



Estimação da abundância e padrões de migração de uma população de *Carcinus maenas* (Linnaeus, 1758) da Ria Formosa (SE Portugal), através de Marcação-Recaptura

Domingues, Nuno nº 24178; Milla, Marina nº 31293; Muñoz, Angela nº 31238; Olejua, Alejandro nº 23448.

Resumo: Os métodos de marcação-recaptura modernos surgiram após o trabalho de Petersen, sendo muito utilizados na Biologia Pesqueira visto no meio aquático ser difícil a observação directa dos organismos. Com esta trabalho pretendeu-se estimar o tamanho de uma população de *Carcinus maenas* em substrato vasoso na Ria Formosa, e compreender os seus movimentos migratórios, inclusive se estes estão dependentes de factores como o tamanho e o sexo dos indivíduos. Para isso, para capturar os caranguejos, colocaram-se armadilhas (covos) em 2 sectores (Este e Oeste) da Ria sobre a influência de diferentes correntes tidais, e marcaram-se com etiquetas numeradas, tendo as experiências tido início no dia 6 de Março estendendo-se até ao dia 15 desse mesmo mês. Estimou-se os tamanhos das populações através de 2 métodos, o de Petersen e o de Schnabel. Com o de Peterson obteve-se entre outros o valor mínimo de 2806 indivíduos e o máximo de 5567 (95% de confiança) e com o método de Schnabel obteve-se uma estimativa de 3829 indivíduos na população, sendo este o valor mais provável para o tamanho da população. No sector Este o substrato era mais fino visto as correntes serem menores e assim as partículas sedimentarem mais, sendo esse o ambiente preferível para os caranguejos. O padrão de migração observado pensa-se que seja influenciado principalmente pelo tipo de sedimento e o sistema de correntes existentes no local, visto que *C. Maenas* é caracterizado como sendo um forte predador que se encontra preferencialmente na zona vasosa onde há menos pontos de refúgio para as presas, e também devido aos movimentos migratórios verticais circatidais desta espécie, acompanhando a subida e o refluxo da maré, condicionando o processo de alimentação.

1. Introdução

A utilização de métodos de marcação e recaptura para estimar o tamanho de populações animais e humanas tem sido utilizada desde há mais de dois séculos, e têm sido muito utilizados para estimar tamanhos de populações de decápodes (Bell et al. 2003). Estes métodos são utilizados principalmente em biologia pesqueira devido à dificuldade em observar directamente os organismos de uma população aquática. Os métodos modernos de marcação e recaptura surgiram após o trabalho de Petersen e Lincoln no início do século XX (Bell et al., 2003). As experiências de marcação e recaptura baseiam-se no princípio de que se efectuar uma recolha de uma amostra, marcar-se os indivíduos e libertá-los de novo para o meio, será possível efectuar outra

recolha após se dar tempo aos indivíduos devolvidos de se inserirem na população homogeneamente. Assume-se então que a proporção de animais marcados na 2ª amostra é a mesma que na população em geral. Estes métodos são potencialmente problemáticos para estimar movimentos aleatórios (como andar de um lado para o outro), em que os movimentos resultam da acumulação de pequenos movimentos aleatórios, visto a informação dos movimentos de curta distância ser perdida (Yamada *et al.*, 2005).

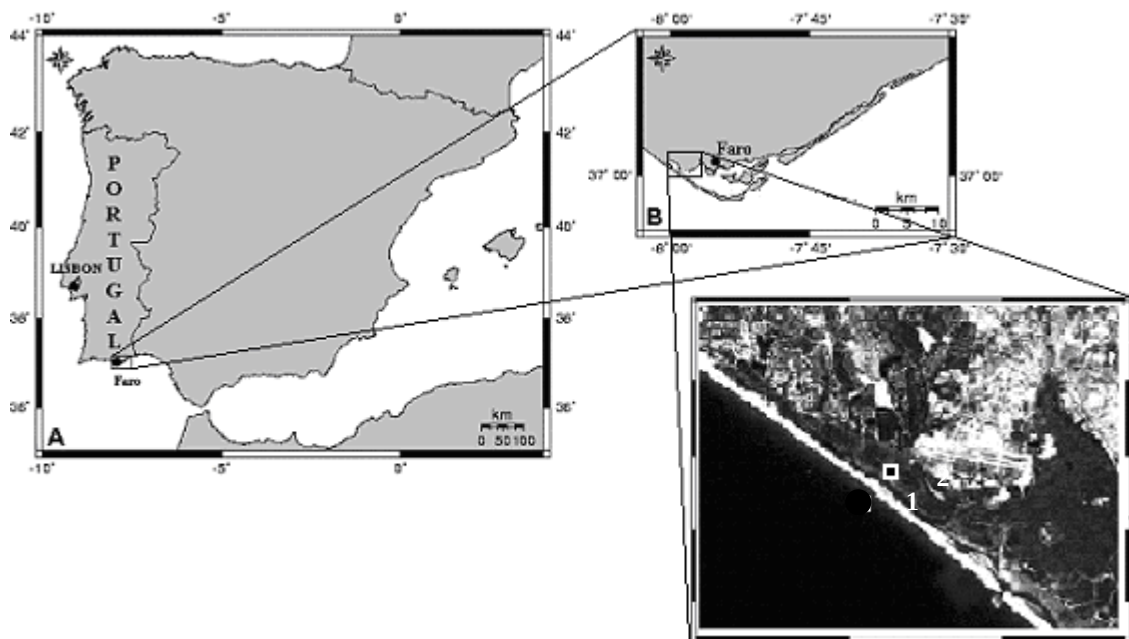


Figura 1 – Localização geográfica da Ria Formosa (1).

A Ria Formosa constitui um acidente geográfico de morfologia complexa, a qual inclui estuários, deltas e lagunas. É classificada como um sistema lagunar, cuja profundidade normalmente não ultrapassa os 6 metros, embora se verifique profundidades superiores nas barras e canais navegáveis. A Ria desenvolve-se paralelamente ao oceano e está limitada a Sul por um cordão Litoral arenoso constituído por ilhas barreiras, as quais são seccionadas por barras que fazem a comunicação entre a Ria e o oceano. A Ria apresenta amplitudes de marés muito pronunciadas, entre 0,7 e 3,5 metros em marés mortas e vivas, respectivamente. A profundidade é relativamente baixa, com um valor médio inferior a 3,0 metros, o que aliado aos valores de amplitude de maré possibilita a troca de 50 a 75 % do volume de água do interior da Ria, e em apenas alguns ciclos de maré a água é completamente renovada (Bröckel, 1990). A Ria apresenta também uma variabilidade espaço-temporal de nutrientes e produtividade primária sazonal, ocorrendo no Inverno a entrada de uma quantidade significativa de

água costeira. Tem um papel importante na reciclagem de nutrientes devido á elevada área relativamente ao volume e à presença de organismos bentónicos (Falcão, 1996). A Ria também esta sujeita à entrada de efluentes urbanos, ricos em matéria orgânica dissolvida e fosfatos inorgânicos dissolvidos e efluentes escorrentes dos terrenos adjacentes, ricos em nitratos (Bröckel, 1990). As zonas próximas das barras são mais agitadas enquanto que o interior é mais calmo devido a uma menor influência directa das correntes de marés. A dispersão dos sedimentos ocorre através das correntes e da turbulência que estas provocam (Muzavor, 1991).

Existem pelo menos 140 espécies de verdadeiros caranguejos (Brachyura) no Oceano Atlântico Nordeste e Mar Mediterrâneo, sendo *Carcinus maenas* a espécie mais comum de caranguejos em ambiente intertidal em todos os tipos de substratos (Ingle, 1997), ocorrendo também no infralitoral (Saldanha, 1995). A sua carapaça possui 3 dentes arredondados na frente e 5 nos bordos ântero-laterais. O último artículo do quinto par de patas é estreito e agudo. O comprimento médio é de 7 cm. É conhecido por caranguejo verde ou caranguejo da costa do Atlântico Norte. Distribui-se no Atlântico nordeste, desde o norte da Noruega até à Mauritânia (oeste de África. Foi introduzido na costa Atlântica dos EUA, no Mar Vermelho, Madagáscar, Sri Lanka e Austrália (Ingle, 1997). É vendido nalguns mercados, como o mercado francês, mas nunca chega a ser uma espécie de interesse económico relevante (Ingle, 1997). Bliss (1990) refere-se por outro lado a uma importância económica, mas negativa. Isto porque preda (enterrado em solo lodoso ou arenoso de zonas de intertidal, desfaz as presas com as suas garras) espécies que do ponto de vista comercial são mais importantes. Como lado positivo, há o facto de poderem servir de isco.

O objectivo deste trabalho foi assim determinar e interpretar os movimentos de indivíduos da espécie *C. maenas* numa secção sob grande influência de correntes típicas de zonas de intertidal, de modo a inferir sobre as causas destes movimentos e a padronizar se possível segundo tamanho e sexo, através do método de marcação e recaptura.

2. Material e Métodos

Prepararam-se as artes, amarrando-se 2 grupos de 3 covos a duas madres diferentes, para cada um dos 2 sectores seleccionados. A selecção dos sectores foi feita de maneira a ficarem a 50 metros um do outro, na parte mais funda do canal e a sofrer influência das correntes do intertidal.

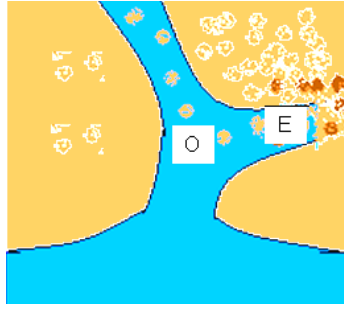


Figura 2 – Localização dos sectores este (E) e oeste (O).

As experiências de marcação e recaptura tiveram início a 6 de Março, estendendo-se até dia 15 do mesmo mês. No primeiro dia colocaram-se as armadilhas com sardinha, como isco, nos 2 sectores durante a baixa-mar, e no 2º dia procedeu-se à recolha dos covos e à marcação dos indivíduos de *C. maenas* capturados e registo de sexos e tamanhos. Após terem sido marcados devolveu-se os caranguejos ao meio, no mesmo local em que foram capturados. No 3º dia colocou-se de novo os covos e no 4º dia fez-se a recaptura, marcando-se os indivíduos capturados que ainda não possuíam marca. A partir daí o procedimento manteve-se mas sem marcar mais indivíduos. Os dados obtidos foram tratados de modo a se obterem as relações dos movimentos migratórios com o tamanho e o sexo, que permitissem avaliar padrões nas migrações de *C. maenas*.

3. Resultados

No total foram capturados 1779 caranguejos, 1005 fêmeas e 774 machos, sendo todos estes da espécie *Carcinus maenas*. As capturas foram maiores no sector Este do que no sector Oeste, tendo sido capturados 1098 e 681 caranguejos respectivamente (Figura 3).

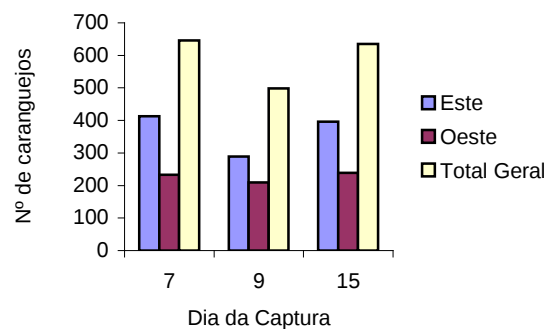


Figura 3- Número de caranguejos capturados por sector em cada dia de captura (7, 9, 15 de Março).

A observação do histograma das frequências das capturas totais em função do comprimento da carapaça (Figura 4), indica que a frequência é maior nos caranguejos com tamanhos compreendidos entre 45 e 50 mm, diminuindo tanto com o aumento e diminuição do tamanho da carapaça. O comprimento mínimo e máximo observados em todos os caranguejos capturados foram 19 e 74 mm, respectivamente.

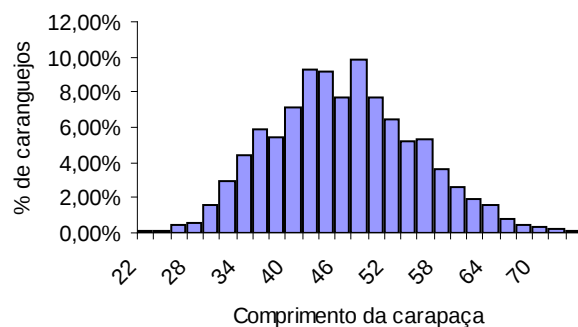


Figura 4 - Histograma das frequências das capturas totais em função do comprimento da carapaça, agrupados em classes de 20 mm.

De modo a estimar o tamanho da população, foi utilizado o número de caranguejos capturados com e sem marca em cada dia de captura (figura 5). No dia da primeira recaptura foram capturados 114 dos 646 caranguejos marcados na primeira captura, e foram marcados mais 384 caranguejos. A captura de organismos marcados aumentou para 152 na segunda recaptura num total de 635 caranguejos capturados (Figura 5).

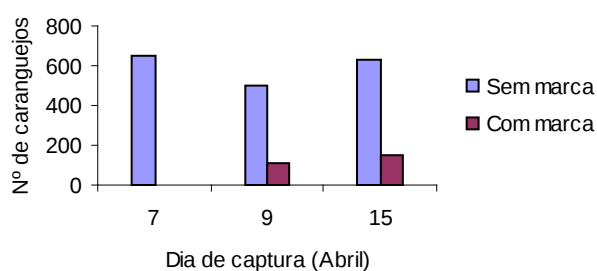


Figura 5 – Número de caranguejos capturados com ou sem marca, em cada dia de captura.

A estimação do tamanho da população foi feita com os dados das recapturas dos dois sectores em conjunto, considerando estes como uma única população em que o mesmo caranguejo pode ser capturado em qualquer sector. Os resultados segundo o método de Petersen estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Tamanho da população de *C. maenas* estimado segundo o método de Petersen:

Marcação	Recaptura	Número estimado	Limite inferior (95%)	Limite superior (95%)
1 ^a	1 ^a	2806	2462	3305
1 ^a	2 ^a	4285	3671	5243
2 ^a	2 ^a	5567	4525	7509
1 ^a + 2 ^a	2 ^a	4285	3827	4914

A estimação do tamanho segundo o método de Schnabel foi feita através de regressão linear entre a percentagem de caranguejos capturados com marca em função do número de indivíduos marcados (figura 6) tendo sido estimado que a população é constituída por 3829 caranguejos.

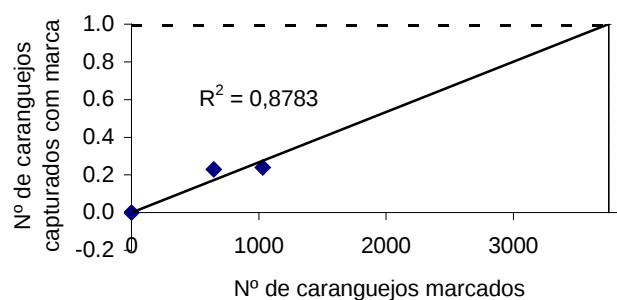


Figura 6 – Regressão linear para estimar o tamanho da população segundo o método de Schnabel.

A percentagem de migração de caranguejos entre sectores e a percentagem de permanência no mesmo sector foi calculada, incluindo os caranguejos machos e fêmeas de todos os tamanhos (Figura 7).

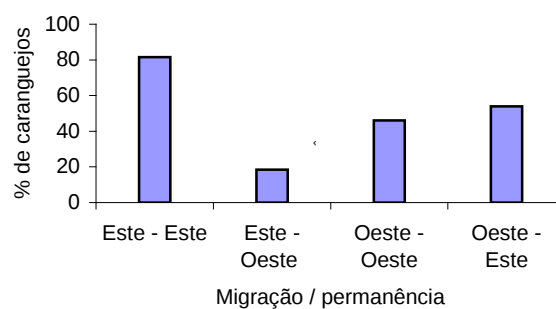


Figura 7 – Percentagem de migração ou permanência dos caranguejos nos diferentes sectores.

A percentagem de migração dos caranguejos foi maior de Oeste para Este, correspondendo a 54 % dos caranguejos, enquanto que a percentagem de migração de Este para Oeste foi de 19%.

De modo a observar se existe alguma relação entre a migração e o sexo foi calculada a percentagem de caranguejos migradores de cada sexo (Figura 8). Foi feito um teste qui-quadrado (Tabela 2) de modo a estimar a proporção de migração e observou-se que a percentagem de migração de Este para Oeste é de 30 % para fêmeas e 70 % para machos, com nível de significância de 0,05. Em relação à percentagem de migração de Oeste para Este verificou-se ser igual para os dois sexos, com nível de significância de 0,05.

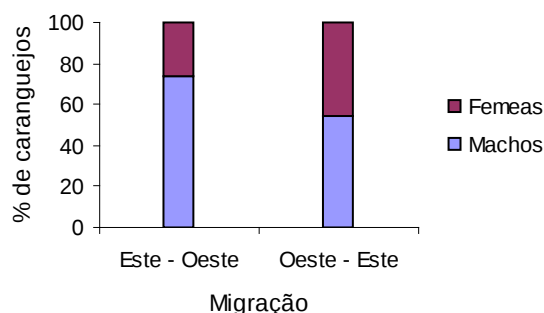


Figura 8 – Percentagem de caranguejos migradores de cada sexo.

Tabela 2 - Teste Qui-quadrado, com nível de significância 0,05 e 1 g.l., para observar a relação migração-sexo nos dois sectores:

	% de migração	$X^2_{0,95}$	Valor crítico de rejeição
Este - Oeste	70(machos) 30 (fêmeas)	0,159	3,84
Oeste - Este	50 -50	2,77	3,84

O histograma da percentagem de caranguejos migradores em função do comprimento da carapaça (Figura 9), foi feito de modo a observar alguma relação entre o tamanho do caranguejo e padrões de migração.

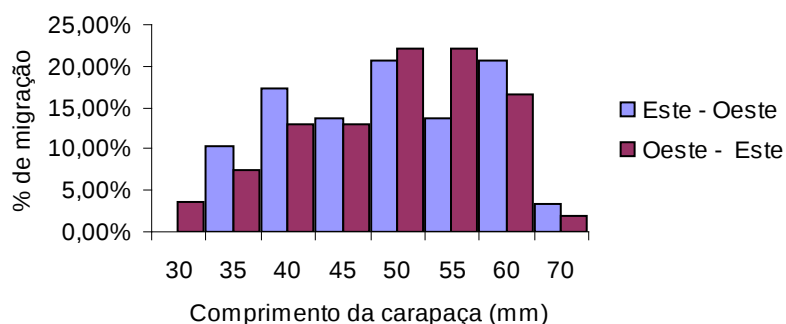


Figura 9 – Histograma de distribuição de frequências de migração para os diferentes comprimentos da carapaça.

Embora não seja muito claro, os organismos com comprimento da carapaça compreendido entre 40 e 60 mm são os caranguejos com maior percentagem de migração. Desta forma, foram definidas classes de comprimento de modo a agrupar os caranguejos em pequenos, médios e grandes. Como pequenos foram considerados os caranguejos com comprimento de carapaça inferior a 35 mm e como grandes os caranguejos com comprimento da carapaça superior a 45 mm.

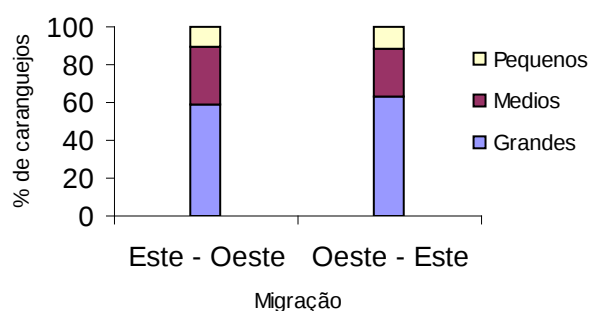


Figura 10 – Percentagem de caranguejos migradores para cada classe de comprimento entre os diferentes sectores.

Foi observado que a percentagem de migração está relacionada com o tamanho, de maneira que o aumento do tamanho implica o aumento a migração. Desta forma a percentagem de migração foi 60%, 30% e 10% para os caranguejos grandes, médios e pequenos, respectivamente.

Tabela 3 - Teste Qui-quadrado, com nível de significância 0,5 e 1 g.l., para observar a relação migração-tamanho nos dois sectores:

	% de migração	$X^2_{0,50}$	Valor crítico de rejeição
Este - Oeste	60 (G) 30 (M) 10 (P)	0,023	0,45
Oeste - Este	60 (G) 30 (M) 10 (P)	0,44	0,45

Uma vez que foi observada uma diferença na proporção de caranguejos que migraram entre sectores em função do sexo, mas não foi observada nenhuma diferença na proporção de caranguejos que migraram em função do tamanho, foi analisada a percentagem de migração entre sectores dos diferentes tamanhos de cada sexo (figura 11).

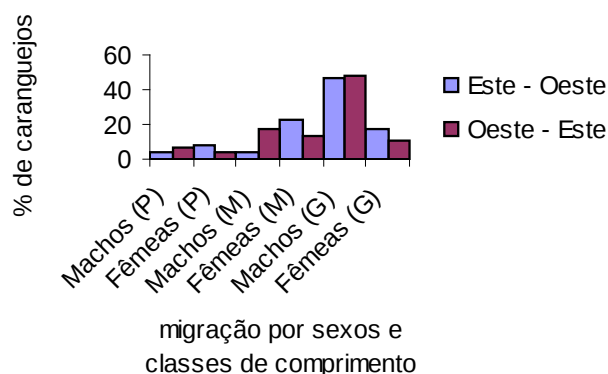


Figura 11 – Percentagem de caranguejos migradores para cada sexo e classe de comprimento entre os diferentes sectores.

A percentagem de migração de fêmeas médias e grandes foi maior de Este para Oeste do que de Oeste para Este. Ao contrário das fêmeas, os machos médios migraram mais de Oeste para Este, enquanto os machos grandes têm igual capacidade de migração nos dois sectores.

4. Discussão

Neste trabalho foi estudada exclusivamente uma população do caranguejo verde, *Carcinus maenas*, no sapal da Ria Formosa, visto que apenas foram capturados caranguejos desta espécie, apesar de neste local habitarem várias espécies de invertebrados móveis. As lagunas constituem importantes locais de reprodução destes caranguejos, sendo possível observar populações constituídas por um grande número de indivíduos que servem de alimento a aves, peixes e moluscos. No total foram capturados 1779 caranguejos, dos quais a maior proporção foi de fêmeas. Não é possível concluir se esta proporção seja devido ao comportamento migratório associado à reprodução ou seja uma proporção normal na população, como foi verificado por Broekhuysen em 1936, no mar de Wadden, em que a população de *C. maenas* foi numericamente definida por fêmeas em qualquer local ou estação do ano (Cruz, 1989).

Tendo em conta que o tipo de armadilha utilizado não é selectivo, garantindo desta forma, que todas as classes de comprimento são capturadas, a população capturada fica constituída principalmente por caranguejos com comprimento da carapaça compreendido entre 45 e 50 mm, correspondendo a caranguejos adultos, uma vez que estes atingem a maturidade após 12 meses, quando atingem 32 mm de comprimento da

carapaça. Cruz (1989) observou na Ria Formosa que os caranguejos capturados no mês de Abril com maior frequência, tinham 36 mm de comprimento da carapaça.

A estimação do tamanho da população através do método de Petersen foi feito com quatro pares de dados, correspondentes a uma captura e a uma recaptura, tendo sido observadas variações elevadas entre os diferentes resultados (2806, 4285, 5567, 4285), como também nos valores obtidos para os limites superior e inferior, baseados nos intervalos de confiança. É importante salientar que o pressuposto desta ser uma população fechada, como o método de Petersen exige, pode não se verificar na realidade, ou podem também existir outras fontes de variação devidas à possível mortalidade dos caranguejos marcados, especialmente os que foram recapturados duas ou mais vezes. Segundo o método de Schnabel o tamanho da população estimado foi de 3829 caranguejos, no entanto só foram utilizadas duas recapturas de modo a estimar a recta, sendo desta forma afectada a credibilidade do resultado. Portanto pensa-se que o tamanho da população mais provável esteja perto dos valores obtidos com o método de Schnabel (3829) e os dados da primeira marcação e primeira recaptura (2806), segundo o método de Petersen, uma vez que a utilização destes pares de dados minimiza o impacto da predação e da mortalidade devido ao stress da captura, caso esta existir.

Os sapais são estruturas cujas condições apresentam flutuações, moldadas pela interacção entre factores físicos, químicos e biológicos (Knox, 1986). Esta interdependência molda não só a estrutura física do sistema, mas também as estruturas das comunidades biológicas nele existentes (Odum, 1997). Na Ria Formosa *C. maenas* é uma espécie importante com capacidade de dispersão elevada devido à sua capacidade de se movimentar pelo sedimento na baixa-mar. A procura do substrato adequado relaciona-se com a preferência por bancos intertidais, que fornecem melhores condições alimentares, migrando para zonas mais profundas ao longo do processo de crescimento (Cruz, 1989). Um dos objectivos deste trabalho foi observar as deslocações dos caranguejos entre o sector Oeste e o sector Este, de modo a observar padrões de dispersão relacionados com o sexo e o tamanho dos indivíduos. As armadilhas foram colocadas em dois canais diferentes ramificados a partir de um canal principal e uma vez que o sector Oeste correspondia ao local mais exposto ao canal principal e o sector Este ao local mais protegido e com correntes menos acentuadas, o tipo de sedimento era diferente nos dois sectores, dado que correntes menos acentuadas permitem a sedimentação de partículas finas tornando o sedimento mais vasoso. O padrão de migração observado pensa-se que seja influenciado principalmente pelo tipo de

sedimento e o sistema de correntes existentes no local, visto que *C. Maenas* é caracterizado como sendo um forte predador que se encontra preferencialmente na zona vasosa onde há menos pontos de refúgio para as presas (Cruz, 1989) e devido aos movimentos migratórios verticais circatidais desta espécie, acompanhando a subida e o refluxo da maré, condicionando o processo de alimentação, tendo verificado uma maior actividade durante a noite e durante a maré cheia. Estes movimentos circatidais e a procura de alimento poderão estar na origem das deslocações efectuadas pelos indivíduos recapturados uma vez que os covos constituem um tipo de armadilha com isco, o sistema de correntes vai determinar a pluma de dispersão do cheiro. Assim as armadilhas estavam continuamente expostas às correntes ao longo do canal, sendo estas num sentido enquanto a maré subia e no sentido contrário enquanto a maré descia. Por essa razão as armadilhas capturavam os caranguejos influenciados pela pluma de cheiro, isto é, situados no sentido contrário à direcção da corrente, de modo que na descida da maré os caranguejos do canal principal ficavam expostos à pluma de cheiro dos dois sectores. No entanto, o facto do sector Este possuir um sistema de correntes mais fraco e sedimento mais vasoso pode explicar a preferência dos caranguejos por este sector (Cruz, 1989). Em relação ao sexo, foi observado que a migração entre estes sectores foi na mesma proporção para machos e fêmeas, no entanto na migração do sector Este para o sector Oeste observou-se uma proporção maior para machos (Figura 8). Não se conseguiu obter nenhuma relação evidente de migração dependendo do sexo e tamanho (figura 11), excepto que os machos de maiores dimensões realizaram mais movimentos que os de tamanhos inferiores, machos ou fêmeas, provavelmente devido a estratégias reprodutoras e à procura de alimento. Embora se tenham observado limitações no método utilizado nesta experiência de marcação e recaptura, este apresenta vantagens uma vez que se trata de um método bastante simples e de fácil aplicação. Outros estudos poderão ser ainda efectuados, nomeadamente com amostragens em diferentes estações do ano, uma vez que estes organismos efectuam migrações sazonais para além das circatidais, e utilizando um maior número de sectores que permita uma amostragem mais representativa da população e uma melhor avaliação dos movimentos migratórios.

5. Referências Bibliográficas

Bell, M.C.; Eaton, D.R.; Bannister, R.C.A.; Addison, J.T. (2003) A mark-recapture approach to estimating population density from continuous trapping data: application to

edible crabs, *Cancer pagurus*, on the east coast of England, *Fisheries Research*, **65**: 361-378.

Bliss, D.E. (1990) *Shrimps, lobsters and crabs – Their Fascinating Life Story*, 2ª Edição, Columbia University Press, Nova Iorque, 242 pp.

Brockël, K. V. (1990) Biologia da Ria Formosa: O Ciclo do Oxigénio e dos Nutrientes e seu Significado para as Águas Costeiras Adjacentes, in: 6º Congresso do Algarve, Rocal Clube pp: 385-393.

Cruz, S.P.M. (1989) A biologia de *Carcinus maenas* (Linnaeus, 1758) em condições lagunares: Estudo de uma população da Ria Formosa, Relatório de Estágio do curso Biologia Marinha e Pescas, Universidade do Algarve, 70 pp.

Falcão, M. M. (1996) Dinâmica de nutrientes, clorofila *a* e produtividade primária na coluna de água da Ria: variabilidade espacial, sazonal e de maré, in Dinâmica dos nutrientes na Ria Formosa: efeitos da interacção da laguna com as suas interfaces na reciclagem de azoto, fósforo e sílica, Instituto de Investigação das Pescas e do Mar, 97 pp.

Ingle, R. (1997) *Crayfishes, Lobsters and Crabs of Europe*, 1ª Edição, Chapman & Hall, Londres, 281 pp.

Knox, G. A. (2001) *The ecology of Seashores*, CRC Press LLC, E.U.A., 557 pp.

Mendes, S. P (1989) A Biologia de *Carcinus maenas* (Linnaeus, 1758) Em Condições Lagunares, Estudo De Uma População Da Ria Formosa, Relatório de estágio em Biologia Marinha e Pescas da Universidade do Algarve 70 pp.

Muzavor, S. (1991) *Roteiro Ecológico da Ria Formosa*, 1ª Edição, Algarve em Foco Editora, Faro, 75 pp.

Odum, E. P. (2001) *Fundamentos de ecologia*, 6ª edição, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 927 pp.

Saldanha, L. (1995) *Fauna Submarina Atlântica*, Edição Revista e Aumentada, Publicações Europa-América, Lda., Mem Martins, 364 pp.

Yamada, S.B.; Dumbauld, B.R.; Kalin, A.; Hunt, C.E.; Figlar-Barnes, R; Randall, A. (2005) Growth and persistence of a recent invader *Carcinus maenas* in estuaries of the northeastern Pacific, *Biological invasions*, **7**: 309-321.