mais elevadas do ano para ambas as espécies. Estas condições também foram identificadas para *M. guyanensis* no litoral catarinense (PATERNOSTER, 2003). A relação de aumento das temperaturas durante o ano e atividades de gametogênese (desova) também foram observadas para outras espécies de Mitilídeos no Chile (CABAÑAS *et al.*, 2010; AVENDAÑO e CANTILLANEZ, 2013).

## CONCLUSÕES

Os resultados do estudo da reprodução de *M. guyanensis* e *M. charruana* na Baía de Paranaguá

permitem concluir que a eliminação de gametas ocorre de modo parcial, com dois períodos mais elevados de desova durante o ano. *M. guyanensis* apresenta períodos mais elevados de reprodução (desova) nos meses de janeiro e junho e *M. charruana* nos meses de dezembro e maio. Os índices do rendimento da carne e de condição indicam a melhor época para a colheita e comercialização destes organismos no inverno e início da primavera.

## REFERÊNCIAS

- ABSHER, T.M. 1989 *Populações naturais de ostras do gênero Crassostrea do litoral do Paraná - Desenvolvimento larval, recrutamento e crescimento*. São Paulo. 185f. (Tese de Doutorado em Oceanografia Biológica. Universidade de São Paulo - Instituto Oceanográfico, USP).
- ABSHER, T.M.; FERREIRA-JR, A.L.; CHRISTO, S.W. 2015 *Conchas de Moluscos Marinhos do Paraná*. Publiki, Rio de Janeiro, 20p.
- ABSHER, T. M. e CHRISTO, S. W. 1993 Índice de condição de ostras da região entre-marés da Baía de Paranaguá, Paraná. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 36(2): 253-261.
- ANACLETO, A.; CORDEIRO, S.A.; MATTOS, P.R.; ELERO, M.D. 2010 A mitilicultura no litoral paranaense: desafios e oportunidades. The mytiliculture in the coast of Paraná: barriers and opportunities. *Revista TechnoEng*, 2(1): 115-128.
- AVENDAÑO, M.; CANTILLÁNEZ, M. 2013 Reproductive cycle, collection and early growth of *Aulacomya ater*, Molina 1782 (Bivalvia: Mytilidae) in northern Chile. *Aquaculture Research*, 44(9): 1327-1338.
- BOEHS, G.; ABSHER, T.M.; CRUZ-KALED, A.C. 2008 Ecologia populacional de *Anomalocardia brasiliana* (GMELIN, 1791) (BIVALVIA, VENERIDAE) na Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 34(2): 259-270.
- BOEHS, G.; ABSHER, T.M. 1996 Variação temporal de larvas de ostras do gênero *Crassostrea* Sacco, 1897 (Ostreoida: Ostreidae) na Baía de Paranaguá, Paraná. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 39(4): 903-910.
- BORZONE, C.A. 1992 El ciclo gonadal de *Venus antiqua* King & Broderip, 1835

- (Veneridae:Bivalvia) en el Golfo San Jose. *Physis (Buenos Aires) Secca*, 47(113): 61-72.
- CABAÑAS, P.O.; TORO, J.E.; JARAMILLO, R.; GUIÑEZ, R.; BRIONES, C.; ASTORGA, M. 2010 Comparative analysis of the gametogenic cycle from *Perumytilus purpuratus* (Bivalvia: Mytilidae), at the localities of Taltal and Huasco, northern Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 45(1): 43-58.
- CALDEIRA, C.S.; CHRISTO, S.W. 2010 Avaliação do Índice de Condição de *Mytella guyanensis* (Lamarck, 1819) em manguezais do Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá. In: Encontro Anual de Iniciação Científica (EAIC), 19., Guarapuava - PR, 28-30 out./2010. *Anais... Guarapuava: UNICENTRO*. p.6-10: 1 CD-ROM.
- CAVALLI, R.O.; FERREIRA, J.F. 2010 O futuro da Pesca da Aquicultura Marinha no Brasil: a Maricultura. *Ciência e Cultura*, 62(3): 38-39.
- CHRISTO, S.W.; ABSHER, T.M. 2006 Reproductive period of *Crassostrea rhizophorae* (GUILDING, 1828) and *Crassostrea brasiliiana* (Lamarck, 1819) (Bivalvia: ostreidae) in Guaratuba bay, Paraná, Brazil. *Journal of Coastal Research*, 39: 1215-1218.
- CHRISTO, S.W.; CRUZ-KALED, A.C.; BOEHS, G.; ABSHER, T.M.; FERREIRA-JR, A.L. 2012 Recruitment periods of *Tagelus divisus* (Spengler, 1794) (Bivalvia; Psammobilidae) in the Paranaguá Estuarine Complex - PR. *Publicatio UEPG Ciências Biológicas e da Saúde*, 218(2): 135-141.
- CRUZ, R.A.; VILLALOBOS, C.R. 1993 Shell length at sexual maturity and spawning cycle of *Mytella guyanensis* (Bivalvia: Mytilidae) from Costa Rica. *Revista de biología tropical*, 41(1): 89-92.
- FAO - Food and Agriculture organization of the United Nations. 2014 *The state of world fisheries and aquaculture*. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Rome, 243p.
- FERREIRA-JR, A. L.; BOT-NETO, R. L.; KOLM, H. E.; ABSHER, T. M., 2015 Relationship between reproductive cycle of *Anomalocardia brasiliiana* (Mollusca: Veneridae) and the suspended particulate matter in the Paranaguá Estuarine Complex, Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 10(1): 44-54.
- FREITAS, S.T.; PAMPLIN, P.A.Z.; LEGAT, J.; FOGAÇA, F.H.D.S.; BARROS, R.F.M.D. 2012 Conhecimento tradicional das marisqueiras de Barra Grande, área de proteção ambiental do delta do Rio Parnaíba, Piauí, Brasil. *Ambiente & Sociedade*, 15(2): 91-112.
- GALTISOFF, P.S. 1964 *The American oyster, Crassostrea virginica* (Gmelin). Fishery Bulletin of Fish and Wildlife Service, v. 64, 456 p.
- GIL, G.M.; TRONCOSO, J.S.; THOMÉ, J.W. 2007a *Manual para Manejo e Otimização da Exploração Comercial de Moluscos Bivalves*. Author's Edition, Porto Alegre, 152p.
- GIL, G.M.; TRONCOSO, J.S.; THOMÉ, J.W. 2007b *Handling and optimization of bivalve mollusks exploitation: Shell Shape Stabilization Indicator (IEF)*. Author's Edition, Porto Alegre, 48p.
- GOMES, C.P.; BEASLEY, C.R.; OLIVEIRA, S.M. 2009 Gametogenesis in the mangrove mussel *Mytella guyanensis* from northern Brazil. *PanamJAS*, 4(2): 246-249.
- GROTTA, M.; NISHIDA, A.K. 1983 Ciclo sexual de *Mytella guyanensis* (Lamarck, 1819)(Bivalvia, Mytilidae) do estuário do Rio Paraíba do Norte, Paraíba, Brasil. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE MALACOLOGIA, 8., São Paulo, 01-04 jul./1983. *Anais... São Paulo: Sociedade Brasileira de Malacologia*. p. 62.
- LENZ, T.; BOEHS, G. 2011 Ciclo reproductivo del ostión de manglar *Crassostrea rhizophorae* (Bivalvia: Ostreidae) en la Bahía de Camamu, Bahia, Brasil. *Revista de Biología Tropical*, 59(1): 137-149.
- LOVATELLI, A.; VANNUCCINI, S.; MACLEOD, D. 2008 Current status of world bivalve aquaculture and trade. In: LOVATELLI A.; FARÍAS A.; URIARTE I. (Ed.). *Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad em América Latina*. Taller Técnico Regional de la FAO. 20-24/08/2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. N° 12. Roma. p.45-59.
- LUNETTA, J.E. 1969 Fisiologia da reprodução dos mexilhões (*Mytilus perna* - Mollusca: Lamellibranchia). *Boletim de Zoologia e Biologia Marinha*, 26: 33-111.

- MARQUES, H.L. 1997 *Criação comercial de mexilhões*. Nobel Editora, São Paulo, 111p.
- NISHIDA, A.K.; LEONEL, R.M.V. 1995 Occurrence, population dynamics and habitat characterization of *Mytella guyanensis* (Lamarck, 1819) (Mollusca, Bivalvia) in the Paraíba do Norte river estuary. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 43(1), pp.49-57.
- NOERNBERG, M.A.; LAUTERT, L.F.C.; ARAUJO, A.D.; MARONE, E.; ANGELOTTI, R.; NETTO Jr, J.P.B.; KRUG, L.A. 2006 Remote sensing and GIS integration for modelling the Paranagua estuarine complex Brazil. *Journal of Coastal Research*, 39: 1627-1631.
- OLIVEIRA, M.D.; OLIVEIRA, M.H.R. 1974 *Dicionário Conquílio Malacológico*. Ministério da Educação e Cultura, Juiz de Fora, p.190.
- ONODERA, F.K. 2012 *Mortalidade dos bivalves estuarinos, Mytella falcata e Mytella guyanensis, expostos a diferentes salinidades e temperaturas*. São Paulo - BRASIL. 55f. (Dissertação de Mestrado em Aquicultura e Pesca. Instituto de Pesca, APTA). Disponível em: <<http://ftp.sp.gov.br:21/ftppesca/DissertaFabioKiyoshiOnodera2013.pdf>> Acesso em: 05 fev. 2016.
- PATERNOSTER, S.C. 2003 *Ciclo reprodutivo do marisco-do-mangue Mytella guyanensis (Lamarck, 1819) no manguezal do Rio Tavares - Ilha de Santa Catarina/SC*. Florianópolis - BRASIL. 30f. (Dissertação de Mestrado em Aquicultura. Centro de Ciências Agrárias, UFSC). Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/85568>> Acesso em: 05 fev. 2016.
- PEREIRA, O.M.; HILBERATH, R.C.; ANSARAH, P.R.A.C.; GALVÃO, M.S.N. 2003 Estimativa da produção de *Mytella falcata* e de *M. guyanensis* em bancos naturais do estuário de Ilha Comprida-SP-Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 29: 139-149.
- PEREIRA, O.M.; GALVÃO, M.S.N.; PIMENTEL, C.M.; HENRIQUES, M.B.; MACHADO, I.C. 2007 Distribuição dos bancos naturais e estimativa de estoque do gênero *Mytella* no estuário de Cananéia, SP, BRASIL. *Brazilian Journal Aquatic Science Technology*, 11(1): 21-29.
- RIOS, E.C. 2009 *Compendium of Brazilian Sea Shell*. FURG, Rio Grande - RS. 676p.
- SANTOS, H.S.S.; BEASLEY, C.R.; TAGLIARO, C.H. 2010 Changes in population characteristics of *Mytella falcata* (D'Orbigny, 1846) beds, an exploited tropical estuarine mussel. *Boletim do Instituto de Pesca*, 36(2): 85-97.
- SIBAJA-CASTILLO, W.G. 1986 Sexual maturity of the mussel chora *Mytella guyanensis* Lamarck, 1819 (Bivalvia: Mytilidae) in the mangrove of Jicaral, Puntarenas, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 34(1): 151-155.
- WAKAMATSU, T. 1975 *A ostra de Cananéia e seu cultivo*. São Paulo, SUDELPA, I. Ocean. 141p.