



# RELATÓRIOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS

SÉRIE DIGITAL

**ESTUDO DO CRESCIMENTO DE *Donax vittatus*  
NA COSTA OCIDENTAL NORTE DE PORTUGAL  
DADOS CIENTÍFICOS PARA A GESTÃO DE UMA NOVA PESCARIA.**

**Francisco Maia e Joana Pimenta**



2007

37



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  
Fátima Cardador  
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 “site” do IPIMAR [w.w.w.ipimar.pt](http://w.w.w.ipimar.pt) ou podem ser solicitadas aos membros do Corpo Editorial desta publicação.

#### **Capa**

Luís Catalan

#### **ISSN**

1645-863X

Todos os direitos reservados.

# ESTUDO DO CRESCIMENTO DE *Donax vittatus* NA COSTA OCIDENTAL NORTE DE PORTUGAL. DADOS CIENTÍFICOS PARA A GESTÃO DE UMA NOVA PESCARIA.

Francisco Maia <sup>1</sup>; Joana Pimenta <sup>1</sup>

<sup>1</sup> CRIPC – Centro Regional de Investigação Pesqueira do Centro do INIAP/IPIMAR

Recebido em 2007 – 02 - 22

Aceite em 2007 – 06 - 19

## RESUMO

Na costa ocidental norte de Portugal (C.O.N.P.) a pesca de moluscos bivalves marinhos tem sido dirigida unicamente à amêijoia-branca (*Spisula solida*). O elevado esforço de pesca exercido nesta área provocou, na década de 90, o colapso deste recurso. Assim, torna-se urgente encontrar novas espécies que possam complementar e diversificar esta pescaria. Apesar de ainda não ser explorada comercialmente na C.O.N.P., estudos realizados pelo INIAP/IPIMAR mostram que a conquilha (*Donax vittatus*) poderá ser uma espécie-alvo da frota da ganchorra. O objectivo deste trabalho foi estudar o crescimento da conquilha. O crescimento da concha foi analisado a partir de amostras colhidas mensalmente na C.O.N.P. entre Novembro de 2003 e Outubro de 2004. A análise da evolução do bordo das conchas ao longo deste período mostrou que o anel de crescimento se forma uma vez por ano, no Inverno. A concha desta espécie cresce desde a Primavera até ao fim do Verão e pára de crescer durante o Inverno. A idade e o crescimento de *Donax vittatus* foram estimados com base na leitura dos anéis visíveis na superfície da concha e a partir da microestrutura interna da mesma (pela técnica da película de acetato). As curvas de crescimento linear e ponderal de von Bertalanffy foram as seguintes:

$$\begin{array}{lll} \text{anéis na superfície da concha:} & L_t = 43,1 [1 - e^{-0,38(t+0,20)}] & W_t = 7,4 [1 - e^{-0,38(t+0,20)}]^{3,04} \\ \text{técnica da película de acetato:} & L_t = 40,5 [1 - e^{-0,38(t+0,50)}] & W_t = 6,1 [1 - e^{-0,38(t+0,50)}]^{3,04} \end{array}$$

**Palavras chave:** *Donax vittatus*, bivalves, crescimento, película de acetato, determinação da idade, von Bertalanffy.

## ABSTRACT

**Title: Growth of *Donax vittatus* in the north-west coast of Portugal. Scientific data for the management of a new fishery.** The marine mollusc fishery in the north-west coast of Portugal (N.W.C.P) has been directed to the white surf clam (*Spisula solida*). However, the high fishing effort in the area caused the collapse of this resource in the 1990s. Thus, there is an urgent need to find alternative or complementary species for that fishery. Preliminary studies carried by INIAP/IPIMAR showed that the banded wedge shell (*Donax vittatus*) could be an important target species for the fishery in this region. The aim of this work is to study the growth of this species in order to provide basic information for this fishery management. The shell growth was investigated from monthly collected samples at N.W.C.P from November 2003 to October 2004. The analysis of the marginal shell growth showed that the annual growth ring was formed once a year, in the winter. The species grows from spring to the end of summer and stop growing in the winter. The age and the shell growth of *D. vittatus* were assessed using both surface growth rings and internal shell microgrowth patterns (by the acetate peel method). The estimated von Bertalanffy growth curves, expressed for length and weight, were the following:

$$\begin{array}{lll} \text{rings on the shell surface:} & L_t = 43,1 [1 - e^{-0,38(t+0,20)}] & W_t = 7,4 [1 - e^{-0,38(t+0,20)}]^{3,04} \\ \text{acetate peel method:} & L_t = 40,5 [1 - e^{-0,38(t+0,50)}] & W_t = 6,1 [1 - e^{-0,38(t+0,50)}]^{3,04} \end{array}$$

**Keywords:** *Donax vittatus*, bivalves, growth, acetate peel, age determination, von Bertalanffy.

---

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MAIA, F., PIMENTA, J., 2007. Estudo do crescimento de *Donax vittatus* na costa ocidental norte de Portugal. Dados científicos para a gestão de uma nova pescaria. *Relat. Cient. Téc. IPIMAR, Série digital* (<http://ipimar-iniap.ipimar.pt>), nº 37, 25p + anexo.

## INTRODUÇÃO

A exploração comercial de moluscos bivalves na costa ocidental norte portuguesa surgiu no início da década de 80 e teve como espécie alvo a amêijoia-branca (*Spisula solida*). A procura crescente deste bivalve, a relativa facilidade de captura e o elevado rendimento por embarcação originou uma forte pressão por parte dos armadores e pescadores no sentido de obterem mais licenças para a exploração deste recurso. Assim, entre 1983 e 1993 o número de embarcações licenciadas passou de 63 para 90. O elevado esforço de pesca que se fez sentir sobre os bancos naturais de amêijoia-branca provocou um colapso do stock e levou à proibição da pesca na zona ocidental norte em 1995. No entanto, a monitorização do estado de recuperação deste recurso permitiu a reabertura da pesca em 1999. Actualmente a frota da ganchorra opera com 11 embarcações e a pesca continua a ser dirigida unicamente à amêijoia-branca. A falta de diversificação nas capturas tem originado baixos rendimentos nos bancos desta espécie pelo que se torna imprescindível a exploração de novos recursos.

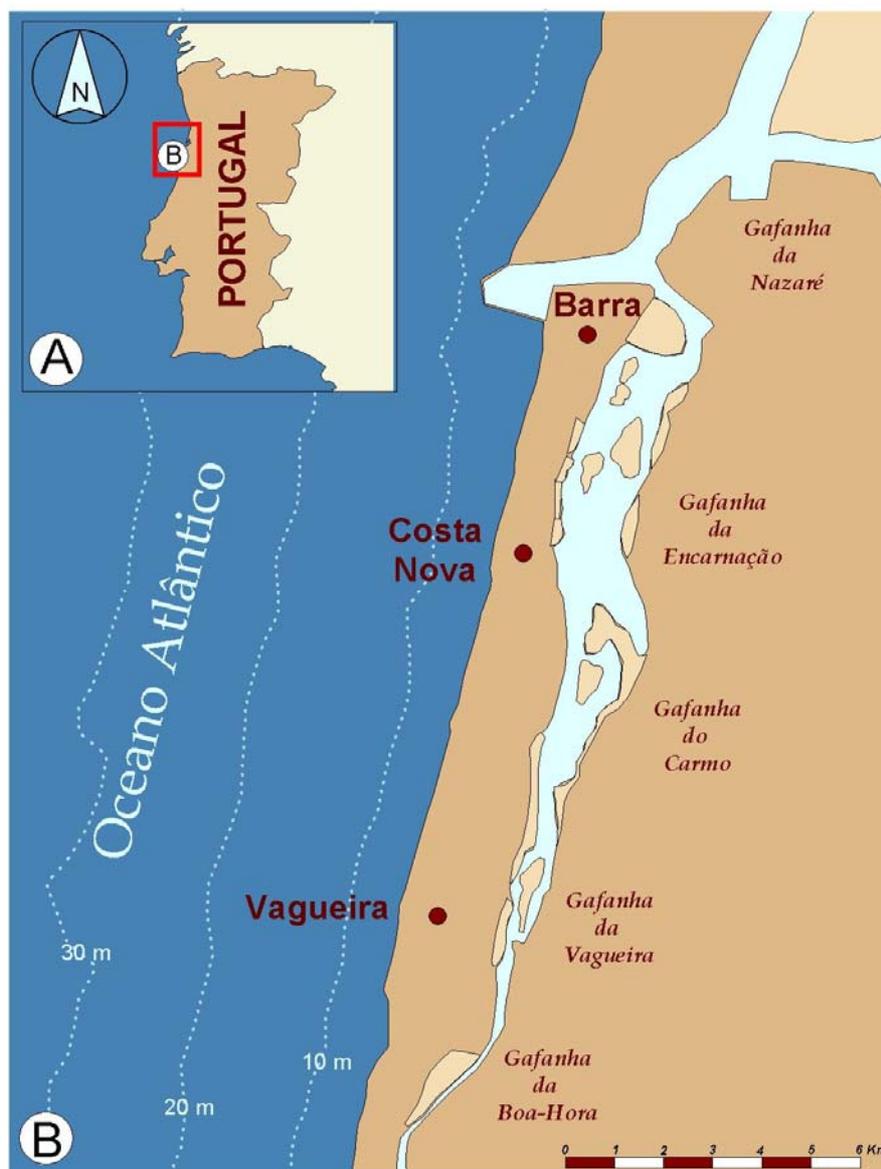
De entre as diversas espécies de bivalves susceptíveis de serem exploradas comercialmente destaca-se a conquitilha (*Donax vittatus*). O seu valor económico, a grande extensão dos pesqueiros, os rendimentos elevados e uma estrutura populacional adequada a uma exploração comercial fazem desta espécie um bom complemento da pescaria da amêijoia-branca (Gaspar *et al.*, 2004).

Em estudos de dinâmica de populações é fundamental conhecer a idade/comprimento dos indivíduos de uma população. Esta informação é essencial na avaliação de recursos haliêuticos dado que a variação da biomassa de um stock resulta do balanço entre os efeitos negativos da pesca e da mortalidade natural e os efeitos positivos do recrutamento e do crescimento. No sentido de ser delineada uma política de gestão sustentável deste recurso haliêutico, a (s) população (ões) de *Donax vittatus* da zona ocidental norte devem ser sujeitas a estudos preliminares que passam, entre outros, pelo conhecimento do seu crescimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

### RELAÇÕES ALOMÉTRICAS COMPRIMENTO/ALTURA E COMPRIMENTO/ESPESSURA

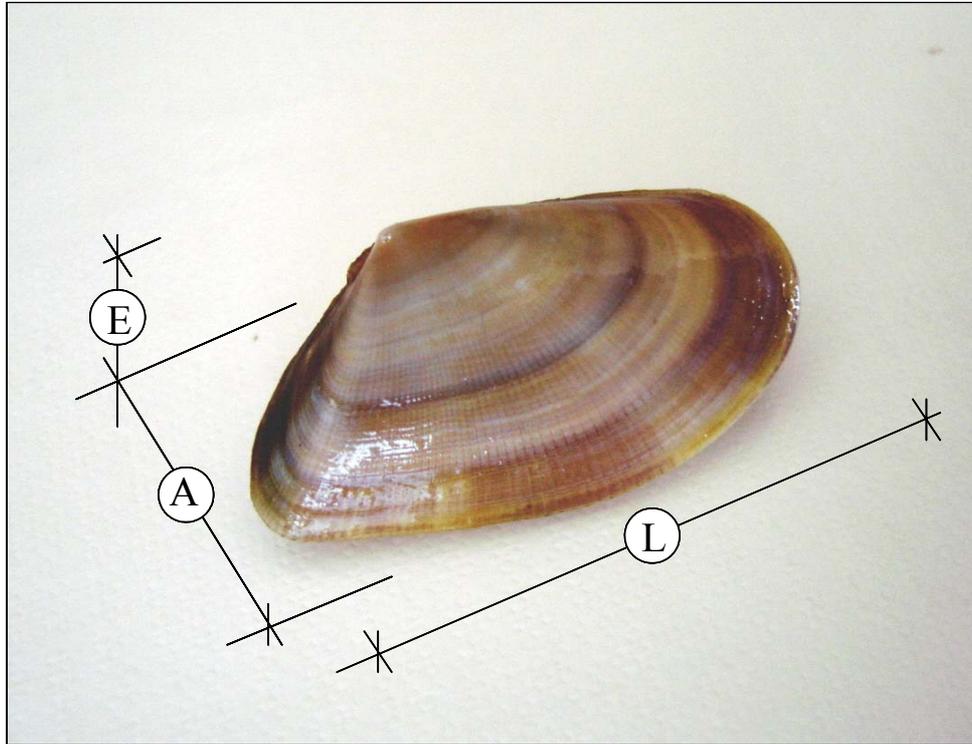
Nas relações alométricas comprimento/altura e comprimento/espessura utilizaram-se 1100 exemplares com comprimentos que variaram entre 16,9 mm e 36,6 mm. A conquilha foi capturada por arrasto com ganchorra<sup>1</sup> em Abril de 2004, num banco natural situado entre a Costa Nova, a Vagueira e a batimétrica dos 10 m (Fig. 1).



**Figura 1.** Localização da zona de amostragem de *Donax vittatus*. (A), Portugal; (B), Área de estudo.

<sup>1</sup> Arte de pesca de arrasto usada na costa ocidental norte portuguesa na captura de amêijoia-branca (ver Figura 1 em anexo).

No estudo alométrico foram utilizadas as seguintes dimensões: comprimento (L), maior distância medida no sentido antero-posterior; altura (A), distância vertical entre o umbo e o bordo ventral; e espessura (E), maior distância entre as duas valvas (Fig.2). Estes parâmetros foram medidos com uma craveira digital.



**Figura 2.** Representação esquemática das dimensões utilizadas no estudo alométrico de *Donax vittatus*. (L), comprimento; (A), altura; (E), espessura.

As relações entre o comprimento e a altura (L/A) e o comprimento e a espessura (L/E) da concha foram expressas através da seguinte equação:

$$L=aY^b \quad (1)$$

em que:  $L$  é o comprimento (mm),  $Y$  a altura ou espessura (mm) e  $a$  e  $b$  os parâmetros da alometria, sendo  $a$  o índice inicial de crescimento e  $b$  a relação entre as diferentes variáveis e o comprimento. O ajuste desta equação aos valores observados foi realizado com o software STATISTICA 6.0. Os parâmetros  $a$  e  $b$  foram estimados pelo método da iteração progressiva dos mínimos quadrados (método Gauss-Newton). A significância das regressões efectuadas foi avaliada pelo teste de F (sendo significativa para  $P < 0,05$ ) (Sokal e Rohlf, 1987).

Quando a relação entre o comprimento ( $L$ ) e a altura ou a espessura ( $Y$ ) é constante ao longo do tempo, o expoente  $b$  tem o valor de 1 (relação isométrica). Se  $b$  for superior a 1,  $L$  aumenta mais do que  $Y$  (alometria positiva), mas se  $b$  for inferior a 1 verifica-se o oposto (alometria negativa). A significância da diferença de  $b$  em relação ao valor de 1 foi calculada pelo teste  $t$ -Student, tendo sido considerada significativa para  $P < 0,05$  (Sokal e Rohlf, *op. cit.*).

### RELAÇÃO ALOMÉTRICA PESO/COMPRIMENTO

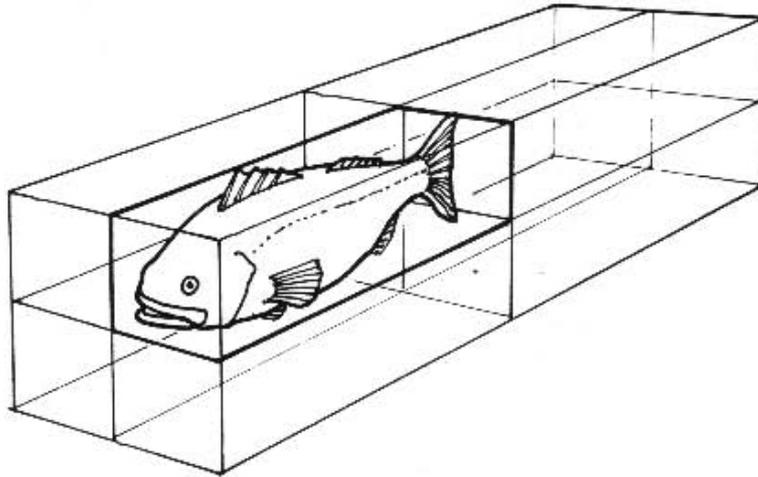
Na alometria peso/comprimento utilizaram-se 600 animais com comprimentos que variaram entre 16,9 mm e 36,6 mm. Os exemplares foram abertos com o auxílio de um bisturi, lavados com água do mar e deixados a escorrer durante alguns minutos sobre papel absorvente, de seguida foram pesados numa balança electrónica Mettler PM 2000. O peso escorrido foi medido com uma precisão de 0,01g.

A relação entre o peso ( $W$ ) e o comprimento ( $L$ ) foi expressa através da seguinte equação:

$$W=aL^b \quad (2)$$

em que,  $W$  representa o peso (g),  $L$  o comprimento (mm),  $a$  o índice inicial de crescimento e  $b$  a relação entre as diferentes variáveis e o peso. O ajuste desta expressão aos pontos observados foi efectuado com o programa STATISTICA 6.0.

A relação entre as duas variáveis ( $W/L$ ) é isométrica quando o valor de  $b$  apresenta valores próximos de 3. De facto, quando esta relação se mantém constante ao longo do tempo o peso de um animal é proporcional ao cubo do seu comprimento (Fig. 3). Quando  $b$  é superior a 3, diz-se que existe uma alometria positiva entre estas variáveis, mas se for inferior a 3, então ocorre uma alometria negativa. A significância da diferença de  $b$  em relação ao valor de 3 foi calculada pelo teste  $t$ -Student, tendo sido considerada significativa para  $P < 0,05$  (Sokal e Rohlf, *op. cit.*).



**Figura 3.** Relação cúbica entre o comprimento e o peso. Quando se duplicam todas as dimensões lineares, o volume (e por consequência o peso) aumenta oito vezes (ou  $2^3$ ) (adaptado de King, 1995).

### **CRESCIMENTO SAZONAL E VALIDAÇÃO DA PERIODICIDADE DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO**

O acompanhamento da evolução do bordo das conchas ao longo do ano permitiu estudar a variação da taxa de crescimento sazonal e validar a periodicidade de formação dos anéis anuais de crescimento. O crescimento sazonal da conchilha foi caracterizado a partir da representação gráfica da distância entre o último anel de crescimento e o bordo ventral da concha. A época de formação do anel anual de crescimento foi determinada através do cálculo mensal da percentagem dos indivíduos que apresentaram o último anel de crescimento a menos de 2 mm do bordo da concha. Foram observados 600 exemplares com dois anéis de crescimento, capturados entre Novembro de 2003 e Outubro de 2004 na zona de amostragem representada na Figura 1.

### **CRESCIMENTO ANUAL**

O crescimento da conchilha foi estudado a partir de uma amostra colhida no mesmo local em Junho de 2005. A “chave idade/comprimento” foi determinada com base nas medidas de retorno de 52 exemplares da classe etária mais velha presente na amostra. Foram utilizados dois métodos para estimar a idade: (1) identificação de anéis anuais de crescimento na superfície da concha; e (2) identificação de anéis anuais de crescimento na estrutura interna da concha (técnica da película de acetato). As curvas de crescimento obtidas por cada um dos métodos foram posteriormente comparadas.

Para a identificação microscópica dos anéis de crescimento anuais em réplicas de acetato de cortes transversais das conchas seguiu-se o seguinte protocolo:

### **Preparação da concha**

Após a remoção de todos os tecidos, as conchas foram bem lavadas em água corrente e deixadas a secar.

### **Inclusão em resina**

Depois de seca, e para evitar a fractura durante o corte, a valva esquerda de cada uma das conchas foi colocada num molde de silicone e embebida em resina. A inclusão fez-se numa mistura de resina e endurecedor (BUEHLER-EPOPLAST) na proporção de 2:1.

### **Corte**

Após o endurecimento da resina (cerca de 6 horas), procedeu-se ao corte do bloco com uma serra manual de arco. O corte foi orientado de forma a interceptar os incrementos de crescimento em ângulos rectos e segundo o eixo vertical entre o umbo e o bordo ventral da concha (Fig. 4).



**Figura 4.** Orientação do corte efectuado na concha da conchilha.

### **Alisamento**

Nesta fase removeram-se da superfície de corte todos os riscos efectuados durante o seccionamento do bloco. A superfície foi alisada com lixas de água com granulometrias progressivamente mais finas: 180, 220, 360, 500, 600, 1000, 1200 e 2000.

### **Polimento**

Esta etapa facilita a adesão entre a película de acetato e a superfície do bloco onde se encontra a concha. A peça foi polida com um pano embebido num polidor de metais (Coração) até adquirir um brilho vítreo.

### **Revelação**

A microestrutura da concha foi revelada por imersão das peças polidas numa solução aquosa de HCl 0,01 M. Para cada espécie existe um tempo óptimo de exposição ao ácido que varia de acordo com a composição mineralógica e o estado de conservação da concha. Um tempo de imersão demasiado prolongado pode danificar a concha e um tempo de imersão demasiado curto não “revela” suficientemente bem a estrutura interna. Assim, e após algumas experiências, determinou-se um tempo de imersão de 80 minutos para a conquitilha.

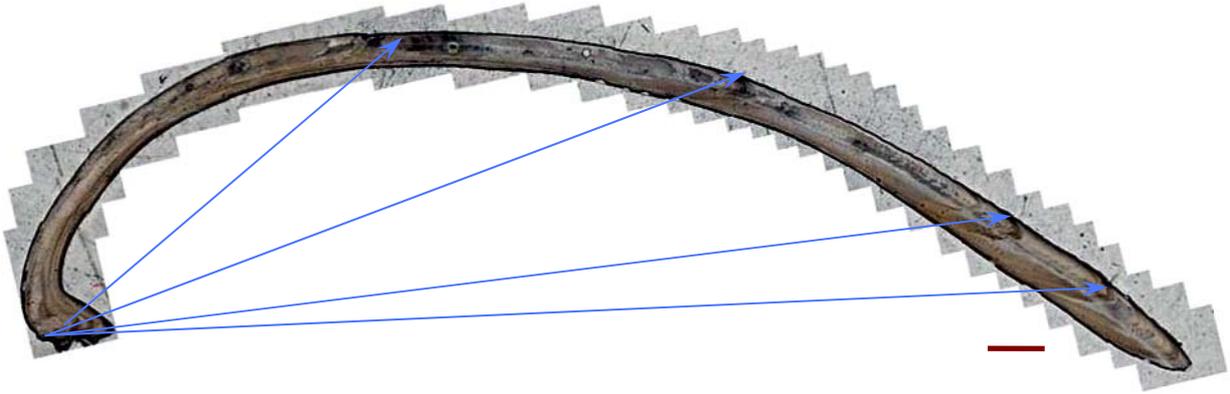
### **Lavagem e secagem**

Removeu-se o ácido da secção polida através da imersão das peças em água durante cerca de 10 minutos. Depois da lavagem as peças secaram à temperatura ambiente. Durante estas operações deve-se evitar o contacto com a superfície da concha para não a danificar.

### **Aplicação da película de acetato**

Nesta última operação a película de acetato (G255 Replication Material da Agar Scientific) foi imersa em acetato de etilo durante 10 segundos e aplicada sobre o corte transversal da concha. Depois de seca (cerca de 15 minutos), removeu-se a película de acetato do bloco e montou-se entre uma lâmina e uma lamela para posterior observação no microscópio (ZEISS Axioskop 2 plus).

Uma vez identificados os anéis anuais de crescimento na película de acetato, mediu-se a distância entre o umbo e cada anel com uma ocular micrométrica (Fig. 5). Como as distâncias medidas não correspondem ao comprimento dos animais, mas sim à sua altura, houve a necessidade de converter estes valores em comprimentos pela equação alométrica correspondente (1).



**Figura 5.** Microfotografias de réplicas em acetato da concha de *Donax vittatus*. Indicação da forma como se mediram os anéis anuais de crescimento. Barra de escala 1000  $\mu\text{m}$ .

Com os dados obtidos construíram-se as “chaves idade-comprimento” e estabeleceram-se as equações de crescimento linear e ponderal da conchilha. Neste estudo, consideraram-se os exemplares com 1 anel como tendo a idade  $0^+$ , os que apresentavam 2 anéis como  $1^+$ , os que apresentavam 3 como  $2^+$  e assim sucessivamente.

O crescimento linear foi descrito pela equação de von Bertalanffy (1938) (3). Os parâmetros ( $L_\infty$ ,  $k$  e  $t_0$ ) foram determinados através de métodos de estimativa linear (diagrama de Ford-Walford e método de Beverton e Holt).

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}] \quad (3)$$

em que,  $L_t$  (expresso em mm) é o comprimento na idade  $t$ ;  $L_\infty$  é o crescimento assintótico (mm), representa o comprimento máximo que um organismo pode teoricamente atingir, se lhe for permitido crescer por tempo indeterminado;  $k$  é o coeficiente de crescimento de Brody, determina a forma como o comprimento evolui ao longo do tempo ( $\text{ano}^{-1}$ ); e  $t_0$  é a idade em que o comprimento é teoricamente zero (expressa em anos).

A equação de crescimento ponderal de von Bertalanffy foi calculada através da conversão da equação de crescimento em comprimento (3) numa equação de crescimento em peso (4), com base na relação alométrica determinada entre estas duas variáveis (2):

$$W_t = a L_\infty^b [1 - e^{-k(t-t_0)}]^b \quad (4)$$

em que,  $Wt$  (expresso em g) é o peso na idade  $t$ ;  $W_{\infty}$  ( $=aL_{\infty}^b$ ) é o peso assintótico (g), representa o peso máximo que um organismo pode teoricamente atingir, se lhe for permitido crescer por tempo indeterminado;  $k$  é o coeficiente de crescimento de Brody, determina a forma como o peso evolui ao longo do tempo ( $\text{ano}^{-1}$ );  $t_0$  é a idade em que o comprimento é teoricamente nulo (expressa em anos); e  $b$  o coeficiente de alometria da relação peso-comprimento.

## RESULTADOS

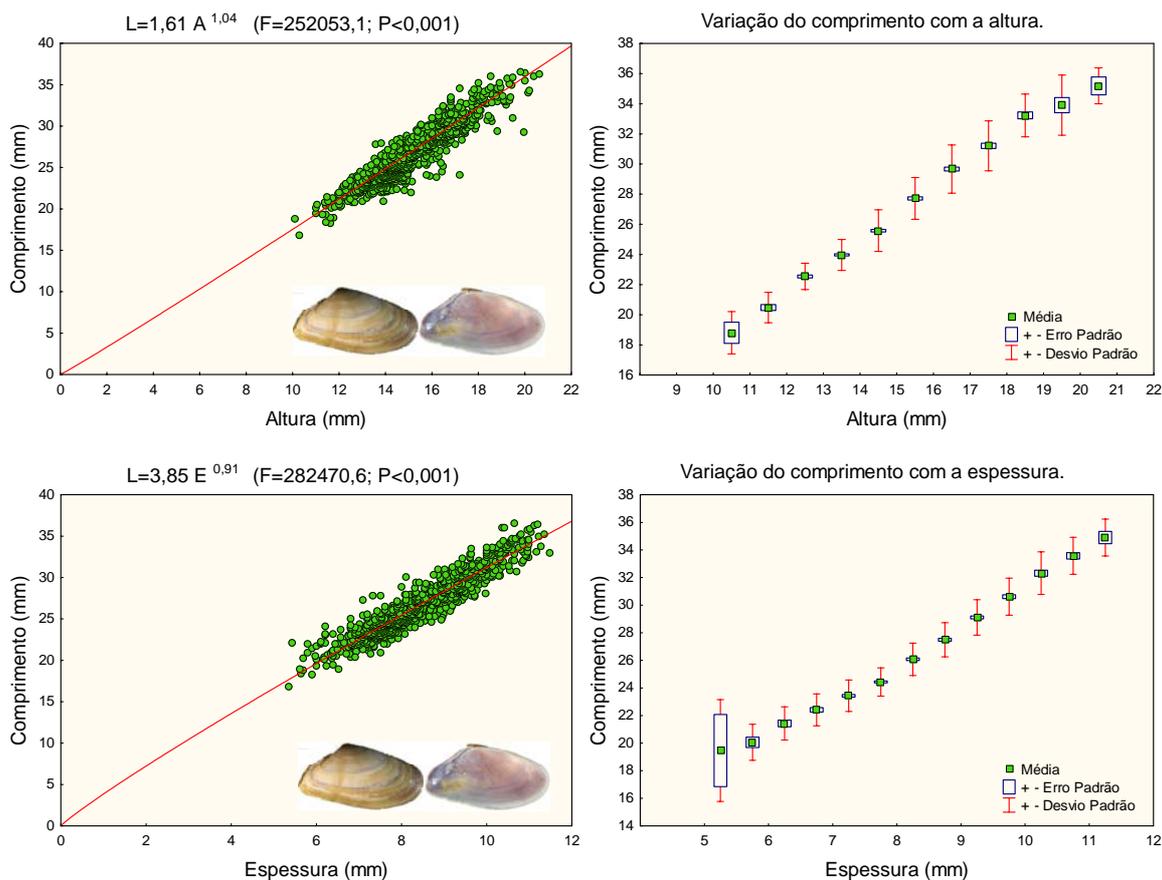
### RELAÇÕES ALOMÉTRICAS COMPRIMENTO/ALTURA E COMPRIMENTO/ESPESSURA

As equações alométricas que relacionam o comprimento da conchilha com altura (L/A) e com a espessura (L/E) apresentam-se na Tabela 1. Na Figura 5 encontram-se as representações gráficas destas equações e ainda, a variação do comprimento com a altura e a espessura.

Da sua análise podemos verificar que na conchilha se estabelece uma alometria positiva entre o comprimento e a altura ( $b = 1,04$ ;  $t = 2,492$ ;  $P < 0,01$ ), o que significa que ao longo do tempo o crescimento em comprimento é significativamente maior do que o crescimento em altura. No que diz respeito à relação entre o comprimento e a espessura observa-se uma alometria negativa ( $b = 0,91$ ;  $t = -9,001$ ;  $P < 0,001$ ) entre estas duas variáveis, o que indica que, com a idade, a concha desta espécie tende a crescer mais em espessura do que em comprimento.

**Tabela 1.** Equações e caracterização das relações alométricas comprimento/altura (L/A) e comprimento/espessura (L/E), com indicação da significância do desvio de  $b$  relativamente ao valor de 1 (isometria), obtida pelo teste  $t$ -Student.

ESPÉCIE	RELAÇÃO ALOMÉTRICA	EQUAÇÃO ALOMÉTRICA	ERRO PADRÃO DE $b$	$t$ -STUDENT ( $t$ )	SIGNIFICÂNCIA (P)	TIPO DE RELAÇÃO
<i>DONAX VITTATUS</i>	L/A	$L = 1,61 A^{1,04}$	0,012	2,942	$P < 0,01$	Alometria +
	L/E	$L = 3,85 E^{0,91}$	0,909	- 9,001	$P < 0,001$	Alometria -



**Figura 5.** *Donax vittatus*. Representação gráfica das relações alométricas comprimento/altura (L/A) e comprimento/espessura (L/E) com indicação da significância da regressão e representação gráfica da variação do comprimento com a altura e com a espessura.

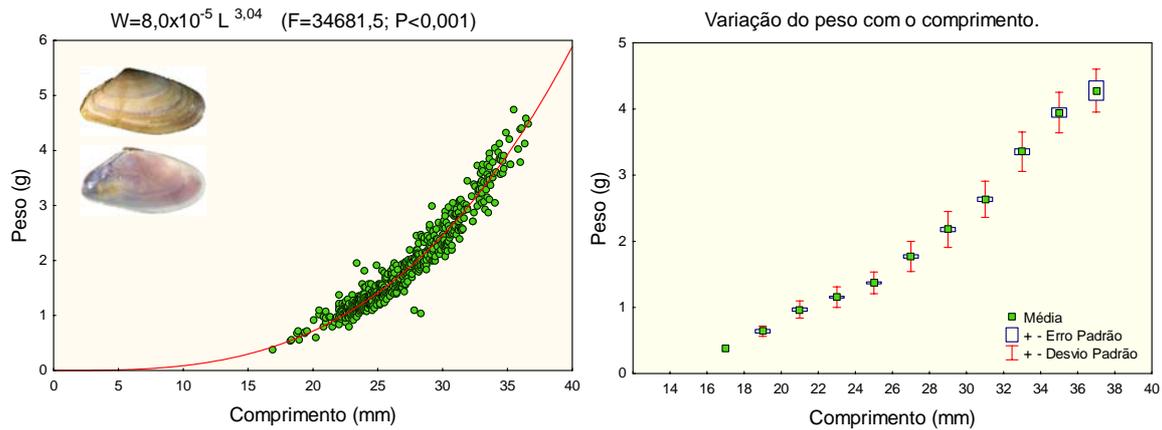
## RELAÇÃO ALométrICA PESO/COMPRIMENTO

A Tabela 2 mostra a equação alométrica que traduz a relação entre o peso e o comprimento (W/L) da conchilha. Na Figura 6 apresenta-se graficamente esta relação e também a variação do peso com o comprimento.

Observa-se um valor de  $b$  dentro do campo isométrico ( $b = 3,04$ ;  $t = 1,287$ ;  $P > 0,05$ ), o que significa que o peso e o comprimento desta espécie aumentam proporcionalmente ao longo do tempo.

**Tabela 2.** Equação e caracterização da relação alométrica peso/comprimento (W/L), com indicação da significância do desvio de  $b$  relativamente ao valor de 3 (isometria), obtida pelo teste  $t$ -Student.

ESPÉCIE	RELAÇÃO ALométrICA	EQUAÇÃO ALométrICA	ERRO PADRÃO DE $b$	$t$ -STUDENT ( $t$ )	SIGNIFICÂNCIA (P)	TIPO DE RELAÇÃO
<i>DONAX VITTATUS</i>	W/L	$W = 8,0 \times 10^{-5} L^{3,04}$	0,029	1,287	$P > 0,05$	Isometria



**Figura 6.** *Donax vittatus*. Representação gráfica da relação alométrica peso/comprimento (W/L) com indicação da significância da regressão e representação gráfica da variação do peso com o comprimento.

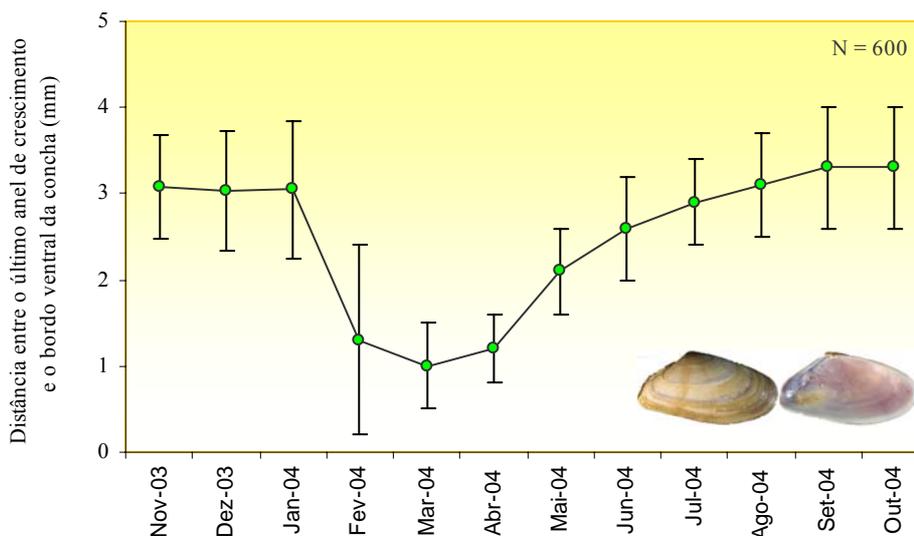
### CRESCIMENTO SAZONAL E VALIDAÇÃO DA PERIODICIDADE DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO

Entre Novembro de 2003 e Outubro de 2004 acompanhou-se a evolução do bordo das conchas de *Donax vittatus* (exemplares com dois anéis de crescimento). A variação sazonal do crescimento e a época de formação dos anéis anuais estão representadas graficamente nas Figuras 7 e 8, respectivamente.

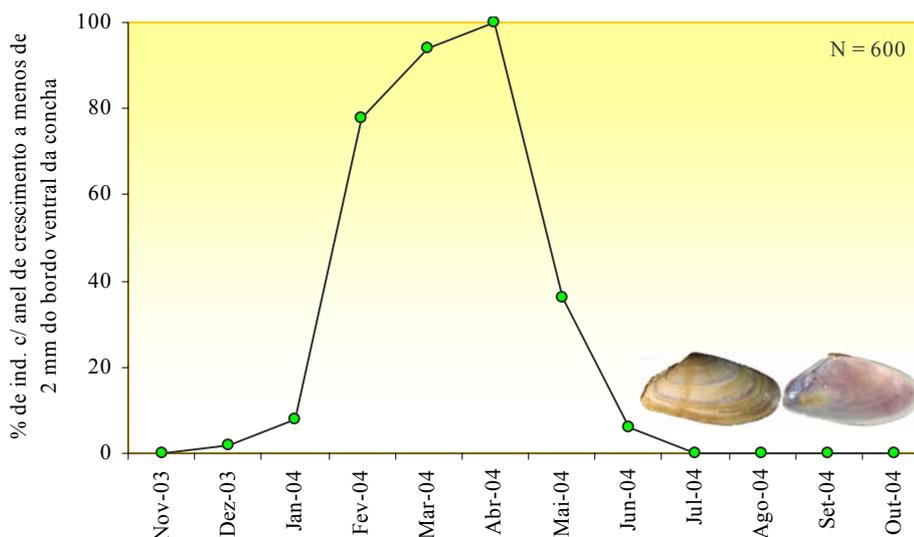
Relativamente ao crescimento sazonal da conchilha (Fig. 7), foram observados dois períodos de crescimento distintos. No fim do Inverno/princípios da Primavera (Fevereiro/Março) teve início um período de crescimento que se prolongou até ao final do Verão (Setembro). A partir deste mês, e por extrapolação com os dados obtidos em 2003, a distância entre o último anel de crescimento e o bordo ventral da concha manteve-se praticamente constante até Janeiro, o que indica uma paragem do crescimento durante todo o Outono e parte do Inverno.

O anel anual que se forma no bordo da concha da conchilha durante a paragem do crescimento só se torna perceptível quando a espécie começa a crescer. O início do crescimento, em Fevereiro de 2004, permitiu distinguir o 2º anel anual de uma nova “cohorte”, o que dá uma boa indicação da época de formação do mesmo (Fig. 7).

De facto, constata-se que a época de formação do anel anual de crescimento tem início no Inverno, principalmente entre Janeiro e Fevereiro, e prolonga-se até Abril, altura em que todos os exemplares observados apresentam o anel anual a menos de 2 mm do bordo ventral da concha (Fig. 8).



**Figura 7.** *Donax vittatus*. Variação sazonal do crescimento dos exemplares com dois anéis anuais de crescimento. As barras de erro representam o desvio padrão.

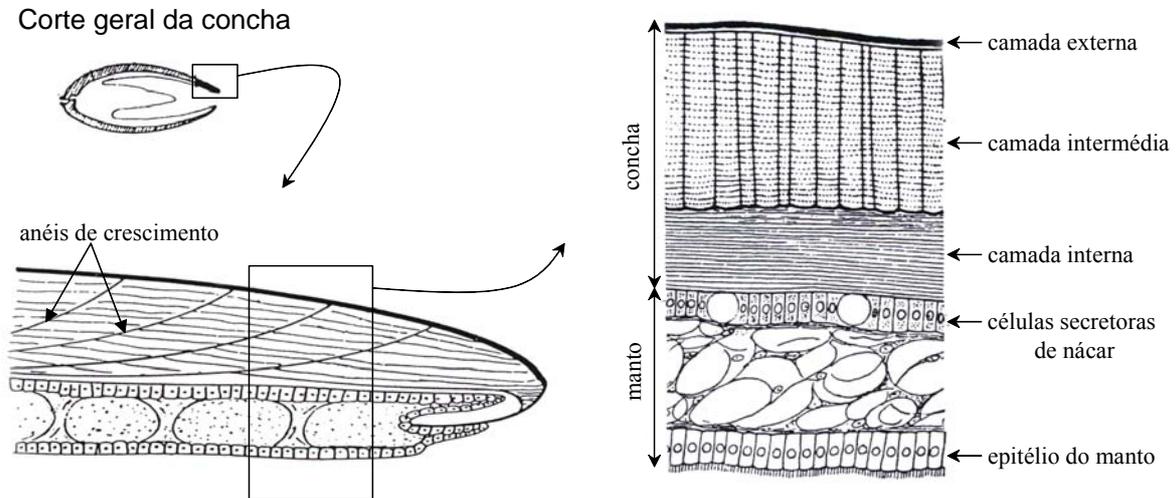


**Figura 8.** *Donax vittatus*. Variação sazonal da percentagem de indivíduos que apresentam o último anel de crescimento a menos de 2 mm do bordo da concha.

## CRESCIMENTO ANUAL

A concha dos moluscos bivalves é segregada pelo manto e apresenta, geralmente, três camadas: (i) a camada externa ou perióstraco, constituída por glicoproteínas taninadas pela quinona e tem como função proteger as camadas calcárias da dissolução pelo ácido carbónico da água (Storer e Usinger, 1965; Gaspar, 1996); (ii) a camada intermédia, composta por elementos prismáticos verticais de carbonato de cálcio (Chícharo, 1994; Gaspar, 1996); e (iii)

a camada interna ou camada de madrepérola/nácar, por vezes ausente nalguns bivalves, formada por lamelas de carbonato de cálcio dispostas horizontalmente (Morales, 1983; Chícharo, 1994) (Fig. 9).

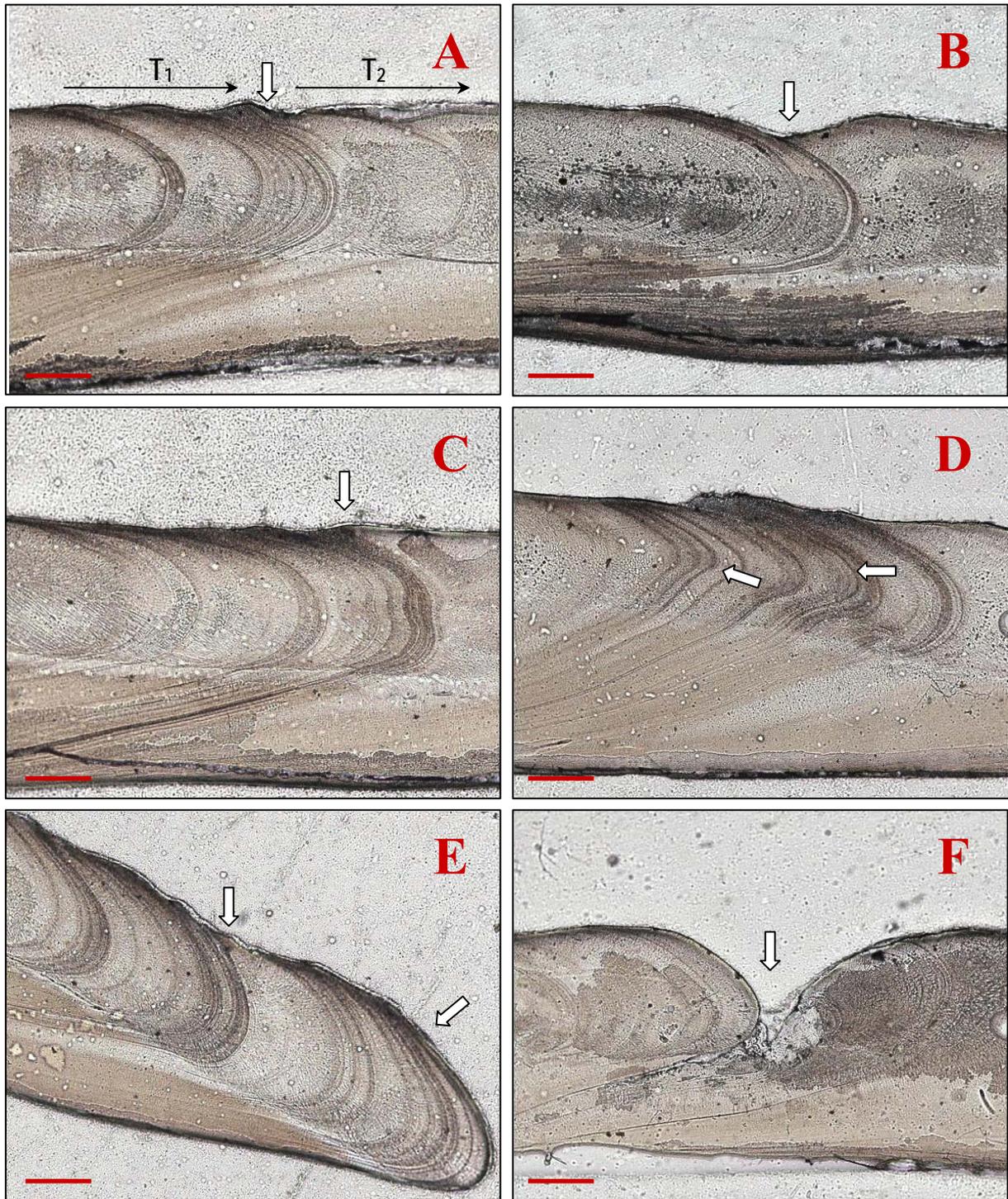


**Figura 9.** Esquema representativo da estrutura interna de uma concha de moluscos bivalves (adaptado de Storer e Usinger (1965) e de Morales (1983)).

Esta microestrutura pode ser observada ao microscópio óptico a partir de réplicas em acetato de cortes transversais da concha dos bivalves. A sua análise permite identificar os anéis anuais de crescimento que se formam devido a um processo de crescimento descontínuo da concha.

Cada anel anual, por vezes associado a uma depressão na superfície da concha (Fig. 10 B), é antecedido por uma série de micro-anéis de crescimento com uma espessura sucessivamente menor e com um ângulo de formação em relação à superfície externa da concha, progressivamente maior. A seguir a cada anel anual, e na mesma direcção, todo este processo é invertido, ou seja, ocorre um aumento gradual da espessura dos micro-anéis e uma diminuição do seu ângulo de formação (Fig. 10 A, C, D e E).

Este padrão de crescimento permite distinguir os verdadeiros anéis anuais, de ocorrência periódica, dos falsos anéis anuais de crescimento (Fig. 10 F), provocados por factores de ocorrência ocasional: ciclones ou outros fenómenos naturais (Grassé, 1960; King, 1995), doença, predação ou traumatismos provocados por artes de pesca (Ramon e Richardson; 1992; Gaspar *et al.*, 1994; Ramsay *et al.*, 2000; Kaiser *et al.*, 2000).



**Figura 10.** Microfotografias da estrutura interna da concha de *Donax vittatus*. A – Anel anual, (T<sub>1</sub>) zona de abrandamento da taxa de crescimento e (T<sub>2</sub>) zona de aceleração da taxa de crescimento; B – Ocasionalmente pode surgir uma depressão na superfície da concha durante a formação do anel de crescimento; C – Formação do anel anual; D – Micro-anéis de crescimento; E – Formação de anéis anuais perto do bordo da concha; F – Falso anel. Constatase a súbita interrupção do padrão normal de deposição dos micro-anéis de crescimento. Barras de escala: 200 µm.

Com os dados obtidos a partir da leitura dos anéis visíveis na superfície da concha e a partir dos anéis de crescimento observados nas respectivas réplicas em acetato construíram-se as “chaves idade-comprimento” da conchilha (Tab. 3 e 4, respectivamente).

**Tabela 3.** *Donax vittatus*. “Chave idade-comprimento” elaborada com base nas medidas dos anéis de crescimento externos visíveis na superfície da concha de 52 exemplares com comprimentos compreendidos entre os 31,0 e 40,1 mm capturados no mês de Junho de 2005.

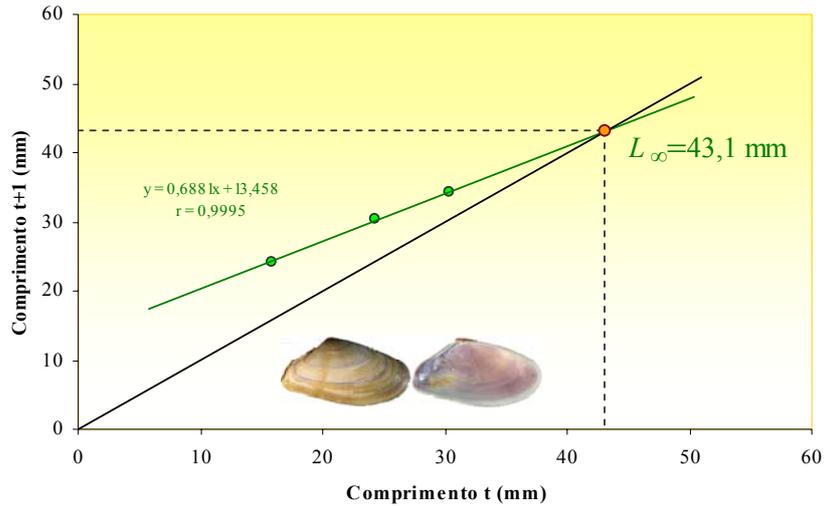
IDADE	0 <sup>+</sup>	1 <sup>+</sup>	2 <sup>+</sup>	3 <sup>+</sup>
COMPRIMENTO MÉDIO (mm)	15,8	24,3	30,3	34,23
DESVIO PADRÃO	2,2	1,7	1,4	0,9

**Tabela 4.** *Donax vittatus*. “Chave idade-comprimento” elaborada a partir dos anéis de crescimento observados em réplicas em acetato de cortes transversais da concha para os mesmos indivíduos referidos na Tabela 3.

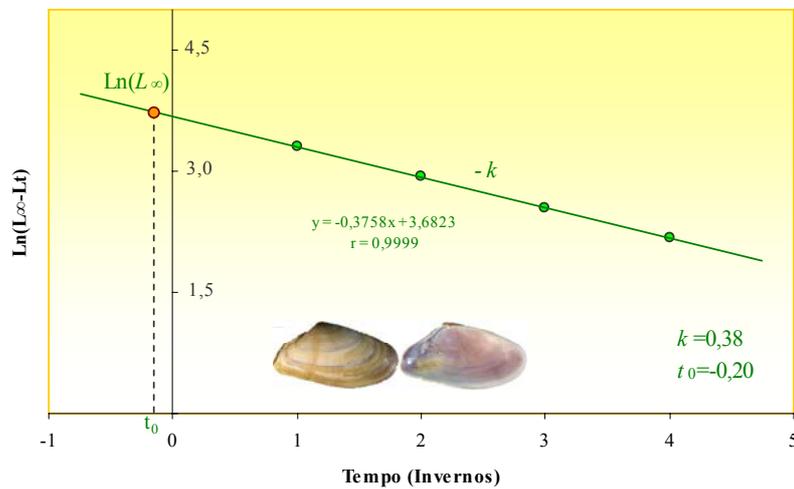
IDADE	0 <sup>+</sup>	1 <sup>+</sup>	2 <sup>+</sup>	3 <sup>+</sup>
COMPRIMENTO MÉDIO (mm)	17,5	24,7	29,8	33,1
DESVIO PADRÃO	2,1	1,4	1,1	1,5

Os parâmetros  $L_{\infty}$ ,  $k$  e  $t_0$  da equação de von Bertalanffy foram calculados através de métodos gráficos, nomeadamente o diagrama de Ford-Walford e o método de Beverton e Holt. O diagrama de Ford-Walford foi usado para estimar o parâmetro  $L_{\infty}$ . A partir do valor de  $L_{\infty}$  calculado anteriormente estimaram-se os parâmetros  $k$  e  $t_0$  pelo método de Beverton e Holt. Com a substituição dos valores de  $L_{\infty}$ ,  $k$  e  $t_0$  na equação de von Bertalanffy (3) obtiveram-se as curvas de crescimento da conchilha.

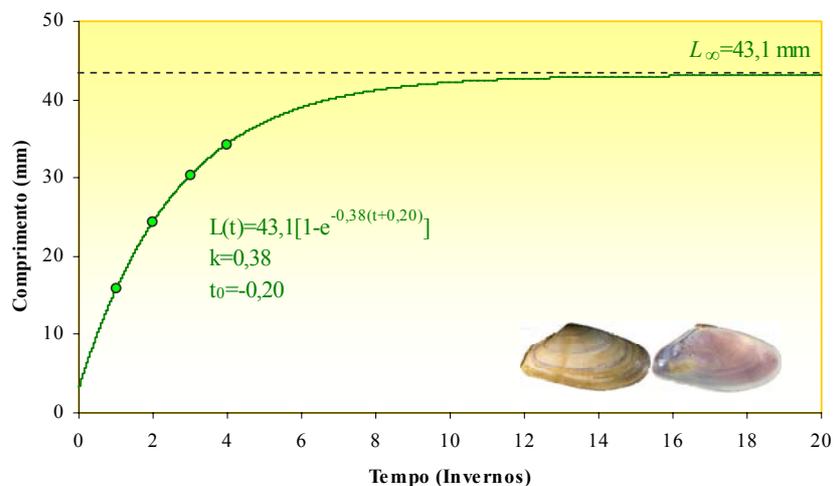
A determinação destes parâmetros ( $L_{\infty}$ ,  $k$  e  $t_0$ ) e a representação gráfica das equações de crescimento de von Bertalanffy obtidas a partir dos anéis visíveis na superfície da concha e a partir dos anéis de crescimento da concha observados nas películas de acetato apresentam-se nas Figuras 11, 12 e 13 e nas Figuras 14, 15 e 16, respectivamente.



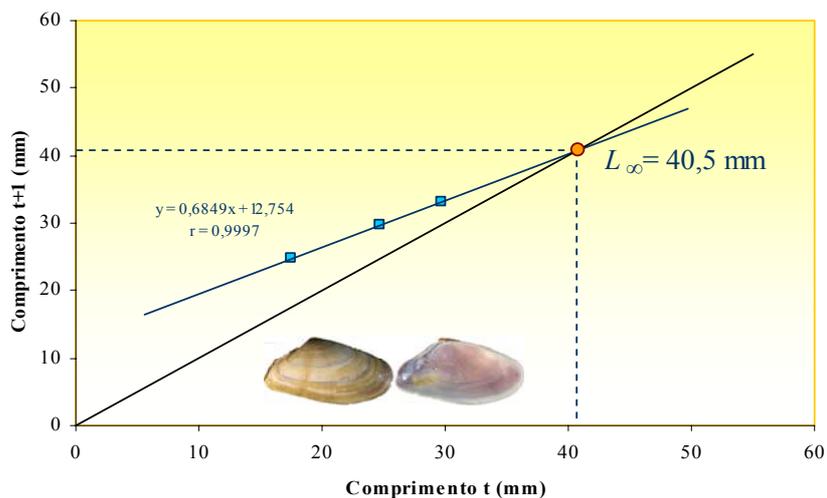
**Figura 11.** *Donax vittatus*. Estimativa do parâmetro  $L_{\infty}$  pelo diagrama de Ford – Walford, com base na leitura dos anéis visíveis na superfície da concha ( $F = 1267,4$ ;  $P < 0,05$ ).



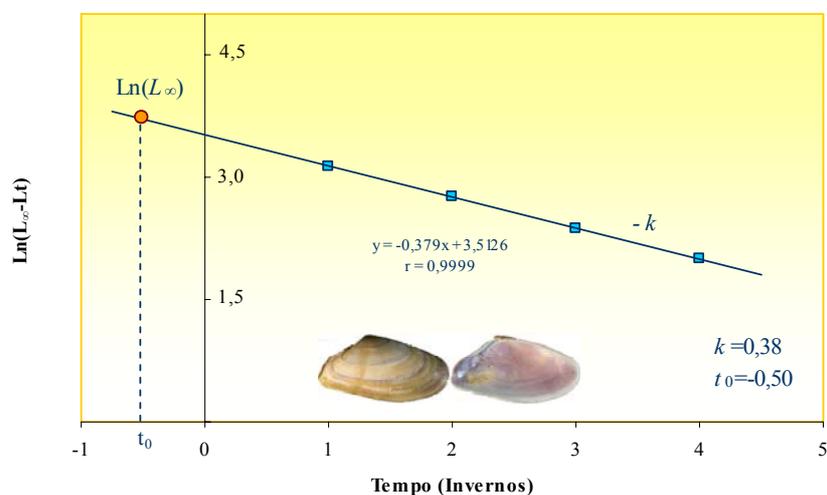
**Figura 12.** *Donax vittatus*. Estimativa dos parâmetros  $k$  e  $t_0$  pelo método de Beverton e Holt, com base na leitura dos anéis visíveis na superfície da concha ( $F = 16330,2$ ;  $P < 0,001$ ).



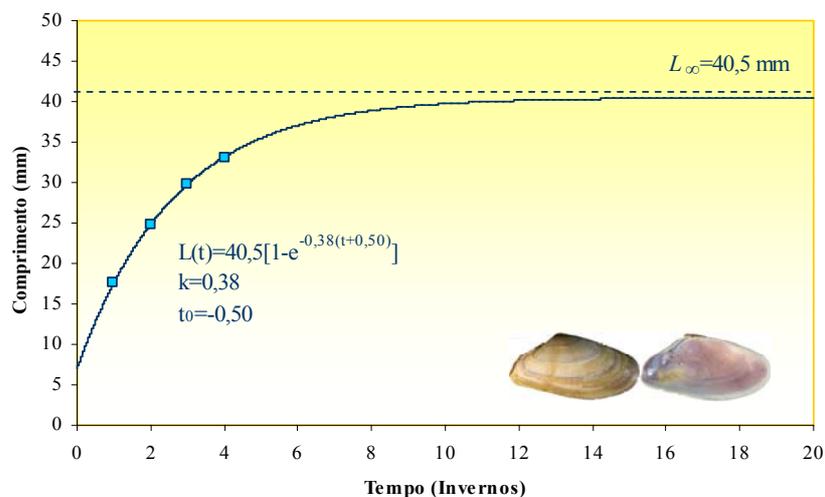
**Figura 13.** *Donax vittatus*. Curva de crescimento em comprimento de von Bertalanffy, ajustada aos pontos definidos pela “chave idade-comprimento” determinada pela leitura dos anéis visíveis na



**Figura 14.** *Donax vittatus*. Estimativa do parâmetro  $L_{\infty}$  pelo diagrama de Ford – Walford, com base na leitura dos anéis de crescimento da concha observados nas películas de acetato ( $F = 2451,7$ ;  $P < 0,05$ ).



**Figura 15.** *Donax vittatus*. Estimativa dos parâmetros  $k$  e  $t_0$  pelo método de Beverton e Holt, com base na leitura dos anéis de crescimento da concha observados nas películas de acetato ( $F = 30009,9$ ;  $P < 0,001$ ).



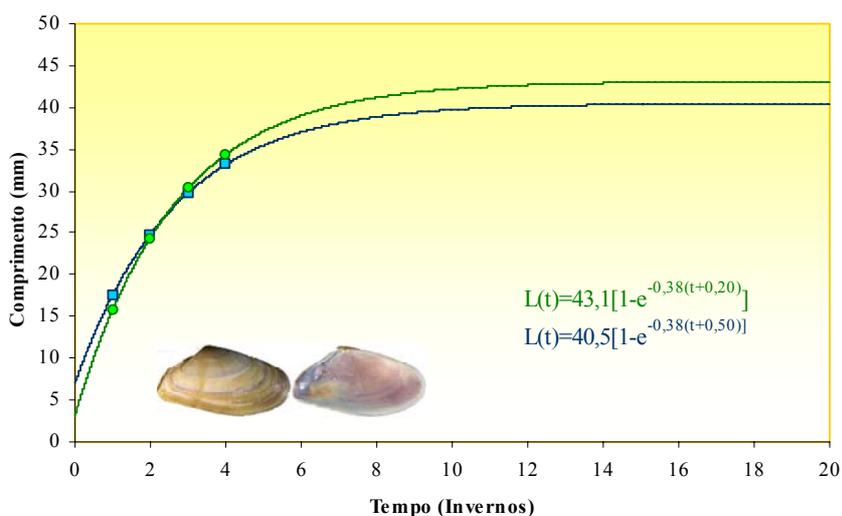
**Figura 16.** *Donax vittatus*. Curva de crescimento em comprimento de von Bertalanffy, ajustada aos pontos definidos pela “chave idade-comprimento” determinada pela leitura dos anéis de crescimento da concha observados nas películas de acetato.

Na Figura 17 encontram-se representadas graficamente as equações de crescimento da conchilha estimadas a partir dos anéis visíveis na superfície da concha (5) e a partir dos anéis visíveis nas películas de acetato (6). Verifica-se que existe um bom ajustamento das equações de von Bertalanffy aos dados das “chaves idade-comprimento” obtidas pelos dois métodos de determinação da idade, dado que os pontos observados se sobrepõem às curvas teóricas estimadas. É importante referir que não existem diferenças significativas nas curvas de crescimento desta espécie.

$$\text{Superfície da concha} \quad L_t = 43,1 [1 - e^{-0,38(t+0,20)}] \quad (5)$$

$$\text{Película de acetato} \quad L_t = 40,5 [1 - e^{-0,38(t+0,50)}] \quad (6)$$

em que,  $L_t$  (expresso em mm) representa o comprimento da concha na idade  $t$ .



**Figura 17.** *Donax vittatus*. Curvas de crescimento em comprimento de von Bertalanffy determinadas a partir da leitura dos anéis visíveis na superfície da concha (●) e dos anéis de crescimento observados nas películas de acetato (■).

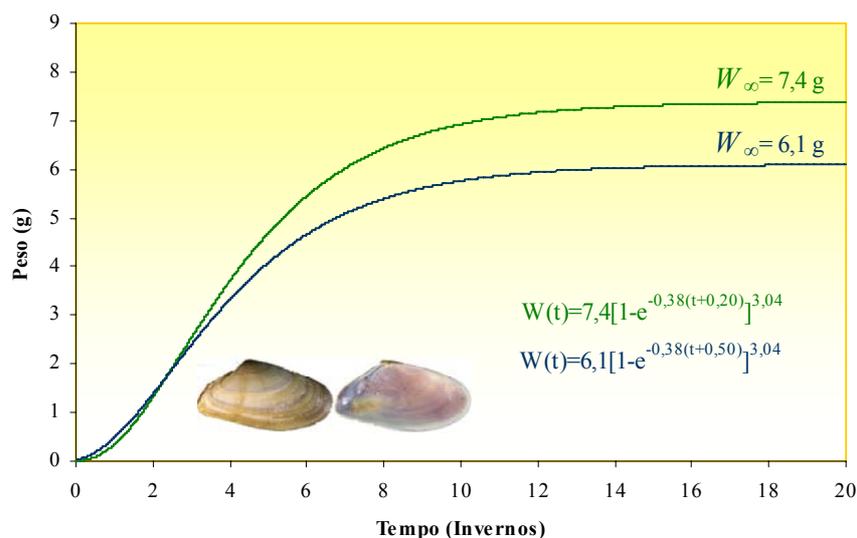
Combinando as equações alométricas que traduzem a relação entre o peso e o comprimento da conchilha ( $W = 8,0 \times 10^{-5} L^{3,04}$ ) com as equações de crescimento em comprimento de von Bertalanffy determinadas pelos dois métodos de estimação de idade (5) e (6), obtiveram-se as respectivas equações de crescimento ponderal (7) e (8) que se encontram representadas graficamente na Figura 18.

Observou-se um peso assintótico ( $W_{\infty}$ ) de 7,4 g quando estimado a partir dos anéis visíveis na superfície da concha, e de 6,1 g quando estimado pela técnica da película de acetato. Estes valores representam o peso máximo que a conquilha pode atingir se lhe for permitido crescer por tempo indeterminado. Neste trabalho, a longevidade encontrada para a conquilha foi cerca de 4 anos e nesta idade atinge um peso de aproximadamente 3 g (Fig. 18).

$$\text{Superfície da concha} \quad W_t = 7,4 [1 - e^{-0,38(t+0,20)}]^{3,04} \quad (7)$$

$$\text{Película de acetato} \quad W_t = 6,1 [1 - e^{-0,38(t+0,50)}]^{3,04} \quad (8)$$

em que,  $Wt$  (expresso em g) representa o peso do animal na idade  $t$ .



**Figura 18.** *Donax vittatus*. Curvas de crescimento ponderal de von Bertalanffy determinadas a partir da leitura dos anéis visíveis na superfície da concha (—) e dos anéis de crescimento observados nas películas de acetato (—).

## CONCLUSÕES

O estudo do crescimento de *Donax vittatus* permitiu: caracterizar morfológicamente a espécie; descrever o seu crescimento sazonal; validar a periodicidade de formação dos anéis anuais de crescimento e determinar as equações de crescimento linear e ponderal de von Bertalanffy.

Relativamente à caracterização morfológica da conchilha concluiu-se que:

i) com a idade, ocorre uma mudança gradual da forma da concha. Estabelece-se uma alometria positiva entre o comprimento e a altura ( $L=1,61A^{1,04}$ ) e uma alometria negativa entre o comprimento e a espessura ( $L=3,85E^{0,91}$ ).

ii) existe uma relação isométrica entre o peso e o comprimento ( $W=8,0 \times 10^{-5} L^{3,04}$ ), o que significa que estes dois parâmetros variam proporcionalmente ao longo do tempo.

No que diz respeito ao crescimento sazonal e à validação da periodicidade de formação dos anéis anuais de crescimento verificou-se que:

i) na conchilha, o crescimento segue o padrão habitual que se observa em grande parte dos bivalves desta zona geográfica, ou seja, uma paragem ou diminuição do crescimento durante os meses mais frios do Outono e Inverno, e um período de crescimento mais acelerado durante a Primavera e o Verão que está relacionado com o aumento da temperatura da água e uma maior disponibilidade alimentar.

ii) o anel de crescimento desta espécie começa a formar-se no Inverno e tem uma periodicidade anual.

Quanto à determinação das equações de crescimento linear e ponderal obtidas a partir dos dois métodos de estimação da idade (observação dos anéis visíveis na superfície da concha e a técnica da película de acetato), concluiu-se que:

i) ambos os métodos podem ser aplicados no estudo do crescimento desta população de *Donax vittatus*. De facto, a análise microscópica dos cortes transversais da concha da conchilha permitiu verificar que os anéis visíveis na superfície da concha resultam de um processo de abrandamento e aceleração gradual da taxa de crescimento.

No entanto, sugere-se o uso da técnica da película de acetato no estudo do crescimento de populações sujeitas a um esforço de pesca elevado, pois este método permite identificar os falsos anéis de crescimento causados por traumatismos com artes de pesca.

iii) a partir destes dois métodos foram obtidas as seguintes equações de crescimento linear e ponderal:

$$\begin{aligned} \text{Superfície da concha:} \quad L_t &= 43,1 [1 - e^{-0,38(t+0,20)}] \\ W_t &= 7,4 [1 - e^{-0,38(t+0,20)}]^{3,04} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Película de acetato:} \quad L_t &= 40,5 [1 - e^{-0,38(t+0,50)}] \\ W_t &= 6,1 [1 - e^{-0,38(t+0,50)}]^{3,04} \end{aligned}$$

A correcta gestão dos recursos passa pela adopção de um conjunto de medidas regulamentares que assegurem a sua exploração sustentada. Entre estas medidas destacam-se a fixação de tamanhos mínimos de captura e a criação de zonas e épocas de defeso. A regulamentação do exercício da pesca deve ser fundamentada com base no estudo da biologia e ecologia dos recursos explorados (crescimento e ciclo reprodutivo).

Como o tamanho mínimo de captura está definido para o género *Donax* (Regulamento (CE) n.º 850/98 do Conselho, de 30 de Março e Portaria n.º 27/2001, de 5 de Janeiro) e sabendo que existem pelo menos duas espécies de conculha em Portugal (*Donax vittatus* e *Donax trunculus*) é necessário dar continuidade a este trabalho e estudar o ciclo gametogénico de *Donax vittatus* de forma a estabelecer o tamanho mínimo de captura e definir possíveis épocas de defeso para esta espécie.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos técnicos do INIAP/IPIMAR Christian Simões e Danni Bettencourt pela ajuda prestada na recolha e processamento das amostras.

**BIBLIOGRAFIA**

BERTALANFFY, L., 1938. A quantitative theory of organic growth. *Human Biology*, 10 (2): 181-213.

CHÍCHARO, L., 1994. Moluscos Bivalves – Recursos Faunísticos. Relatório de uma aula prática.

GASPAR, M.B.; RICHARDSON, C.A.; MONTEIRO, C.C., 1994. The effects of dredging on shell formation in the razor clam *Ensis siliqua* from Barrinha, southern Portugal. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 74: 927-938.

GASPAR, M.J.B., 1996. Bivalves do litoral oceânico algarvio. Aspectos da biologia, ecologia e da pescaria dos mananciais de interesse económico: Aplicação à gestão dos recursos. Dissertação para obtenção do grau de Doutor. Universidade do Algarve, Faro, 282 pp.

GASPAR, M.B.; SOBRAL, M.; MAIA, F., SOBRAL, M.P.; VIEGAS, M.C.; MONTEIRO, C.C., 2004. A pescaria de moluscos bivalves na Zona Ocidental Norte e Zona Sul. Ponto de situação dos principais bancos (Setembro/Outubro 2002). *Relat. Cient. Téc. IPIMAR, série digital*, n.º 12, 33 pp.

GASPAR, M.B.; SOBRAL, M.; MAIA, F., 2005. Comparação das capturas de amêijoabranca obtidas com dois tipos de ganchorra. *Relat. Cient. Téc. IPIMAR, série digital*, n.º 27, 16 pp.

GRASSÉ, P.-P., 1960. *Traité de Zoologie. Anatomie, Systématique, BIOLOGIE. Bryozoaires, Brachiopodes, Chétognathes, Pogonophoros, Molusques, (Generalités, Aplacophores, Polyplacophores, Monoplacophores, Bivalves).* Tome V, Fascicule II. Editeurs Masson et Cie, Paris.

KAISER, M.J.; RAMSAY, K.; RICHARDSON, C.A.; SPENCE, F.E.; BRAND, A.R., 2000. Chronic fishing disturbance has changed shelf sea benthic community structure. *Journal of Animal Ecology*, 69: 494-503.

KING, M., 1995. *Fisheries Biology, Assessment and Management.* Fishing News Books, Oxford, 341 pp.

MORALES, J.C., 1983. *Aquicultura Marina Animal.* Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, 670 pp.

RAMÓN, M.; RICHARDSON, C.A., 1992. Age determination and shell growth of *Chamelea gallina* (Bivalvia: Veneridae) in the western Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series*, 89: 15-23.

RAMSAY, K.; KAISER, M.J.; RICHARDSON, C.A.; VEALE, L.O.; BRAND, A.R., 2000. Can shell scars on dog cockles (*Glycymeris glycymerys* L.) be used as an indicator of fishing disturbance? *Journal of Sea Research*, 43: 167-176.

SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J., 1987. Introduction to Biostatistics. W.H. Freeman, New York, 363 pp.

STORER, T.I.; USINGER, R.L., 1965. General Zoology. McGraw-Hill book Company, New York, 798 pp.





**Figura 1.** A – Ganchorra (Gaspar, 2005); B, C e D – Recolha e triagem de exemplares a bordo.