



RELATÓRIOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS

SÉRIE DIGITAL

**A PESCARIA DE GASTRÓPODES MURICÍDEOS COM
TEIAS-DE-CARTEIRAS NA RIA FORMOSA:
CONTRIBUIÇÃO PARA A GESTÃO DO RECURSO**

**Paulo Vasconcelos, Miguel Baptista Gaspar
e Carlos Costa Monteiro**

2008

47



Os **RELATÓRIOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS DO IPIMAR** destinam-se a uma divulgação rápida de resultados preliminares de carácter científico e técnico, resultantes de actividades de investigação e de desenvolvimento e inovação tecnológica. Esta publicação é aberta à comunidade científica e aos utentes do sector, podendo os trabalhos serem escritos em português, em francês ou em inglês.

A **SÉRIE COOPERAÇÃO** destina-se, primordialmente, à divulgação de trabalhos realizados com países terceiros no âmbito de programas de cooperação.

A **SÉRIE DIGITAL** destina-se a promover uma Consulta mais diversificada e expedita dos trabalhos na área da investigação das pescas e do mar.

Edição

IPIMAR

Avenida de Brasília

1449-006 LISBOA

Portugal

Corpo Editorial

Francisco Ruano – Coordenador

Aida Campos

Irineu Batista

Manuela Falcão

Maria José Brogueira

Maria Manuel Martins

Rogélia Martins

Edição Digital

Anabela Farinha / Irineu Batista / Luís Catalan

As instruções para os autores estão disponíveis no sítio web do IPIMAR <http://ipimar-iniap.ipimar.pt/> ou podem ser solicitadas aos membros do Corpo Editorial desta publicação

Capa

Luís Catalan

ISSN

1645-863x

Todos os direitos reservados

A PESCARIA DE GASTRÓPODES MURICÍDEOS COM TEIAS-DE-CARTEIRAS NA RIA FORMOSA: CONTRIBUIÇÃO PARA A GESTÃO DO RECURSO

Paulo Vasconcelos, Miguel Baptista Gaspar e Carlos Costa Monteiro

Instituto Nacional de Recursos Biológicos (INRB, I.P.) / IPIMAR,

Avenida 5 de Outubro s/n, 8700-305 Olhão

Recebido em: 2008.06.04 Aceite em: 2008.11.13

RESUMO

A pescaria artesanal de gastrópodes muricídeos é uma actividade importante na Ria Formosa, devido ao facto do búzio (*Hexaplex trunculus*) e da canilha (*Bolinus brandaris*) serem espécies muito apreciadas e com elevado valor comercial no mercado nacional. Neste contexto, e face às lacunas de informação sobre esta actividade, foi implementado um estudo integrado da pescaria de gastrópodes com teia-de-carteiras, com os seguintes objectivos: descrição da pescaria e da arte de pesca, estimação do rendimento de pesca, caracterização da composição das capturas das espécies-alvo e identificação das espécies acessórias e rejeições. A teia-de-carteiras não é uma arte de pesca selectiva em relação à espécie nem aos tamanhos capturados, visto que as capturas compreendem uma variedade de espécies acessórias e uma elevada proporção de exemplares comercialmente sub-dimensionados de ambas as espécies-alvo. A grande maioria das espécies acessórias é rejeitada imediatamente a bordo, pelo que a mortalidade é presumivelmente negligenciável. Paralelamente, e tendo por objectivo obter informação relevante sobre a biologia do búzio, procedeu-se à estimação da idade e crescimento e ao estudo do ciclo reprodutivo desta espécie na Ria Formosa. As experiências de marcação e recaptura permitiram a estimação dos parâmetros de crescimento da equação de von Bertalanffy ($L_t = 82,76 [1 - e^{-0,41(t+0,05)}]$), segundo a qual *H. trunculus* atinge o tamanho mínimo de captura (TMC = 50 mm Cc) aos 2,20 anos de idade. O estudo do ciclo reprodutivo do búzio, através da análise histológica das gónadas, desenvolvimento e aplicação de índices de actividade reprodutiva e descrição da postura e desenvolvimento embrionário da espécie, revelou que a gametogénese foi aparentemente desencadeada pela subida da temperatura da água na Ria Formosa durante a Primavera e que a postura de *H. trunculus* ocorreu principalmente entre Maio e Junho. Tendo em consideração a globalidade da informação obtida neste estudo, são propostas algumas medidas de gestão para esta pescaria artesanal, as quais poderão contribuir para a exploração sustentável deste recurso pesqueiro.

Palavras chave: búzio, *Hexaplex trunculus*, canilha, *Bolinus brandaris*, Ria Formosa, pescaria artesanal, teia-de-carteiras, CPUE, espécies acessórias, rejeições, idade e crescimento, ciclo reprodutivo, índices de actividade reprodutiva, postura, medidas de gestão.

ABSTRACT

Title: The fishery of muricid gastropods with “wallet-lines” in the Ria Formosa: Contribution for the management of the resource

The artisanal fishery of muricid gastropods in the Ria Formosa lagoon (Algarve coast, southern Portugal) is an important fishing activity because the banded murex (*Hexaplex trunculus*) and the purple dye murex (*Bolinus brandaris*) are greatly appreciated species with high commercial value in the Portuguese seafood market. In this context, and considering the lack of information on this activity, an integrated study of the gastropod fishery with the “wallet-line” was implemented, with the following objectives: description of the fishing operations and fishing gear, estimation of the fishing yield, characterisation of the target species catch composition and identification of by-catch species and discards. The “wallet-line” is neither a species-specific nor a size-selective fishing gear, because the catches comprised a variety of by-catch species and a high proportion of commercially under-sized target species. The vast majority of the by-catch is discarded immediately on board, so mortality is presumably negligible. Additionally, aiming to gather relevant information on the biology of the banded murex, studies were conducted to estimate the age and growth and describe the reproductive cycle of this species in the Ria Formosa. Marking-recapture experiments allowed for the estimation of the growth parameters of the von Bertalanffy equation ($L_t = 82,76 [1 - e^{-0,41(t+0,05)}]$), according to which *H. trunculus* attains the minimum landing size (MLS = 50 mm Cc) at 2,20 years-old. The study of the reproductive cycle of the banded murex, through the histology of the gonads, development and use of indices of reproductive activity, and description of the spawning and embryonic development of this species, revealed that the gametogenesis was apparently triggered by the rising seawater temperature during spring and that spawning occurred mainly between May and June. Considering the overall information gathered in this study, some management measures are proposed for this artisanal fishery, which might contribute to the sustainable exploitation of this fishing resource.

Keywords: banded murex, *Hexaplex trunculus*, purple dye murex, *Bolinus brandaris*, Ria Formosa, artisanal fishery, “wallet-line”, CPUE, by-catch, discards, age and growth, reproductive cycle, reproductive activity indices, spawning, management measures.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

VASCONCELOS, P.; GASPAR, M.B.; MONTEIRO, C.C., 2008. A pescaria de gastrópodes muricídeos com teias-de-carteiras na Ria Formosa: Contribuição para a gestão do recurso. *Relat. Cient. Téc. IPIMAR, Série digital* (<http://ipimar-iniap.ipimar.pt>), n.º 47, 61p.

ÍNDICE GERAL:

	Pág.
1. INTRODUÇÃO	4
2. METODOLOGIAS	6
2.1. Pescaria	6
2.2. Idade e crescimento do búzio	7
2.3. Ciclo reprodutivo do búzio	10
2.3.1. Ciclo gametogénico	10
2.3.2. Índices de actividade reprodutiva	12
2.3.3. Caracterização das posturas, desenvolvimento embrionário e juvenil	15
3. RESULTADOS	16
3.1. Pescaria	16
3.1.1. Caracterização da arte de pesca e operações de pesca	16
3.1.2. Capturas de espécies-alvo e espécies acessórias	20
3.2. Idade e crescimento do búzio	24
3.3. Ciclo reprodutivo do búzio	25
3.3.1. Ciclo gametogénico	25
3.3.2. Índices de actividade reprodutiva	29
3.3.3. Caracterização das posturas, desenvolvimento embrionário e juvenil	31
4. DISCUSSÃO	37
4.1. Pescaria	37
4.1.1. Caracterização da arte de pesca e operações de pesca	37
4.1.2. Capturas de espécies-alvo e espécies acessórias	38
4.2. Idade e crescimento do búzio	41
4.3. Ciclo reprodutivo do búzio	43
4.3.1. Ciclo gametogénico	43
4.3.2. Índices de actividade reprodutiva	46
4.3.3. Caracterização das posturas, desenvolvimento embrionário e juvenil	48
5. PROPOSTA DE MEDIDAS DE GESTÃO PARA A PESCARIA	53
AGRADECIMENTOS	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

1. INTRODUÇÃO

Os moluscos gastrópodes representam cerca de 2 % dos moluscos marinhos capturados a nível mundial, mas algumas espécies são alvo de pequenas pescarias artesanais sócio-economicamente relevantes. Na Europa, o Reino Unido e a Irlanda contabilizam mais de 90 % das capturas de gastrópodes marinhos, compostas maioritariamente pelo burrié ou caramujo (*Littorina littorea*) e pelo buzo (*Buccinum undatum*) (Leiva e Castilla, 2002).

O búzio, *Hexaplex trunculus* (Linnaeus, 1758), distribui-se essencialmente pelo Mar Mediterrâneo, embora também ocorra no Oceano Atlântico adjacente, nomeadamente na costa de Portugal, Marrocos e arquipélagos da Madeira e Canárias (Poppe e Goto, 1991; Houart, 2001). A canilha, *Bolinus brandaris* (Linnaeus, 1758), é também uma espécie essencialmente mediterrânica, cuja distribuição no Oceano Atlântico se restringe às costas portuguesa e marroquina (Poppe e Goto, 1991; Houart, 2001). Contudo, provavelmente devido a introduções acidentais recentes, o búzio e a canilha encontram-se já distribuídos nalgumas zonas da Galiza (Quintas *et al.*, 2005; Rolán e Bañón, 2007; Bañón *et al.*, 2008).

Na antiguidade, tal com descrito por Aristóteles e Plínio, utilizavam-se cestos de vime iscados para a captura de gastrópodes muricídeos (nomeadamente *H. trunculus* e *B. brandaris*) que se destinavam à extracção da púrpura (Spanier e Karmon, 1987). Actualmente, o búzio e a canilha possuem interesse comercial em diversos países mediterrânicos (Poppe e Goto, 1991; Houart, 2001), capturados tradicionalmente para consumo humano com recurso a diversos tipos de artes de pesca artesanais (ex: armadilhas, dragas, redes de arrasto, emalhar e tresmalho) (Gaillard, 1987; Martín *et al.*, 1995). O búzio é regular ou ocasionalmente pescado em Itália, Chipre, Turquia (Gaillard, 1987), Croácia (Peharda e Morton, 2006) e Tunísia (Gharsallah *et al.*, 2004), enquanto que a canilha é capturada em França (Bartolome, 1985), Itália (Ramón e Amor, 2001) e ocasionalmente na Tunísia e Turquia (Ramón e Flos, 2001). Na Península Ibérica, *H. trunculus* e *B. brandaris* são comercialmente exploradas por pescarias artesanais tanto em Espanha, essencialmente ao longo das costas mediterrânica e atlântica da Andaluzia (Martín *et al.*, 1995; Anon., 2001; Ramón e Amor, 2001; Tirado *et al.*, 2002), como em Portugal, ao longo da costa algarvia, principalmente na Ria Formosa (Marques e Oliveira, 1995; Muzavor e Morenito, 1999; Carneiro *et al.*, 2006).

Na Ria Formosa, a pescaria artesanal dirigida à captura destes gastrópodes muricídeos é uma actividade localmente importante, pois o búzio e a canilha são espécies altamente apreciadas e com elevado valor comercial no mercado de marisco (atingindo valores de cerca de 10-15 €/kg e 20 €/kg na primeira venda, respectivamente). Para além da apanha manual na zona inter-mareal, estas espécies são tradicionalmente capturadas com uma arte de pesca artesanal localmente designada por teia-de-carteiras, considerada ilegal de acordo com o Regulamento da pesca na Ria Formosa (D.R., 1990).

Devido à sua fácil captura e elevado rendimento de pesca, as aglomerações massivas de fêmeas de búzio e/ou canilha durante a postura colectiva são também alvo de captura através de apanha manual por pescadores recreativos e profissionais durante a baixa-mar (Vasconcelos *et al.*, 2004a), apanha manual por mergulhadores com escafandro autónomo que operam ilegalmente e captura por pescadores profissionais que utilizam redes de emalhar ilegais (Muzavor e Morenito, 1999), capturando na sua totalidade quantidades consideráveis destas espécies.

Provavelmente, devido a sobre-pesca, práticas de apanha prejudiciais e desrespeito pelo tamanho mínimo de captura (TMC) estipulado para estas espécies (búzio = 50 mm e canilha = 65 mm em comprimento de concha), a sua abundância na Ria Formosa tem vindo a diminuir na última década, possivelmente indicando sobre-exploração deste recurso pesqueiro (Marques e Oliveira, 1995). Infelizmente, não existem estatísticas oficiais fidedignas sobre as capturas destas espécies e a sua estimação é praticamente impossível, pois a maior parte da comercialização não é realizada em lota, mas através dum mercado paralelo em que as vendas não são declaradas. Contudo, e apesar do decréscimo na abundância de búzio e canilha, nos últimos cinco anos tem-se intensificado a pressão para a legalização da teia-de-carteiras por parte dos pescadores que se dedicam a esta actividade.

Tendo em consideração que a informação disponível sobre esta actividade pesqueira baseava-se essencialmente em conhecimentos empíricos (Marques e Oliveira, 1995; Muzavor e Morenito, 1999) ou descrições genéricas (Carneiro *et al.*, 2006), foi implementado um estudo integrado destinado à monitorização da pescaria de gastrópodes com teia-de-carteiras, através da realização de operações de pesca mensais na Ria Formosa durante um ano (Julho 2005 - Junho 2006). Este estudo pretendeu, essencialmente, descrever a pescaria e a arte de pesca, estimar rendimentos de pesca, caracterizar a composição das capturas das espécies-alvo e identificar espécies acessórias e rejeições.

Paralelamente, e tendo por objectivo conhecer a biologia de uma das espécies-alvo (búzio - *H. trunculus*), passível de integração e sustentação de medidas de gestão da pescaria, procedeu-se à estimação da idade e crescimento e ao estudo do ciclo reprodutivo desta espécie na Ria Formosa. A componente do trabalho sobre a idade e crescimento do búzio foi realizada através de experiências de marcação e recaptura num tanque de terra-batida. O estudo do ciclo reprodutivo de *H. trunculus* envolveu análises macro- e microscópicas das gónadas de ambos os sexos, o desenvolvimento e aplicação de índices de actividade reprodutiva baseados nas dimensões de órgãos do aparelho reprodutor (medições de secções da glândula digestiva, gónada e glândula capsular) e na descrição da postura e desenvolvimento embrionário desta espécie em aquário.

Na eventualidade da legalização desta actividade pesqueira, a globalidade da informação obtida neste estudo permitirá propor à administração um conjunto de medidas de gestão cientificamente sustentadas, de modo a promover a exploração sustentável deste recurso pesqueiro.

2. METODOLOGIAS

2.1. Pescaria

Antes do início do estudo, foi realizado um inquérito confidencial aos pescadores profissionais da Ilha da Culatra envolvidos nesta actividade. Estes inquéritos tiveram como objectivo a pré-caracterização desta actividade pesqueira (localização e tipo de fundo, frequência e duração das operações de pesca, número e tamanho das artes de pesca, etc.) e preparar um desenho experimental que reflectisse, de forma fiel e realista, as operações de pesca usualmente exercidas pela comunidade piscatória local. Adicionalmente, procedeu-se ao levantamento das características técnicas de cinco artes de pesca que tinham sido apreendidas pelas autoridades marítimas locais, de forma a elaborar um plano técnico de uma teia-de-carteiras ilustrativo das características mais relevantes desta arte de pesca (adaptado de Carneiro *et al.*, 2006).

Baseado na informação obtida nestes inquéritos, cada operação de pesca mensal compreendeu três dias de pesca consecutivos (dia 0 - largada da arte; dias 1 e 2 - remoção das capturas; dia 3 - remoção das capturas e alagem da arte). Em cada operação de pesca foi registado o tempo necessário para a execução destas operações, nomeadamente para a largada da arte (dia 0), remoção das capturas (dias 1 e 2) e remoção das capturas e alagem da arte (dia 3). Em cada operação de pesca foram utilizadas seis teias-de-carteiras (semelhantes às empregues pelos pescadores locais) compostas por 100 carteiras iscadas com berbigão vivo (*Cerastoderma edule*).

No final de cada dia de pesca, todos os indivíduos capturados foram removidos das “carteiras” e transportados para o laboratório. Os exemplares das espécies-alvo (*H. trunculus* e *B. brandaris*) foram contados, medido o comprimento da concha (Cc - mm) com uma craveira digital (precisão de 0,01 mm), pesados em peso total (Pt - g) numa balança digital (precisão de 0,01 g) e as respectivas capturas por unidade de esforço (CPUE em número ou peso total) foram estandardizadas para 100 carteiras / 24 horas. Todos os exemplares de espécies acessórias foram também contados e identificados ao nível taxonómico mais baixo possível. Por último, no final de cada operação de pesca e aquando da alagem da arte de pesca, procedeu-se à remoção do isco de 20 carteiras escolhidas aleatoriamente nas quais foram contados os berbigões vivos e mortos, por forma a estimar a mortalidade do isco no final de três dias de pesca consecutivos. Durante o período das operações de pesca, os dados da temperatura superficial da água do mar registados na bóia oceanográfica de Faro (ao largo da área de estudo) foram descarregados da página da Internet do Instituto Hidrográfico (I.H., 2005-2006), de modo a averiguar a existência de eventuais relações entre este parâmetro ambiental, a mortalidade do isco e o rendimento de pesca.

As operações de pesca experimental foram efectuadas a bordo de embarcações dos pescadores profissionais da Ilha da Culatra envolvidos neste estudo (mensalmente, um pescador foi seleccionado aleatoriamente para executar a pescaria, devidamente acompanhado pelos investigadores do IPIMAR). As pescarias decorreram em locais seleccionados pelos pescadores, geralmente em zonas com fundo vasoso e coberto de fanerogâmicas marinhas (nomeadamente *Zostera* spp.) nas imediações da Ilha da Culatra (as coordenadas geográficas dos pesqueiros foram registadas com um aparelho portátil de GPS) (Fig. 1). Durante um ano de estudo, foram efectuadas 12 operações de pesca entre Julho de 2005 e Junho de 2006. Neste período, foram realizados um total de 36 dias de pesca (12 meses x 3 dias de pesca) e 216 lances de pesca (36 dias de pesca x 6 artes de pesca).

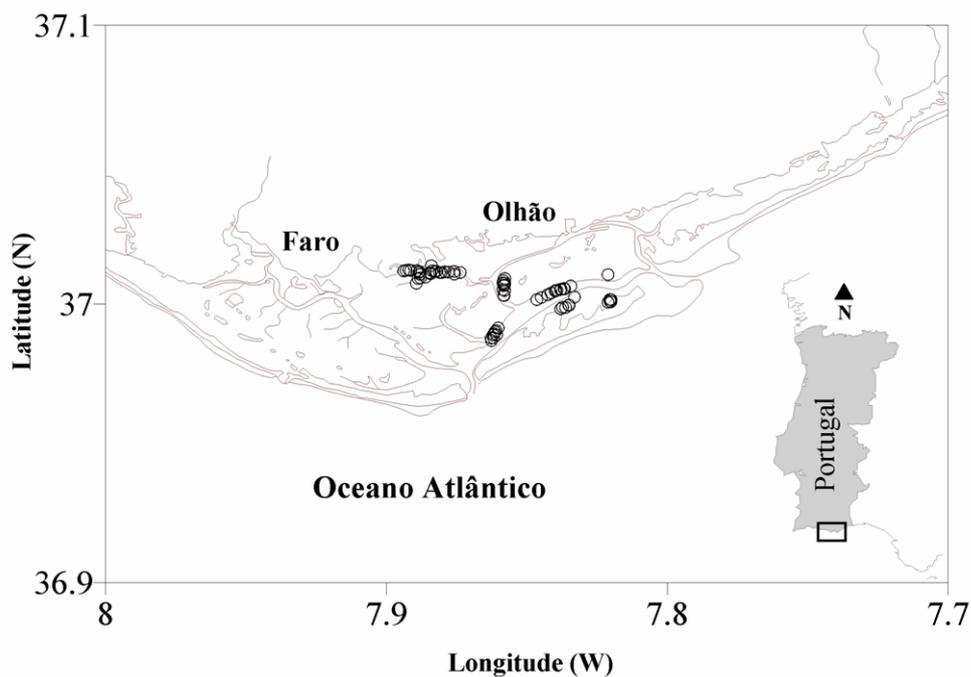


Figura 1. Localização geográfica das operações de pesca experimental com teias-de-carteiras realizadas na Ria Formosa (marcadas com círculos).

2.2. Idade e crescimento do búzio

As experiências de marcação foram realizadas com amostras comerciais de búzio (*H. trunculus*) capturadas na Ria Formosa. Previamente à marcação, as algas colonizadoras e/ou organismos incrustantes, maioritariamente poliquetas (ver informação adicional em Vasconcelos *et al.*, 2007) foram removidos da concha com uma escova áspera e uma pequena área da última volta da concha foi cuidadosamente regularizada com lixa grossa, limpa e seca com papel absorvente. Subsequentemente, os exemplares foram marcados com etiquetas de fita Dymo® com dois caracteres alfanuméricos. As margens destas etiquetas foram aparadas com uma tesoura, de forma a obter uma marca com cerca de 6 x 4 mm e facilitar a sua aderência à superfície arredondada e irregular da concha do gastrópode. As marcas foram fixadas com cola de cianoacrilato e cobertas com cola epoxy (Fig. 2A), de modo a

diminuir a abrasão / erosão da etiqueta causada pelos movimentos de enterramento dos búzios no sedimento e a fixação de organismos incrustantes sobre as marcas, as quais poderiam afectar a fixação e legibilidade das etiquetas. De uma maneira geral, as marcas foram coladas entre as duas bandas de crescimento depositadas mais recentemente na última volta / espiral da concha (Fig. 2A), por forma a evitar eventuais escorrimentos de cola para o interior da concha e consequente contacto com as partes moles dos organismos. Finalmente, após a secagem da concha durante cerca de 30 minutos, os indivíduos marcados foram lavados com água do mar para evitar potenciais problemas de contaminação provocados por resíduos de cola e mantidos em aquário com arejamento, onde a sua condição geral foi observada periodicamente (por comparação do comportamento entre indivíduos marcados e não marcados) (ver detalhes adicionais em Vasconcelos *et al.*, 2006c).

As experiências de marcação / recaptura foram realizadas num tanque de aquacultura em terra batida da Estação Piloto de Piscicultura do IPIMAR (Olhão), cuja área foi previamente limitada com uma cerca de rede de plástico (área $\approx 100 \text{ m}^2$; profundidade máxima $\approx 2 \text{ m}$). Este tanque recebe água directamente da Ria Formosa e as suas condições ambientais reflectem as do meio natural circundante, nomeadamente em termos do tipo de sedimento, qualidade da água e disponibilidade de alimento. As recapturas foram efectuadas mensalmente, através do uso de uma teia-de-carreiras iscada com berbigão e por colecta manual por mergulho em apneia (sempre que a visibilidade da água permitia).

Tanto durante o processo de marcação como imediatamente após as operações de recaptura, os exemplares foram medidos (comprimento de concha, Cc - mm) (Fig. 2B) com uma craveira digital (precisão = 0,01 mm) e pesados (peso total, Pt - g) numa balança digital (precisão = 0,01 g). Previamente às pesagens, drenou-se o mais possível a água contida no interior da cavidade do manto. Em ambas as ocasiões, a posição da etiqueta na concha foi registada de modo a verificar o grau de deposição de concha (posição da marca na recaptura – posição da marca na marcação) (Fig. 2C).

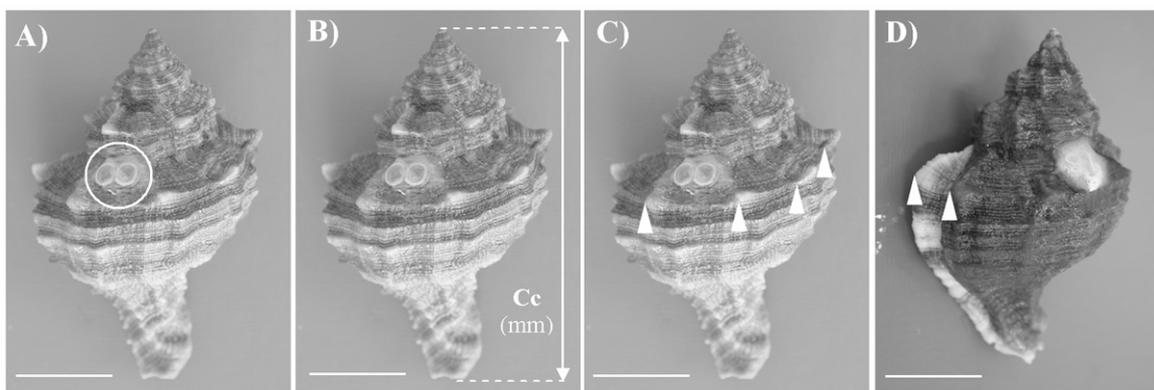


Figura 2. **A)** Búzio (*H. trunculus*) marcado com etiqueta numerada de fita Dymo[®] (círculo); **B)** Representação esquemática da medição do comprimento da concha (Cc - mm); **C)** Localização das bandas de crescimento da concha (setas); **D)** Búzio recapturado com uma banda de crescimento recentemente depositada (setas); (escala = 10 mm).

Sempre que o período de liberdade (intervalo entre a marcação e a recaptura) for relativamente curto, as taxas de crescimento podem ser relacionadas com o tamanho médio entre a marcação e a recaptura ($S_m+S_r/2$) através do método gráfico de Gulland-Holt (Gulland e Holt, 1959). A informação obtida foi complementada com dados de taxas de crescimento de indivíduos eclodidos no final de Junho de 2004 na Estação Experimental de Moluscicultura do IPIMAR (Tavira), em virtude dos exemplares marcados / recapturados não apresentarem dimensões reduzidas (< 20 mm Cc). Os dados foram convertidos em taxas de crescimento semanal de forma a aumentar o número de pontos no gráfico e deste modo maximizar a precisão deste método gráfico. De referir ainda que alguns exemplares recapturados (Fig. 2D) que não cresceram durante o período de liberdade (provavelmente devido a danificação da concha) não foram incluídos nesta estimativa dos parâmetros de crescimento.

Os parâmetros de crescimento (K and L_∞) foram estimados no gráfico de Gulland-Holt através das seguintes relações:

$$K = -b \quad \text{e} \quad L_\infty = \frac{-a}{b}$$

em que: K é o coeficiente de crescimento; L_∞ é o comprimento assintótico de concha (Cc - mm); a é a ordenada na origem da regressão linear; b é o declive da regressão linear.

A idade teórica ao tamanho zero (t_0) não pode ser obtida exclusivamente a partir de dados de marcação / recaptura (sem informação específica sobre o tamanho à idade). No presente caso, assumiu-se que t_0 corresponde ao comprimento de concha aquando da eclosão de *H. trunculus* ($L_t = 1,64 \pm 0,22$ mm Cc, $n = 100$) (Vasconcelos *et al.*, 2004a), o qual foi calculado através da seguinte expressão (von Bertalanffy, 1938):

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

Subsequentemente, o crescimento do búzio (em comprimento de concha) foi modelizado através da aplicação dos parâmetros de crescimento (K , L_∞ and t_0) na equação de crescimento em comprimento de von Bertalanffy, expressa pela seguinte função (von Bertalanffy, 1938):

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

em que: L_t é o comprimento de concha à idade t (Cc - mm); L_∞ é o comprimento assintótico de concha (Cc - mm); K é o coeficiente de crescimento de von Bertalanffy; t_0 é a idade teórica ao comprimento de concha zero (anos).

Após a aplicação do valor estimado para o comprimento assintótico de concha (L_∞) na relação peso-comprimento ($W_t = a * L_t^b$) estabelecida para esta espécie, obteve-se o peso total assintótico (W_∞). Finalmente, o crescimento do búzio (em peso total) foi modelizado através da equação de crescimento em peso de von Bertalanffy, expressa pela seguinte função (von Bertalanffy, 1938):

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

em que: W_t é o peso total à idade t (Pt - g); W_∞ é o peso assintótico total (Pt - g); K é o coeficiente de crescimento de von Bertalanffy; t_0 é a idade teórica ao peso total zero (anos); b é o declive da relação peso-comprimento ($W_t = a * L_t^b$).

2.3. Ciclo reprodutivo do búzio

2.3.1. Ciclo gametogénico

Durante um ano (Março de 2003 - Fevereiro de 2004) foram amostrados, mensalmente, cerca de 100 exemplares de búzio provenientes de amostras comerciais capturadas nas imediações da Ilha da Culatra (Ria Formosa) (Fig. 1). Neste período, a temperatura da água foi monitorizada diariamente na Estação Piloto de Piscicultura do IPIMAR (Olhão), a qual recebe água directamente da Ria Formosa e reflecte intimamente as condições do meio natural circundante em termos de temperatura da água.

Os exemplares foram medidos (comprimento de concha, Cc - mm) com uma craveira digital (precisão de 0,01 mm) e pesados (peso total, Pt - g) numa balança digital (precisão de 0,01 g). O tamanho e peso dos exemplares (Cc e Pt) de ambos os sexos foram comparados através dum teste Z, com o nível de significância estatística estabelecido para $\alpha = 0,05$ (Zar, 1996).

O búzio não apresenta dimorfismo sexual externo, ou seja, o sexo dos indivíduos não pode ser distinguido através de caracteres morfológicos da concha (Fig. 3A). Por este motivo, as conchas foram partidas num torno de bancada para permitir a remoção das partes moles do organismo, exposição da cavidade do manto e observação dos órgãos sexuais (Fig. 3B). Adicionalmente, e devido à ocorrência de imposexo (desenvolvimento e sobreposição de caracteres sexuais masculinos nas fêmeas, nomeadamente pénis e vaso deferente) em *H. trunculus* na Ria Formosa (ver detalhes adicionais em Vasconcelos *et al.*, 2006a,b), os sexos não podem ser identificados pela simples presença / ausência de pénis. Deste modo, os machos foram identificados pela presença de pénis e ausência de glândula capsular, enquanto que as fêmeas foram identificadas pela presença de vagina e glândula capsular. A proporção sexual (*sex-ratio*), expressa em número de machos por cada fêmea (F:M), foi determinada e desvios significativos de um *sex-ratio* equilibrado (1F : 1M) foram analisados através de um teste de *Chi-quadrado* (χ^2), com o nível de significância estatística considerado para $\alpha = 0,05$ (Zar, 1996).

A gónada do búzio localiza-se na parte dorsal da glândula digestiva, à qual está intimamente associada, constituindo a espira visceral (complexo glândula digestiva e gónada) (Fig. 3C). O aspecto externo e a cor das gónadas foram examinados macroscopicamente de forma a avaliar o grau de maturação do indivíduo, em virtude das gónadas de ambos os sexos serem normalmente distinguíveis da coloração acastanhada da glândula digestiva adjacente. Quando não foi possível fazer a distinção entre a gónada e a glândula digestiva, os exemplares foram classificados como imaturos. O aspecto macroscópico de outros órgãos do aparelho reprodutor feminino, nomeadamente o receptáculo seminal (*receptaculum seminis*) e a glândula capsular, foi também observado de modo a determinar a sua contribuição para a avaliação da maturidade sexual e estado reprodutivo.

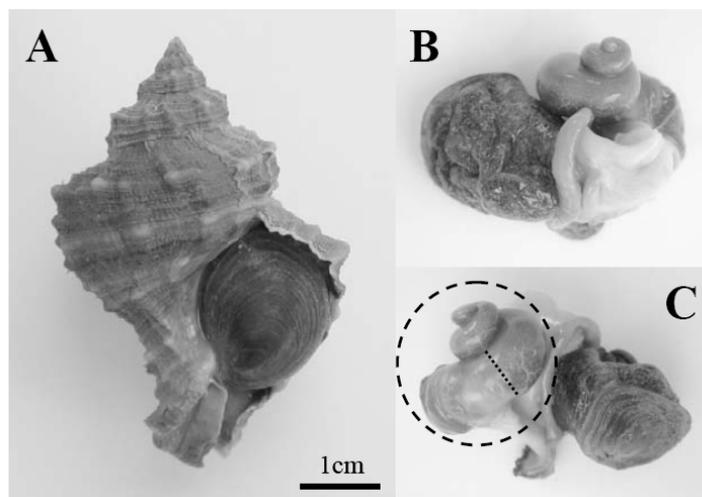


Figura 3. **A)** O búzio, *H. trunculus* (face ventral); **B)** Partes moles do organismo, revelando a cavidade do manto para identificação sexual do indivíduo; **C)** Localização do complexo glândula digestiva / gónada (círculo a traço interrompido), ilustrando o corte transversal (linha pontuada) efectuada na região média da espira visceral (atrás do ceco gástrico) para obtenção dos tecidos para as preparações histológicas.

Como a gónada de *H. trunculus* está intimamente associada à glândula digestiva, os testículos e os ovários não podem ser dissecados da massa visceral para efeitos de utilização de métodos histológicos. Por forma a evitar danos excessivos na gónada, este conjunto de tecidos (complexo glândula digestiva e gónada) foi fixado com solução de Davidson durante 24 - 48 horas e, seguidamente, preservado em etanol a 70 %, permitindo então a realização dum corte transversal (2-3 mm de espessura) na zona média da espira visceral, imediatamente atrás do ceco gástrico (Fig. 3C). Seguidamente, as amostras foram sujeitas a desidratação numa bateria de álcoois (concentrações de 80 %, 96 % e 100 %), infiltração e inclusão em parafina. Após o corte histológico no micrótomato automático (secções de 7 µm de espessura), as gónadas foram coradas com solução de hematoxilina-eosina, montadas em lâminas de microscopia com resina sintética, e finalmente examinadas num microscópio óptico ligado a um sistema de análise de imagem. A análise histológica das gónadas foi realizada em 20 exemplares por mês.

A identificação dos estados de desenvolvimento da gametogénese presentes nos cortes histológicos das gónadas de ambos os sexos foi baseada numa escala de maturação (sucintamente descrita na Tabela 1) adaptada dos trabalhos de Albanese *et al.* (1983), Barroso e Moreira (1998) e Tirado *et al.* (2002). Sempre que foram observados estados gametogénicos distintos num mesmo corte histológico, o indivíduo foi classificado de acordo com o estado de maturação predominante.

Tabela 1. Escala de maturação utilizada na avaliação do estado de desenvolvimento gametogénico das gónadas de búzio (*H. trunculus*).

Estado de maturação	Breve descrição das características mais relevantes da gónada
I - imaturo	A gónada apresenta uma estrutura interna pouco detalhada; pequenos grupos de células germinais primárias estão dispersas numa matriz larga de tecido conjuntivo.
II - pré-activo	A gónada possui poucos folículos isolados embebidos em tecido conjuntivo; os primeiros estados da gametogénese surgem junto da grossa parede do folículo.
III - activo	A gónada aumenta progressivamente de tamanho, os folículos tornam-se mais agrupados num tecido conjuntivo condensado; nos machos, alguns espermatozoa surgem no lúmen de alguns folículos; nas fêmeas, alguns oócitos pequenos e pouco desenvolvidos surgem na periferia dos folículos.
IV - maduro	A gónada aumenta muito de tamanho, os folículos encontram-se mais agrupados e altamente comprimidos e o tecido conjuntivo desaparece; nos machos, os folículos estão distendidos e ocupados por espermatozoa claramente visíveis no lúmen dos folículos (embora algumas fases iniciais da espermatogénese ainda ocorram junto da parede do folículo); nas fêmeas, os folículos estão preenchidos com oócitos plenamente desenvolvidos no lúmen do folículo (embora alguns oócitos pouco desenvolvidos ainda ocorram junto da parede do folículo).
V - em desova	A gónada diminui progressivamente de tamanho devido ao processo de desova e o lúmen do folículo torna-se mais vazio e rodeado por algum tecido conjuntivo; o lúmen da maioria dos folículos ainda contém espermatozoa ou oócitos maduros (embora a gametogénese diminua junto da parede do folículo).
VI - pós-desova	A gónada reduz ainda mais de tamanho porque todos os folículos libertaram os gâmetas (variando entre uma fase inicial com folículos grandes e vazios e uma fase final com folículos pequenos e vazios dispersos numa matriz larga de tecido conjuntivo plenamente desenvolvido).

2.3.2. Índices de actividade reprodutiva

Tal como noutras espécies de gastrópodes, algumas características particulares do búzio (*H. trunculus*) tornam inapropriado ou impreciso o uso de índices de condição convencionais (ver detalhes adicionais em Vasconcelos *et al.*, 2008a). Em primeiro lugar, o facto da gónada estar intimamente associada à glândula digestiva na espira visceral (complexo gónada e glândula digestiva) faz com que nem o testículo nem o ovário possam ser dissecados sem danos e perdas de tecido gonadal, tornando impraticável o uso de índices gonadossomáticos convencionais que empregam o peso da gónada. Adicionalmente, o búzio tem uma glândula digestiva volumosa, cujo conteúdo pode interferir

consideravelmente na pesagem do complexo gónada e glândula digestiva (Tirado *et al.*, 2002), pelo que os índices de condição convencionais que empregam o peso da espira visceral são pouco sensíveis a variações no peso da gónada. Finalmente, as operações de pesca e o manuseio dos búzios provocam frequentemente danos na concha, enquanto que a colonização por poliquetas epibiontes (incluindo espécies erosivas / perfuradoras) também contribui para o enfraquecimento e erosão da concha (Vasconcelos *et al.*, 2007), introduzindo discrepâncias no peso de exemplares do mesmo tamanho (Vasconcelos *et al.*, 2004b,c), e por consequência, tornando impreciso o uso de índices de condição convencionais que empregam o peso da concha.

De forma a ultrapassar este conjunto de dificuldades, seria vantajoso encontrar soluções alternativas aos índices de condição convencionais e às técnicas histológicas para a avaliação do desenvolvimento das gónadas e monitorização do ciclo reprodutivo do búzio. Durante o estudo do ciclo gametogénico de *H. trunculus* (Vasconcelos *et al.*, 2008b) constatou-se que as variações sazonais nas dimensões das gónadas de ambos os sexos e da glândula capsular das fêmeas poderiam ser úteis como índices de actividade reprodutiva, particularmente para a monitorização dos períodos de maturação e postura. Neste contexto, desenvolveu-se um método simples de avaliação da actividade reprodutiva do búzio, através da aplicação de índices visuais quantitativos baseados nas dimensões destes órgãos (medições de secções da glândula digestiva, gónada e glândula capsular).

Os exemplares de búzio (*H. trunculus*) (Fig. 4A) provenientes de amostras comerciais capturadas na Ria Formosa foram analisados mensalmente durante um ano (Março de 2003 - Fevereiro de 2004). Para a estimação dos índices quantitativos visuais, foram amostrados mensalmente cerca de 60-80 búzios: os indivíduos de ambos os sexos foram analisados para o cálculo do índice gonadossomático (IGS) e as fêmeas foram ainda analisadas para o cálculo do índice da glândula capsular (IGC).

Inicialmente, mediu-se o comprimento de concha (Cc - mm) dos indivíduos com uma craveira digital (precisão de 0,01 mm), ligeiramente secos e escorridos (para reduzir a humidade na concha e drenar o mais possível a água contida no interior da cavidade do manto) e pesou-se (peso total, Pt - g) numa balança digital (precisão de 0,01 g). A identificação sexual dos exemplares foi realizada de acordo com os procedimentos descritos anteriormente (machos: presença de pénis e ausência de glândula capsular; fêmeas: presença de vagina e glândula capsular).

De modo a facilitar a dissecação do complexo gónada / glândula digestiva e da glândula capsular, os tecidos moles foram fixados numa solução tamponizada de formaldeído a 4 % em água do mar durante cerca de 24 - 48 horas, sendo seguidamente lavados com abundante água corrente para eliminar os resíduos do fixador antes dos procedimentos subsequentes. Em ambos os sexos, efectuou-se um corte transversal na zona média da espira visceral (complexo gónada e glândula digestiva, imediatamente atrás do ceco gástrico) (Fig. 4B), removeu-se uma secção deste conjunto de tecidos (2 - 3 mm de

espessura) e colocou-se sobre uma folha de acetato. Nas fêmeas, extraiu-se simultaneamente a glândula capsular, a qual foi medida na sua máxima extensão (comprimento da glândula capsular - CGc) com a craveira digital (precisão de 0,01 mm), sujeita igualmente a um corte transversal na zona média (Fig. 4C) e colocação desta secção de tecido (2-3 mm de espessura) sobre a folha de acetato.

Estas secções de tecidos foram digitalizadas num *scanner* (HP® Scanjet 5530) previamente calibrado, os contornos da glândula digestiva e gónada (Fig. 4D) e da glândula capsular (Fig. 4E) foram posteriormente delimitados na imagem digitalizada e as respectivas áreas (área do complexo glândula digestiva e gónada: AGdG, área da glândula digestiva: AGd, área da gónada: AG, e área da glândula capsular: AGc) foram medidas num analisador de imagem digital (Zeiss® KS100: release 3.0). O índice gonadossomático (IGS) foi calculado como a proporção relativa da área da gónada em relação à área total do complexo glândula digestiva e gónada [$IGS = (AG / AGdG) \times 100$] (Poore, 1973). O índice da glândula capsular (IGC) foi calculado como uma estimacão aproximada das dimensões globais deste órgão, através da multiplicacão do comprimento pela área da glândula capsular ($IGC = CGc \times AGc$).

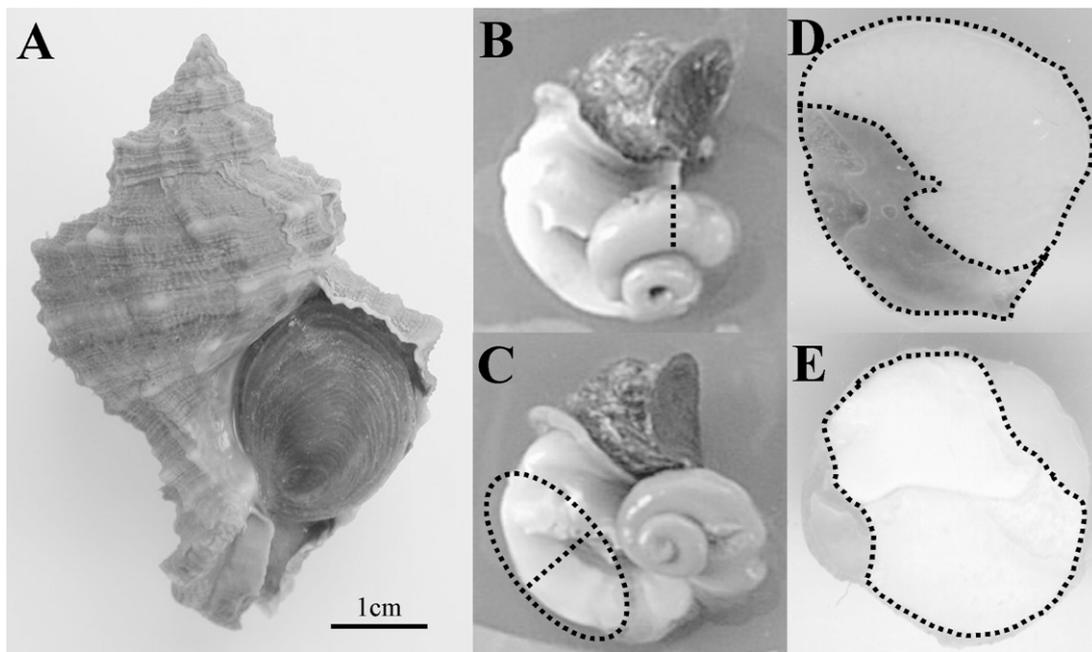


Figura 4. Ilustracão da seqüência de procedimentos para a estimacão dos índices visuais quantitativos (IGS e IGC) de actividade reprodutiva: **A**) Búzio (*H. trunculus*) (vista ventral); **B**) Corte transversal (linha ponteadada) efectuada na zona média da espira visceral (complexo glândula digestiva e gónada); **C**) Corte transversal (linha ponteadada) efectuada na zona média da glândula capsular; **D**) Contornos (linhas ponteadadas) marcados na imagem digitalizada para mediçã das áreas da gónada e da glândula digestiva e estimacão do IGS; **E**) Contorno (linha ponteadada) marcado na imagem digitalizada para mediçã da área da glândula capsular e estimacão do IGC.

Os dados foram analisados através de análise de variâncias (ANOVA) com o programa estatístico SigmaStat[®] (version 2.0). Sempre que os pressupostos da ANOVA (normalidade e homogeneidade de variâncias) não foram cumpridos, foi realizado um teste de Kruskal-Wallis (ANOVA *on ranks*). Quando a ANOVA ou o teste de Kruskal-Wallis detectaram diferenças significativas entre grupos, foram realizadas comparações par-a-par através dos testes de Tukey ou de Dunn, respectivamente (Zar, 1999). Para a análise das proporções sexuais nas percentagens mensais de indivíduos com AG > AGd e AGc > AGd foi aplicado um teste G (Sokal e Rohlf, 1994). Em todas as análises estatísticas o nível de significância foi estabelecido para $\alpha = 0,05$.

2.3.3. Caracterização das posturas, desenvolvimento embrionário e juvenil

Os búzios adultos foram mantidos em laboratório em dois aquários (45 litros), sem substrato (de modo a minimizar a manutenção e conseqüente perturbação dos indivíduos), com arejamento e sob fotoperíodo natural. Durante o período de estudo, a temperatura da água e a salinidade foram monitorizadas periodicamente. A temperatura da água oscilou entre 18 e 20 °C e a salinidade foi mantida constante a aproximadamente 35 ‰ (por adição de água do mar diluída para compensar as perdas por evaporação). Os búzios foram alimentados *ad libitum* com algumas espécies de bivalves que constituem as suas presas naturais na Ria Formosa (nomeadamente berbigão, ostra - *Crassostrea gigas* e mexilhão - *Mytilus edulis*).

No final de Abril (aquário 1) e de Maio de 2004 (aquário 2) as fêmeas iniciaram a deposição de posturas individuais e colectivas, tendo o comportamento de postura e o padrão de deposição da postura sido fotografado e filmado. O ritmo de deposição da postura foi avaliado apenas nas posturas individuais, através da contagem periódica (4 - 12 horas de intervalo) do número de cápsulas de ovos depositados, mas apenas na fase inicial do processo de postura, enquanto o número de cápsulas de ovos podia ser contabilizado com exactidão. Imediatamente após o final da postura, o comprimento da concha das fêmeas foi medido (Cc - mm) com uma craveira digital (precisão de 0,01 mm).

No presente trabalho, o termo “*embrião*” refere-se a todos os estados de desenvolvimento intracapsular antes da libertação das cápsulas de ovos (ootecas), enquanto que “juvenil pós-metamorfose” diz respeito aos estados metamorfoseados e eclodidos das cápsulas de ovos. Embriões descapsulados são os estados de desenvolvimentos que foram extraídos artificialmente das ootecas.

Durante o período de incubação, as cápsulas de ovos foram removidas periodicamente (diariamente durante a primeira semana e semanalmente durante o restante período de incubação) de uma postura individual seleccionada, de modo a proceder à contagem dos ovos e descrição do desenvolvimento embrionário. Após uma cuidadosa abertura das ootecas com o auxílio de uma tesoura de dissecação, os ovos e/ou os embriões descapsulados foram contados, medidos e fotografados. Os embriões

descapsulados foram conservados em álcool a 70 % para evitar a erosão da protoconcha. As contagens e medições (diâmetro do ovo: Do - μm ; comprimento da concha: Cc - mm) foram realizadas num microscópio óptico com uma ocular micrométrica.

O número de cápsulas de ovos por postura individual foi estimado através da respectiva pesagem numa balança digital (precisão de 0,01 g), tendo em consideração que 100 ootecas pesaram 2,69 g. Estas ootecas foram conservadas numa solução tamponizada de formaldeído a 4 % em água do mar, por forma a manterem a sua estrutura e formato. Seguidamente, o respectivo comprimento (Co - mm), largura (Lo - mm) e espessura (Eo - mm) foram medidos com uma craveira digital (precisão de 0,01 mm). As medições das cápsulas dos ovos seguiram os critérios definidos por D'Asaro (1970, 1986), sendo o comprimento (Co) a maior distância entre a membrana basal e o *apex*; a largura (Lo) a maior distância entre os bordos laterais, em ângulo recto em relação ao comprimento; a espessura (Eo) a maior distância entre o lado convexo e o lado côncavo, em ângulos rectos em relação ao comprimento e à altura.

Imediatamente após a eclosão, os exemplares pós-metamórficos foram cuidadosamente removidos dos aquários com o auxílio de uma pipeta e transferidos para a Estação Experimental de Moluscicultura do IPIMAR (Tavira), onde foram acondicionados em tanques de plástico (em circuito aberto e com arejamento). Os exemplares foram colocados em tanques separados consoante a respectiva data de eclosão, acondicionados em crivos de plástico flutuantes (malha da rede de 500 μm), onde foram alimentados *ad libitum* com uma dieta mista de ração granulada para peixe e miolo de bivalves (berbigão, ostra e amêijo-branca - *Spisula solida*).

De forma a descrever o desenvolvimento pós-eclosão, os exemplares recentemente metamorfoseados (desde o 1º dia após a eclosão - 1 DAE) foram fotografados e medidos com ocular micrométrica no microscópio óptico, procedimento que foi repetido semanalmente até os indivíduos completarem um mês de idade.

3. RESULTADOS

3.1. Pescaria

3.1.1. Caracterização da arte de pesca e operações de pesca

A teia-de-carteiras é composta basicamente por uma longa linha madre com numerosos estralhos, na extremidade dos quais são presas as carteiras (pequenos invólucros de rede de plástico rígido). As principais características e especificações técnicas (materiais e dimensões) das cinco artes de pesca encontram-se compiladas na Tabela 2 e o plano técnico da teia-de-carteiras está ilustrado na figura 5.

Tabela 2. Principais características e especificações técnicas das teia-de-carteiras utilizadas na pescaria de gastrópodes muricídeos na Ria Formosa.

		Comprimento (m)*	Espessura (mm)	
Linha madre	Média ± D.P. (mín. - máx.)	≈ 1,8 (≈ 1 braça)	4,0 ± 0,7 (2,1 - 5,0)	
	Material	Poliamida (PA entrançado)		
Estralhos	Média ± D.P. (mín. - máx.)	63,8 ± 19,4 (26,5 - 124,0)	1,5 ± 0,2 (1,1 - 2,6)	
	Material	Polietileno (PE torcido)		
Carteiras	Média ± D.P. (mín. - máx.)	13,5 ± 1,1 (11,5 - 16,5)	Largura (cm)	Número
	Material	Rede de plástico rígido (malha quadrada)		
Malha das carteiras	Média ± D.P. (mín. - máx.)	9,1 ± 0,3 (8,4 - 10,3)	Largura (mm)	Diagonal (mm)
			9,1 ± 0,5 (8,2 - 10,4)	11,0 ± 0,4 (10,3 - 12,1)

* Distância aproximada (espaçamento) entre estralhos consecutivos (e “carteiras”) na linha-madre.

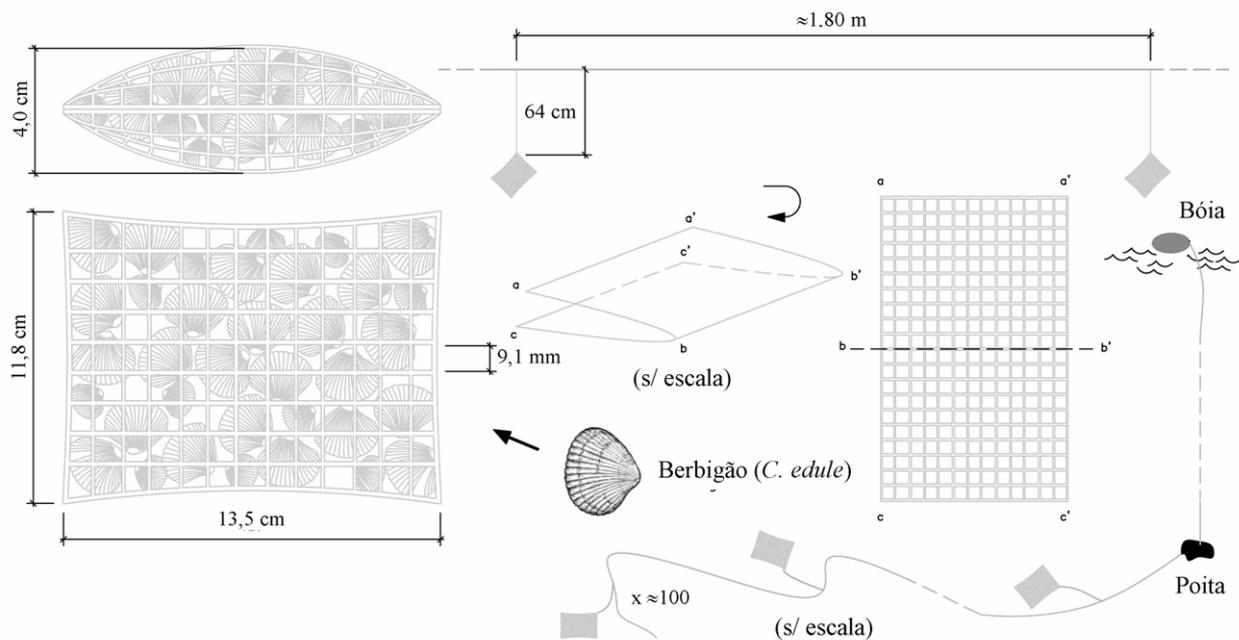


Figura 5. Plano técnico ilustrativo das principais características de uma teia-de-carteiras padrão utilizada na pescaria de gastrópodes muricídeos [desenho modificado de Carneiro *et al.* (2006) com as medições realizadas no presente estudo].

O levantamento técnico revelou que estas teias-de-carteiras eram ligeiramente distintas em termos dos materiais de construção e dimensões dos seus elementos constituintes (Tabela 2). Com exceção de

uma arte de pesca parcialmente construída com materiais naturais (estralhos em sisal), as restantes teias-de-carteiras eram constituídas por materiais sintéticos (linhas madre em poliamida entrançada e estralhos em polietileno torcido).

Em média, os estralhos mediam $63,8 \pm 19,4$ cm de comprimento. Na linha madre, os estralhos estavam separados entre si aproximadamente 1,8 m (cerca de uma braça), de forma a evitar o contacto entre carteiras adjacentes e o consequente enlear dos estralhos. Cada teia-de-carteiras possuía uma média de 85 ± 14 carteiras e a variabilidade no número de carteiras por arte de pesca (mínimo = 76; máximo = 109) era devida principalmente à perda de alguns estralhos ou carteiras durante as operações de pesca (detectável através dum espaçamento atípico e excessivo na madre entre estralhos consecutivos). A medição de metade das carteiras de cada arte de pesca (num total de 215 carteiras) revelou que estes invólucros sensivelmente quadrados mediam em média $13,5 \pm 1,1$ cm em comprimento e $11,8 \pm 0,7$ cm em largura (com uma malha quadrada de cerca de 1 cm na diagonal) (Tabela 2). As teias-de-carteiras são caladas no fundo de canais lagunares relativamente pouco profundos (2-3 metros de profundidade) com o auxílio de uma poita (normalmente uma pedra com cerca de 1 kg) e uma bóia (de plástico ou de cortiça) em cada extremidade da arte de pesca.

No início de cada operação de pesca, as carteiras são iscadas com berbigão vivo, geralmente com exemplares sub-dimensionados (abaixo do TMC = 25 mm Cc) capturados pelo próprio pescador. As teias-de-carteiras são normalmente “caladas” de manhã cedo e “corridas” na manhã seguinte. Durante os três dias de pesca consecutivos, o tempo médio de imersão da arte de pesca foi de $23:35 \pm 01:10$ horas (variando entre 20:24 e 26:36 horas de imersão diária). Diversas espécies predadoras e necrófagas, incluindo as espécies-alvo da pescaria, o búzio (*H. trunculus*) e a canilha (*B. brandaris*), são atraídas pelo isco e aderem ao exterior das carteiras durante as fases de manuseio, ataque ou ingestão do berbigão (Fig. 6). Durante o “correr da arte”, os pescadores removem as espécies-alvo, rejeitam as espécies acessórias e simultaneamente voltam a calar a arte de pesca.

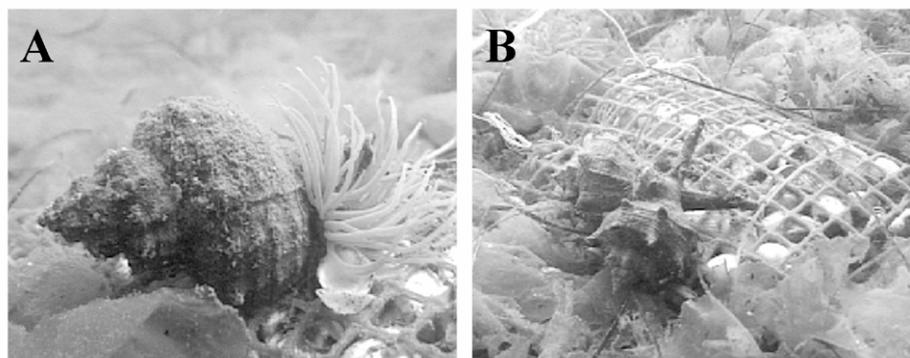


Figura 6. Fotografia subaquática de exemplares das espécies-alvo aderidas ao exterior das carteiras iscadas com berbigão: **A)** Búzios (*H. trunculus*); **B)** Canilha (*B. brandaris*).

A principal característica deste tipo de operações de pesca é o rápido manuseamento da arte de pesca (período de tempo necessário para calar, “correr a arte” e alar uma teia-de-carteiras com 100 carteiras). De facto, os pescadores levaram em média 3 ± 1 minutos para calar (dia 0) e 6 ± 2 minutos tanto para “correr a arte” (dias 1 e 2) como para “correr” e alar a teia-de-carteiras (dia 3). Contudo, foi registada uma elevada variabilidade na duração destas operações de pesca (entre 2 e 20 minutos), visto que o “correr da arte” depende da própria quantidade de exemplares das espécies-alvo capturada e da quantidade de indivíduos de espécies acessórias rejeitada. Adicionalmente, sob condições atmosféricas desfavoráveis (particularmente ventos fortes que dificultam a manobra da embarcação), os pescadores chegaram a demorar 20 minutos tanto para calar como para alar uma teia-de-carteiras.

A relação entre a mortalidade do isco (percentagem de berbigão morto no final do terceiro dia de pesca) e a temperatura da água durante o período de duração das pescarias experimentais com as teias-de-carteiras está apresentada na figura 7. Salvo raras exceções, a mortalidade do isco foi inferior no Outono e Inverno (nomeadamente entre Outubro 2005 e Março 2006) e aumentou significativamente na Primavera e Verão (atingindo os valores mais elevados em Agosto e Setembro de 2005) (Fig. 7A). Foi detectada uma correlação significativa entre a temperatura da água e a mortalidade do isco, com a subida da temperatura a provocar um nítido aumento na mortalidade do berbigão no interior das carteiras, tal como confirmado pela regressão linear estabelecida entre estes parâmetros ($r = 0,639$; $p = 0,034$) (Fig. 7B).

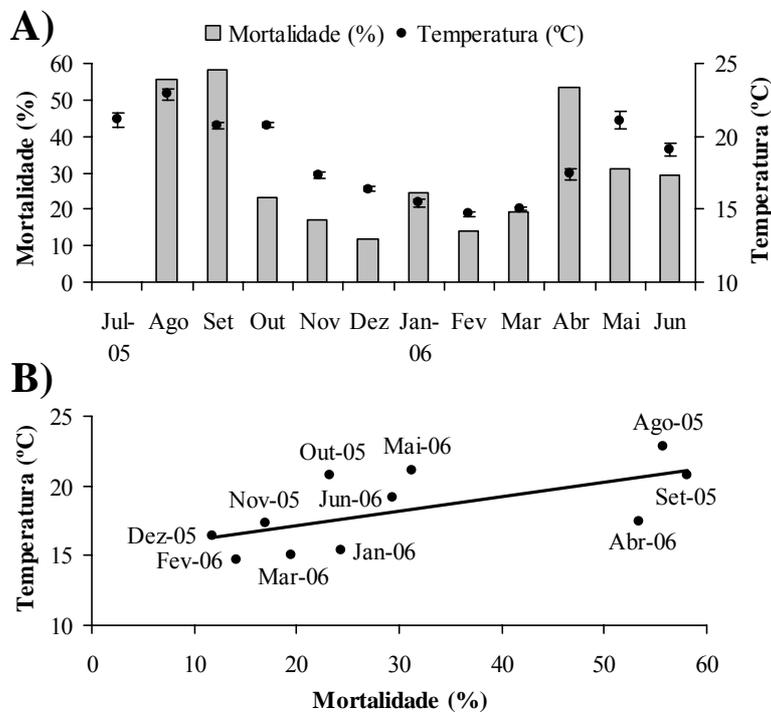


Figura 7. Relação entre a mortalidade do isco e a temperatura da água durante as pescarias experimentais com teias-de-carteiras: **A)** Variação mensal durante o período de estudo; **B)** Regressão linear estabelecida entre a mortalidade do isco e a temperatura da água.

3.1.2. Capturas de espécies-alvo e espécies acessórias

Na globalidade das pescarias experimentais com as teias-de-carteiras foram capturados 1620 búzios e 3306 canilhas, correspondendo a um peso total de 19,74 kg e 31,24 kg, respectivamente. Ambas as espécies-alvo apresentaram uma vasta gama de tamanhos (*H. trunculus*: 9,10 - 77,14 mm Cc; *B. brandaris*: 15,73 - 88,96 mm Cc) e peso (*H. trunculus*: 0,06 - 40,41 g Pt; *B. brandaris*: 0,17 - 36,09 g Pt). Os comprimentos e pesos médios foram $49,94 \pm 10,15$ mm Cc e $12,19 \pm 6,67$ g Pt para *H. trunculus* e $53,82 \pm 11,47$ mm Cc e $9,45 \pm 6,10$ g Pt para *B. brandaris*.

A identificação taxonómica e abundância das espécies acessórias capturadas pelas teias-de-carteiras encontram-se compiladas na Tabela 3. No total, foram capturados 1978 exemplares de espécies acessórias pertencentes a 39 taxa, sendo os gastrópodes claramente dominantes (89,6 % do *by-catch*), nomeadamente *Nassarius (Hinia) reticulatus* (n = 391), *Bittium reticulatum* (n = 322), *Gibbula umbilicaris* (n = 268), *Nassarius (Telasco) cuvieri* (n = 249) e *Jujubinus striatus* (n = 183). Diversos exemplares de outros grupos taxonómicos (Filos Cnidaria, Sipuncula, Arthropoda e Echinodermata) foram também capturados, com os equinodermes a serem o grupo mais abundante (7,4 % do *by-catch*) maioritariamente devido às capturas das estrelas-do-mar *Asterina gibbosa* (n = 120) e *Coscinasterias tenuispina* (n = 23) (Tabela 3).

A comparação entre o número total de exemplares das espécies-alvo (*H. trunculus* e *B. brandaris*) e das espécies acessórias capturadas pelas teias-de-carteiras durante as pescarias experimentais revelou que as espécies-alvo corresponderam a 71,3 % do total das capturas em número, desigualmente distribuídas entre o búzio (23,4 %) e a canilha (47,9 %), e que as espécies acessórias contabilizaram apenas 28,7 % do total das capturas em número.

A variação mensal da CPUE das espécies-alvo (peso total / 100 carteiras / 24 horas) e das espécies acessórias (número total / 100 carteiras / 24 horas) durante as pescarias experimentais encontra-se representada na figura 8. As CPUE em peso de búzio mais elevadas ocorreram em Setembro e Novembro de 2005 e em Janeiro e Maio de 2006, enquanto que as CPUE em peso de canilha mais elevadas foram registadas em Setembro e Outubro de 2005, entre Fevereiro e Abril de 2006 e em Junho de 2006. A CPUE média de *H. trunculus* foi de $105,70 \pm 134,85$ g e a de *B. brandaris* foi de $166,71 \pm 200,18$. Excepto em Novembro de 2005 e em Janeiro e Maio de 2006, as CPUE em peso de búzio foram inferiores às de CPUE em peso de canilha (Fig. 8A). No respeitante às espécies acessórias, as CPUE em número mais significativas foram observadas em Janeiro, Abril e Maio de 2006. Globalmente, as CPUE médias de ambas as espécies-alvo e das espécies acessórias apresentaram uma enorme variabilidade durante o período de estudo (mesmo entre pescarias mensais consecutivas), embora sem evidenciar qualquer padrão de sazonalidade (Fig. 8B).

Tabela 3. Identificação taxonômica e número de indivíduos de espécies acessórias capturados nas pescarias experimentais com teias-de-carteiras.

<i>Taxa</i>	Nº	<i>Taxa</i>	Nº
FILO CNIDARIA		Classe Polyplacophora	
Classe Anthozoa		Família Ischnochitonidae	
Anthozoa ind.	10	<i>Acanthochitona</i> sp.	4
FILO MOLLUSCA		<i>Chaetopleura angulata</i> (Spengler, 1797)	7
Classe Gastropoda		FILO SIPUNCULA	
Família Cerithiidae		Classe Sipunculidae	
<i>Bittium reticulatum</i> (Linnaeus, 1778)	322	Sipunculida ind.	1
<i>Cerithium vulgatum</i> Bruguière, 1792	7	FILO ARTHROPODA	
Família Columbelloidea		Classe Thecostraca	
<i>Columbella rustica</i> (Linnaeus, 1758)	4	Superordem Eucarida	
Família Hydrobiidae		Ordem Decapoda	
<i>Hydrobia ulvae</i> Pennant, 1777	8	Família Diogenidae	
Família Muricidae		<i>Clibanarius erythropus</i> (Latreille, 1818)	3
<i>Nassarius (Telasco) cuvieri</i> (Payraudeau, 1826)	249	<i>Diogenes pugilator</i> (Roux, 1829)	9
<i>Nassarius (Gussonea) pfeifferi</i> (Philippi, 1844)	1	Família Leucosiidae	
<i>Nassarius (Gussonea) corniculatus</i> (Olivi, 1792)	2	<i>Ebalia edwardsii</i> (Costa, 1838)	1
<i>Nassarius (Hima) incrassatus</i> (Stroem, 1768)	88	Família Paguridae	
<i>Nassarius (Hinia) reticulatus</i> (Linnaeus, 1758)	391	<i>Pagurus</i> sp.	2
<i>Nassarius</i> spp.	60	Família Pilumnidae	
<i>Ocenebra erinaceus</i> (Linnaeus, 1758)	3	<i>Pilumnus hirtellus</i> (Linnaeus, 1761)	1
<i>Ocenebrina aciculata</i> (Lamarck, 1822)	32	Família Porcellanidae	
<i>Cyclope (Cyclope) neritea</i> (Linnaeus, 1758)	17	<i>Pisidia longicornis</i> (Linnaeus, 1767)	1
Família Naticidae		Família Portunidae	
Naticidae ind.	63	<i>Carcinus maenas</i> (Linnaeus, 1758)	3
Família Rissoidae		<i>Liocarcinus arcuatus</i> (Leach, 1814)	6
Rissoidae ind.	48	Família Xanthidae	
Família Trochidae		<i>Xantho incisus</i> (Leach, 1814)	1
<i>Gibbula</i> spp.	6	Superclasse Pycnogonida	
<i>Gibbula pennanti</i> (Philippi, 1846)	8	Pycnogonida ind.	1
<i>Gibbula umbilicalis</i> (da Costa, 1778)	9	FILO ECHINODERMATA	
<i>Gibbula umbilicaris</i> (Linnaeus, 1758)	268	Ordem Asterozoa	
<i>Jujubinus striatus</i> (Linnaeus, 1758)	183	Família Asteroidea	
Família Turritellidae		<i>Coscinasterias tenuispina</i> (Lamarck, 1816)	23
<i>Mesalia brevisalis</i> (Lamarck, 1822)	3	Família Asterinidae	
Subclasse Opisthobranchia		<i>Asterina gibbosa</i> (Pennant, 1777)	120
Ordem Nudibranchia		Ordem Echinozoa	
Nudibranchia ind.	10	Família Echinidae	
		<i>Paracentrotus lividus</i> (Lamarck, 1816)	3
		Total	1978

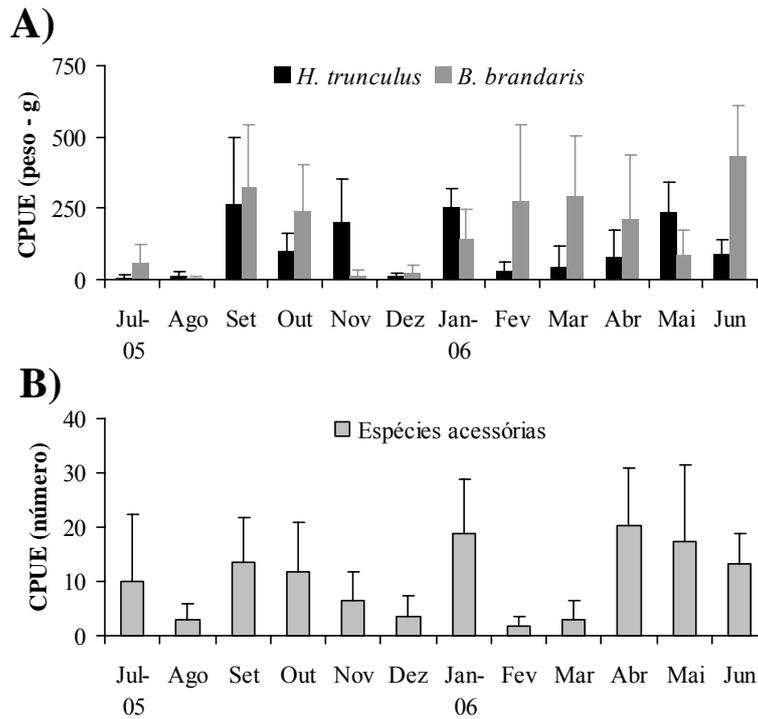


Figura 8. Variação mensal das capturas por unidade de esforço (CPUE em peso ou número / 100 carteiras / 24 horas) com as teias-de-carteiras: **A)** Espécies alvo - *H. trunculus* e *B. brandaris*; **B)** Espécies acessórias.

A variação da CPUE média das espécies-alvo (peso total / 100 carteiras / 24 horas) e das espécies acessórias (número total / 100 carteiras / 24 horas) durante os três dias de pesca consecutivos está ilustrada na figura 9. Independentemente do dia de pesca, a CPUE em peso de búzio foi invariavelmente inferior à CPUE em peso de canilha. Entre dias de pesca consecutivos observou-se uma nítida tendência de decréscimo significativo nas CPUE de *H. trunculus* e *B. brandaris* (CPUE em peso) (Fig. 9A), bem como na CPUE das espécies acessórias (CPUE em número) (Fig. 9B).

Na figura 10 apresenta-se a distribuição de frequências de comprimentos das capturas das espécies-alvo (*H. trunculus* e *B. brandaris*) e a indicação dos indivíduos abaixo e acima do TMC estipulado para estas espécies (*H. trunculus* = 50 mm Cc e *B. brandaris* = 65 mm Cc). Durante a globalidade das operações de pesca, as teias-de-carteiras capturaram exemplares de ambas as espécies-alvo com um intervalo de tamanhos bastante alargado e com proporções muito consideráveis de indivíduos comercialmente sub-dimensionados: 47,2 % de búzio (Fig. 10A) e 81,9 % de canilha (Fig. 10B).

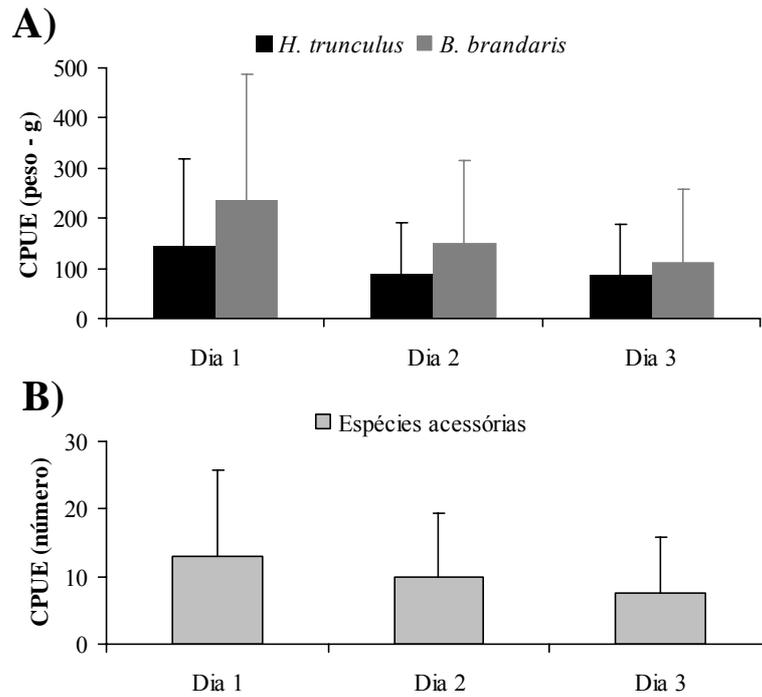


Figura 9. Variação das capturas médias por unidade de esforço (CPUE em peso ou número / 100 carteiras / 24 horas) durante três dias de pesca consecutivos com as teias-de-carteiras: **A)** Espécies-alvo - *H. trunculus* e *B. brandaris*; **B)** Espécies acessórias.

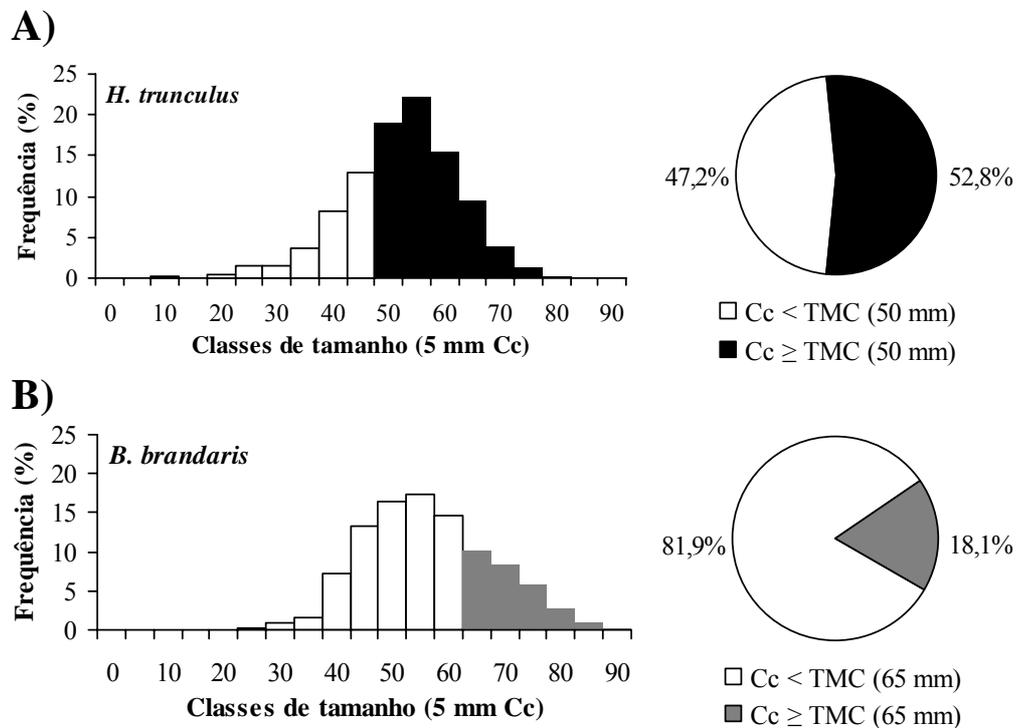


Figura 10. Distribuição de frequências de comprimentos das capturas das espécies-alvo abaixo e acima do tamanho mínimo de captura (TMC): **A)** Búzio (*H. trunculus*); **B)** Canilha (*B. brandaris*).

3.2. Idade e crescimento do búzio

Entre Março de 2003 e Junho de 2004 foram marcados e libertados 726 búzios. Aquando da marcação, estes exemplares tinham um comprimento médio de concha de $44,32 \pm 5,34$ mm e um peso total médio de $8,94 \pm 3,06$ g (intervalos de 20,65 - 58,36 mm e 0,86 - 19,89 g, respectivamente). Uma inspeção cuidadosa da condição geral dos gastrópodes marcados durante a sua manutenção em aquário, não revelou quaisquer efeitos adversos no estado e comportamento dos indivíduos, nem qualquer mortalidade imediatamente após a marcação.

Durante estas experiências de marcação / recaptura foram capturados 170 búzios (216 recapturas), com um comprimento médio de concha de $49,36 \pm 4,92$ mm e um peso total médio de $11,89 \pm 4,08$ g (intervalos de 36,22 - 65,97 mm e 4,42 - 27,35 g, respectivamente). Na globalidade, estas 216 capturas corresponderam a uma taxa de recaptura de 29,8 %. Neste contexto, convém realçar que a maioria das recapturas ocorreram uma única vez (133 indivíduos = 78,2 %), 30 búzios foram recapturados duas vezes (17,7 %), seis foram capturados três vezes (3,5 %) e um foi recapturado quatro vezes (0,6 %). No total das operações de recaptura por mergulho no tanque de terra foram recolhidos 107 búzios mortos, correspondendo a uma taxa de mortalidade de 14,7 %. Após 16 meses desde o início do estudo, apenas foi recapturado um exemplar sem marca, enquanto que os restantes búzios recapturados possuíam etiquetas intactas, facilmente legíveis e a maioria apresentava bandas de crescimento nítidas e depositadas recentemente (Fig. 2D).

O gráfico de Gulland-Holt das taxas de crescimentos semanais vs. comprimentos médios da concha (com dados agrupados dos exemplares da marcação / recaptura e dos indivíduos eclodidos em cativeiro) está apresentado na figura 11A. Após a aplicação deste método gráfico, os parâmetros de crescimento estimados foram $K = 0,008$ /semana (0,41/ano) e $L_{\infty} = 82,76$ mm Cc. O cálculo de t_0 , assumindo um comprimento de concha aquando da eclosão do búzio de $L_t = 1,64$ mm Cc, resultou num valor de -0,05 anos. A função de crescimento de von Bertalanffy em termos de comprimento de concha ($L_t = 82,76 [1 - e^{-0,41(t+0,05)}]$) está ilustrada na figura 11B. Segundo esta equação de crescimento, o búzio atinge o tamanho mínimo de captura (TMC = 50 mm Cc) aos 2,20 anos de idade.

Após a aplicação da relação peso-comprimento ($W_t = 0,00008 L_t^{3,022}$; $n = 2401$; $r = 0,975$; $p < 0,05$) previamente estimada por Vasconcelos *et al.* (2004b) para *H. trunculus* da Ria Formosa (Fig. 11C), obteve-se a respectiva função de crescimento de von Bertalanffy em termos de peso total ($W_t = 49,97 [1 - e^{-0,41(t+0,05)}]^{3,022}$) (Fig. 11D).

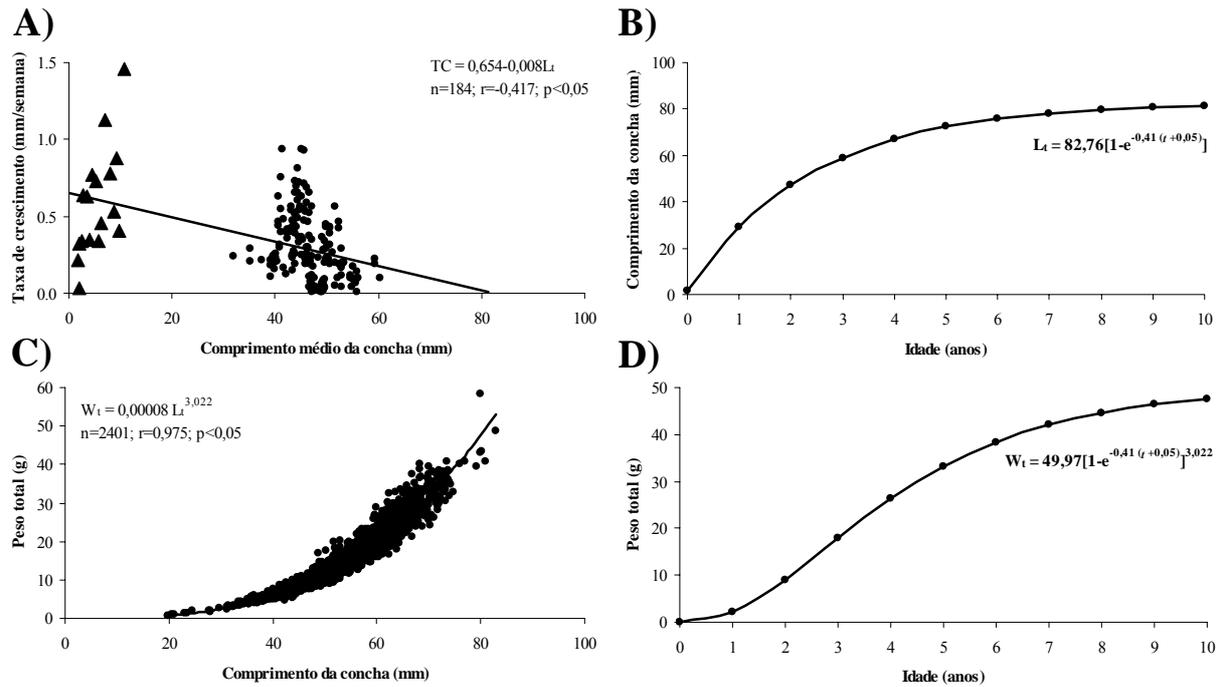


Figura 11. A) Gráfico de Gulland-Holt das taxas de crescimento semanais vs. comprimentos médios da concha de *H. trunculus* (● - dados de exemplares da marcação / recaptura, ▲ - dados de exemplares eclodidos em cativeiro); B) Função de crescimento de von Bertalanffy em termos de comprimento da concha do búzio; C) Relação peso-comprimento para *H. trunculus* (dados de Vasconcelos *et al.*, 2004b); D) Função de crescimento de von Bertalanffy em termos de peso total do búzio.

3.3. Ciclo reprodutivo do búzio

3.3.1. Ciclo gametogénico

No total, foram amostrados 1183 búzios (621 machos e 562 fêmeas) entre Março de 2003 e Fevereiro de 2004. Os exemplares apresentaram um intervalo de tamanhos alargado, tanto em termos de comprimento de concha (40,17 - 82,84 mm Cc) como em termos de peso total (5,28 - 48,84 g Pt), e em média as fêmeas eram significativamente maiores e mais pesadas ($57,84 \pm 6,30$ mm Cc e $18,11 \pm 6,91$ g Pt, respectivamente) do que os machos ($55,64 \pm 5,50$ mm Cc e $16,86 \pm 5,69$ g Pt, respectivamente) (teste Z, $P < 0,05$).

A proporção sexual da totalidade das amostras (F:M = 1:1,10) não foi significativamente divergente da paridade (F:M = 1:1, teste χ^2 , $P < 0,05$). De forma a detectar eventuais variações no *sex-ratio* em função do tamanho dos exemplares, os dados foram agrupados em classes de tamanho (5 mm Cc) (Fig. 12). Os machos predominaram entre os exemplares de menores dimensões (< 55 mm Cc), ambos os sexos estavam estatisticamente equilibrados nas classes de tamanho intermédias (entre 55 e 65 mm Cc), enquanto que as fêmeas predominaram entre os indivíduos de maiores dimensões (> 65 mm Cc) (teste χ^2 , $P < 0,05$). Na regressão linear estabelecida entre as classes de tamanho (5 mm Cc) e o respectivo *sex-ratio* (F:M) obteve-se uma forte correlação negativa ($r = -0,985$), a qual reflecte de forma nítida a proporção decrescente de machos com o aumento das classes de tamanho (Fig. 12).

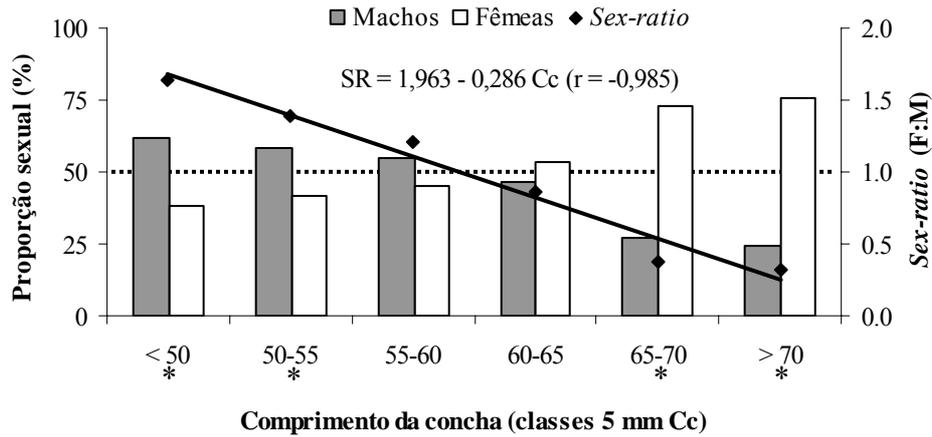


Figura 12. Variação da proporção sexual (%) e do *sex-ratio* (F:M) em função do tamanho dos exemplares (agrupados em classes de comprimento de concha - 5 mm SL). A linha pontilhada ilustra a proporção sexual equilibrada (F:M = 1:1) e os asteriscos assinalam classes de tamanho com *sex-ratio* desequilibrado (teste χ^2 , $P < 0,05$).

O tamanho das gónadas de ambos os sexos variou consoante o estado reprodutivo do búzio, atingindo dimensões consideráveis (frequentemente maiores que a glândula digestiva) na época de reprodução e praticamente desaparecendo no período de menor actividade reprodutiva. O testículo e o ovário eram facilmente distinguíveis da coloração acastanhada da glândula digestiva, excepto em exemplares muito jovens (imaturos) e em exemplares idosos em estado avançado de regressão da gónada (fase de repouso), ambas apresentando gónadas vestigiais ou indiferenciadas com coloração acinzentada ou acastanhada. A coloração do ovário e do testículo variou consideravelmente consoante a idade e a maturação sexual, com as fêmeas a apresentar gónadas creme-amarelo pálido, amarelo claro, laranja ou salmão e os machos a apresentarem gónadas amarelo claro, amarelo escuro, mostarda ou castanho claro (estas últimas bastante semelhantes à coloração acastanhada da glândula digestiva).

Nas fêmeas, atrás do complexo glândula capsular / glândula da albumina, localiza-se o pouco conspícuo receptáculo seminal, responsável pelo armazenamento do esperma obtido durante a cópula. Contudo, sendo frequentemente quase imperceptível, a observação do seu aspecto geral não foi muito útil enquanto potencial descritor do estado reprodutivo dos exemplares. Mesmo assim, ocasionalmente o receptáculo seminal apresentava uma massa esbranquiçada claramente visível, indicadora da cópula e subsequente armazenamento dos espermatozóides.

Localizada no oviducto palial, a glândula capsular apresenta uma estrutura vasiforme e bilobada, sendo circular em corte transversal e mais larga na secção média. A glândula capsular e a glândula da albumina formam uma estrutura quase contínua, sendo apenas distinguíveis devido a uma pequena diferença de opacidade. As dimensões, opacidade e coloração da glândula capsular do búzio variaram consideravelmente durante a maturação, aumentando em tamanho, opacidade e viscosidade e evoluindo de uma coloração esbranquiçada para amarelada antes da época de postura.

A observação dos cortes histológicos do búzio revelou que a totalidade dos exemplares analisados eram gonocóricos (sexos separados, sem detecção de quaisquer casos de hermafroditismo ou inversão sexual) e apresentavam um desenvolvimento normal do ciclo gametogénico. As percentagens mensais de machos e fêmeas de *H. trunculus* nos distintos estados de maturação encontram-se ilustradas na figura 13. A característica mais evidente do ciclo gametogénico do búzio foi a ocorrência simultânea de diversos estados de desenvolvimento da gametogénese em praticamente todos os meses do ano, atingindo um máximo de seis estados de espermatogénese em Junho de 2003 (Fig. 13A) e cinco estados de oogénese em Novembro de 2003 (Fig. 13B). Os machos apresentaram actividade reprodutiva ao longo de praticamente todo o ano, observando-se testículos activos, maduros ou em emissão durante todo o período de amostragem. As maiores frequências de gónadas masculinas maduras ocorreram entre Março e Junho de 2003 e entre Outubro de 2003 e Janeiro de 2004 (Fig. 13A). As fêmeas registaram uma actividade reprodutiva mais intensa em determinados períodos do ano, observando-se gónadas activas, maduras ou em desova entre Março e Maio de 2003 e entre Setembro de 2003 e Fevereiro de 2004 (ovários maduros apenas foram observados entre Março e Maio de 2003 e entre Novembro de 2003 e Fevereiro de 2004). Foi ainda detectada uma fase de menor esforço reprodutivo entre Junho e Agosto de 2003, com a prevalência de gónadas imaturas, pré-activas e pós-desova (Fig. 13B).

Devido à ocorrência simultânea dos estados mais avançados da gametogénese (III - activa + IV - madura + V - em desova) em cada gónada durante grande parte do período de estudo, as percentagens de ocorrência destes estados de maturação foram agrupadas de modo a melhor discriminar os períodos de maior actividade reprodutiva do búzio (Fig. 14). Durante a globalidade do período de estudo, os machos apresentaram invariavelmente frequências mais elevadas de gónadas activas, maduras e em emissão (atingindo 100 % entre Março e Maio de 2003, entre Setembro e Novembro de 2003 e em Janeiro e Fevereiro de 2004). As fêmeas exibiram menores frequências de gónadas activas, maduras e em desova, tendo as percentagens mais elevadas sido registadas entre Março e Maio de 2003 (80 - 90 %), em Setembro de 2003 (≈ 70 %) e entre Dezembro de 2003 e Fevereiro de 2004 (60 - 80 %). Entre Junho e Agosto de 2003 não foram observadas ovários nos estados mais avançados da gametogénese. Durante o período de estudo, a temperatura da água oscilou entre um mínimo de $13,4 \pm 1,0$ °C (Dezembro de 2003) e um máximo de $26,0 \pm 1,5$ °C (Agosto de 2003). Os períodos mais importantes de gametogénese (entre Março e Maio de 2003) e postura (entre Maio e Junho de 2003) foram aproximadamente síncronos entre os sexos e aparentemente desencadeados pelo aumento da temperatura da água durante a Primavera. A fase de repouso também ocorreu simultaneamente em ambos os sexos e coincidiu com o período de temperatura da água mais elevada durante o Verão (entre Junho e Agosto de 2003) (Fig. 14).

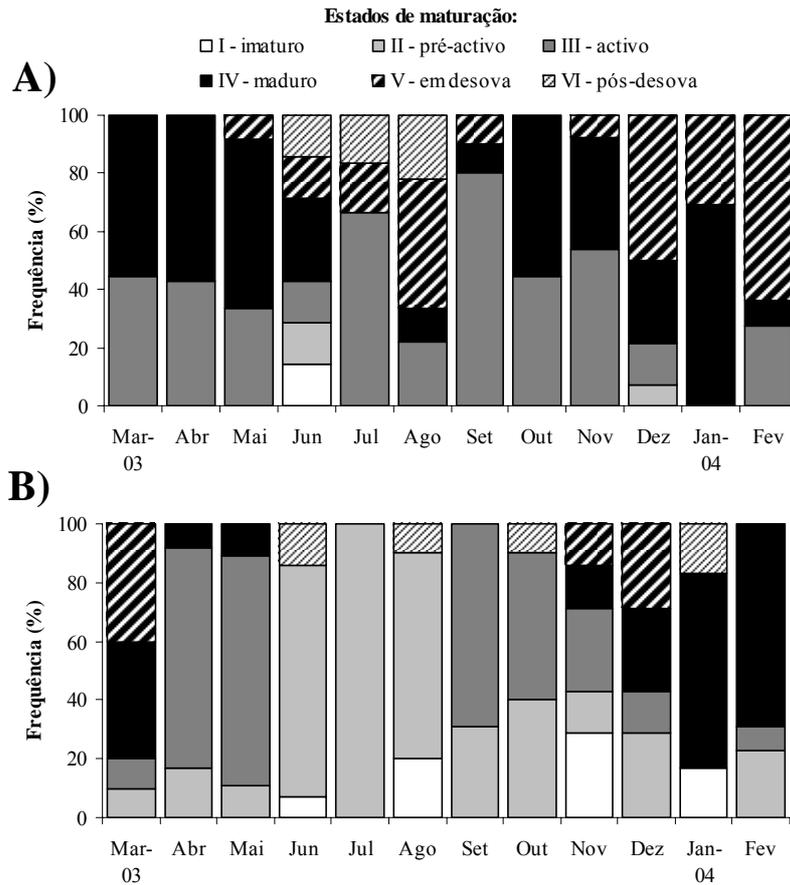


Figura 13. Percentagens de ocorrência dos diversos estados de desenvolvimento da gametogênese do búzio (*H. trunculus*) durante o período de estudo: **A)** Frequência de machos em cada estado da espermatogênese; **B)** Frequência de fêmeas em cada estado da oogênese.

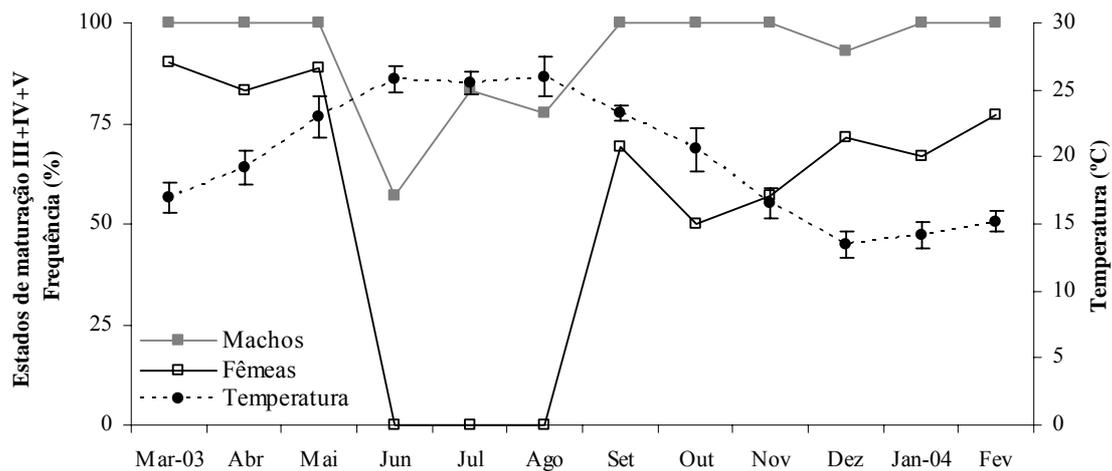


Figura 14. Relação entre as percentagens de ocorrência dos estados mais avançados da gametogênese (III - activo + IV - maduro + V - em desova) em machos e fêmeas de búzio (*H. trunculus*), e a temperatura da água na Ria Formosa durante o período de estudo.

3.3.2. Índices de actividade reprodutiva

Um total de 903 búzios com um intervalo de tamanhos compreendido entre 40,2 e 79,8 mm Cc ($56,01 \pm 5,98$ mm Cc) foram analisados para o cálculo do índice gonadossomático (IGS). Entre estes exemplares, 402 fêmeas com um intervalo de tamanhos entre 43,0 e 79,8 mm Cc ($57,42 \pm 6,21$ mm Cc) foram ainda analisadas para o cálculo do índice da glândula capsular (IGC).

Na figura 15 encontra-se representada a variação temporal destes índices visuais quantitativos no búzio da Ria Formosa durante o período de estudo. O índice gonadossomático apresentou diferenças mensais durante o período de amostragem (teste K-W, $P < 0,05$), com ambos os sexos a sofrerem uma diminuição brusca no IGS entre Maio e Junho de 2003 (teste Dunn, $P < 0,05$). Algumas amostras mensais apresentaram ainda diferenças significativas no IGS entre sexos (teste K-W, $P < 0,05$). As fêmeas registaram IGS superiores aos machos em Abril de 2003 (teste Dunn, $P < 0,05$), enquanto que os machos apresentaram IGS superiores às fêmeas entre Agosto e Dezembro de 2003 (testes Tukey ou Dunn, $P < 0,05$) (Fig. 15). O índice da glândula capsular também apresentou variações mensais significativas durante o período de estudo (teste K-W, $P < 0,05$), com um aumento nítido entre Março e Abril de 2003, um decréscimo brusco entre Maio e Junho de 2003, seguido de uma subida ligeira (mas significativa) no IGC entre Julho e Agosto de 2003 (teste Dunn, $P < 0,05$) (Fig. 15).

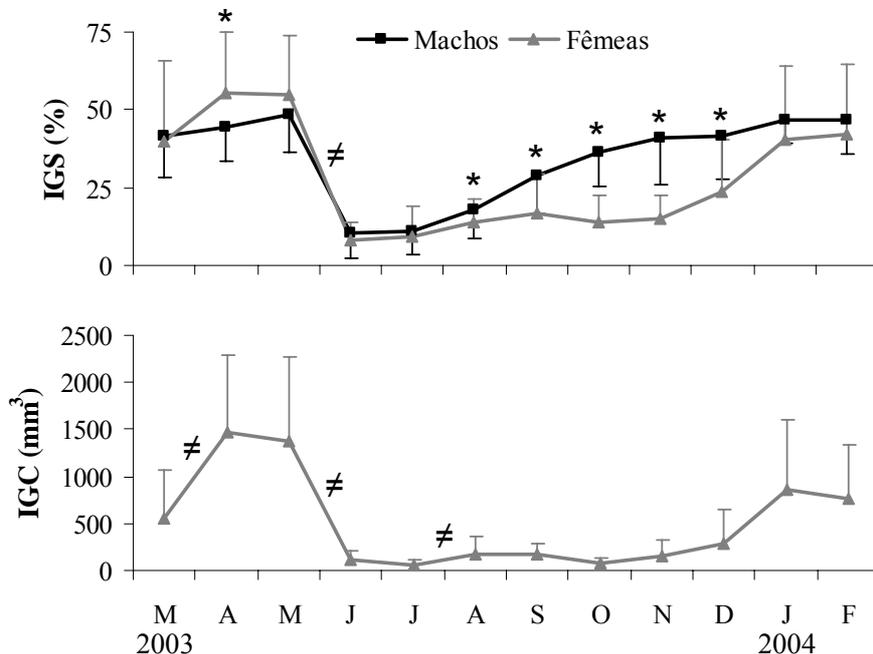


Figura 15. Variação mensal dos índices visuais quantitativos de actividade reprodutiva (índice gonadossomático - IGS e índice da glândula capsular - IGC) no búzio (*H. trunculus*). Os símbolos assinalam diferenças significativas (testes Tukey ou Dunn, $P < 0,05$) entre meses consecutivos (\neq) ou entre sexos em cada mês (*).

De modo a evidenciar melhor a evolução sazonal dos órgãos reprodutivos do búzio (gónadas de ambos os sexos e a glândula capsular das fêmeas) e consequentemente clarificar os períodos de maior actividade reprodutiva, foram quantificadas as frequências mensais de exemplares com a área da gónada (AG) e/ou área da glândula capsular (AGc) superior à área da glândula digestiva (AGd) (Fig. 16). Detectou-se uma nítida tendência sazonal na proporção de indivíduos de ambos os sexos com $AG > AGd$. As maiores percentagens foram registadas entre Março e Maio de 2003, diminuindo rapidamente entre Junho e Agosto de 2003 (período em que todas as gónadas masculinas e quase todas as gónadas femininas eram menores que as glândulas digestivas) e aumentando lentamente entre Setembro de 2003 e Fevereiro de 2004 (machos) ou entre Dezembro de 2003 e Fevereiro de 2004 (fêmeas). Durante o período de estudo, foram ainda detectadas diferenças significativas entre sexos nas proporções de exemplares com $AG > AGd$, nomeadamente em Abril de 2003 (fêmeas > machos) e entre Outubro e Dezembro de 2003 (machos > fêmeas) (teste G , $P < 0,05$) (Fig. 16).

No respeitante à glândula capsular, as maiores percentagens de fêmeas com $AGc > AGd$ foram registadas entre Março e Maio de 2003. Subsequentemente, ocorreu uma fase sem quaisquer indivíduos (Junho, Julho e Outubro de 2003) ou apenas com uma pequena fracção de indivíduos com $AGc > AGd$ (Agosto, Setembro e Novembro de 2003). Finalmente, entre Dezembro de 2003 e Fevereiro de 2004 registaram-se percentagens crescentes de fêmeas com $AGc > AGd$, reveladoras de um desenvolvimento gradual da glândula capsular (Fig. 16).

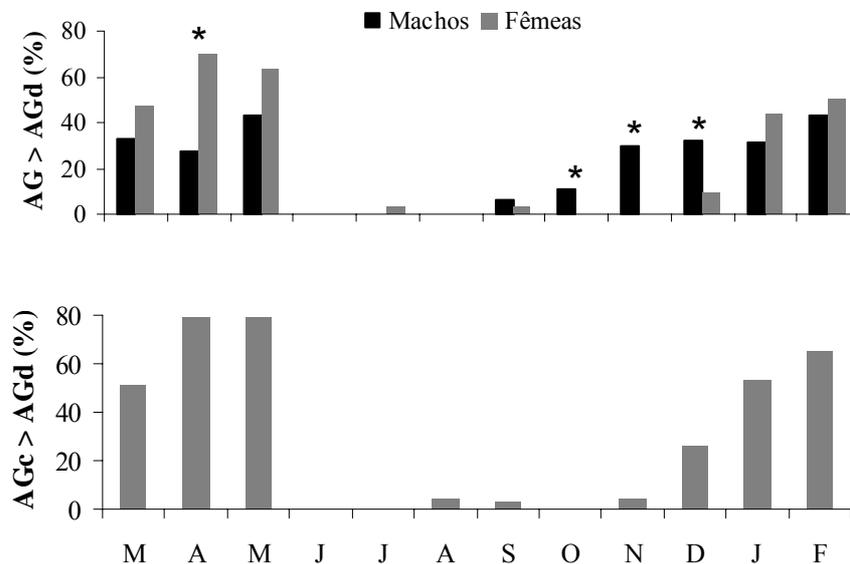


Figura 16. Variação mensal da frequência de búzios (*H. trunculus*) com área da gónada (AG) superior à área da glândula digestiva (AGd) e com área da glândula capsular (AGc) superior à área da glândula digestiva (AGd). Os símbolos assinalam diferenças significativas (teste G , $P < 0,05$) entre sexos em cada mês (*).

3.3.3. Caracterização das posturas, desenvolvimento embrionário e juvenil

A postura dos búzios em aquário teve início tanto no final de Abril (aquário 1: 23/04/2004) como no final de Maio (aquário 2: 20/05/2004), com as fêmeas a depositar assincronamente posturas individuais (Figs. 17A-F) e colectivas (Fig. 17G). Inicialmente, as cápsulas de ovos foram aderidas às paredes do aquário e seguidamente também ao fundo. No início da postura, a lenta deposição das ootecas através da glândula pedal era perfeitamente visível através das paredes dos aquários (Figs. 17A,B). Aparentemente, a deposição das cápsulas de ovos seguiu um padrão sensivelmente semelhante entre as diversas fêmeas observadas durante o estudo, iniciando-se com um movimento vertical (de cima para baixo) do pé do gastrópode e deposição de algumas ootecas (10-20) (Figs. 17C-E) que constituíram uma base adequada para a deposição de diversas camadas de cápsulas de ovos suprajacentes, formando lentamente uma massa volumosa e de forma irregular (Fig. 17F). Ocasionalmente, foram detectadas algumas ootecas (< 10) não aderentes ao fundo do aquário e numa ocasião uma fêmea depositou algumas cápsulas de ovos (< 5) na concha de outra fêmea em postura.

Frequentemente, algumas fêmeas iniciaram a sua postura na periferia de posturas previamente depositadas ou em deposição no próprio momento, constituindo posturas colectivas. Este tipo de postura comunitária também ocorreu quando posturas individuais adjacentes e depositadas em estreita proximidade se juntaram devido à deposição contínua de cápsulas de ovos. Nas massas de ootecas em posturas colectivas era muito difícil, ou mesmo impossível, individualizar as respectivas fêmeas em postura. Mesmo assim, devido a ligeiras diferenças na coloração das ootecas (entre amarelo-claro e laranja-pálido) ocasionalmente foi possível distinguir as posturas individuais nalguns aglomerados de posturas colectivas (Fig. 17G).

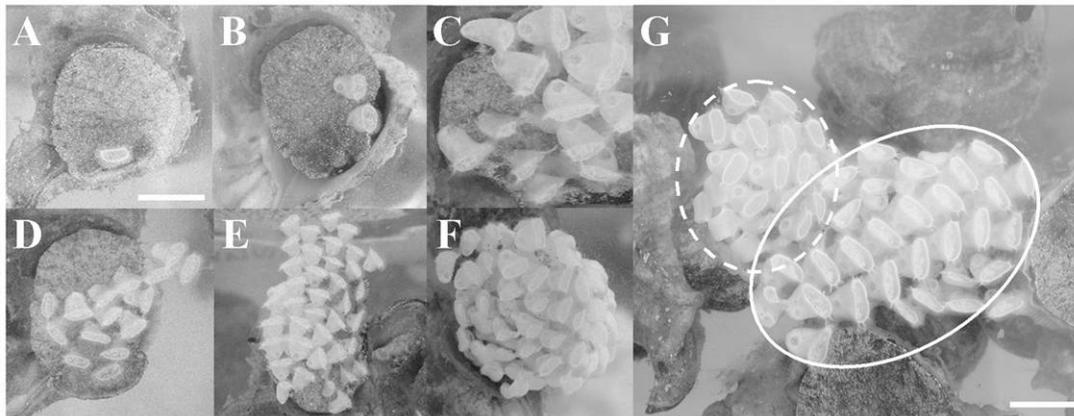


Figura 17. Posturas de búzio (*H. trunculus*) em aquário, com destaque para o comportamento de postura e padrão de deposição das cápsulas de ovos: **A-B**) Detalhe da glândula pedal durante a oviposição; **C-F**) Imagens sequenciais da deposição de cápsulas de ovos na parede do aquário, com o pé do gastrópode a cobrir parcialmente as últimas ootecas depositadas (os ovos podem ser observados através da membrana basal transparente das cápsulas de ovos); **G**) Grupo de fêmeas em postura colectiva, ilustrando a diferente coloração de algumas cápsulas de ovos, entre amarelo-esbranquiçado (postura à direita, limitada por uma linha contínua) e laranja-pálido (postura à esquerda, limitada por um traço interrompido) (escala = 1 cm).

Durante o período de estudo, foram depositadas nos aquários 7 posturas individuais e 9 posturas colectivas (pertencentes a um número indeterminado de fêmeas, mas geralmente compreendido entre 2 e 5 indivíduos). As fêmeas em postura mediam entre 55,07 e 75,21 mm Cc ($64,70 \pm 7,31$ mm Cc). A duração da postura foi bastante distinta entre as 7 fêmeas que depositaram posturas individuais, com uma duração média de $1,8 \pm 1,6$ dias, mas variável entre um mínimo de algumas horas e um máximo de 5 dias consecutivos.

Do mesmo modo, o ritmo de postura (estimado nas fases iniciais de deposição das 7 posturas individuais) foi também muito inconsistente entre as diversas fêmeas, variando entre 0,3 e 2,0 ootecas depositadas por hora (média = $0,9 \pm 0,6$ ootecas / hora). O ritmo de deposição das posturas aparentemente aumentou durante a noite. Nalguns casos, e mesmo sem qualquer perturbação externa, as fêmeas interromperam rapidamente a postura após a deposição de um reduzido número de cápsulas de ovos (< 10), tendo por isso sido excluídas da estimacão da duração e ritmo da postura. Durante o período de postura, as fêmeas interromperam a alimentação independentemente do tipo e tamanho de presa disponível. Este facto foi confirmado pela inspecção periódica dos bivalves, os quais estavam todos vivos e sem sinais de tentativas de predação (bordos danificados e/ou perfurações na concha).

O tamanho e a forma das posturas variaram consideravelmente, mas formavam geralmente uma massa irregular suportada por uma base mais ou menos larga de ootecas aderentes umas às outras. As posturas individuais apresentavam geralmente uma forma mais uniforme e arredondada / esférica, enquanto que as posturas colectivas possuíam uma forma mais heterogénea e assimétrica. A título ilustrativo, um exemplo da forma, tamanho e proporções de uma postura colectiva de búzio depositada em aquário está apresentada na figura 18A.

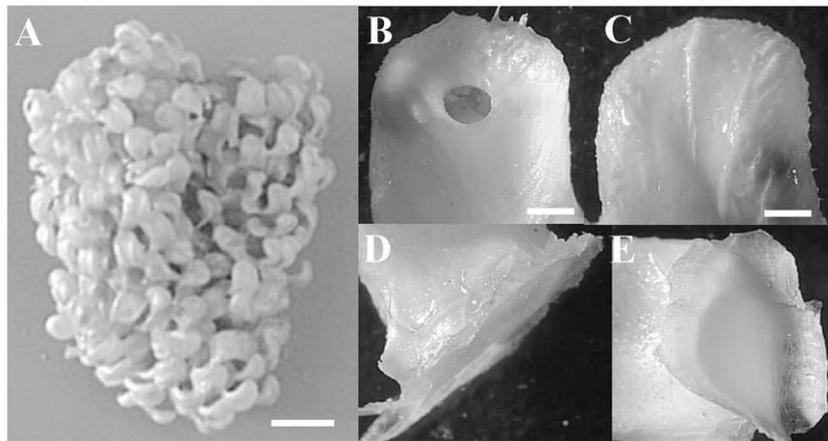


Figura 18. **A)** Postura colectiva de búzio (*H. trunculus*) depositada em aquário no laboratório (dimensões: 71,6 mm comprimento x 49,6 mm largura x 57,1 mm altura; peso total = 30,36 g, número estimado de ootecas = 1129) (escala = 1 cm); **B)** Lado côncavo de uma cápsula de ovos, com um embrião visível através da abertura de saída da ooteca; **C)** Lado convexo de uma cápsula de ovos, ilustrando as rugosidades da ooteca; **D-E)** Detalhe da membrana basal de uma cápsula de ovos. Imagens fotografadas ao microscópio (ampliação: 6,5x) (escala = 1 mm).

Durante a oviposição, as ootecas foram sendo depositadas pela glândula pedal, enquanto que o pé do gastrópode cobria as últimas cápsulas de ovos depositadas. As ootecas eram ligeiramente curvas e em forma de língua (linguladas), com um *apex* arredondado, um lado convexo (com rugosidades longitudinais irregulares) (Fig. 18C) e um lado côncavo (com uma superfície externa mais regular) (Fig. 18B). A abertura de saída arredondada localiza-se junto ao *apex*, numa depressão longitudinal situada no lado côncavo da ooteca (Fig. 18B), sendo coberta por uma membrana fina e ligeiramente transparente antes da eclosão dos embriões metamorfoseados. As cápsulas de ovos estavam fortemente aderidas às paredes e fundos dos aquários através de uma membrana basal alargada e ramificada (Figs. 18D,E), ou depositadas umas sobre as outras, aderentes às ootecas adjacentes geralmente por dois, ou mais raramente, por três pedúnculos da membrana basal.

Imediatamente após a oviposição as ootecas eram esbranquiçadas e sensivelmente transparentes. Nas posturas recentemente depositadas, os ovos eram claramente visíveis através da parede translúcida da ooteca, estando geralmente localizados no fundo da membrana basal. Progressivamente, as ootecas tornaram-se mais escuras e opacas, normalmente amarelo-esbranquiçado e ocasionalmente laranja-pálido, o que foi atribuído ao desenvolvimento intracapsular dos embriões. Em cada postura (independentemente de serem posturas individuais ou colectivas e do seu tamanho e formato) as cápsulas de ovos estavam geralmente posicionadas com as concavidades adjacentes às convexidades, com a maioria das ootecas em cada camada orientadas na mesma direcção e com as respectivas aberturas de saída orientadas para o interior da postura. As raras excepções a este padrão de organização das cápsulas de ovos nas posturas deveram-se a movimentos das fêmeas durante as posturas colectivas.

O número estimado de cápsulas de ovos por postura individual reflecte a elevada variabilidade em termos de dimensões das posturas. O número médio de ootecas por postura foi de 118 ± 89 , variando entre 17 e 242. As posturas colectivas, procedentes de um número indeterminado de fêmeas, possuíam entre 111 e 1813 cápsulas de ovos por postura. As ootecas são mais longas que largas ($Lo = 85 \% Co$) e que espessas ($Eo = 48 \% Co$). Em média ($n = 100$), as cápsulas de ovos mediam $5,5 \text{ mm } Co \times 4,7 \text{ mm } Lo \times 2,6 \text{ mm } Eo$, mas estas dimensões eram altamente variáveis entre ootecas, por exemplo com o comprimento das ootecas oscilando entre 4,4 mm and 7,9 mm.

Cinco cápsulas de ovos depositadas no primeiro dia continham em média 723 ± 66 ovos por ooteca, variando entre 641 e 804. Estes ovos recentemente depositados eram esféricos e envolvidos numa fina membrana vitelina (Fig. 19A). A coloração dos ovos era esbranquiçada e opaca devido à grande quantidade de material vitelino, típica de espécies de gastrópodes com desenvolvimento directo (desenvolvimento não-planctotrófico). A medição de 100 ovos de cada uma destas 5 cápsulas de ovos ($n = 500$) revelou que possuíam um diâmetro médio de $240 \pm 8 \mu\text{m}$, variando entre 216 e 264 μm .

A descapsulação destes ovos permitiu o acompanhamento dos estados iniciais do desenvolvimento embrionário, ilustrados nas figuras 19A-F. Estes estados caracterizaram-se por uma nítida assincronia no desenvolvimento, tanto entre cápsulas de ovos contemporâneas como dentro de cada ooteca, com a presença de diferentes estados de desenvolvimento e embriões com tamanhos distintos dentro das cápsulas de ovos. Além destes ovos com desenvolvimento normal, muitos outros ovos não se desenvolveram ou apresentaram um desenvolvimento atípico (ex: interrupção ou clivagem anormal, ou desenvolvimento de malformações proeminentes). Estes ovos não desenvolvidos (*nurse eggs*) são progressivamente ingeridos pelos embriões em desenvolvimento, constituindo uma fonte adicional de nutrição intracapsular.

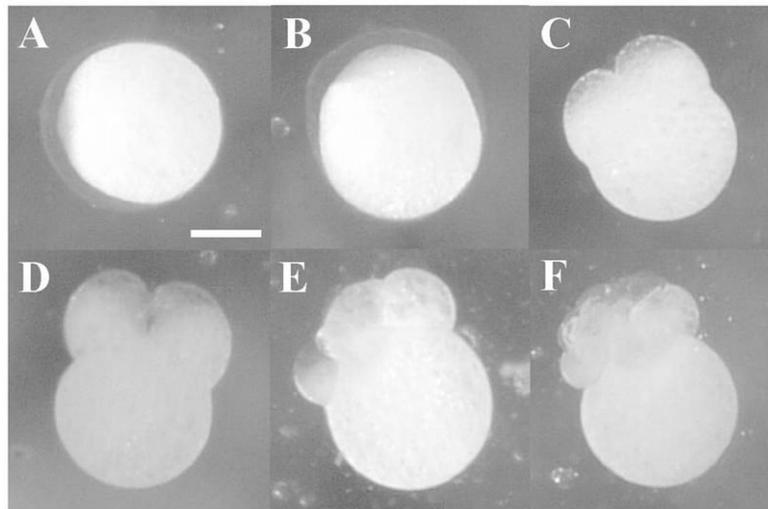


Figura 19. Ovos e fases iniciais do desenvolvimento embrionário do búzio (*H. trunculus*): **A**) Ovo fertilizado (diâmetro médio: 240 μm); **B**) Início da segregação deutoplasmática, prévia à formação do corpo polar; **C**) Início da constrição oblíqua no terço superior do ovo, originando blastómeros desiguais; **D**) Divisão latitudinal com a finalização do blastómero C e formação de um blastómero D indiferenciado; **E**) Clivagem longitudinal do blastómero AB com a formação de um embrião com quatro blastómeros e um grande corpo polar; **F**) Desenvolvimento dextral do primeiro quarteto de micrómeros, prévio à absorção do lobo polar pelo blastómero D e formação do estado de 16 células. Imagens fotografadas ao microscópio (ampliação: 50x) (escala = 100 μm).

As fases mais avançadas do desenvolvimento embrionário caracterizaram-se por uma absorção contínua do material vitelino, desenvolvimento e subsequente degeneração do *velum*, e formação gradual do pé e da protoconcha (Fig. 20). Inicialmente, o embrião continha uma enorme quantidade de material vitelino amarelo, o *velum* era pequeno e ligeiramente arredondado e o organismo estava envolvido numa concha muito frágil e de tipo membranoso (Fig. 20A). Subsequentemente, quase todo o material vitelino foi absorvido, o *velum* lobado e rodeado por cílios aumentou de tamanho e actividade, mas a concha continuou transparente e muito frágil (Fig. 20B). Nesta fase, o *velum* lobado era muito activo e os embriões moviam-se rapidamente através da acção ciliar (maioritariamente com movimentos rotativos), mas eram incapazes de nadar visto que esta velígera intracapsular nunca atingiu o tamanho característico das velígeras natatórias. Seguidamente, o tamanho dos lobos do *velum* regrediu progressivamente (em simultâneo com a degeneração gradual do *velum*), acompanhado pelo

desenvolvimento do pé do gastrópode (Figs. 20C,D). As antenas oculares e o pulsar do coração do embrião eram ainda visíveis através da fina e clara protoconcha, a qual gradualmente desenvolveu uma pigmentação pálida amarela-acastanhada.

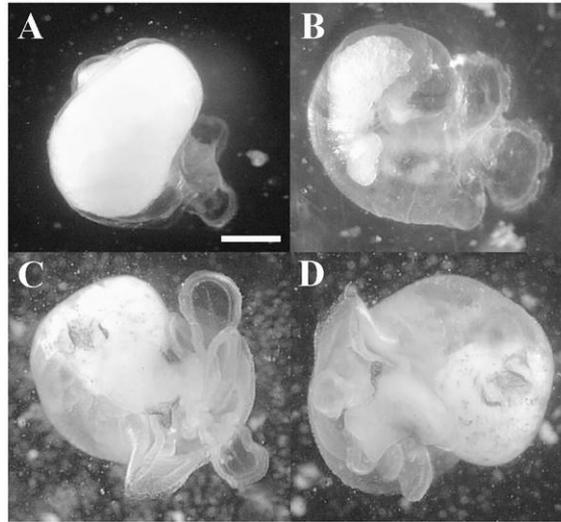


Figura 20. Embriões descapsulados de búzio (*H. trunculus*) em diferentes fases do desenvolvimento intracapsular: **A)** Embrião com abundante material vitelino, no início da formação do pequeno *velum* e da concha muito fina e transparente; **B)** Embrião a completar a absorção de material vitelino, com um *velum* lobado e uma protoconcha incipiente e transparente; **C)** Vista ventral do estado de pedivelígera, ainda com um grande *velum* lobado e no início do desenvolvimento do pé do gastrópode; **D)** Degeneração progressiva do *velum* lobado e continuação do desenvolvimento do pé do gastrópode, acompanhado pelo fortalecimento e escurecimento da protoconcha. Imagens fotografadas ao microscópio (ampliação: 6,5x) (escala = 100 μ m).

No final do desenvolvimento intracapsular (3 - 4 semanas de incubação), o *velum* lobado desapareceu completamente, o manto e o pé do gastrópode desenvolveram uma pigmentação acastanhada e passaram a ser usados activamente na locomoção. Quando virados ao contrário, os embriões conseguiam endireitar-se por si próprios, estendendo o pé para estabelecer contacto com a superfície. Os olhos adquiriram uma pigmentação escura, sendo suportados por curtos pedúnculos oculares, os quais foram crescendo progressivamente até conseguirem alongar-se para além da concha. A protoconcha lisa começou a escurecer (assumindo gradualmente uma coloração acastanhada e translúcida) e o crescimento da concha em comprimento tornou-se claramente visível pelo alongamento do canal sifonal e pela deposição de uma nova fina camada no lábio externo da concha (formando a primeira variz). Mais uma vez, assistiu-se a um desenvolvimento embrionário assíncrono dentro de cada ooteca, encontrando-se embriões em diferentes estados de desenvolvimento e com tamanhos de concha variáveis.

O período de incubação durou aproximadamente 1 mês (30 dias no aquário 1 e 32 dias no aquário 2), período após o qual os indivíduos bentónicos recentemente metamorfoseados começaram a eclodir continuamente das cápsulas de ovos durante 1 semana. A eclosão não foi sincronizada em cada postura, que continha frequentemente ootecas cheias e vazias (eclodidas). Os juvenis completamente

metamorfosados abandonaram as cápsulas de ovos, tendo a maioria dispersado prontamente para os espaços intersticiais entre as ootecas ou para a superfície da postura. Simultaneamente, alguns embriões completamente desenvolvidos permaneceram no interior das cápsulas de ovos, apesar da abertura de saída se encontrar já aberta após a dissolução da respectiva membrana de cobertura.

Aquando da eclosão dos juvenis, a protoconcha era muito frágil e com uma superfície regular, apresentando alguma variação no número de espiras da concha, compreendido entre cerca de 1,5 espiras nos indivíduos menores e 2,5 espiras nos juvenis maiores. Os exemplares eclodiram com um comprimento médio de $1,64 \pm 0,22$ mm Cc (Fig. 21A), mas o tamanho à eclosão foi também altamente variável (compreendido entre 1,10 e 2,30 mm Cc), reflectindo o desenvolvimento intracapsular diferencial (número de espiras da protoconcha) e a consequente disparidade no tamanho dos embriões (comprimento da protoconcha).

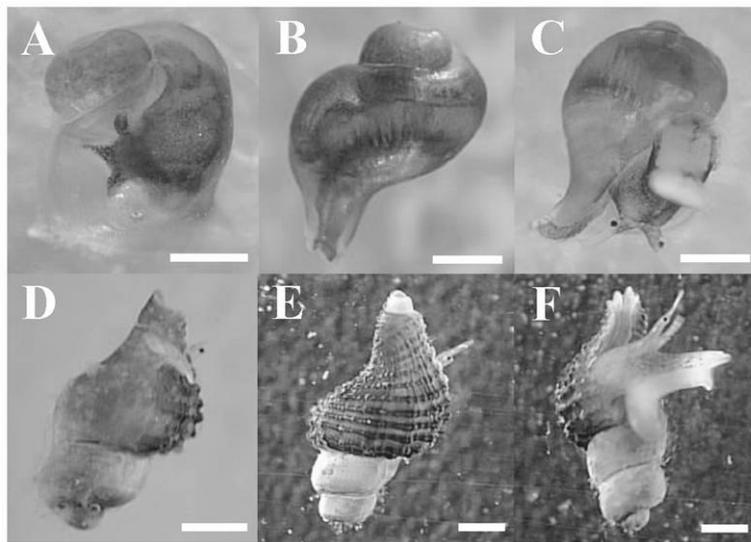


Figura 21. Exemplares de búzio (*H. trunculus*) eclodidos em aquário. **A)** Indivíduo recém-eclodido (1 DAE) com a característica protoconcha lisa e regular (Cc = $1,64 \pm 0,22$ mm); **B)** Vista dorsal de um juvenil com 1 semana de idade, com o alongamento e encurvamento do canal sifonal (Cc = $1,76 \pm 0,22$ mm); **C)** Vista ventral de um juvenil com 1 semana de idade, com a crescente pigmentação do pé do gastrópode; **D)** Vista dorsal de um juvenil com 2 semanas de idade, com a teleoconcha com estrias recentemente depositadas no lábio externo da concha (Cc = $1,89 \pm 0,26$ mm); **E)** Vista dorsal de um juvenil com 1 mês de idade, com o característico escurecimento da pigmentação castanha das estrias da teleoconcha (Cc = $2,63 \pm 0,44$ mm); **F)** Vista ventral de um juvenil com 1 mês de idade, mostrando a movimentação do pé e dos pedúnculos oculares. Imagens fotografadas ao microscópio (ampliação: 6,5x) (escala = 500 μ m).

Durante as semanas seguintes, o crescimento da teleoconcha foi devido principalmente a um nítido alongamento do canal sifonal, o qual se tornou progressivamente curvado e orientado para o exterior da concha (Figs. 21B,C). Progressivamente, a deposição de teleoconcha tornou-se mais evidente devido à sua principal característica, nomeadamente a deposição sequencial de estrias e lamelas irregulares no lábio externo da concha (Fig. 21D). Durante esta fase, a concha assumiu gradualmente uma coloração mais escura devido à pigmentação castanha das camadas da teleoconcha (Figs. 21E,F).

4. DISCUSSÃO

4.1. Pescaria

4.1.1. Caracterização da arte de pesca e operações de pesca

As teias-de-carteiras caracterizam-se por uma elevada variabilidade nas suas dimensões, no tamanho de alguns componentes específicos (linhas madre, estralhos e carteiras), bem como nos materiais usados na sua construção. Com efeito, estas artes de pesca são por vezes construídas com restos ou sobras de outras artes de pesca, nomeadamente os cabos para a montagem das linhas madre e dos estralhos e a rede de plástico rígido para a confecção das carteiras. Cada teia-de-carteiras é originalmente construída para acomodar cerca de 100 carteiras, um número considerado razoável para permitir / facilitar o manuseio a bordo e minimizar os prejuízos aquando da destruição, apreensão ou roubo de uma arte de pesca (implicando a reparação ou manufactura de novas teias-de-carteiras).

A generalidade dos pescadores utiliza simultaneamente três ou quatro teias-de-carteiras (Carneiro *et al.*, 2006), mas alguns pescadores profissionais chegam a operar 10 teias (Marques e Oliveira, 1995) numa pescaria quase ininterrupta (excepto durante o período necessário para iscar as carteiras com berbigão). Normalmente, esta actividade ilegal é complementar de diversas outras pescarias legais (ex: redes, aparelhos-de-anzol, armadilhas, etc.), pelo que o rápido manuseio das teias-de-carteiras é altamente vantajoso, permitindo calar, “correr a arte” ou alar a arte de pesca nos intervalos de tempo disponíveis entre as outras actividades piscatórias.

Os pescadores profissionais geralmente operam as teias-de-carteiras durante 3 dias consecutivos (com um período de imersão de aproximadamente 24 horas), apenas atingindo excepcionalmente os 5 dias de pesca consecutivos quando a sobrevivência do isco permite rendimentos de pesca extraordinariamente elevados e estáveis. As carteiras são usualmente iscadas com berbigão subdimensionado capturado pelos próprios pescadores, o qual é mais facilmente introduzido e arrumado no interior das carteiras (Marques e Oliveira, 1995). No presente estudo, as operações de pesca com mortalidade do isco mais intensas ocorreram na Primavera e Verão, coincidindo com os períodos em que a temperatura da água era mais elevada. As raras excepções a esta tendência geral podem estar eventualmente relacionadas com mais longas exposições do berbigão ao ar (no período entre a apanha dos bivalves, iscar das carteiras e calar da arte de pesca), excessiva quantidade / densidade de berbigão no interior das carteiras e/ou menor condição do próprio berbigão, que no seu conjunto podem ter contribuído para a diminuição da capacidade de resistência dos bivalves.

4.1.2. Capturas de espécies-alvo e espécies acessórias

A desproporção nas capturas das duas espécies-alvo na globalidade das pescarias experimentais (menos de metade do número de búzios comparativamente ao número de canilhas) foi inesperado e poderá possivelmente reflectir o intenso esforço de pesca dirigido ao búzio, o qual terá conduzido gradualmente a menores abundâncias e capturas desta espécie (Marques e Oliveira, 1995). A informação obtida nos inquéritos realizados aos pescadores locais envolvidos nesta actividade apontou para a provável ocorrência de elevada variabilidade inter-anual na abundância local destas espécies. Contudo, devido à inexistência de estatísticas oficiais fiáveis sobre as capturas de ambas as espécies, é virtualmente impossível averiguar se durante o presente período de estudo ocorreram capturas de búzio anormalmente baixas (ou capturas de canilha anormalmente altas) na Ria Formosa.

A grande maioria das capturas das teias-de-carteiras foi constituída pelas espécies-alvo (71,3 % das capturas totais em número: 23,4 % de *H. trunculus* e 47,9 % de *B. brandaris*). A título meramente comparativo, em operações de pesca comercial com uma arte de arrasto (“rastell”) desenhada e construída especificamente para a pesca da canilha na costa da Catalunha (Espanha), *B. brandaris* constituiu 21 % das capturas totais e 73 % das capturas comerciais (Martín *et al.*, 1995). Nas presentes operações de pesca, entre uma grande variedade de organismos capturados (39 *taxa*), as capturas acessórias foram largamente dominadas pelos gastrópodes, seguidos pelos equinodermes, revelando que a teia-de-carteiras não é uma arte de pesca selectiva, pois além do búzio e canilha, o isco possui um vasto espectro de atracção para numerosas outras espécies predadoras e/ou necrófagas. Contudo, quando a pescaria com teias-de-carteiras é exercida com objectivos comerciais, a grande maioria das espécies acessórias é imediatamente rejeitada a bordo da embarcação (viva e frequentemente intacta) durante as operações de pesca, pelo que a mortalidade destas rejeições é presumivelmente negligenciável. A única excepção ocorre com exemplares de muito reduzidas dimensões que penetram através da malha da rede das carteiras (maioritariamente gastrópodes) e quando as teias-de-carteiras são trazidas para terra para substituição do isco. Neste caso, o isco restante e todos os outros indivíduos presentes nas carteiras são abandonados no areal, provocando obviamente a sua morte. No entanto, comparativamente à quantidade de indivíduos rejeitados a bordo, a proporção de exemplares de espécies acessórias retidos no interior das carteiras é insignificante (<1 % do *by-catch* total, tal como detectado nas carteiras inspeccionadas para a estimação da mortalidade do isco).

Durante a globalidade das pescarias experimentais com teias de-carteiras, a CPUE média de ambas as espécies-alvo apresentou uma forte variação mensal, embora sem um evidente padrão sazonal e sem qualquer aparente relação com a temperatura da água ou com algumas particularidades do ciclo de vida das espécies (ex: reprodução e postura). Em primeiro lugar, a actividade e comportamento normal do búzio são aparentemente afectados pela temperatura da água, visto que experiências no ambiente natural e em aquário revelaram que *H. trunculus* enterra-se ligeiramente nos sedimentos do fundo,

tentando evitar tanto as baixas (hibernação) como as elevadas (estivação) temperaturas da água (Spanier, 1981, 1986), sendo frequentemente observado parcialmente enterrado na areia (Spanier, 1986; Rilov *et al.*, 2004). Embora nas presentes operações de pesca algumas das menores CPUE de búzio tenham ocorrido tanto no Inverno (ex: Dezembro de 2005 e Fevereiro de 2006) como no Verão (ex: Julho e Agosto de 2005), não foi identificada uma tendência inequívoca de redução nas capturas durante as estações com águas mais frias ou quentes. De forma semelhante, as menores CPUE de canilha obtidas nas presentes operações de pesca foram registadas em Julho, Agosto, Novembro e Dezembro de 2005, mas também sem relação evidente entre as capturas e a temperatura da água. Pelo contrário, as capturas de *B. brandaris* na costa da Catalunha (Espanha) apresentaram uma pronunciada sazonalidade, sendo menores no Verão (Junho - Julho) e maiores no final do Outono e no Inverno, facto que foi atribuído a variações na abundância desta espécie ao longo do ano (Martín *et al.*, 1995).

Adicionalmente, o búzio reduz a sua actividade normal durante a época de reprodução e as fêmeas de *H. trunculus* interrompem a alimentação durante o período de postura (Dulzetto, 1946, 1950; Vasconcelos *et al.*, 2004a), logo minimizando a sua atracção por artes de pesca iscadas (tal como é o caso da teia-de-carteiras) e contribuindo para a ocorrência de capturas com proporções sexuais (*sex-ratio*) desequilibradas e dominadas pelos machos (Vasconcelos *et al.*, 2008b). Contudo, durante as presentes pescarias experimentais, imprevisivelmente não foi detectada nenhuma tendência evidente de diminuição das capturas durante o período de postura de ambas as espécies-alvo. De facto, o pico de postura do búzio na Ria Formosa ocorre entre Maio e Junho, tal como acontece nas populações mediterrânicas desta espécie, o qual ocorre geralmente entre o final da Primavera e o início do Verão (mais frequentemente entre Maio e Julho) (Vasconcelos *et al.*, 2008b). Acresce ainda que, observações no meio natural detectaram a deposição simultânea de posturas colectivas de búzio e canilha, por vezes com fêmeas de ambas as espécies a depositar cápsulas de ovos na mesma postura (P. Vasconcelos, observação pessoal). Em diversas localidades mediterrânicas, a canilha tem uma época de postura extensa (Martín *et al.*, 1995), com os períodos de postura a ocorrerem principalmente na Primavera (Bartolome, 1985) e no Verão, nomeadamente em Maio - Junho (Anon., 2001; Ramón e Flos, 2001), Maio - Julho (Barash e Zenziper, 1980; Tirado *et al.*, 2002), Junho - Julho (Ramón e Amor, 2002) ou Agosto (Martín *et al.*, 1995).

É ainda de realçar que a variabilidade nas capturas de búzio e canilha pode ser devida eventualmente a uma aparente distribuição agregada destas espécies na Ria Formosa (evidenciada pela frequente ocorrência de rendimentos de pesca muito distintos entre teias-de-carteiras adjacentes) (Vasconcelos *et al.*, 2008c). Do mesmo modo, na pescaria de canilha na costa da Catalunha (Espanha), a ausência de correlações significativas entre a duração dos arrastos e os rendimentos de pesca sugere que a distribuição de *B. brandaris* não é homogénea (Martín *et al.*, 1995). Além disso, em observações do

búzio tanto no ambiente natural como em laboratório, foi detectada a ocorrência frequente de predação / ataque em grupo nesta espécie (Peharda e Morton, 2006).

No presente estudo, foi detectada uma evidente tendência decrescente nas CPUE de ambas as espécies-alvo e das espécies acessórias durante os três dias de pesca consecutivos. Visto que o búzio e a canilha são gastrópodes com locomoção relativamente lenta, estes decréscimos nas CPUE poderá indicar uma depleção local e temporária destas espécies nas imediações das teias-de-carteiras, agravada pela diminuição da capacidade de atracção do isco devido à progressiva deterioração e mortalidade do berbigão durante os três dias de pesca consecutivos. Esta diminuição no rendimento de pesca de ambas as espécies-alvo explica a razão pela qual os pescadores profissionais geralmente operam as teias-de-carteiras durante três dias consecutivos (apenas excepcionalmente atingindo um máximo de cinco dias de pesca consecutivos no Inverno, devido à baixa temperatura da água) e seguidamente alam a arte de pesca, removem o isco utilizado e voltam a iscar as carteiras com berbigão fresco (recentemente capturado) para as operações de pesca seguintes.

A distribuição de frequências de comprimentos das capturas de ambas as espécies-alvo revelou que as teias-de-carteiras capturaram uma proporção muito significativa de exemplares comercialmente sub-dimensionados (*H. trunculus*: 47,2 % <50 mm Cc e *B. brandaris*: 81,9 % <65 mm Cc). Estes dados demonstram que a teia-de-carteiras não é uma arte de pesca selectiva em relação aos tamanhos capturados, pelo que a composição de tamanhos das capturas depende exclusivamente do cumprimento dos TMC pelos pescadores (através da escolha / selecção das capturas e rejeição das espécies-alvo abaixo dos respectivos TMC). Contudo, durante as operações de pesca os pescadores profissionais seleccionam a bordo as capturas por tamanho e rejeitam a maioria dos exemplares comercialmente sub-dimensionados das espécies-alvo (búzio e canilha), os quais são imediatamente libertados para a água. Mesmo assim, os respectivos TMC não são rigorosamente cumpridos (principalmente no caso de *B. brandaris*, a espécie com maior TMC) e por vezes os pescadores retêm os exemplares de menores dimensões de ambas as espécies-alvo para consumo próprio. A título comparativo, em cerca de 2500 búzios adquiridos nos armazenistas e mercado de marisco local para amostragem biológica de rotina, 37,8 % estavam abaixo de 50 mm Cc, mas menos de 5,0 % eram menores que 40 mm CC e menos de 0,5 % eram inferiores a 30 mm Cc. Na totalidade das capturas de canilha com teias-de-carteiras, o tamanho dos exemplares variou entre 15,73 e 88,96 mm Cc e a respectiva distribuição de frequências de comprimentos revelou que 39,8 % dos indivíduos eram menores que 50 mm Cc e 10,0 % eram inferiores a 40 mm Cc. De forma razoavelmente semelhante, na totalidade das capturas de canilha na costa da Catalunha (Espanha), o tamanho dos exemplares oscilou entre 16 e 90 mm Cc, com 38,7 % dos indivíduos compreendidos entre 46 e 54 mm Cc. Na fracção comercial destas capturas totais, ou seja, após a selecção das capturas por tamanhos, o tamanho dos exemplares variou entre 28 e 90 mm Cc, 60,3 % dos indivíduos estavam no intervalo 46-

54 mm Cc e canilhas de reduzidas dimensões (< 42 mm Cc) eram praticamente inexistentes (Martín *et al.*, 1995). Em concordância, tamanhos comerciais de *B. brandaris* compreendidos entre 50 e 90 mm Cc capturados na costa da Catalunha (Espanha) foram reportados por Ramón e Flos (2001).

4.2. Idade e crescimento do búzio

Os métodos de marcação têm sido largamente utilizados em diversas espécies de gastrópodes, principalmente devido ao facto de possuírem uma concha externa na qual as marcas podem ser afixadas com poucos ou nenhuns efeitos adversos para os organismos (Jones, 1979; Gosselin, 1993). No entanto, os gastrópodes marcados podem ser perturbados pelos procedimentos de marcação (Himmelman, 1988), facto que pode resultar em comportamentos distintos comparativamente a exemplares não marcados (Sainte-Marie, 1991), exibindo frequentemente um período de inactividade induzido pelo *stress* após longos períodos de manipulação para marcação (McQuinn *et al.*, 1988). Contudo, no presente estudo o processo de marcação não teve efeitos adversos detectáveis ao nível da condição e comportamento dos gastrópodes marcados. De facto, quando reintroduzidos no aquário, os búzios marcados rapidamente recomeçaram a mover-se (dentro de um máximo de 5 - 10 minutos) e não foram detectadas diferenças comportamentais entre indivíduos marcados e não marcados. Esta rápida recuperação é devida provavelmente ao facto do búzio recolher-se rapidamente dentro da concha quando removido para fora de água, conservando assim uma quantidade considerável de água na cavidade do manto.

A taxa de recaptura obtida durante as presentes experiências de marcação / recaptura (29,8 %) foi algo reduzida, nomeadamente tendo em consideração que os exemplares foram libertados no interior de uma área vedada de um tanque de terra batida, virtualmente sem potenciais predadores. No presente caso, a elevada proporção de exemplares não capturados poderá ter sido devida ao tipo de fundo do tanque de terra batida (sedimento vasoso), o qual favoreceu o enterramento dos búzios e dificultou a sua detecção durante as operações de recaptura por colecta manual em mergulho.

Adicionalmente, foi ainda registada uma taxa de mortalidade inesperadamente elevada (14,7 %). Para além da inevitável mortalidade natural, este facto poderá ter sido devido a outras circunstâncias, nomeadamente uma eventual fraqueza e fragilidade de alguns indivíduos marcados. Com efeito, o facto dos exemplares serem provenientes de amostras comerciais implica o desconhecimento acerca da sua data de captura e condições de manutenção. Acresce ainda o facto de, apesar da temperatura da água no tanque de terra batida reflectir as condições ambientais na Ria Formosa, terem sido registados alguns períodos com baixo teor de oxigénio dissolvido, facto que poderá igualmente ter contribuído para a mortalidade de alguns exemplares marcados. Contudo, esta taxa de mortalidade foi provavelmente ainda ligeiramente subestimada, visto que os exemplares mortos apenas podiam ser

recuperados do fundo do tanque de terra batida por mergulho, frequentemente sob condições de fraca visibilidade. Adicionalmente, o comportamento de enterramento do búzio, agravado pela elevada taxa de sedimentação no tanque de terra batida, poderá também ter dificultado a detecção dos exemplares mortos, provavelmente contribuindo para uma ligeira subestimação da taxa de mortalidade.

Tanto quanto é do conhecimento dos autores, neste estudo foram efectuadas as primeiras experiências de marcação / recaptura alguma vez realizadas com o búzio e foram obtidos os primeiros dados disponíveis sobre a idade e crescimento de *H. trunculus* (com particular destaque para os parâmetros de crescimento de von Bertalanffy).

A equação de crescimento de von Bertalanffy em termos de comprimento de concha estimada para o búzio ($L_t = 82,76 [1 - e^{-0,41(t+0,05)}]$) confirmou que o crescimento deste gastrópode é relativamente lento ($K = 0,41$). Segundo estes cálculos, o tamanho mínimo de captura de *H. trunculus* (TMC = 50 mm Cc) é atingido aos 2,20 anos de idade. Além disso, para 95 % do comprimento de concha máximo teórico (95 % $L_\infty = 82,76$ mm Cc), com base na equação de von Bertalanffy foi estimada uma idade de 7,24 anos para o búzio, o que pode ser considerada uma longevidade curta/média para um gastrópode. O comprimento de concha assintótico ($L_\infty = 82,76$ mm) está muito próximo do tamanho máximo atingido pelo búzio na Ria Formosa. De facto, durante amostragens de rotina desta espécie, o maior exemplar amostrado media 82,84 mm Cc. No entanto, exemplares destas dimensões são francamente excepcionais, visto que entre 2484 búzios medidos durante um ano de amostragem, apenas um exemplar era maior que o comprimento de concha assintótico estimado neste estudo, valor muito aproximado do tamanho máximo registado para esta espécie na Ria Formosa (85 mm Cc) (Muzavor e Morenito, 1999) e incluído no intervalo de tamanhos máximos reportados para *H. trunculus* por outros autores, compreendido entre 80 mm Cc (Poppe e Goto, 1991) e 90 mm Cc (Macedo *et al.*, 1999).

A equação de crescimento de von Bertalanffy em termos de peso total estimada para o búzio ($W_t = 49,97 [1 - e^{-0,41(t+0,05)}]^{3,022}$) implica que aos 2,20 anos de idade (idade correspondente ao TMC de *H. trunculus* = 50 mm Cc) os exemplares atingem 10,86 g em peso total. O peso total assintótico ($W_\infty = 49,97$ g) foi sensivelmente inferior ao peso total máximo registado em amostras provenientes da Ria Formosa (58,20 g), mas mais uma vez tratava-se de um indivíduo excepcionalmente pesado, pois entre 2401 búzios pesados durante um ano de amostragem, apenas um exemplar apresentou um peso superior ao peso total assintótico estimado no presente estudo.

Por todos estes motivos e apesar de nalguns casos o modelo de crescimento de von Bertalanffy ter sido criticado por não representar adequadamente o crescimento na totalidade do intervalo de tamanhos das espécies, os dados do presente estudo ajustaram-se satisfatoriamente a esta função de crescimento, tanto em termos de comprimento de concha como em termos de peso total.

4.3. Ciclo reprodutivo do búzio

4.3.1. Ciclo gametogénico

A informação disponível sobre o ciclo gametogénico do búzio é relativamente escassa e limitada a populações mediterrânicas desta espécie, disseminada em estudos publicados por Schitz (1920), Bolognari *et al.* (1979, 1981), Albanese *et al.* (1983), Martoja e Bouquegneau (1988), Tirado *et al.* (2002) e Lahbib *et al.* (2004).

No presente estudo, foi registada uma proporção sexual equilibrada na globalidade das amostras de búzio, em concordância com o observado num estudo similar feito com esta espécie em Espanha (Tirado *et al.*, 2002). Contudo, os machos dominaram entre os exemplares de menores dimensões, enquanto que as fêmeas predominaram nas classes de tamanho maiores. Em geral, as fêmeas são mais comuns em populações envelhecidas de moluscos gonocóricos (Fretter e Graham, 1964), e esta proporção crescente de fêmeas com o aumento do tamanho dos exemplares é provavelmente explicado por um fenómeno de crescimento diferencial entre os sexos, com as fêmeas a canalizar um maior dispêndio energético para o crescimento do que para a reprodução. Acresce ainda que, em fêmeas de *H. trunculus* afectadas pelo imposexo, como é o caso da presente população de búzio da Ria Formosa, (ver informação adicional em Vasconcelos *et al.*, 2006a,b), um menor esforço reprodutivo conduz a um maior crescimento somático, ou seja, é direccionada menos energia para a reprodução do que para o crescimento (Axiak *et al.*, 1995; Rilov *et al.*, 2000).

Apesar das cores do ovário e do testículo do búzio serem frequentemente distinguíveis da coloração acastanhada da glândula digestiva adjacente, a avaliação da maturação sexual baseada exclusivamente na coloração da gónada pode ser subjectiva e/ou imprecisa. De facto, exceptuando as gónadas amarelo escuro ou mostarda (machos maduros) e as gónadas laranja ou salmão (fêmeas maduras), algumas gónadas com tonalidades amareladas ou acastanhadas (estas últimas dificilmente distinguíveis da glândula digestiva) dificultam a avaliação do estado de maturação. Adicionalmente, além do facto dos indivíduos jovens e imaturos apresentarem gónadas incipientes, o ciclo reprodutivo do búzio inclui uma fase de regressão da gónada (época de repouso, com gónadas indiferenciadas) que impossibilita a avaliação do estado de maturação por observação macroscópica e exige a análise histológica das gónadas (Martoja e Bouquegneau, 1988; Tirado *et al.*, 2002). Para além disso, e tal como mencionado por Martoja e Bouquegneau (1988), em alguns indivíduos de ambos os sexos ocorre uma “mistura” de zonas neutras e activas nas gónadas, as quais apresentam por isso uma coloração em “mosaico”.

Nas fêmeas, o receptáculo seminal é a estrutura responsável pelo armazenamento, por longos períodos, do esperma obtido durante a cópula (com os espermatozóides orientados e nutridos pela fêmea) (Fretter e Graham, 1994; Tirado *et al.*, 2002). De facto, as fêmeas de búzio podem armazenar esperma

viável durante um período considerável (Spanier e Karmon, 1987), tal como evidenciado por fêmeas que depositaram posturas em aquários em laboratório após dois meses de isolamento dos congêneres (P. Vasconcelos, observação pessoal) ou mesmo após dois anos sem companheiros (Wondrak, 1974).

A glândula capsular é a estrutura responsável pela formação das cápsulas que contém os ovos e os embriões em desenvolvimento (ver informação adicional em Vasconcelos *et al.*, 2004a). Nas fêmeas de búzio, além de uma gradual diferenciação na coloração, opacidade e viscosidade, o tamanho da glândula capsular variou acentuadamente durante o ciclo reprodutivo, atingindo dimensões consideráveis durante a época reprodutiva e diminuindo imediatamente após a postura.

Uma das características mais evidentes do ciclo gametogénico de *H. trunculus* foi a ocorrência simultânea de distintos estados de desenvolvimento da gónada em ambos os sexos durante praticamente todo o ano. Esta coexistência de exemplares em estados gametogénicos diversos foi igualmente detectada em populações de búzio em Espanha (Tirado *et al.*, 2002) e na Tunísia (Lahbib *et al.*, 2004).

O ciclo gametogénico do búzio na Ria Formosa incluiu um período extenso de actividade gonadal, durante o qual os machos apresentaram gónadas com uma frequência invariavelmente superior de estados mais avançados da gametogénese comparativamente às fêmeas. Um período alargado de actividade gametogénica foi igualmente observado em populações de *H. trunculus* em Espanha (Tirado *et al.*, 2002), França (Martoja e Bouquegneau, 1988), Itália (Albanese *et al.*, 1983) e Tunísia (Lahbib *et al.*, 2004), com os machos a apresentarem geralmente períodos de actividade gonadal mais longos e estados de desenvolvimento gametogénico mais avançados que as fêmeas (Albanese *et al.*, 1983; Tirado *et al.*, 2002).

No presente estudo, os machos e fêmeas de búzio apresentaram um desenvolvimento das gónadas sensivelmente sincronizado, fenómeno que foi também observado em populações desta espécie em Espanha (Tirado *et al.*, 2002), França (Martoja e Bouquegneau, 1988) e Tunísia (Lahbib *et al.*, 2004). Mesmo assim, os machos apresentaram um período de maturação mais longo e uma maior frequência de estados mais desenvolvidos das gónadas do que as fêmeas, tendo sido observados machos maduros em períodos em que não foram registadas fêmeas maduras. Neste aspecto particular, a capacidade das fêmeas de búzio armazenarem durante longos períodos esperma viável no receptáculo seminal poderá contribuir para uma ligeira assincronia no desenvolvimento gametogénico e maturação entre os sexos e ainda explicar a ocorrência de episódios de postura parcial em exemplares de *H. trunculus* mantidos em cativeiro (P. Vasconcelos, observação pessoal). Este fenómeno pode ser interpretado como uma estratégia para aumentar o sucesso reprodutivo através de um maior número de cópulas (porque após a cópula os espermatozoides são armazenados no *receptaculum seminis* antes da fecundação e postura) (Ramón e Amor, 2002).

A gametogénese do búzio na Ria Formosa foi aparentemente desencadeada pela subida da temperatura da água durante a Primavera (Março - Maio). Com efeito, a actividade reprodutiva de *H. trunculus* começa geralmente entre o início da Primavera e o início do Verão, sendo provavelmente desencadeada pelo aumento da temperatura da água e não pela duração do dia (Spanier e Karmon, 1987). De facto, tanto na costa de Israel como em aquários em laboratório, a actividade reprodutiva do búzio tem início quando a temperatura da água atinge 19°C (Spanier, 1981; Spanier e Karmon, 1987).

Neste estudo, o búzio apresentou uma curta fase de repouso sexual que ocorreu simultaneamente em ambos os sexos e coincidiu com o período de temperatura da água mais elevada (entre Junho e Agosto de 2003). De forma semelhante, fases curtas de repouso sexual foram igualmente observadas em populações de *H. trunculus* em Espanha (fêmeas em Julho e machos em Julho e Agosto) (Tirado *et al.*, 2002) e em Itália (ambos os sexos em Agosto e Setembro) (Albanese *et al.*, 1983), enquanto que uma fase de repouso mais longa foi observada em França (entre Agosto e Janeiro) (Martoja e Bouqueneau, 1988).

A postura do búzio na Ria Formosa ocorreu principalmente entre Maio e Junho de 2003. Segundo os pescadores locais, as posturas de *H. trunculus* podem ser encontradas na Ria Formosa entre Fevereiro e Junho, mas são mais frequentes e abundantes em Maio e Junho (Vasconcelos *et al.*, 2004a). Para além disto, os búzios mantidos em cativeiro depositam posturas regularmente entre o final de Abril e o início de Junho (Vasconcelos *et al.*, 2004a), mas episódios de postura esporádicos foram já registados em Outubro - Novembro (P. Vasconcelos, observação pessoal).

A informação disponível sobre a época de postura do búzio em diversos locais da sua distribuição geográfica está compilada na Tabela 4. Tal como reportado em vários estudos em populações de búzio no Mar Mediterrâneo, a postura no meio natural ocorre geralmente entre o final da Primavera e o início do Verão (mais frequentemente entre Maio e Julho). De forma semelhante, mas sob condições laboratoriais com regime de temperatura que reflecte as condições ambientais do meio natural, os episódios de postura de *H. trunculus* ocorreram sensivelmente no mesmo período. No entanto, nalguns locais do Mar Mediterrâneo, o búzio apresentou mais do que um período de postura ou mesmo uma época de postura invulgarmente extensa. Em águas tunisinas, foram identificados três períodos de postura (Lahbib *et al.*, 2004), enquanto que na costa israelita (que apresenta a temperatura da água mais elevada em toda a distribuição geográfica desta espécie) posturas de búzio transportadas pelo mar para a costa são particularmente abundantes entre Maio e Julho, mas são frequentemente encontradas ao longo de todo o ano (Barash e Zenziper, 1980).

Tabela 4. Época de postura (cinzento), pico de postura (negro) e episódios de postura sob condições laboratoriais (riscas), observadas em diversas localidades ao longo da distribuição geográfica do búzio (*H. trunculus*).

Local	Postura												Referência
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Portugal (Ria Formosa) ^{A,n}					■	■				■	■		Presente estudo
Portugal (Ria Formosa) ^{A,n,i}		■	■	■	■	■							Vasconcelos <i>et al.</i> (2004a)
Portugal ^{A,l}				■	■	■							Vasconcelos <i>et al.</i> (2004a)
Portugal ^{A,l}										■	■		P. Vasconcelos (obs. pess.)
Espanha (Marbella) ^{M,n}				■	■	■	■						Tirado <i>et al.</i> (2002)
França ^{M,l}						■							Fischer e Raffy (1933)
França ^{M,l}					■	■							Bandel (1975)
França (Córsega) ^{M,n}							■						Martoja e Bouquegneau (1988)
Itália ^{M,n}													Dulzetto (1946)
Itália ^{M,l}													Dulzetto (1950)
Itália ^{M,l}						■							Terlizzi <i>et al.</i> (1999)
Croácia ^{M,l}						■							Wondrak (1974)
Israel ^{M,n}	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Barash e Zenziper (1980)
Israel ^{M,n}					■								Spanier (1981)
Tunísia (Bizerte-laguna) ^{M,n}	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Lahbib <i>et al.</i> (2004)
Tunísia (Bizerte-canal) ^{M,n}		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Lahbib <i>et al.</i> (2004)
Tunísia ^{M,l}			■										Abidli <i>et al.</i> (2006)
Tunísia ^{M,l}				■	■	■	■	■	■	■	■	■	Lahbib <i>et al.</i> (2006)
Tunísia ^{M,l}		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Trigui El-Menif <i>et al.</i> (2006)

^A Oceano Atlântico; ^M Mar Mediterrâneo; ⁿ meio natural; ⁱ informação obtida em inquéritos aos pescadores; ^l condições laboratoriais com regime de temperatura semelhante ao do meio natural.

4.3.2. Índices de actividade reprodutiva

A análise histológica das gónadas é considerada o método mais consistente para a detecção de tendências sazonais na reprodução (Seed e Suchanek, 1992). Contudo, apesar de ser altamente precisa, a histologia é bastante morosa, pelo que não constitui uma técnica muito prática para a avaliação da actividade reprodutiva em amostragens de rotina. Adicionalmente, após as análises histológicas, as gónadas são geralmente classificadas em estados de desenvolvimento gametogénico distintos, um método de classificação que pode ser considerado algo subjectivo (Buchanan, 2001). Para simplificar procedimentos e permitir uma utilização prática e rotineira, foram desenvolvidos diversos índices de condição alternativos para descrever o estado fisiológico dos organismos, os quais têm sido aplicados

com sucesso na avaliação da actividade reprodutiva de várias espécies de moluscos (Walne e Mann, 1975; Mann, 1978; Lucas e Beninger, 1985; Davenport e Chen, 1987; Crosby e Gale, 1990).

Durante o estudo histológico do ciclo gametogénico do búzio (*H. trunculus*) (Vasconcelos *et al.*, 2008b) constatou-se que as dimensões das gónadas variavam intensamente ao longo do ciclo reprodutivo (praticamente desaparecendo durante a fase de repouso e atingindo um volume considerável durante a época reprodutiva que ocorre sensivelmente entre Maio e Junho). No presente estudo, a variação sazonal do índice gonadossomático de *H. trunculus* (com uma diminuição abrupta do IGS entre Maio e Junho) reflectiu claramente o ciclo reprodutivo, constituindo uma ferramenta útil para a monitorização da maturação das gónadas e da actividade reprodutiva desta espécie. Índices semelhantes (baseados na proporção relativa da gónada) têm também sido empregues com sucesso na avaliação do estado reprodutivo de outras espécies de gastrópodes, nomeadamente em *Haliotis* spp. (Poore, 1973) e *Concholepas concholepas* (Ramorino, 1975).

O estudo do ciclo reprodutivo do búzio (Vasconcelos *et al.*, 2008b) revelou que as dimensões da glândula capsular variam marcadamente ao longo do ciclo reprodutivo (atingindo um volume substancial durante a época reprodutiva e reduzindo consideravelmente de tamanho imediatamente após o período de desova). De facto, sendo o órgão responsável pela encapsulação dos ovos e embriões em desenvolvimento, a glândula capsular possui um elevado potencial de utilização como indicador adicional da actividade reprodutiva das fêmeas. No presente estudo, a variação mensal do índice da glândula capsular (com um decréscimo nítido do IGC entre Maio e Junho) reflectiu a actividade reprodutiva das fêmeas de *H. trunculus*, constituindo uma ferramenta adicional para a monitorização do período de postura.

Mesmo adoptando uma abordagem mais simplista (através da análise da percentagem de exemplares com $AG > AG_d$ ou $AG_c > AG_d$), foi possível detectar uma nítida sazonalidade nos períodos de maior esforço reprodutivo do búzio (evolução da maturação das gónadas de ambos os sexos e época de postura das fêmeas). A comparação AG vs. AG_d é uma forma prática de avaliação da actividade reprodutiva de *H. trunculus*, uma espécie cuja gónada atinge um tamanho considerável aquando da maturação, em contraste com o que acontece nalgumas espécies de gastrópodes em que a gónada constitui apenas uma fina camada em torno da glândula digestiva, como por exemplo em *Adelomelon brasiliense* (Cledón *et al.*, 2005).

Tendo em consideração que as fêmeas de búzio podem armazenar esperma viável no receptáculo seminal (*receptaculum seminis*) por um período de tempo considerável (Wondrak, 1974; Spanier e Karmon, 1987), potencialmente contribuindo para uma ligeira assincronia na maturação entre sexos e posturas parciais (Vasconcelos *et al.*, 2008b), a comparação AG_c vs. AG_d é útil para a monitorização do pico de postura e detecção de episódios de postura parcial. Finalmente, visto que *H. trunculus* é

uma espécie com desenvolvimento directo e com um período de incubação intracapsular de cerca de 1 mês (Vasconcelos *et al.*, 2004a), a informação sobre a ocorrência do pico de postura permite ainda a previsão do período de recrutamento.

Este conjunto de factos confirmou a validade biológica das variáveis consideradas neste estudo (medições da glândula digestiva, gónada e glândula capsular). Devido à sua capacidade de acompanhamento das variações sazonais ao nível do desenvolvimento reprodutivo (detecção dos períodos de maturação das gónadas e postura), estes índices visuais quantitativos (IGS e IGC) constituem instrumentos simples, práticos e eficientes para a avaliação da actividade reprodutiva do búzio em amostragens de rotina, fornecendo uma alternativa útil e eficaz a diversos índices de condição convencionais e às demoradas e dispendiosas análises histológicas.

Devido aos diferentes métodos utilizados tanto nos índices de condição convencionais como nos procedimentos histológicos, a comparação (em termos de tempo dispendido e custos) entre estes métodos *standard* e os métodos alternativos propostos no presente estudo é muito difícil de quantificar, sendo contudo possível afirmar que estes últimos são incomparavelmente mais rápidos e menos dispendiosos (mais de uma ordem de magnitude de diferença) do que as técnicas histológicas.

Por todos estes motivos, os resultados obtidos no presente estudo encorajam vivamente o uso de técnicas e índices visuais quantitativos semelhantes para a avaliação da actividade reprodutiva de outras espécies de gastrópodes, cujos órgãos reprodutivos e/ou outras características particulares possam também constituir obstáculos ao uso de índices de condição convencionais.

4.3.3. Caracterização das posturas, desenvolvimento embrionário e juvenil

Diversos autores descreveram alguns aspectos da reprodução do búzio (*H. trunculus*), nomeadamente o comportamento e padrão de deposição das posturas (Wondrak, 1974), as posturas e cápsulas de ovos (Fischer e Raffy, 1933; Dulzetto, 1946, 1950; Wondrak, 1974; Bandel, 1975; Barash e Zenziper, 1980) e o desenvolvimento embrionário e pós-metamórfico (Bandel, 1975; Barash e Zenziper, 1980; Sabelli e Tommasini, 1982). Contudo, a informação disponível sobre o desenvolvimento larvar e embrionário na família Muricidae é ainda bastante limitado (Romero *et al.*, 2004) e no caso particular do búzio alguns dados são bastante antigos e fragmentados, subsistindo várias lacunas de informação sobre alguns aspectos importantes do ciclo reprodutivo desta espécie. Neste contexto, o presente trabalho forneceu informação adicional e mais detalhada sobre o comportamento e padrão de deposição da postura, morfologia geral e dimensões das posturas, ootecas, ovos, embriões e juvenis pós-metamórficos de *H. trunculus*. A comparação destes dados com informação análoga disponível para esta espécie na bibliografia da especialidade encontra-se compilada na Tabela 5.

No presente estudo, as posturas em aquário iniciaram-se no final de Abril e no final de Maio e estendeu-se até ao início de Junho, corroborando informação pré-existente sobre posturas sob condições laboratoriais, a qual especificava meados de Junho (Fischer e Raffy, 1933) e Maio - Junho (Bandel, 1975) (Tabela 5).

Tabela 5. Resumo das principais características das posturas de búzio (*H. trunculus*) em aquário (comportamento de postura, cápsulas de ovos, ovos, embriões e juvenis recém-eclodidos) e comparação com informação análoga disponível para esta espécie.

	Presente estudo	Outros estudos					
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Época de postura							
- meio natural	Fev.-Jun.		Mai.	Mai.-Jun.		Mai.-Jul.	
- laboratório	fim Abr.-início Jun.	meados Jun.			Mai.-Jun.		
Duração da postura (dias)	1,8 ± 1,6 dias (horas - 5 dias)	≈ 2*					
Ritmo de postura (nº ootecas / hora)	0,9 ± 0,6 (0,3 - 2,0)		≈ 3*				
Nº de ootecas por postura	118 ± 89 (17 - 242)	100			90		
Tamanho das ootecas (mm)	Co: 5,5 ± 0,5 (4,4 - 7,9) Lo: 4,7 ± 0,4 (3,5 - 6,2) Eo: 2,6 ± 0,3 (1,5 - 3,2)	Co: 6 Lo: 4 - 5	Co: 3 - 5 Lo: 3 - 5			Co: 5 - 6 Lo: 4 - 4,5	
Proporções das ootecas							
- Lo / Co (%)	85,3 ± 7,8 (54,3 - 98,4)						
- Eo / Co (%)	48,1 ± 6,9 (28,8 - 61,9)						
- Eo / Lo (%)	56,5 ± 7,8 (35,1 - 79,3)						
Nº de ovos por ooteca	723 ± 66 (641 - 804)		111 - 168** 418 - 849**				
Diâmetro dos ovos (µm)	240 ± 8 (216 - 264)	≈ 250	168 - 223				
Período de incubação (dias)	30 - 32				≈ 30*		
Nº de embriões por ooteca		10 - 20	5 - 10		15		
Tamanho à eclosão (1 DAE: mm Cc)	1,64 ± 0,22 (1,10 - 2,30)				1,1 - 1,3		
Nº de voltas da protoconcha	1,5 - 2,5				2,5	2	1¼ - 2,5

Cc - comprimento da concha; Co - comprimento da ooteca; Lo - largura da ooteca; Eo - espessura da ooteca; * - unidades modificadas dos dados originais; ** - variável segundo o local de colheita; Fontes: (1) Fischer e Raffy (1933), (2) Dulzetto (1946), (3) Wondrak (1974), (4) Bandel (1975), (5) Barash e Zenziper (1980), (6) Sabelli e Tommasini (1982).

No meio natural, o búzio faz geralmente posturas colectivas com dimensões substanciais (Fischer e Raffy, 1933), com numerosas fêmeas a depositar centenas de cápsulas de ovos (Bandel, 1975). Contudo, as dimensões das posturas colectivas podem ser altamente variáveis, como referido por Barash e Zenziper (1980) (3,5 - 16 cm Co) e Dulzetto (1946) (8 - 25 cm Co, consoante o local de recolha). Na Ria Formosa, as maiores posturas colectivas de búzio podem atingir aproximadamente 1 metro Co por 0,5 metros Lo (Muzavor e Morenito, 1999). As grandes aglomerações de fêmeas durante a postura colectiva (que podem atingir várias centenas de indivíduos nas posturas maiores) são alvo de pesca e apanha manual por parte de pescadores profissionais e apanhadores recreativos (e ainda por mergulhadores com escafandro autónomo a operar ilegalmente), devido à facilidade de captura e elevado rendimento de pesca (que pode atingir dezenas de quilogramas nas posturas maiores). Os pescadores geralmente marcam a localização destas “*esponjas*” de modo a permitir a captura periódica das fêmeas em desova (Muzavor e Morenito, 1999), prática que poderá ter contribuído para o progressivo decréscimo na abundância desta espécie na Ria Formosa num passado recente.

Devido ao elevado número de fêmeas em postura, as “*esponjas*” depositadas na Ria Formosa são usualmente muito maiores do que as posturas colectivas depositadas em aquários no presente estudo. Estas observações estão em concordância com Dulzetto (1946, 1950) que refere as menores posturas depositadas em aquário em comparação com as do meio natural. Adicionalmente, as posturas depositadas em aquário podem ser ligeiramente distintas das posturas observadas em meio natural, nomeadamente em termos de morfologia e número de cápsulas de ovos (D’Asaro, 1970).

Em aquário, a duração da postura do búzio foi altamente variável, com uma duração média de 1.8 dias, e muito semelhante ao período de aproximadamente 48 horas reportado por Fischer e Raffy (1933) (Tabela 5). O ritmo de postura nas fases iniciais de oviposição também variou consideravelmente, com uma média de quase 1 ooteca por hora ($0,9 \pm 0,6$ cápsulas de ovos), um valor ligeiramente inferior ao ritmo de 1 cápsula por 20 - 25 minutos observado por Dulzetto (1946) (Tabela 5).

As posturas colectivas do búzio apresentam as cápsulas de ovos dispostas no posicionamento típico da família Muricidae, com as concavidades adjacentes às convexidades (D’Asaro, 1986) e arrumadas numa massa protectora (D’Asaro, 1991). Tal como noutros muricídeos, a volumosa postura colectiva dos búzios constitui uma estratégia de sobrevivência. Visto que as posturas podem ser alvo de predação por outros gastrópodes, crustáceos e peixes, a deposição de posturas volumosas e com múltiplas camadas de ootecas constitui uma barreira física para muitos predadores, os quais podem penetrar nas camadas exteriores mas são incapazes de progredir muito para o interior devido à resistência da postura esponjosa (D’Asaro, 1970). Este fenómeno foi evidenciado nalgumas posturas de *H. trunculus* recolhidas na Ria Formosa, as quais apresentavam alguns sinais de predação das ootecas externas, mas sem danos visíveis na massa interior mais protegida.

A forma das ootecas de *H. trunculus*, curvas e linguladas (em forma de língua), correspondem ao terceiro de quatro tipos distintos de morfologias capsulares descritos por D'Asaro (1970). Nos membros da família Muricidae, as cápsulas de ovos são tipicamente constituídas por 3 - 4 camadas distintas: uma lâmina exterior protectora que sela a totalidade da ooteca, incluindo a abertura de saída; uma lâmina média espessa que inclui o esqueleto interno da ooteca e é composta por múltiplas camadas fibrosas; e uma ou duas lâminas interiores que encerram o fluido intracapsular e os embriões em desenvolvimento dentro de uma câmara transparente (D'Asaro, 1988; Rawlings, 1995). As paredes grossas e resistentes das ootecas do búzio conferem aparentemente uma elevada protecção física aos ovos e embriões em desenvolvimento. Adicionalmente, as pequenas rugosidades na superfície externa das ootecas de *H. trunculus* aparentam servir para reforçar e aumentar a resistência das paredes das ootecas, contribuindo para maximizar a protecção dos ovos e embriões. A orientação das aberturas de saída para o interior da postura sugere ainda que durante a oviposição as fêmeas depositam as ootecas de modo a aumentar a protecção contra predadores que possam atacar através das aberturas de saída (D'Asaro, 1991). Contudo, apenas esta protecção física pode não ser suficiente para proteger o material reprodutivo, pois as ootecas são compostas principalmente por proteínas e polissacáridos, tornando-as altamente susceptíveis à colonização microbiana e potencialmente vulneráveis a infecções (Benkendorff, 2001a). Neste contexto, algumas espécies de gastrópodes desenvolveram formas de protecção química dos ovos e embriões encapsulados, tal como é o caso do búzio, cujas ootecas contêm compostos químicos inibidores da actividade de bactérias patogénicas (Benkendorff, 2001a,b).

O número médio de cápsulas de ovos por postura individual depositado pelo búzio no presente estudo (118 ootecas) é semelhante aos valores reportados para esta espécie, nomeadamente 90 (Bandel, 1975) e 100 ootecas por postura (Fischer e Raffy, 1933) (Tabela 5). As cápsulas de ovos mediam em média 5,5 mm Co x 4,7 mm Lo x 2,6 mm Eo, mas estas dimensões foram altamente variáveis entre ootecas, variando entre 4,4 and 7,9 mm Co. Ootecas com dimensões semelhantes foram também reportadas previamente: 6 mm Co x 4-5 mm Lo (Fischer e Raffy, 1933) e 5-6 mm Co x 4-4,5 mm Lo (Barash e Zenziper, 1980). Dulzetto (1946) reportou ootecas de menores dimensões: 3-5 mm Co x 3-5 mm Lo (Tabela 5), embora altamente variáveis entre locais de recolha (Dulzetto, 1946, 1950).

No presente estudo, as fêmeas de búzio depositaram em média 723 ovos por cápsula. Dulzetto (1946) detectou uma elevada variabilidade no número de ovos por cápsula consoante o local de recolha das posturas, variável entre 111 e 168 ovos numa localidade e entre 418 e 849 ovos por cápsula noutra localidade (valor semelhante à fecundidade potencial registada no presente estudo) (Tabela 5). O diâmetro médio dos ovos de *H. trunculus* foi de 240 µm (mínimo de 216 µm e máximo de 264 µm), corroborando o diâmetro de aproximadamente 250 µm medido por Fischer e Raffy (1933), mas sendo nitidamente superior ao diâmetro de 168 - 223 µm referido por Dulzetto (1946) (Tabela 5). Estes ovos caracterizam-se pelas suas grandes dimensões e pela grande quantidade de material vitelino, o que é

típico de espécies com desenvolvimento directo (desenvolvimento não-planctotrófico) (Spight, 1975; Lima e Lutz, 1990). O período de desenvolvimento (tempo necessário para os embriões completarem o desenvolvimento) também está correlacionado com o tamanho do ovo, com os ovos menores a desenvolverem-se mais rapidamente que os ovos maiores (Spight, 1975). No presente caso, o período de incubação demorou cerca de 1 mês (30 - 32 dias), em perfeita concordância com a duração de aproximadamente 1 mês reportada por Bandel (1975) (Tabela 5).

Os indivíduos eclodiram com um comprimento médio de concha de 1,64 mm (altamente variável entre um mínimo de 1,10 e um máximo de 2,30 mm Cc), um tamanho significativamente superior ao comprimento de concha de 1,1 - 1,3 mm de exemplares recentemente metamorfoseados reportado por Bandel (1975) (Tabela 5). Reflectindo esta variabilidade de tamanhos, a protoconcha pós-metamorfoseada dos indivíduos recém-eclodidos de *H. trunculus* também apresentou alguma variação no número de voltas da concha (entre 1,5 e 2,5 espiras). Este fenómeno tinha também sido detectado por Sabelli e Tommasini (1982), os quais reportaram uma notória variabilidade no número de voltas da protoconcha desta espécie, compreendido entre 1¾ e 2,5 espiras. Outros autores referiram um número único de 2 espiras (Barash e Zenziper, 1980) ou 2,5 espiras (Bandel, 1975) (Tabela 5).

O tamanho da concha aquando da eclosão reflecte aparentemente o diâmetro do ovo, o qual é função da quantidade de material vitelino (Lima e Lutz, 1990). Adicionalmente, uma elevada variabilidade no tamanho da protoconcha e no número de voltas da concha é considerada característica de espécies com desenvolvimento directo e que se alimentam de ovos nutritivos no interior das ootecas (Moore e Sander, 1978). No caso do búzio, esta variabilidade tem sido atribuída a diferentes condições de desenvolvimento (que afectam a relação embriões: ovos nutritivos) e que variam entre ootecas e entre posturas (Sabelli e Tommasini, 1982). Acresce ainda que a contribuição dos ovos nutritivos durante o desenvolvimento embrionário produz também protoconchas maiores e mais irregulares comparativamente a espécies proximamente relacionadas mas que não possuem alimentação intracapsular (Bandel, 1975).

O desenvolvimento directo do búzio fornece protecção adicional aos ovos e embriões contra o *stress* físico e a predação e permite mecanismos suplementares de nutrição embrionária (ovos nutritivos), mas reduz significativamente o potencial de dispersão dos juvenis (Gallardo, 1989). A compreensão dos hábitos reprodutivos e do tipo de desenvolvimento é fundamental para um desenvolvimento adequado das pescarias de gastrópodes (D'Asaro, 1970). Tal como anteriormente referido, na Ria Formosa as fêmeas de búzio em postura colectiva são alvo de diversas formas de captura por pescadores profissionais e apanhadores recreativos (incluindo mergulhadores a operar ilegalmente na laguna). Adicionalmente, de cada cápsula de ovos apenas eclode um reduzido número de indivíduos: 5 - 10 (Dulzetto, 1946), 15 (Bandel, 1975) ou 10 - 20 (Fischer e Raffy, 1933) (Tabela 5), os quais encontram-se ainda sujeitos a uma elevada mortalidade natural durante as primeiras fases da vida.

5. PROPOSTA DE MEDIDAS DE GESTÃO PARA A PESCARIA

A globalidade da informação obtida no presente estudo permite sugerir à Administração um conjunto de medidas de gestão pesqueira, incluindo medidas específicas para a protecção das fases cruciais do ciclo de vida do búzio, as quais poderão eventualmente suportar num futuro próximo a legalização da pescaria de gastrópodes muricídeos com teias-de-carteiras na Ria Formosa.

As licenças de pesca para operar as teias-de-carteiras apenas deverão ser atribuídas a embarcações licenciadas para operar outras artes de pesca na Ria Formosa e, preferencialmente, a pescadores que possam comprovar / atestar vendas de búzio e canilha num passado recente. Adicionalmente, a renovação anual destas licenças de pesca deverá estar obrigatoriamente condicionada ao cumprimento de um número mínimo de vendas anuais em lota ou de quantidades / montantes mínimos de *H. trunculus* e/ou *B. brandaris* vendidos anualmente em lota.

Devido à impossibilidade de monitorização permanente deste tipo de pescarias, é absolutamente necessário o envolvimento directo da comunidade piscatória no ordenamento desta actividade e na co-gestão do recurso. Neste contexto, os pescadores deverão reportar dados relevantes sobre esta actividade (ex: áreas de operação, esforço de pesca, número de teias-de-carteiras perdidas, capturas, valor, etc.) em diários de pesca com carácter confidencial e criados especificamente para este efeito, cuja informação permitirá desenvolver uma base-de-dados sobre esta pescaria, acompanhar a evolução das capturas de búzio e canilha na Ria Formosa, bem como propor medidas de gestão consentâneas com o estado de conservação do recurso. Neste particular, deverá ficar estipulado que a falha da entrega regular dos diários de pesca, bem como a declaração de dados incorrectos, implicarão a não renovação da licença de pesca.

Visto que esta pescaria é desenvolvida dentro do sistema lagunar (frequentemente em canais lagunares interiores e protegidos), não é muito afectada por condições meteorológicas adversas, permitindo a realização de um elevado número de dias de pesca por ano. Por esta razão, de modo a controlar o esforço de pesca antes de se dispor de um conhecimento suficientemente aprofundado sobre esta actividade que possa permitir uma conservação efectiva dos recursos, o número de licenças de pesca deverá ser restrito e o número de artes de pesca por embarcação deverá estar limitado a um máximo de 10 teias-de-carteiras (o número máximo operado por alguns pescadores), cada qual limitada a um máximo de 100 carteiras. Esta limitação no número de carteiras por arte de pesca poderá igualmente contribuir para a redução dos prejuízos económicos associados à perda de teias-de-carteiras. Com efeito, devido principalmente a conflitos entre artes de pesca pela exploração dos mesmos pesqueiros, a destruição e perda parcial ou total de teias-de-carteiras é relativamente comum e frequente. Contudo, convém realçar que, sendo uma arte de pesca estática / passiva, fechada e iscada, a teia-de-carteiras

não exerce pesca fantasma, pelo que este aspecto não constitui uma preocupação ecológica a considerar neste tipo de arte de pesca.

Tendo em consideração que a teia-de-carteiras não é uma arte de pesca selectiva em relação às espécies capturadas, as capturas acessórias deverão ser rejeitadas imediatamente a bordo e o isco remanescente no final das operações de pesca deverá ser removido das carteiras a bordo e lançado nas próprias áreas de pesca (permitindo a libertação do berbigão sobrevivente e minimizando a mortalidade dos exemplares de espécies acessórias de reduzidas dimensões que possam ter penetrado a malha da rede e se encontrem no interior das carteiras).

Finalmente, devido a uma aparente distribuição agregada do búzio e da canilha, deverão ser realizados estudos adicionais destinados a identificar áreas preferenciais de distribuição e averiguar a influência da profundidade, tipo de fundo e cobertura por fanerogâmicas marinhas (*Zostera* spp.) na distribuição e abundância destas espécies na Ria Formosa. De forma a proteger estas populações, a exploração nestas áreas deverá ser limitada através da definição de zonas de interdição de pesca ou de zonas de conservação (o que poderá igualmente contribuir para o controlo do esforço de pesca). Adicionalmente, a época de pesca deverá ser limitada mediante a implementação de um período de defeso coincidente com o período de reprodução e postura do búzio e da canilha (Maio e Junho). A protecção destas fases cruciais dos ciclos de vida de *H. trunculus* e *B. brandaris* contribuirá para a preservação do manancial desovante e das posturas colectivas, certamente com consequências benéficas para um recrutamento eficaz destas espécies-alvo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Direcção-Geral das Pescas e Aquicultura (DGPA) pela autorização concedida para a realização das pescarias experimentais com teias-de-carteiras. Um agradecimento especial é devido a Sílvia Padinha (Associação de Moradores da Ilha da Culatra) pelo seu empenho pessoal em envolver a comunidade piscatória local neste estudo e, particularmente, aos mestres das embarcações que participaram voluntariamente nas operações de pesca (Cristiano Mestre Artífice, Jorge Humberto do Carmo, Rui Alberto do Carmo, José Carlos Pacheco, João Luís Quintino, Celestino Patrício dos Santos e José Patrício dos Santos). Agradecimentos são igualmente devidos à Doutora Rogélia Martins e ao Dr. Miguel Carneiro (IPIMAR - Lisboa) pela disponibilização do plano técnico da arte de pesca e ainda à equipa técnica do IPIMAR - Olhão pelo apoio nas amostragens laboratoriais. Os autores agradecem ao Doutor Pedro Pousão-Ferreira pela cedência de um tanque de terra-batida da Estação Piloto de Piscicultura de Olhão (IPIMAR), bem como à Dra. Domitília Matias e à Dra. Sandra Joaquim pela disponibilização das instalações da Estação Experimental de Moluscicultura de Tavira (IPIMAR). Pela participação em diversas componentes deste estudo agradece-se ainda aos seguintes

colaboradores: Susana Carvalho, Rita Constantino, João Cúrdia, David Fernandes, Belisandra Lopes, Alexandre Pereira, Fábio Pereira, Margarete Ramos, João Tata-Regala e João Teixeira. Os autores agradecem ainda aos Doutores Irineu Batista, Aida Campos e Rogélia Martins pela exaustiva revisão do presente manuscrito. Este estudo foi parcialmente financiado por uma bolsa de doutoramento atribuída ao primeiro autor pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT: SFRH/BD/5139/2001), pelo Programa Pequena Pesca (PIDDAC) e pelos Projectos DiverAqua, RedAqua e ProMar (INTERREG III-A).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIDLI, S.; TRIGUI EL-MENIF, N.; BOUMAIZA, M., 2006. Variation de la concentration du TBT sur la fécondité et l'émission gamétique d'*Hexaplex trunculus*. In: *Résumés des Communications du Troisième Congrès Franco-Tunisien de Zoologie, Tabarka, Tunisie, 3-7 Novembre 2006*, pp. 73.
- ALBANESE, M. P.; CALABRÒ, C.; ACOSTA POMAR, M. L. C., 1983. Ciclo biológico di *Trunculariopsis trunculus* L. (Moll. Gast. Pros.) vivente nel Lago di Faro. *Memorie di Biologia Marina e di Oceanografia*, 13: 133-147.
- ANON., 2001. Especies de Interés Pesquero en el Litoral de Andalucía. Vol. II - Invertebrados. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca, Sevilla, 210 p.
- AXIAK, V.; VELLA, A. J.; MICALLEF, D.; CHIRCOP, P.; MINTOFF, B., 1995. Imposex in *Hexaplex trunculus* (Gastropoda; Muricidae): first results from biomonitoring of tributyltin contamination in the Mediterranean. *Marine Biology*, 121: 685-691.
- BANDEL, K., 1975. Das embryonalgehäuse mariner prosobranchier der region von Banyuls-sur-Mer. *Vie et Milieu*, 25: 83-118.
- BAÑÓN, R.; ROLÁN, E.; GARCÍA-TASENDE, M., 2008. First record of the purple dye murex *Bolinus brandaris* (Gastropoda: Muricidae) and a revised list of non native molluscs from Galician waters (Spain, NE Atlantic). *Aquatic Invasions*, 3 (3): 331-334.
- BARASH, A.; ZENZIPER, Z., 1980. Egg masses of Mollusca from Mediterranean waters of Israel and notes on reproduction of the freshwater species *Theodoxus jordani* and *Melanoides tuberculata*. *Veliger*, 22 (4): 299-317.
- BARROSO, C. M.; MOREIRA, M. H., 1998. Reproductive cycle of *Nassarius reticulatus* in the Ria de Aveiro, Portugal: Implications for imposex studies. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 78: 1233-1246.
- BARTOLOME, C., 1985. *Contribution à l'étude du gastéropode Murex brandaris (Linnaeus, 1758) dans le Golfe du Lion*. Diplôme d'Etudes Approfondies de Sciences de l'Eau et Aménagement. Académie de Montpellier, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, 92 p.

- BENKENDORFF, K.; DAVIS, A. R.; BREMNER, J. B., 2001a. Chemical defense in the egg masses of benthic invertebrates: an assessment of antibacterial activity in 39 mollusks and 4 polychaetes. *Journal of Invertebrate Pathology*, 78: 109-118.
- BENKENDORFF, K.; BREMNER, J. B.; DAVIS, A. R., 2001b. Indole derivatives from the egg masses of muricid molluscs. *Molecules*, 6: 70-78.
- BOLOGNARI, A.; ALBANESE-CARMIGNANI, M. P.; ZACCONE, G.; CALABRÒ, C. 1979. Correlazioni citochimiche e citoenzimologiche tra il nucleolo e i globuli di vitello negli ovocito del Mollusco *Murex trunculus* L. *Acta Embryologica Experimentalis*, 3: 370-371.
- BOLOGNARI, A.; ALBANESE-CARMIGNANI, M. P.; CALABRÒ, C.; ZACCONE, G., 1981. Structural and cytochemical features of the yolk globules and of the nucleolus in the growing oocytes of the mollusc *Murex trunculus* L. *Basic and Applied Histochemistry*, 25: 159-167.
- BUCHANAN, S., 2001. Measuring reproductive condition in the Greenshell™ mussel *Perna canaliculus*. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 35: 859-870.
- CARNEIRO, M.; MARTINS, R.; REBORDÃO, F. R., 2006. Contribuição para o conhecimento das artes de pesca utilizadas no Algarve. *Publicações Avulsas do IPIMAR*, 13: 76 p.
- CLEDÓN, M.; ARNTZ, W.; PENCHASZADEH, P. E., 2005. Gonadal cycle in an *Adelomelon brasiliense* (Neogastropoda: Volutidae) population of Buenos Aires province, Argentina. *Marine Biology*, 147: 439-445.
- CROSBY, M. P.; GALE, L. D., 1990. A review and evaluation of bivalve condition index methodologies with a suggested standard method. *Journal of Shellfish Research*, 9: 233-237.
- D'ASARO, C. N., 1970. Egg capsules of prosobranch mollusks from South Florida and the Bahamas and notes on spawning in the laboratory. *Bulletin of Marine Science*, 20: 414-440.
- D'ASARO, C. N., 1986. Egg capsules of eleven marine prosobranchs from Northwest Florida. *Bulletin of Marine Science*, 39: 76-91.
- D'ASARO, C. N., 1988. Micromorphology of neogastropod egg capsules. *Nautilus*, 102: 134-148.
- D'ASARO, C. N., 1991. Gunnar Thorson's world-wide collection of prosobranch egg capsules: Muricidae. *Ophelia*, 35: 1-101.
- DAVENPORT, J.; CHEN, X., 1987. A comparison of methods for the assessment of condition in the mussel (*Mytilus edulis* L.). *Journal of Molluscan Studies*, 53: 293-297.
- D.R., 1990. Regulamento da pesca na Ria Formosa. Portaria N° 560/90 de 19 de Julho, Diário da República, Iª Série, N° 165, pp. 3010-3012.
- DULZETTO, F., 1946. Osservazioni sulla deposizione di *Murex trunculus* L. *Atti dell'Accademia Nazionale dei Lincei*, 8: 1356-1361.
- DULZETTO, F., 1950. Sull'origine e la struttura delle capsule ovifere di *Murex trunculus*. *Archivio Zoologico Italiano*, 35: 83-99.
- FISCHER, P. H.; RAFFY, A., 1933. La ponte du *Murex trunculus* L. *Bulletin de l'Institut Océanographique (Monaco)*, 618: 1-4.

- FRETTER, V.; GRAHAM, A., 1964. Reproduction. In: K. M. WILBUR (Ed.), *Physiology of Mollusca*. Vol. 1, Academic Press, New York, pp. 127-164.
- FRETTER, V.; GRAHAM, A., 1994. British Prosobranch Molluscs: Their Functional Anatomy and Ecology. The Ray Society, London, 820 p.
- GAILLARD, J. M., 1987. Gastéropodes. In: W. FISCHER, M. L. BAUCHOT e M. SCHNEIDER (Eds.), *Fiches FAO d'Identification des Espèces pour les Besoins de la Pêche. Vol. I. - Méditerranée et Mer Noire*, FAO, Rome.
- GALLARDO, C. S., 1989. Patrones de reproducción y ciclo vital en moluscos marinos bénticos; una aproximación ecológico evolutiva. *Medio Ambiente*, 10: 25-35.
- GHARSALLAH, I. H.; ZAMOURI-LANGAR, N.; MISSAOUI, H.; EL ABED, A., 2004. Étude de la croissance relative et de la biomasse d'*Hexaplex trunculus* dans la lagune de Bizerte. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 129 (4): 427-436.
- GOSSELIN, L. A., 1993. A method for marking small juvenile gastropods. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 73: 963-966.
- GULLAND, J. A.; HOLT, S. J., 1959. Estimation of growth parameters for data at unequal time intervals. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 25: 47-49.
- HIMMELMAN, J. H., 1988. Movement of whelks (*Buccinum undatum*) towards a baited trap. *Marine Biology*, 97: 521-531.
- HOUART, R., 2001. A Review of the Recent Mediterranean and Northeastern Atlantic Species of Muricidae. Editorial Evolver, Rome, 227 p.
- I.H., 2005-2006. Instituto Hidrográfico (WWW Data base). URL: <http://www.hidrografico.pt>.
- JONES, R., 1979. Materials and methods used in marking experiments in fishery research. *FAO Fisheries Technical Paper*, 190, FAO, Rome, 134 p.
- LAHBIB, Y.; TRIGUI EL-MENIF, N.; LE PENNEC, M.; BOUMAIZA, M., 2004. Données sur le cycle reproducteur du mollusque gastéropode *Hexaplex trunculus* (Linné, 1758) de la Lagune de Bizerte (Tunisie). *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 129: 407-418.
- LAHBIB, Y.; TRIGUI EL-MENIF, N.; LE PENNEC, M.; BOUMAIZA, M., 2006. La ponte et la croissance absolue d'*Hexaplex trunculus* réalisée au laboratoire. In: *Résumés des Communications du Troisième Congrès Franco-Tunisien de Zoologie, Tabarka, Tunisie, 3-7 Novembre 2006*, pp. 64.
- LEIVA, G. E.; CASTILLA, J. C., 2002. A review of the world marine gastropod fishery: evolution of the catches, management and the Chilean experience. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 11: 283-300.
- LIMA, G. M.; LUTZ, R. A., 1990. The relationship of larval shell morphology to mode of development in marine prosobranch gastropods. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 70: 611-637.
- LUCAS, A.; BENINGER, P. G., 1985. The use of physiological condition indices in marine bivalve aquaculture. *Aquaculture*, 44: 187-200.

- MACEDO, M. C. C.; MACEDO, M. I. C.; BORGES, J. P., 1999. Conchas Marinhas de Portugal (Seashells of Portugal). Editorial Verbo, Lisboa, 516 p.
- MANN, R., 1978. A comparison of morphometric, biochemical and physiological indexes of condition in marine bivalve molluscs. In: J. H. THORP e I. W. GIBBONS (Eds.), *Energy and Environmental Stress in Aquatic Systems. DOE Symposium Series*, 48: 484-497.
- MARQUES, M. R.; OLIVEIRA, J. S., 1995. A pesca das “carteiras” na Ria Formosa. In: *Actas das Comunicações do 8º Congresso do Algarve*. Vilamoura, Portugal, 7-9 Abril 1995, pp. 905-909.
- MARTÍN, P.; SÁNCHEZ, P.; RAMÓN, M., 1995. Population structure and exploitation of *Bolinus brandaris* (Mollusca: Gastropoda) off the Catalan coast (northwestern Mediterranean). *Fisheries Research*, 23: 319-331.
- MARTOJA, M.; BOUQUEGNEAU, J.-M., 1988. *Murex trunculus*: un nouveau cas de pseudo-hermaphrodisme chez un gastéropode prosobranche. *Bulletin de la Société Royale de Liège*, 57: 45-58.
- McQUINN, I. H.; GENDRON, L.; HIMMELMAN, J. H., 1988. Area of attraction and effective area fished by a whelk (*Buccinum undatum*) trap under variable conditions. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 45: 2054-2060.
- MOORE, E. A.; SANDER, F., 1978. Spawning and early life history of *Murex pomum* Gmelin, 1971. *Veliger*, 20: 251-259.
- MUZAVOR, S.; MORENITO, P. M., 1999. Roteiro Ecológico da Ria Formosa, Vol. IV - Moluscos Gastrópodos. Universidade do Algarve, Faro, 85 p.
- PEHARDA, M.; MORTON, B., 2006. Experimental prey species preferences of *Hexaplex trunculus* (Gastropoda: Muricidae) and predator-prey interactions with the Black mussel *Mytilus galloprovincialis* (Bivalvia: Mytilidae). *Marine Biology*, 148: 1011-1019.
- POORE, G. C. B., 1973. Ecology of New Zealand abalones, *Haliotis* species (Mollusca: Gastropoda): 4. Reproduction. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 7: 67-84.
- POPPE, G. T.; GOTO, Y., 1991. European Seashells, Vol. 1 (Polyplacophora, Claudofoveata, Solenogastrea, Gastropoda). Verlag Christa Hemmen, Wiesbaden, 352 p.
- QUINTAS, P.; ROLÁN, E.; TRONCOSO, J. S., 2005. Sobre la presencia de un ejemplar vivo de *Hexaplex trunculus* en la ensenada de O Grove (Ría de Arousa, Galicia). *Noticiario de la Sociedad Española de Malacología*, 43: 77-78.
- RAMÓN, M.; AMOR, M. J., 2001. Increasing imposex in populations of *Bolinus brandaris* (Gastropoda: Muricidae) in the north-western Mediterranean. *Marine Environmental Research*, 52: 463-475.
- RAMÓN, M.; AMOR, M. J., 2002. Reproductive cycle of *Bolinus brandaris* and penis and genital duct size variations in a population affected by imposex. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 82: 435-442.

- RAMÓN, M.; FLOS, R., 2001. First trials to cultivate the muricid gastropod *Bolinus brandaris* (Linnaeus). *European Aquaculture Society Special Publication*, 29: 219-220.
- RAMORINO, L. M., 1975. Ciclo reproductivo de *Concholepas concholepas* en la zona de Valparaíso. *Revista de Biología Marina (Valparaíso)*, 15: 149-177.
- RAWLINGS, T. A., 1995. Direct observation of encapsulated development in muricid gastropods. *Veliger*, 38: 54-60.
- RILOV, G.; GASITH, A.; EVANS, S. M.; BENAYAHU, Y., 2000. Unregulated use of TBT-based antifouling paints in Israel (Eastern Mediterranean): high contamination and imposex levels in two species of marine gastropods. *Marine Ecology Progress Series*, 192: 229-238.
- RILOV, G.; BENAYAHU, Y.; GASITH, A., 2004. Life on the edge: do biomechanical and behavioral adaptations to wave-exposure correlate with habitat partitioning in predatory whelks? *Marine Ecology Progress Series*, 282: 193-204.
- ROLÁN, E.; BAÑÓN, R., 2007. Primer hallazgo de la especie invasora *Rapana venosa* y nueva información sobre *Hexaplex trunculus* (Gastropoda, Muricidae) en Galicia. *Noticiario de la Sociedad Española de Malacología*, 47: 57-59.
- ROMERO, M. S.; GALLARDO, C. S.; BELLOLIO, G., 2004. Egg laying and embryonic-larval development in the snail *Thais (Stramonita) chocolata* (Duclos, 1832) with observations on its evolutionary relationships within Muricidae. *Marine Biology*, 145: 681-692.
- SABELLI, B.; TOMMASINI, S., 1982. Osservazioni sulla radula e sulla protoconca di *Bolinus brandaris* (L., 1758) e *Phyllonotus trunculus* (L., 1758). *Bollettino Malacologico*, 18: 291-300.
- SAINTE-MARIE, B., 1991. Whelk (*Buccinum undatum*) movement and its implications for the use of tag-recapture methods for the determination of baited trap fishing parameters. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 48: 751-756.
- SCHITZ, V., 1920. Sur la spermatogenèse chez *Murex trunculus* (L), *Aporrhais pespelicani* (L), *Fusus* sp. et *Nassa reticulata*. *Archives de Zoologie Expérimentale et Générale*, 59: 477-508.
- SEED, R.; SUCHANEK, T. H., 1992. Population and community ecology of *Mytilus*. In: E. GOSLING (Ed.), *The Mussel Mytilus: Ecology, Physiology, Genetics and Culture*, Elsevier, Amsterdam, pp. 87-169.
- SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J., 1994. *Biometry*. 3rd edn. W. H. Freeman and Company, New York, 887 p.
- SPANIER, E., 1981. Behavioral ecology of the marine snail *Trunculariopsis (Murex) trunculus*. In: H. SHUVAL (Ed.), *Developments in Arid Zone Ecology and Environmental Quality*, Balaban ISS, Philadelphia, pp. 65-70.
- SPANIER, E., 1986. Cannibalism in muricid snails as a possible explanation for archaeological findings. *Journal of Archaeological Science*, 13: 463-468.

- SPANIER, E.; KARMON, N., 1987. Muricid snails and the ancient dye industries. In: E. SPANIER (Ed.), *The Royal Purple and the Biblical Blue: Argaman and Tekhelet*, Keter Publishing House Jerusalem Ltd., Jerusalem, pp. 179-192.
- SPIGHT, T. M., 1975. Factors extending gastropod embryonic development and their selective cost. *Oecologia*, 21: 1-16.
- TERLIZZI, A.; GERACI, S.; GIBBS, P. E., 1999. Tributyltin (TBT)-induced imposex in the Neogastropod *Hexaplex trunculus* in Italian coastal waters: morphological aspects and ecological implications. *Italian Journal of Zoology*, 66: 141-146.
- TIRADO, C.; RODRÍGUEZ DE LA RÚA, A.; BRUZÓN, M. A.; LÓPEZ, J. I.; SALAS, C.; MÁRQUEZ, I., 2002. La Reproducción de Bivalvos y Gasterópodos de Interés Pesquero en Andalucía. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca, Huelva, 129 p.
- TRIGUI EL-MENIF, N.; LAHBIB, Y.; LE PENNEC, M.; FLOWER, R.; BOUMAIZA, M., 2006. Intensity of the imposex phenomenon - impact on growth and fecundity in *Hexaplex trunculus* (Mollusca: Gastropoda) collected in Bizerta lagoon and channel (Tunisia). *Cahiers de Biologie Marine*, 47: 165-175.
- VASCONCELOS, P.; GASPAR, M. B.; JOAQUIM, S.; MATIAS D.; CASTRO, M., 2004a. Spawning of *Hexaplex (Trunculariopsis) trunculus* (Gastropoda: Muricidae) in the laboratory: description of spawning behaviour, egg masses, embryonic development, hatchling and juvenile growth rates. *Invertebrate Reproduction and Development*, 46: 125-138.
- VASCONCELOS, P.; GASPAR, M. B.; CASTRO, M., 2004b. Morphometric relationships of the shell of *Hexaplex (Trunculariopsis) trunculus* (Gastropoda: Muricidae) from the Ria Formosa lagoon (Algarve - southern Portugal). In: J. M. LORENZO, J. G. PAJUELO e A. RAMOS (Eds.), *Libro de Resúmenes del XIII Simposio Ibérico de Estudios del Bentos Marino*, Las Palmas de Gran Canaria, 21-24 Septiembre 2004, pp. 97-98.
- VASCONCELOS, P.; GASPAR, M. B.; CASTRO, M., 2004c. Meat yield of *Hexaplex (Trunculariopsis) trunculus* (Gastropoda: Muricidae), an important fishing resource from the Ria Formosa lagoon (Algarve - southern Portugal). In: J. M. LORENZO, J. G. PAJUELO e A. RAMOS (Eds.), *Libro de Resúmenes del XIII Simposio Ibérico de Estudios del Bentos Marino*, Las Palmas de Gran Canaria, 21-24 Septiembre 2004, pp. 143.
- VASCONCELOS, P.; GASPAR, M. B.; CASTRO, M., 2006a. Imposex in *Hexaplex (Trunculariopsis) trunculus* (Gastropoda: Muricidae) from the Ria Formosa lagoon (Algarve coast - southern Portugal). *Marine Pollution Bulletin*, 52: 337-341.
- VASCONCELOS, P.; GASPAR, M. B.; CASTRO, M., 2006b. Development of indices for nonsacrificial sexing of imposex-affected *Hexaplex (Trunculariopsis) trunculus* (Gastropoda: Muricidae). *Journal of Molluscan Studies*, 72: 285-294.

- VASCONCELOS, P.; GASPAR, M. B.; PEREIRA, A. M.; CASTRO, M., 2006c. Growth rate estimation of *Hexaplex (Trunculariopsis) trunculus* (Gastropoda: Muricidae) based on mark/recapture experiments in the Ria Formosa lagoon (Algarve coast, southern Portugal). *Journal of Shellfish Research*, 25: 249-256.
- VASCONCELOS, P.; CÚRDIA, J.; CASTRO, M.; GASPAR, M. B., 2007. The shell of *Hexaplex (Trunculariopsis) trunculus* (Gastropoda: Muricidae) as a mobile hard substratum for epibiotic polychaetes (Annelida: Polychaeta) in the Ria Formosa (Algarve coast - southern Portugal). *Hydrobiologia*, 575: 161-172.
- VASCONCELOS, P.; LOPES, B.; CASTRO, M.; GASPAR, M. B., 2008a. Comparison of indices for the assessment of reproductive activity in *Hexaplex trunculus* (Gastropoda: Muricidae). *Marine Biology Research*, 4 (5): 392-399.
- VASCONCELOS, P.; LOPES, B.; CASTRO, M.; GASPAR, M. B., 2008b. Gametogenic cycle of *Hexaplex (Trunculariopsis) trunculus* (Gastropoda: Muricidae) in the Ria Formosa lagoon (Algarve coast - southern Portugal). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88 (2): 321-329.
- VASCONCELOS, P.; CARVALHO, S.; CASTRO, M.; GASPAR, M. B., 2008c. The artisanal fishery for muricid gastropods (banded murex and purple dye murex) in the Ria Formosa lagoon (Algarve coast, southern Portugal). *Scientia Marina*, 72 (2): 287-298.
- VON BERTALANFFY, L., 1938. A quantitative theory of organic growth. *Human Biology*, 10: 181-213.
- WALNE, P.; MANN, R., 1975. Growth and biochemical composition in *Ostrea edulis* and *Crassostrea gigas*. In: H. Barnes (Ed.), *Proceedings of the 9th European Marine Biology Symposium*, Oban, Argyll, 2-8 October 1974. Aberdeen University Press, Aberdeen, pp. 587-607.
- WONDRAK, G., 1974. Laichverhalten und Gelegebildung bei *Murex trunculus* L. (Gastropoda: Prosobranchia). *Archiv für Molluskenkunde*, 104: 115-119.
- ZAR, J. H., 1996. *Biostatistical Analysis*. 3rd edn. Prentice-Hall International Inc., New Jersey, 662 p.
- ZAR, J. H., 1999. *Biostatistical Analysis*. 4th edn. Prentice Hall International Inc., New Jersey, 663 p.