

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA ANIMAL



**Caracterização da População de *Carcinus maenas* na Lagoa de Santo André e Potencial de Exploração**

Dénis Roberto Silva Cruz

**Mestrado em Ciências do Mar**

Dissertação orientada por:  
Prof. Doutora Isabel Maria Madaleno Domingos  
Prof. Doutor José Lino Costa



## Dedicatória e agradecimentos

A Deus por me ter dado toda força para sempre seguir em frente principalmente nos momentos difíceis e por colocar pessoas maravilhosas ao meu lado.

A prof. Isabel Domingos e o prof. Lino Costa pela orientação, dedicação, paciência, persistência, e principalmente pela amizade na qual tenho tanto orgulho em ter.

Aos colegas Teresa Portela e Rui Monteiro pela enorme ajuda tanto no campo, no laboratório bem como no processo de conclusão da tese, algo que serei sempre grato.

Ao pessoal do MARE (Marine and Environmental Sciences Centre) por ter aceitado e disponibilizado recursos para que eu pudesse realizar o meu trabalho.

Aos meus pais e minha irmã que em todos os momentos transmitiram segurança e confiaram na minha capacidade de aqui chegar, sempre com muito amor, carinho e paciência, principalmente nas passagens mais difíceis.

Aos professores do curso de mestrado pelos ensinamentos, dedicação, amizade e persistência.

Aos meus tios (Deolinda Cruz e Eduardo Mareira) pela oportunidade e todo o carinho que me deram permitindo estar em Portugal e concretizar esse objetivo pessoal.

A minha namorada pelo apoio incondicional e a disponibilidade em ajudar-me a atingir esse objetivo.

Aos meus familiares e amigos que de uma forma ou outra sempre me apoiaram durante este percurso.

Aos meus colegas de luta que me apoiaram durante esse longo caminho.



## Resumo

As lagoas costeiras são sistemas muito produtivos e que suportam importantes pescarias. A Lagoa de Santo André (LSA) é uma área muito importante sob o ponto de vista da conservação da natureza e da exploração dos recursos haliêuticos. Ela está isolada do mar por um cordão dunar, sendo, em geral, estabelecida uma ligação artificial ao mar durante o mês de março, através de um canal que, de realçar que no presente ano a mesma esteve aberto apenas 1 dia o que dificulta a renovação da água da lagoa bem como o escoamento das larvas e a continuação do ciclo de desenvolvimento de algumas espécies. O caranguejo-verde, *Carcinus maenas*, é uma espécie muito abundante neste ecossistema e, apesar do seu potencial como recurso, não é alvo de pesca dirigida. Para além disso, o conhecimento sobre a sua população no local era muito reduzido. A recente inclusão da espécie *C. maenas* no Edital que regulamentou a pesca profissional na Lagoa de Santo André para 2019, como uma das espécies aquícolas que podem ser capturadas, levantou questões relativas à sustentabilidade da sua exploração, O presente estudo surgiu neste contexto, e teve como objetivo principal caracterizar a população do caranguejo-verde na Lagoa de Santo André, nomeadamente em termos de abundância, estrutura dimensional e sexual e avaliar a sua variabilidade espaço-temporal. A recolha dos exemplares bem com a dos parâmetros biológicos sobre a espécie no local foi efetuada através de amostragens mensais, que foram realizadas recorrendo à utilização de artes de pesca passivas (nassas). No total, foram capturados 15 063 exemplares de *C. maenas*, com uma média mensal de capturas igual a 1255. Os meses de dezembro, com 2116 indivíduos e janeiro, com 2819, apresentaram as maiores capturas mensais. A análise da estrutura sexual da população revelou que esta é maioritariamente constituída por machos. Dos 3898 caranguejos analisados no laboratório: 2288 foram machos, equivalendo a 58,70% do total e 1610, fêmeas, correspondendo a 41,30%. Das 1610 fêmeas que foram analisadas no laboratório, 180 foram consideradas ovadas e 1430 não ovadas, indicando uma superioridade de fêmeas não ovadas em relação as ovadas. A estação A apresentou o indivíduo com menor largura 25,46 mm enquanto que a estação C teve o indivíduo com maior largura 70,12 mm. Relativamente a variabilidade espaço-temporal, a espécie esta bem representada na lagoa, com uma maior incidência na estação A, que está próxima do mar e que apresenta maior salinidade, em contrapartida a estação C revelou menor número de caranguejos capturados. O mês de abril sobressai, uma vez que se destaca com a maior variação temporal em relação aos demais, apresentando valores entre 0 e 224 indivíduos capturados. Na LSA, 50% das fêmeas de *C. maenas* atingem a maturidade sexual aos 45,11 mm (largura da carapaça). Ao longo do período de estudo, a menor fêmea que foi encontrada ovada tinha 26,68 mm e a maior fêmea nestas circunstâncias tinha 61,57 mm (média: 42,70 mm). A menor fêmea não ovada tinha 21,24 mm e a maior 73,60 mm (média: 42,87 mm).

Palavras-chave: caranguejo-verde, Lagoa costeira, Abundância, Fatores Ambientais, estrutura dimensional.

## Abstract

Coastal lagoons are very productive systems that support important fisheries. Santo André Lagoon (LSA) is a very important area for nature conservation and the exploitation of fish resources. It is isolated from the sea by a sand dune, and the connection to the sea is established artificially during March, by digging a channel which, sometimes remains open for a short period, which hinders the renewal of the lagoon water as well as the flow of larvae and the completion of the life cycle of some species. The green crab, *Carcinus maenas*, is a very abundant species in this ecosystem and, despite its potential as a resource, it is not the target of fishing. Moreover, there was very little knowledge about its population on the area. The recent inclusion of the species *C. maenas* in the fishing byelaw regulating professional fishing in Santo André Lagoon for 2019, as a species that can be caught, raised concerns about the sustainability of its exploitation. The present study was developed in this context, and its main objective was to characterize the green crab population in Santo André Lagoon, namely its abundance, size and sexual structure, and to evaluate its spatio-temporal variability. The collection of specimens as well as the biological parameters about the species was carried out monthly sampling, which was done using passive fishing gear (fyke nets). In total, 15063 specimens of *C. maenas* were caught, with a monthly average catch equal to 1255. The months of December, with 2116 individuals and January, with 2819, showed the highest monthly catches. Analysis of the sexual structure of the population revealed that it is mostly males. Of the 3898 crabs analyzed in the laboratory: 2288 were male, equivalent to 58.70% of the total and 1610 were female, corresponding to 41.30%. Of the 1610 females analysed in the laboratory, 180 were considered ovated and 1430 were non-ovated, indicating a superiority of non-ovate females over ovate ones. Station A presented the individual with the smallest width 25.46 mm while station C had the individual with the largest width 70.12 mm. In relation to the space-time variability, the species is well represented in the lagoon, with a higher incidence in station A, which is close to the sea and presents greater salinity, while station C showed a lower number of crabs caught. The month of April stands out, because it has the highest temporal variation in relation to the others, with values between 1 and 224 individuals caught. In LSA, 50% of *C. maenas* females reach sexual maturity at 45.11 mm (carapace width). Throughout the study period, the smallest ovated female was 26.68 mm and the largest female in these circumstances was 61.57 mm (mean: 42.70 mm). The smallest non ovated female was 21.24 mm and the largest 73.60 mm (mean: 42.87 mm).

Keywords: Green crab, Coastal lagoon, Abundance, Environmental variables, Size structure

# Índice

1. Introdução .....	1
2. Área de estudo .....	4
3. Materiais e Métodos .....	6
3.1. Trabalho de Campo .....	6
3.2. Trabalho laboratorial .....	7
3.3. Análise de dados.....	8
4. Resultados .....	10
4.1. Análise de abundância.....	10
4.2. Relação da Abundância com os fatores ambientais .....	15
4.3. Estrutura dimensional da população .....	17
4.4. Rácio Sexual na população.....	20
4.5. Proporção de fêmeas ovadas.....	22
4.6. Ogiva de maturação.....	24
5. Discussão .....	25
6. Referências Bibliográficas.....	29



## Lista de Quadros e Figuras

Tabela 4.1. Correlação de Spearman entre as variáveis ambientais consideradas.....	10
Tabela 4.2. Escolha do melhor modelo para o despoletar da migração (destacado), com os respectivos valores de AIC, preditores (variáveis explicativas) e percentagem de explicação total do modelo escolhido .....	10
Tabela 4.3. Preditores (variáveis explicativas) que constituem o modelo selecionado para o despoletar da migração e respetivos valores de coeficiente de regressão (Coef), deviance residual (Dev.Res.), p- value do teste de Chi2 ( $\chi^2$ ) e percentagem de explicação de cada preditor .....	16
Tabela 4.4. Correlação de Spearman entre as variáveis ambientais consideradas na análise.....	15
Tabela 4.5. Escolha do melhor modelo para explicar a abundância de <i>Carcinus maenas</i> na LSA (destacado), com os respetivos valores de AIC, preditores (variáveis explicativas) e percentagem de explicação total do modelo escolhido.....	16
Tabela 4.6. Preditores (variáveis explicativas) que constituem o modelo selecionado para explicar a abundância de <i>Carcinus maenas</i> na Lagoa de Santo André e respetivos valores de coeficiente de regressão (Coef), desvio residual (Dev.Res.), significância do teste de Chi2 ( $\chi^2$ ) e percentagem de explicação de cada preditor.....	16
Figura 1.1. Mapa ilustrando a distribuição de populações nativas de <i>Carcinus maenas</i> (★), (adaptada de Klassen e Locke 2007). .....	1
Figura 2.1. Localização da Lagoa de Santo André (coordenadas: 38°05' 47.57''N; 8°47'23.69''O). (fonte: Marques, 2016).....	4
Figura 3.1. Localização dos cinco pontos de amostragem na Lagoa de Santo André, que serviram de base ao estudo da respetiva população de <i>Carcinus maenas</i> . .....	6
Figura 3.2. Ilustração da arte de pesca usada para a captura dos exemplares de <i>Carcinus maenas</i> neste estudo. Fonte: Diário da República, 1.ª série — N.º 234 — 3 de dezembro de 2010.....	7
Figura 3.3. Esquema da disposição das nassas utilizadas para a captura de <i>Carcinus maenas</i> neste estudo.....	7
Figura 4.1. Número total de exemplares de <i>Carcinus maenas</i> capturados durante os meses de amostragem (janeiro 2019-dezembro 2019).....	12
Figura 4.2. Variação temporal das capturas de <i>Carcinus maenas</i> de janeiro a dezembro de 2019 (gráfico com base no cálculo do mínimo, média (representada por um x), máximo, quartil 75%, quartil 50% ou mediana e quartil 25%). Para estes cálculos usou-se o valor total de caranguejos presentes nas 20 nassas de cada mês. ....	13
Figura 4.3. Representação gráfica da variação temporal das capturas totais de caranguejo-verde em cada uma das cinco estações de amostragem (Estação A, B, C, D, E). Gráfico com base no cálculo do mínimo, média (representada por um x), máximo, quartil 75%, quartil 50% ou mediana e quartil 25%). Para estes cálculos usou-se o valor total de caranguejos presentes nas 20 nassas de cada mês. ....	14
Figura 4.4. Variação espacial das capturas de caranguejo-verde no decorrer das amostragens nas cinco estações. Gráfico com base no cálculo do mínimo, média (representada por um x), máximo, quartil 75%, quartil 50% ou mediana e quartil 25%). Para estes cálculos usou-se o valor total de caranguejos presentes nas 20 nassas de cada mês. ....	15
Figura 4.5. Evolução espacial da dimensão (largura da carapaça) dos caranguejos que foram analisados em laboratório.....	17

Figura 4.6. Evolução temporal da dimensão dos indivíduos que foram analisados no laboratório durante os meses de amostragem. ....	18
Figura 4.7. Evolução temporal da dimensão dos indivíduos que foram analisados no laboratório nas cinco estações de amostragem ao longo do tempo. ....	19
Figura 4.8. Rácio sexual entre fêmeas (F) e machos (M) das subamostras analisadas mensalmente (o número total de 3898 caranguejos analisados no laboratório: 2288 machos, equivalendo a 58.70% do total, e 1610 fêmeas, correspondendo a 41.30%). ....	20
Figura 4.9. Representação percentual da variação temporal do rácio sexual dos machos (M) e fêmeas (F) para cada estação de amostragem (A, B, C, D, E). ....	21
Figura 4.10. Variação temporal das fêmeas ovadas (FO) e não ovadas (FNO) analisadas em laboratório, de janeiro a dezembro de 2019.....	22
Figura 4.11. Representação percentual de variação temporal de fêmeas ovadas (FO) e não ovadas (FNO) nas cinco estações de amostragem (A, B, C, D, E) estabelecidas na área de estudo. ....	23
Figura 4.12. Ogiva de maturação para a largura da carapaça de fêmeas de <i>C. maenas</i> na Lagoa de Santo André. As linhas a azul demonstram a probabilidade prevista de maturidade e os pontos a cinzento indicam as proporções observadas de fêmeas ovadas. ....	24



# 1. Introdução

O caranguejo-verde, *Carcinus maenas* (Linnaeus, 1758), é um crustáceo bentónico, pertencente à família Portunidae, que se distribui por todo o Atlântico Norte, e se estabelece tipicamente em estuários e lagoas costeiras (Queiroga, 1987). *C. maenas* é nativo da costa Europeia Atlântica e da costa Norte Africana, onde se encontra distribuído desde a Noruega até ao Estreito de Gibraltar, estendendo a sua distribuição até à costa da Mauritânia. São também encontradas populações nativas em latitudes mais altas, como na Islândia e nas Ilhas Faroé (Carlton e Cohen, 2003) (fig. 1.1).

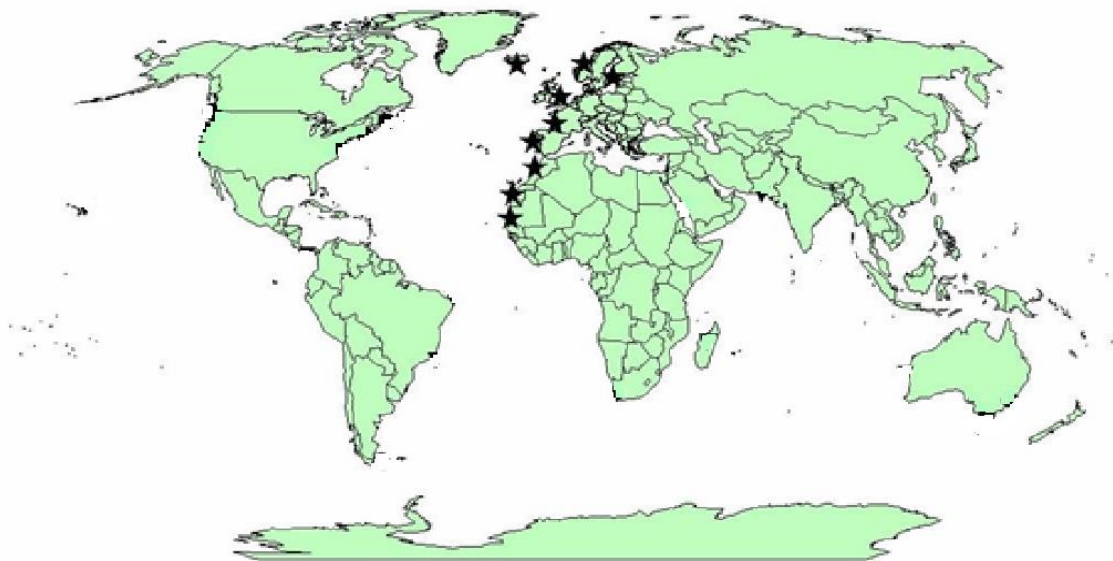


Figura 1.1. Mapa ilustrando a distribuição de populações nativas de *Carcinus maenas* (★), (adaptada de Klassen e Locke 2007).

Em Portugal, esta espécie distribui-se por toda a costa continental, apresentando maior incidência na costa oeste, estando descrita a sua presença desde a Ria Formosa até ao estuário do Rio Minho, incluindo as lagoas costeiras de Santo André e da Sancha e de Óbidos (Marques e Costa, 1983; Queiroga, 1987; Fonseca e Luís, 1992; Marques *et al.*, 1993; Paula, 1993; Cabral, 2001; Maria *et al.*, 2009; Souza *et al.*, 2011).

O ciclo de vida de *C. maenas* é complexo, apresentando seis estádios larvares: um pré-zoea, envolvido ainda por uma membrana embrionária, quatro estádios planctónicos denominados de *zoeae* (*zoeae* I, II, III, IV) e um estágio de megalopa, que assenta e que, após metamorfose, dá origem aos juvenis e à fase bentónica do ciclo de vida (Rice e Ingle, 1975; Baeta *et al.*, 2005; Horta, 2006).

O caranguejo-verde é uma espécie omnívora, sendo a sua dieta constituída por bivalves, gastrópodes, artrópodes, poliquetas, algas e plantas vasculares (Crothers, 1967, 1968) abundantes nos sistemas aquáticos em que vive.

Apesar de ser uma espécie abundante, sempre teve pouco valor comercial devido ao seu tamanho ser relativamente reduzido, com apenas os indivíduos de grandes dimensões a terem valor económico (Fonseca e Luís, 1992). Durante a muda, o caranguejo-verde apresenta a carapaça mole e torna-se mais importante em muitas regiões do globo, pois, geralmente, é vendido por valores superiores ao caranguejo de carapaça dura (Galletti, 2017). Tradicionalmente, novos produtos são desenvolvidos com base nas tendências do consumidor. A maior parte da demanda do consumidor é por produtos convenientes, saudáveis, seguros, económicos e claro pelo sabor (Galletti, 2017). Alguns desses produtos, como os frutos do mar incluem crustáceos na sua composição, os quais têm sido apreciados e muito valorizados pelas suas características promotoras da saúde, em particular a carne de caranguejo que é um alimento altamente nutritivo, por possuir elevado teor de proteínas e baixo teor de lípidos, contribuindo para a saúde humana no que concerne a problemas cardiovasculares, além de apresentar ácidos gordos polinsaturados essenciais e monoinsaturados benéficos ao organismo. (Leaf e Weber, 1988 ; de Deckere *et al.*, 1998; Torres *et al.*, 2000 ; Skonberg *et al.*, 2002 ; Ogawa *et al.*, 2008). A abundância do caranguejo-verde bem como a facilidade da sua captura, torna-o um recurso com grande potencial de comercialização, no entanto, há pouca ou nenhuma exploração nacional principalmente devido ao seu tamanho extremamente pequeno, que não ultrapassa os 80 mm (Fonseca e Luís, 1992; Skonberg *et al.*, 2002; Galletti, 2017).

Ao contrário do que acontece na Lagoa de Santo André, a captura de caranguejo-verde na Ria de Aveiro tem apresentado algum interesse económico para as comunidades piscatórias locais (Queiroga, 1987; Gomes, 1991a; Fonseca e Luís, 1992). No entanto, a sua importância tem vindo a reduzir-se devido a fortes pressões sobre a pesca (Waap *et al.*, 2007). O desenvolvimento de rações para alimentação de camarões penaeídeos em tanques litorais, poderá no futuro contribuir para um melhor aproveitamento deste recurso vivo marinho. A composição em ácidos gordos desta espécie, muito aproximada à de camarões penaeídeos, tornam *C. maenas* uma espécie particularmente favorável para garantir as necessidades nutritivas de camarões em fase de crescimento (Fonseca e Luís, 1992).

Os sistemas lagunares e estuários são vulgarmente reconhecidos como áreas de transição, onde a água doce se mistura com a água salgada (Sousa, 2003). Os sistemas lagunares ocupam cerca de 13% do litoral mundial, constituindo um elemento importante no ambiente costeiro (Costa *et al.*, 1994). A estrita definição destes sistemas tem sido tema de amplo debate, em função da estrutura geomorfológica altamente diversificada que os mesmos apresentam (Tagliapietra *et al.*, 2009; Pérez-Ruzafa *et al.*, 2011).

As lagoas costeiras são ecossistemas dinâmicos muito particulares, constituídas por corpos de água com volume variável e baixa profundidade, podendo estar ligadas ao mar de forma permanente ou efémera (Kjerfve, 1994; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1994; Pérez-Ruzafa, *et al.*, 2007). Estes sistemas são complexos e vulneráveis, caracterizados por grandes flutuações nos seus parâmetros físicos e químicos, o que advém da localização entre o meio terrestre e o marinho (Casini *et al.*, 2013). Apresentam uma grande importância biológica, uma vez que para inúmeras espécies representam refúgio a predadores, zonas de maternidade ou zonas de proteção a fatores ambientais adversos (Lopes, 2000). Sendo locais altamente produtivos, podem ser globalmente

comparáveis a estuários e deltas (Costa *et al.*, 1994). A produtividade é tão elevada que são locais privilegiados para a exploração pesqueira, suportando dessa forma a economia das regiões onde se localizam (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1994; Pérez-Ruzafa e Marcos, 2012). Em Portugal, parte significativa das lagoas costeiras só comunica e efetua trocas com o mar durante um período do ano relativamente curto, permanecendo fechadas pelo cordão dunar durante o resto do ano. Estas lagoas são frequentemente designadas por lagoas fechadas (Lasserre, 1979; Barnes, 1980).

Relativamente à caracterização das populações de *C. maenas*, em Portugal, podem-se destacar três estudos: um na lagoa de Santo André (Fonseca e Luís, 1992) e dois na Ria de Aveiro (Queiroga, 1987; Carvalho *et al.*, 1999). A alta produtividade desses sistemas (estuários e lagoas costeiras), favorece a distribuição e o crescimento dos indivíduos, tendo um papel importante na estrutura e dinâmica das populações (Gibson, 1994; Beck *et al.*, 2001).

O caranguejo-verde, *C. maenas*, é uma espécie muito abundante na LSA que, apesar do seu potencial como recurso, não é alvo de pesca dirigida. Acresce o constrangimento de o conhecimento sobre a sua população local ser atualmente reduzido. O facto de ter um baixo valor económico (que faz com que não seja uma espécie alvo de pesca dirigida), aliado às condições ambientais favoráveis da lagoa, que conduzem à sua proliferação, faz com que o *C. maenas* seja considerada uma espécie nociva pelos pescadores, que tentam eliminá-la, em virtude dos estragos que provoca nas redes já referido por diversos autores (e.g. Jensen *et al.*, 2002; Moksnes, 2004). No entanto, tendo a espécie *C. maenas* sido incluída no Edital que regulamenta a Pesca Profissional da LSA para o ano 2019, como uma das espécies aquícolas que podem ser capturadas, colocam-se algumas questões que devem ser averiguadas. É nesse sentido que surge o tema da presente dissertação, e cujos objetivos são:

- Caracterizar a população do caranguejo-verde na LSA, nomeadamente em termos de: (i) abundância e sua relação com fatores ambientais, (ii) estrutura dimensional e sexual e (iii) variabilidade espacio-temporal.
- Avaliar a viabilidade da exploração comercial dessa população no sistema em análise.

## 2. Área de estudo

A Lagoa de Santo André (LSA) localiza-se no sudoeste de Portugal Continental, no Distrito de Setúbal, região do Alentejo e sub-região do Alentejo Litoral, ocupando parte da costa do município de Santiago do Cacém. O clima desta região é temperado, com acentuada secura estival e invernos pluviosos (Bernardo, 1990; Cruces, 2001; Silveira *et al.*, 2009). A temperatura média anual da zona onde se insere é de 15,1 °C (Cruces, 2001) e a precipitação média anual é de 523 mm (Bernardo, 1990). Situada a cerca de 15 Km a norte de Sines, apresenta uma forma irregular e está separada do oceano por um cordão de areias litorais (Fonseca, 2002) (fig. 2.1).



Figura 2.1. Localização da Lagoa de Santo André (coordenadas: 38°05' 47.57''N; 8°47'23.69''O). (fonte: Marques, 2016).

A LSA tem vários estatutos de proteção, pertencendo à Lista de Zonas Húmidas de Importância Internacional (Sítio RAMSAR). A nível comunitário está protegida pela Rede Natura 2000, pois é Sítio de Importância Comunitária (SIC-PTCON0034), ao abrigo da Diretiva Habitats, e Zona de Proteção Especial (ZPE-PTZPE0013), ao abrigo da Diretiva Aves. A nível nacional inclui-se na Rede Nacional de Áreas Protegidas (RNAP), integrando a Reserva Natural da Lagoa de Santo André e da Sancha (RNLSAS).

À semelhança daquilo que acontece noutras lagoas costeiras confinadas, a LSA é, em geral, pouco profunda, com uma profundidade média anual de 1,8 m e profundidade máxima de 4 m nos canais principais (Freitas *et al.*, 1999). Ocupa uma superfície média de 150 ha, podendo a área total coberta por água, durante a época das chuvas, exceder o dobro desse valor (Fonseca, 2002). Ao corpo lagunar principal estão ligados, por canais estreitos e pouco profundos, sistemas de poços: o poço dos Alguidares, do Pinheiro, do Ortigão, da Zimbreira e dos Caniços. Na região sudoeste da lagoa desaguam várias ribeiras, sendo as mais importantes as da Cascalheira, Serradinha e Badoca (Santos, 2016). A ligação ao mar é estabelecida de forma artificial durante o mês de março, através de um canal que, tipicamente, permanece aberto durante cerca de um mês. Fora deste período, a lagoa pode ainda entrar esporadicamente em contacto com o mar, sobretudo

quando ocorrem galgamentos do cordão dunar (normalmente durante o período de outono e inverno) (Freitas *et al.*, 1999; Cruces, 2001). A comunicação entre a lagoa e o mar reveste-se de primordial importância, já que é através da abertura que ocorre a manutenção de características essenciais para a produtividade do sistema, como a renovação marinha, nomeadamente a entrada de várias espécies, bem como estádios larvares de animais provenientes do oceano (Costa *et al.*, 1985; Costa *et al.*, 1994; Cancela da Fonseca, 1989; Cancela da Fonseca *et al.*, 1989a). Para além disso, a abertura promove também alterações nas concentrações de nutrientes e matéria orgânica e a modificação de condições biológicas, físicas e químicas (Costa *et al.*, 2003; Félix *et al.*, 2015).

A salinidade da LSA variou entre 4,59 e 15,50 unidades de salinidade e a temperatura da água entre 11,41°C e 27,55°C durante o período de 10-12-2015 a 26-07-2016 (Marques, 2016). Nos períodos de isolamento do mar, a salinidade depende apenas da quantidade de água que evapora e do fluxo de água doce proveniente das ribeiras afluentes (Félix *et al.*, 2015). A LSA é caracterizada por apresentar um gradiente decrescente, de jusante para montante, da salinidade e do tamanho do grão do sedimento (Correia *et al.*, 2012). Em relação ao sedimento, o fundo da lagoa é composto por sedimentos arenosos, fundamentalmente de origem marinha, e por lodos de origem continental (Bernardo *et al.*, 2004).

A elevada concentração de nutrientes e a subida da temperatura no verão, associadas à reduzida profundidade da lagoa, promovem o desenvolvimento de *blooms* de macrófitas, que contribuem para o aumento da matéria orgânica acumulada nos sedimentos. Estas condições, aliadas a baixos valores de oxigénio dissolvido junto ao fundo, podem originar crises distróficas que levam a fenómenos de mortalidade de espécies presentes na LSA (Cancela da Fonseca *et al.*, 2001; Bernardo *et al.*, 2004). A fauna aquática é dominada por macroinvertebrados (com mais de 300 *taxa*), seguidos pela comunidade piscícola e avifauna. As comunidades de macroinvertebrados são reguladas pela interação da lagoa com o mar, estando a sobrevivência destes organismos dependente da sua tolerância aos parâmetros físico-químicos da água, como a temperatura, a salinidade e o oxigénio dissolvido (Cancela da Fonseca, 2002).

Tal como as outras lagoas costeiras, a LSA providencia habitats adequados ao desenvolvimento de inúmeras espécies aquáticas, nomeadamente espécies com interesse económico que são exploradas comercialmente (Lopes, 2013; Santinhos *et al.*, 2014), tendo a pesca vindo a ser gradualmente condicionada devido ao elevado valor conservacionista de que a lagoa se reveste. Por este motivo, as lagoas costeiras, como a LSA, são consideradas elementos muito importantes do património nacional de um grande número de países (Correia, 1995).

# 3. Materiais e Métodos

## 3.1. Trabalho de Campo

A população de *C. maenas* foi amostrada mensalmente em cinco estações de colheita, entre janeiro e dezembro de 2019 (fig. 3.1).



Figura 3.1. Localização dos cinco pontos de amostragem na Lagoa de Santo André, que serviram de base ao estudo da respetiva população de *Carcinus maenas*.

A captura dos caranguejos foi feita com recurso a arte de pesca designada “nassa”, que corresponde a uma armadilha, que pode ter forma variada, mas que é constituída por um suporte rígido coberto de rede e dispendo de uma ou mais aberturas. Pode ser calada individualmente ou em teias, com ou sem isco (fig. 3.2).



Figura 3.2. Ilustração da arte de pesca usada para a captura dos exemplares de *Carcinus maenas* neste estudo. Fonte: Diário da República, 1.ª série — N.º 234 — 3 de dezembro de 2010.

Em cada estação de amostragem foram colocadas quatro nassas (fazendo um total de 20 nassas), ligadas entre si e com a abertura invertida ao longo do mesmo eixo (Fig. 3.3). Foram colocadas, sem qualquer isco, ao início da tarde, sendo retiradas na manhã seguinte. Foram medidos vários parâmetros ambientais, tais como temperatura (°C), salinidade, oxigénio dissolvido (mg/L), oxigénio percentual, TDS (*total dissolved solids*; g/L), condutividade (mS/cm), pH e profundidade (m), nas duas ocasiões.

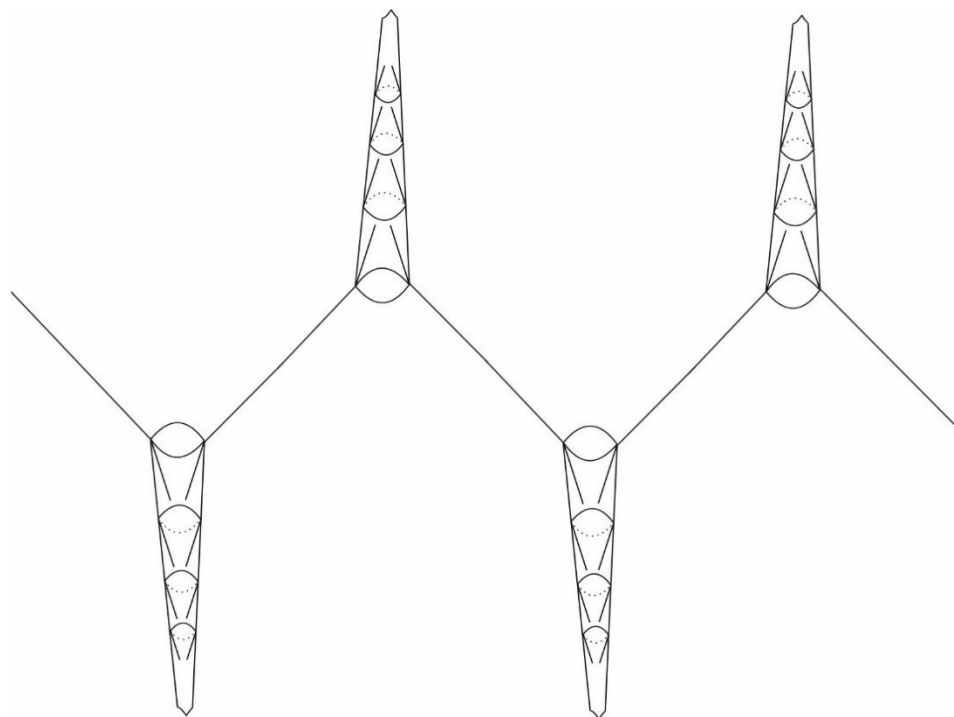


Figura 3.3. Esquema da disposição das nassas utilizadas para a captura de *Carcinus maenas* neste estudo.

Para cada nassa registou-se o número total de caranguejos capturados e o seu peso total. Nas amostras com mais de 20 exemplares, retirou-se uma subamostra aleatória de 20 indivíduos. Adicionalmente, registou-se o número de indivíduos das espécies constituintes da captura acessória, sendo os mesmos devolvidos à lagoa imediatamente após esta operação.

### 3.2. Trabalho laboratorial

Para melhor manuseamento dos indivíduos, congelaram-se as amostras e subamostras obtidas em cada sessão de amostragem.

Cada amostra foi inicialmente descongelada e os exemplares contabilizados. Utilizou-se uma craveira eletrônica para a medição do comprimento e largura da carapaça (CT: comprimento total e LT: Largura total, com precisão de 1 mm), sendo posteriormente identificado o sexo (por inspeção da forma do abdômen, que é mais largo nas fêmeas) e registado o peso total de cada indivíduo (PT, precisão 0.01 g). No caso das fêmeas assinalou-se ainda quais se encontravam ovadas. Após estes procedimentos, os caranguejos foram colocados novamente no congelador, devidamente identificados por replicado, para esclarecer futuras dúvidas.

### 3.3. Análise de dados

#### a) Caracterização da abundância de *C. maenas* na Lagoa de Santo André.

Para a caracterização da abundância de caranguejo na LSA, utilizaram-se os dados totais de capturas por local, por replicado e por mês de amostragem. Com esse objetivo, os mesmos foram analisados no programa PRIMER6 e PERMANOVA. Inicialmente os dados foram transformados através da raiz quadrada e foi elaborada a matriz de semelhanças com base nas distâncias de Bray-Curtis. Após este pré-tratamento, foi realizada uma PERMANOVA a dois fatores (local e mês do ano), com o intuito de compreender a variabilidade da sua abundância a nível espacial e temporal.

A influência dos fatores abióticos na abundância de *C. maenas* foi determinada utilizando para o efeito modelos GLM (“Generalized Linear Model”), recorrendo ao software RStudio v0.99.486 (RStudio, Inc., Boston, USA) e aos respetivos pacotes de programas “MASS” e funções (Venables e Ripley, 2002). As variáveis explicativas tidas em conta foram: estações de amostragem [A, B, C, D e E], mês de amostragem (janeiro-dezembro), temperatura da água [°C], profundidade [m] e salinidade, estas medidas por sonda multiparamétrica (YSI II Water Quality Sonde). Previamente, de modo a verificar a existência de redundância entre variáveis (correlação acima de 0.7), foi aplicada uma correlação de Spearman (tendo em conta a distribuição não-normal das variáveis). O processo escolhido para a seleção do melhor modelo foi o critério de seleção “stepwise” AIC (“Akaike information criterion”), que se baseia na estimativa da informação perdida pelo modelo, que deve ser a mais baixa possível. Em seguida foi efetuada uma ANOVA com o teste do Chi2 ( $\chi^2$ ), de modo a verificar a significância das variáveis no modelo. O nível de significância de todos os passos da modelação foi de 0,05.

#### b) Caracterização biométrica da população de *C. maenas* na Lagoa de Santo André

Para a caracterização da estrutura dimensional da população de caranguejo na LSA, os dados foram testados quanto à sua normalidade e à sua homocedasticidade no programa SPSS. Após a verificação destes pressupostos, foi realizada uma análise ANOVA a dois fatores.

O cálculo da ogiva de maturação (estimativa de tamanho em que 50% das fêmeas estão fisiologicamente maduras) de *C. maenas* na LSA foi realizado, primeiramente classificando os indivíduos entre ovados e não ovados, consoante a presença, ou não, de ovos visíveis. Em seguida foi desenvolvido um modelo de regressão logística, de acordo com Somerton (1980), Roa *et al.*,

(1999) e Corgos e Freire (2006). O cálculo da ogiva de maturação foi realizado recorrendo ao pacote de programas “sizeMat” e respetivas funções (Torrejon-Magallanes, 2020).

*c) Caracterização biológica da população de C. maenas na Lagoa de Santo André*

Para a caracterização biológica da população de caranguejo na LSA foram usados apenas os dados dos exemplares processados em laboratório (subamostras de até 20 exemplares para cada replicado). Foi calculado o rácio sexual dos indivíduos, por local, por replicado e por mês. Os dados foram analisados estatisticamente através teste do teste de Chi2 ( $\chi^2$ ), no programa SPSS. O procedimento foi repetido para o rácio entre fêmeas ovadas e fêmeas não ovadas.

## 4. Resultados

### 4.1. Análise de abundância

A abundância populacional de *C. maenas* na Lagoa de Santo André (LSA) foi caracterizada ao longo do ano de 2019 com recurso a amostragens mensais em cinco locais. No total, foram capturados 15063 exemplares da espécie em estudo. Com o objetivo de comparar estatisticamente os resultados relativos às abundâncias em cada mês e em cada local de amostragem, realizou-se uma PERMANOVA a dois fatores (mês e local). O teste revelou que os dados são significativamente diferentes para ambos os fatores e a sua interação foi também significativa ( $p < 0,05$ ) (tabela 4.1).

Tabela 4.1. Resultado da análise PERMANOVA efetuada para comparar a abundância da população de *Carcinus maenas* na LSA entre os 12 meses de estudo (jan-dez) e os cinco locais de amostragem (A-E)

Fatores	gl	Pseudo-F	P(perms)
Mês	11	6.0738	0.001
Local	4	15.427	0.001
MêsxLocal	44	2.3634	0.001

gl – graus de liberdade; “\*\*\*” ( $p < 0,001$ ), “\*\*” ( $p < 0,01$ ) e “\*” ( $p < 0,05$ )

Em termos de variação temporal (figuras 4.1 e 4.2), a maior captura de caranguejos ocorreu em janeiro, com 2819 exemplares, mais 703 indivíduos que os registados no mês de dezembro (2116 exemplares), seguidos por maio e abril, com 1991 e 1842 indivíduos recolhidos, respetivamente. Os meses de agosto e novembro apresentaram valores de capturas semelhantes, com 629 e 625 indivíduos. As comparações estatísticas para cada par de meses (*pairwise tests*) (tabela 4.2), revelaram que outubro foi o mês que exibiu mais diferenças para os restantes. Ou seja, outubro apresenta diferenças significativas com todos os meses, exceto com fevereiro e março (fig. 4.1). De qualquer modo, observa-se um padrão geral com três picos de abundância na área amostrada, ao longo do ano, um primeiro, menos notório, no verão (julho), outro intermédio, na primavera (abril e maio), e um terceiro, mais significativo, no inverno (dezembro e janeiro).

Tabela 4.2. Resultados dos testes pareados a posteriori (*pairwise tests*) entre o fator “Mês”

Groups	t	P(perm)	Unique perms
jan, fev	3.7116	0.001	998
jan, mar	3.9287	0.002	997
jan, abr	0.47135	0.885	998
jan, mai	0.45667	0.824	998
jan, jun	1.9069	0.038	998
jan, jul	1.2023	0.229	999
jan, ago	4.0878	0.001	998
jan, set	3.0979	0.002	999
jan, out	4.8765	0.001	999
jan, nov	3.3763	0.001	999

Tabela 4.2. Resultados dos testes pareados a posteriori (*pairwise tests*) entre o fator “Mês” (cont.)

<b>Groups</b>	<b>t</b>	<b>P(perm)</b>	<b>Unique perms</b>
jan, dez	1.5284	0.1	999
fev, mar	0.91513	0.429	997
fev, abr	3.051	0.003	998
fev, mai	3.7335	0.001	998
fev, jun	2.5543	0.004	999
fev, jul	2.9059	0.003	999
fev, ago	1.7451	0.067	999
fev, set	1.3744	0.143	999
fev, out	0.7272	0.605	999
fev, nov	2.5979	0.004	999
fev, dez	2.2828	0.009	999
mar, abr	3.1779	0.001	999
mar, mai	3.8398	0.002	998
mar, jun	2.2571	0.023	999
mar, jul	2.8711	0.006	997
mar, ago	0.99599	0.354	999
mar, set	1.1927	0.231	999
mar, out	0.90361	0.475	999
mar, nov	2.0552	0.031	999
mar, dez	2.1511	0.015	999
abr, mai	0.74987	0.585	999
abr, jun	1.5525	0.094	998
abr, jul	0.88335	0.429	998
abr, ago	3.0969	0.002	999
abr, set	2.3225	0.013	999
abr, out	3.9262	0.001	999
abr, nov	2.67	0.005	999
abr, dez	1.1568	0.221	998
mai, jun	1.7448	0.081	999
mai, jul	1.1674	0.255	999
mai, ago	3.8685	0.001	999
mai, set	3.0733	0.001	998
mai, out	4.7643	0.001	996
mai, nov	3.0702	0.003	999
mai, dez	1.5584	0.093	999
jun, jul	0.80699	0.465	998
jun, ago	1.8481	0.046	998
jun, set	1.594	0.096	999
jun, out	3.2024	0.002	999
jun, nov	1.0645	0.296	999
jun, dez	0.67788	0.618	999
jul, ago	2.729	0.004	999
jul, set	2.0069	0.029	999
jul, out	3.8378	0.001	999
jul, nov	2.0802	0.026	998
jul, dez	0.57233	0.738	999

Tabela 4.2. Resultados dos testes pareados a posteriori (*pairwise tests*) entre o fator “Mês” (cont)

Groups	t	P(perm)	Unique perms
ago, set	1.1555	0.264	999
ago, out	2.1846	0.025	999
ago, nov	1.591	0.097	999
ago, dez	1.8447	0.036	999
set, out	2.0573	0.03	999
set, nov	1.9222	0.032	998
set, dez	1.3002	0.188	999
out, nov	3.2271	0.002	999
out, dez	2.9851	0.004	999
nov, dez	1.5218	0.095	999

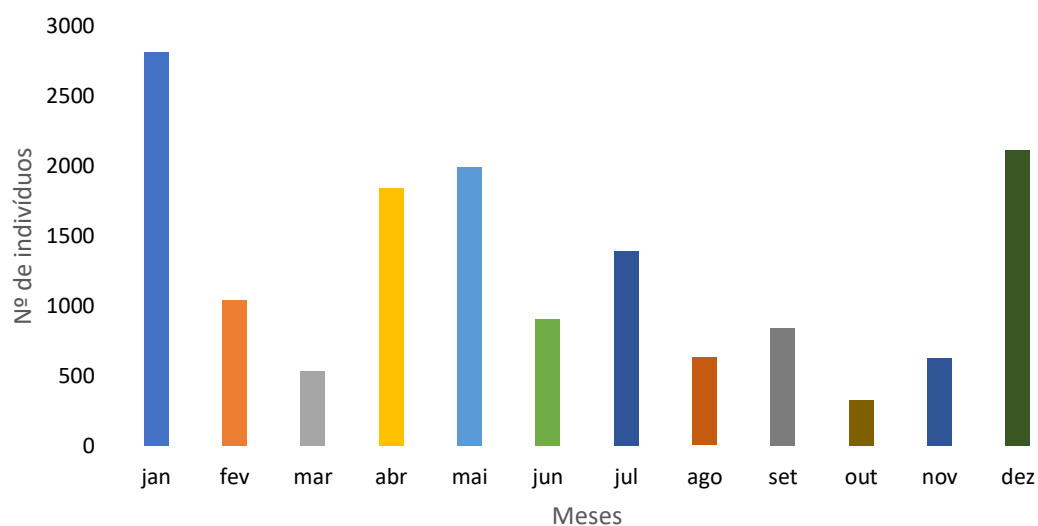


Figura 4.1. Número total de exemplares de *Carcinus maenas* capturados durante os meses de amostragem (janeiro 2019-dezembro 2019).

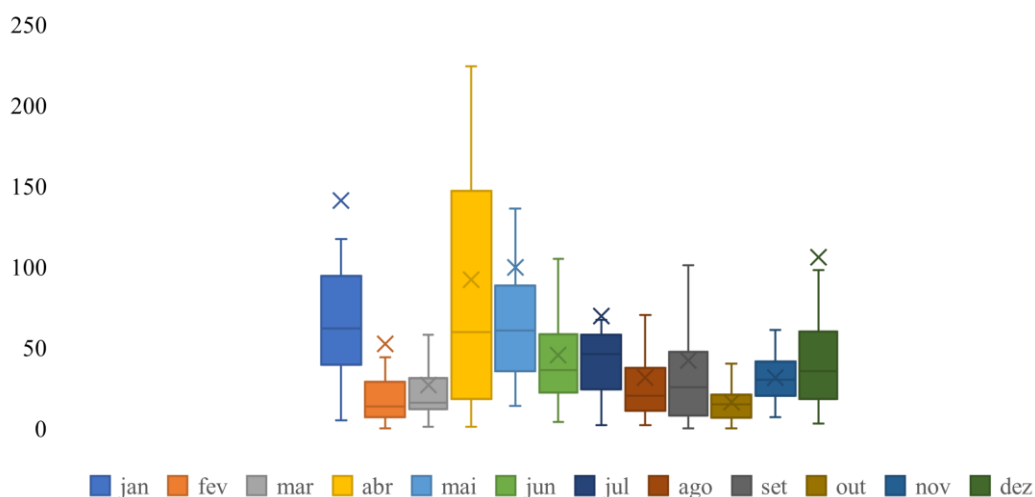


Figura 4.2. Variação temporal das capturas de *Carcinus maenas* de janeiro a dezembro de 2019 (gráfico com base no cálculo do mínimo, média (representada por um x), máximo, quartil 75%, quartil 50% ou mediana e quartil 25%). No gráfico, o valor mensal da média é superior ao quartil 75% devido a valores de captura extremamente elevados que ocorreram em determinada estação de amostragem.

Em termos de variação espacial (figuras 4.3. e 4.4.), a estação A foi a única a apresentar valores acima dos 300 animais capturados, sendo igualmente aquela que exibiu maior variação temporal, com dois picos, um no mês de janeiro, com valores a oscilar entre 92 e 1310, e outro no mês de dezembro, com o mínimo e máximo de 25 e 1139, respetivamente, e ainda dois pequenos picos em fevereiro e maio. Na estação B e C as variações não foram tão importantes, quando comparadas com a estação A, pois o máximo de captura não ultrapassa 200 indivíduos. No entanto, ambas as estações apresentam um pico na primavera. Na estação B esse pico dá-se em abril, enquanto na estação C em maio. Na estação D os maiores valores ocorreram a partir de abril, contudo, em julho observou-se o máximo, correspondente a 276 indivíduos capturados. Após esse pico, os valores das recolhas diminuíram consideravelmente até dezembro. A estação E apresentou inicialmente valores baixos de capturas, mas no mês de abril deu-se o seu pico, com um máximo de 224 indivíduos. Em suma, no inverno o grosso da população pareceu localizar-se a jusante (estação A), junto à abertura, na primavera nas zonas mais a montante (estações B, C e E) e no verão na região dos poços (estação D).

As comparações estatísticas entre as estações de amostragem (*pairwise tests*) (tabela 4.3), revelaram que a estação E não difere estatisticamente das estações B e D, sendo que as restantes diferem estatisticamente umas das outras.

Tabela 4.3. Resultados dos testes pareados a posteriori (*pairwise tests*) entre o fator “Local”

Groups	t	P(perm)	Unique perms
A, B	2.5533	0.001	999
A, C	3.7155	0.001	998
A, D	2.0883	0.007	999
A, E	2.2993	0.009	999
B, C	6.2873	0.001	999
B, D	2.29	0.015	999
B, E	0.62797	0.63	999
C, D	6.6606	0.001	997
C, E	6.267	0.001	999
D, E	1.8042	0.052	999

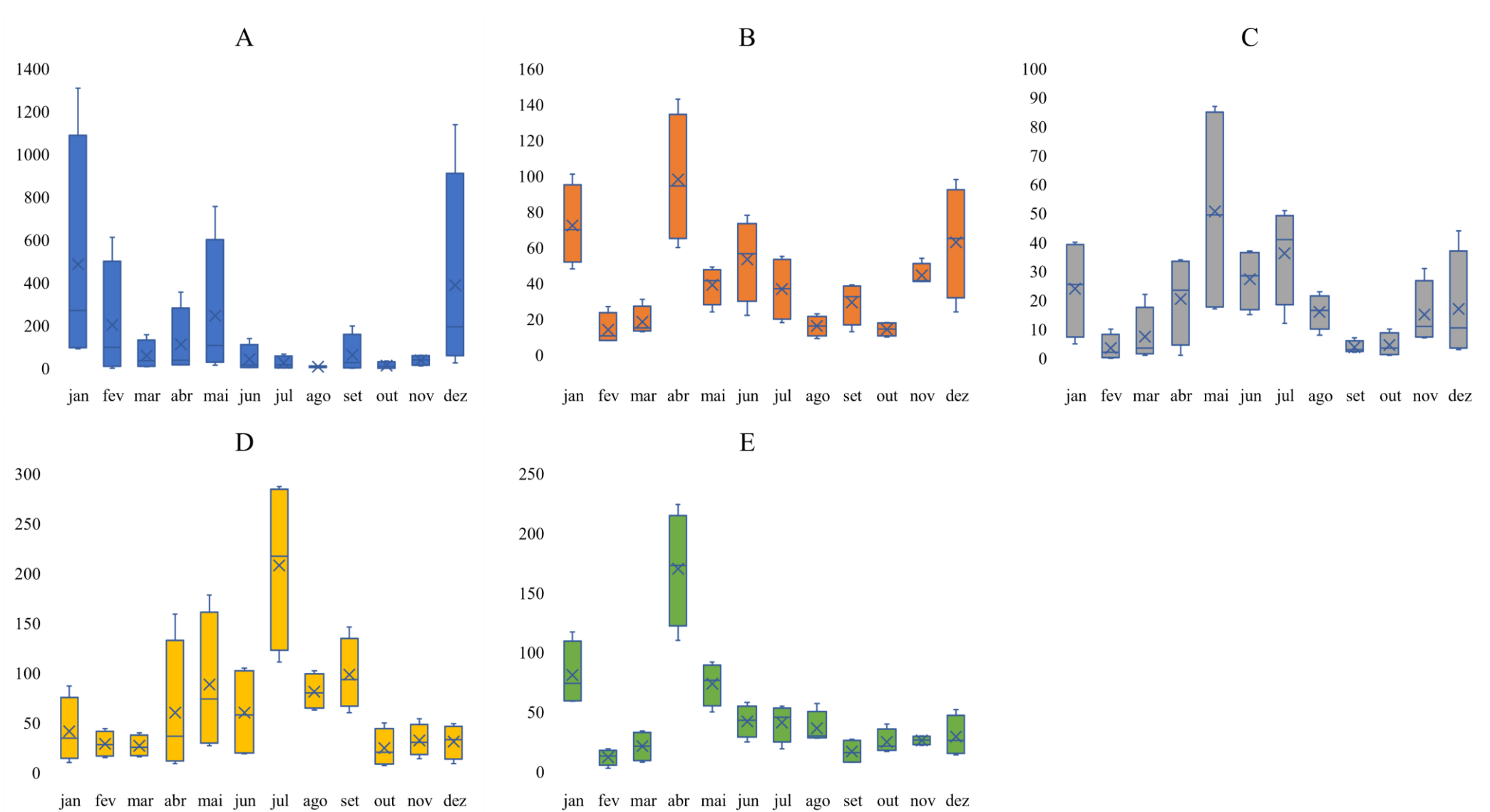


Figura 4.3. Representação gráfica da variação temporal das capturas totais de caranguejo-verde em cada uma das cinco estações de amostragem (Estação A, B, C, D, E). Gráfico com base no cálculo do mínimo, média (representada por um x), máximo, quartil 75%, quartil 50% ou mediana e quartil 25%. Para estes cálculos usou-se o valor de caranguejos amostrados nas 4 nassas em cada local por mês.

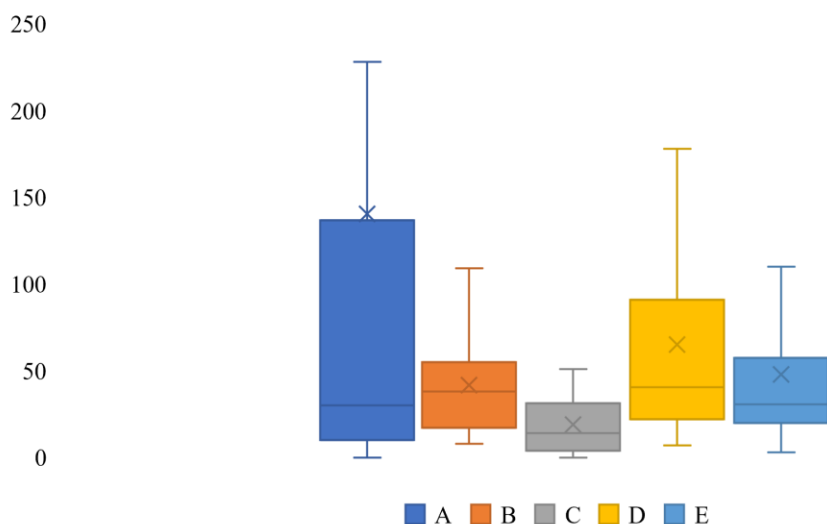


Figura 4.4. Variação espacial das capturas de caranguejo-verde no decorrer das amostragens nas cinco estações. Gráfico com base no cálculo do mínimo, média (representada por um x), máximo, quartil 75%, quartil 50% ou mediana e quartil 25%). Para estes cálculos usou-se os dados correspondentes ao total das amostragens efetuadas em local (i.e., 48 nassas-4\*12 meses)

#### 4.2. Relação da Abundância com os fatores ambientais

O teste de Spearman realizado entre os vários preditores identificou correlação muito significativa entre algumas das variáveis ( $p\text{-value} > 0.7$ ) (Dormann *et al.*, 2013) (tabela 4.4). Assim, foram retiradas das análises subsequentes as variáveis de condutividade e TDS, mantendo-se as restantes cinco (temperatura da água, profundidade, salinidade, estações de amostragem e mês de amostragem).

Tabela 4.4. Correlação de Spearman entre as variáveis ambientais consideradas na análise.

	temp	tds	condut	sal	prof
temp	-	0.05081001	0.6530884	0.04534845	-0.2298448
tds	0.05081001	-	0.7472004	0.99965264	-0.4270372
condut	0.65308844	<b>0.74720038</b>	-	0.74431755	-0.4404896
sal	0.04534845	<b>0.99965264</b>	<b>0.7443176</b>	-	-0.4271087
prof	-0.22984482	0.42703717	-0.4404896	-0.42710866	-

temp: temperatura da água; tds: TDS; condut: condutividade; sal: salinidade; prof: profundidade

Tendo em conta que o método de seleção dos modelos foi se baseou no valor do critério AIC, serão apresentados os modelos criados com o respetivo valor AIC, sendo posteriormente discutido apenas o melhor modelo considerado. Perante os resultados da modelação feita, e após a escolha do melhor modelo (tabela 4.5), pode-se observar que todas as variáveis consideradas têm influência na abundância de *C. maenas*. O modelo explica, na sua totalidade, 67.50% da variabilidade, sendo que a estações de amostragem e os meses de amostragem explicam mais de 65% da variabilidade total (35.20% e 29.97%, respetivamente).

Tabela 4.5. Escolha do melhor modelo para explicar a abundância de *Carcinus maenas* na LSA (destacado), com os respectivos valores de AIC, preditores (variáveis explicativas) e percentagem de explicação total do modelo escolhido

<b>Modelos</b>	<b>AIC</b>	<b>Variáveis</b>	<b>%Explicação total</b>
Nulo	17508.94		
Mod1	11498.20	estacao	
Mod2	6396.22	estacao + mes	
Mod3	6093.61	estacao + mes + prof	
Mod4	6030.96	estacao + mes + prof + temp	
<b>Mod5</b>	<b>6003.20</b>	<b>estacao + mes + prof + temp + sal</b>	<b>67.50</b>

estacao: estação do mês; mes: mês de amostragem; prof: profundidade; temp: temperatura da água; sal: salinidade

A análise da tabela 4.6 demonstra que as estações B, C, D e E foram os locais com menor abundância de animais, e a estação A aquela que produziu mais recolhas, o que está de acordo com as análises de variação espacial realizadas anteriormente (figuras 4.3, 4.4). Verifica-se também que os meses que revelaram maiores abundâncias da espécie foram janeiro e dezembro, contrariamente aos meses de agosto e outubro, quando essa abundância foi menor. Também neste caso, os resultados do modelo estão de acordo com a análise variação temporal efetuada previamente (figuras 4.1, 4.2.). Ainda que de uma maneira menos significativa, o aumento de abundância da espécie é promovido por águas pouco profundas, com o aumento da temperatura e em salinidades reduzidas (tabela 4.6).

Tabela 4.6. Preditores (variáveis explicativas) que constituem o modelo selecionado para explicar a abundância de *Carcinus maenas* na Lagoa de Santo André e respectivos valores de coeficiente de regressão (Coef), desvio residual (Dev.Res.), significância do teste de Chi2 ( $\chi^2$ ) e percentagem de explicação de cada preditor

<b>Preditores</b>	<b>Coef.</b>	<b>Dev. Res.</b>	<b>p-value (<math>\chi^2</math>)</b>	<b>%Expl.</b>
<b>Estação</b>		6018.70	$<2.2e^{-16}$	35.20
B	-1.692583			
C	-2.694165			
D	-1.442667			
E	-1.538399			
<b>Mês</b>		5124.00	$<2.2e^{-16}$	29.97
Janeiro	3.089394			
Fevereiro	1.206391			
Março	0.006048			
Maio	-0.834722			
Junho	-1.084343			
Julho	-1.900021			
Agosto	-2.298987			
Setembro	-1.218760			
Outubro	-2.231421			

Tabela 4.6. Preditores (variáveis explicativas) que constituem o modelo selecionado para explicar a abundância de *Carcinus maenas* na Lagoa de Santo André e respectivos valores de coeficiente de regressão (Coef), desvio residual (Dev.Res.), significância do teste de Chi2 ( $\chi^2$ ) e percentagem de explicação de cada preditor (cont.)

Preditores	Coef.	Dev. Res.	<i>p</i> -value ( $\chi^2$ )	%Expl.
Novembro	-0.124160			
Dezembro	2.554482			
<b>prof</b>	-0.422639	304.60	<2.2e <sup>-16</sup>	1.78
<b>temp</b>	0.279180	64.70	8.92e <sup>-16</sup>	0.38
<b>sal</b>	-0.056911	29.80	4.90e <sup>-08</sup>	0.17
<b>%Explicação modelo</b>	<b>total</b>			<b>67.50</b>

estação: estação de amostragem; mês: mês de amostragem; prof: profundidade; temp: temperatura da água; sal: salinidade

#### 4.3. Estrutura dimensional da população

Tendo em conta a largura da carapaça dos indivíduos que foram analisados em laboratório, fez-se um gráfico de “Bigodes” (fig. 4.5) com o intuito de obter uma ilustração que permitisse analisar a variação espacial da largura da carapaça dos exemplares em função das estações de amostragem. Não se nota uma variação clara neste parâmetro, quando comparadas as cinco estações de amostragem, pois apresentam valores médios semelhantes. O máximo de largura de carapaça observado foi de 70,12 mm (estação C) e o mínimo de 25,46 mm (estação A). Estes valores encontram-se dentro dos limites referenciados na introdução do trabalho.

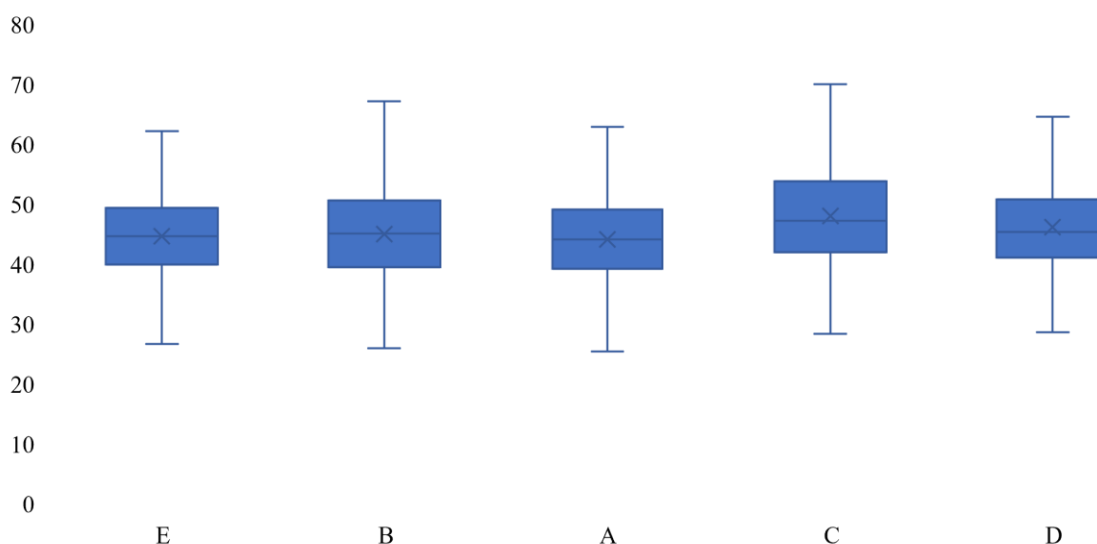


Figura 4.5. Evolução espacial da dimensão (largura da carapaça) dos caranguejos que foram analisados em laboratório.

A evolução da largura da carapaça no decorrer dos meses de amostragem pode ser descrita por um padrão em que estes valores são mais baixos no inverno, mas que tendem a subir continuamente até junho e julho, quando começam novamente a diminuir (fig. 4.6), sendo o (x) correspondente a média.

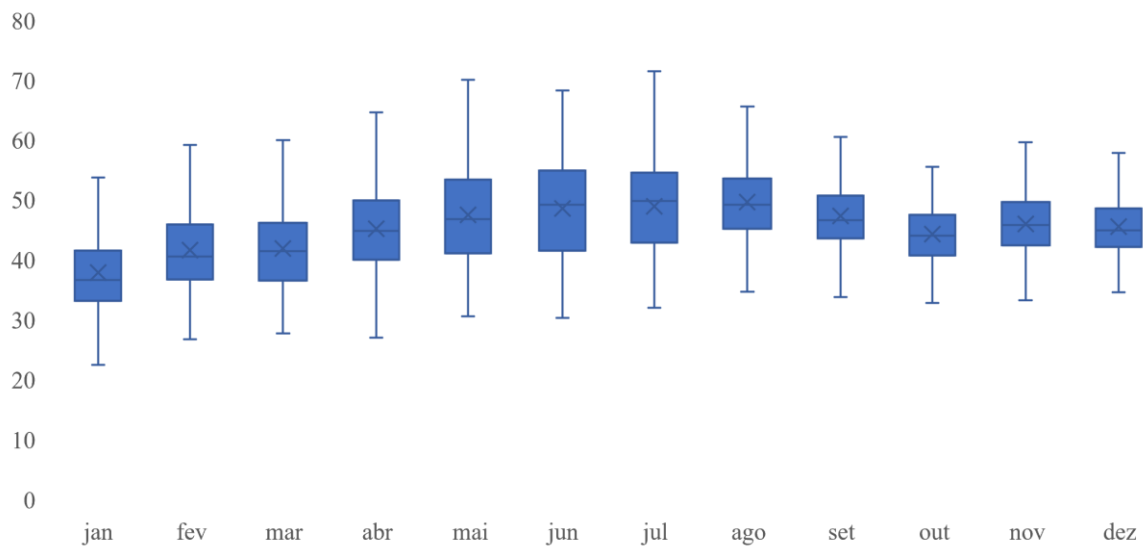


Figura 4.6. Evolução temporal da dimensão dos indivíduos que foram analisados no laboratório durante os meses de amostragem.

Analisando a figura 4.7, consta-se que os gráficos para cada estação de amostragem seguem o mesmo padrão da figura 4.6, no que à largura da carapaça diz respeito. Assim o mês de janeiro apresenta os valores mais baixos do ano, ao que se segue uma subida considerável, atingindo no caso da estação A o pico em junho. Na B, C e D esse máximo ocorreu no mês de maio e, por último, na estação E esse pico foi em abril. Após esse cúmulo, os valores de largura da carapaça começam a diminuir até o mês de dezembro, sendo o (x) correspondente a média.

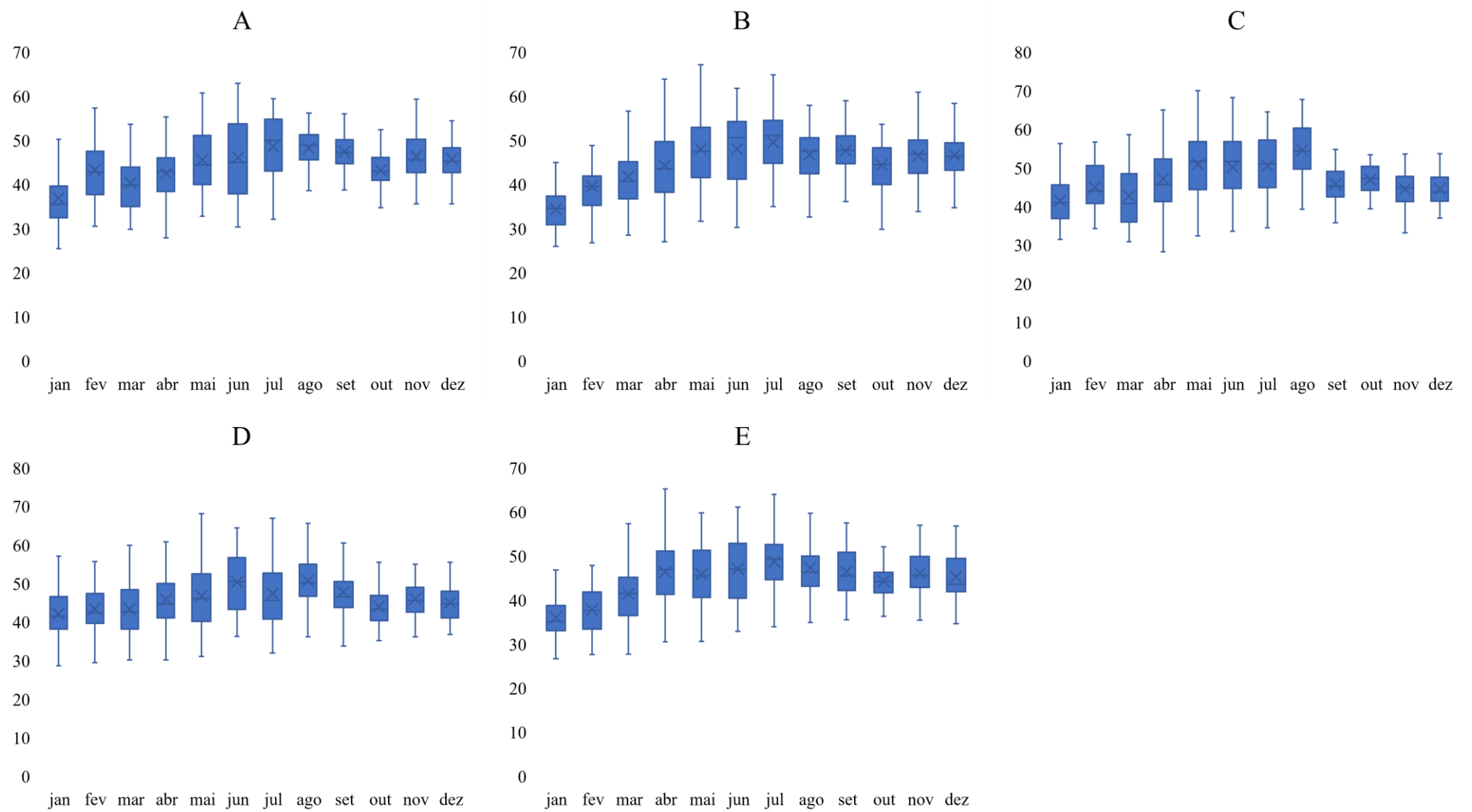


Figura 4.7. Evolução temporal da dimensão dos indivíduos que foram analisados no laboratório nas cinco estações de amostragem ao longo do tempo.

#### 4.4. Rácio Sexual na população

No total de 15063 exemplares de *C. maenas* capturados, 3898 foram analisados biometricamente em laboratório, sendo 2288 machos (58,70%) e 1610 fêmeas (41,30%). Estes resultados revelam, assim, um claro desvio do rácio sexual em relação à proporção teórica esperada de 1:1, com uma preponderância para os machos.

Como se pode observar na figura 4.8, os meses de janeiro e de dezembro registaram o maior número de fêmeas, em contraste com o menor número de machos (janeiro: 20.86% machos vs 79.13% fêmeas; e dezembro: 19.94% machos vs 80.05% fêmeas). O número de fêmeas diminuiu de forma contínua a partir de janeiro, até atingir o seu valor mínimo em agosto (7.21%); de forma inversa, o número de machos aumentou de modo considerável, atingindo o pico de 92.78% nesse mesmo mês. Após atingir o mínimo, o número de fêmeas voltou a aumentar até dezembro, sendo que o de machos diminuiu de forma contínua. Março foi o mês em que a diferença no número de machos e fêmeas foi mínimo (fêmeas 45.51% e machos 54.48%).

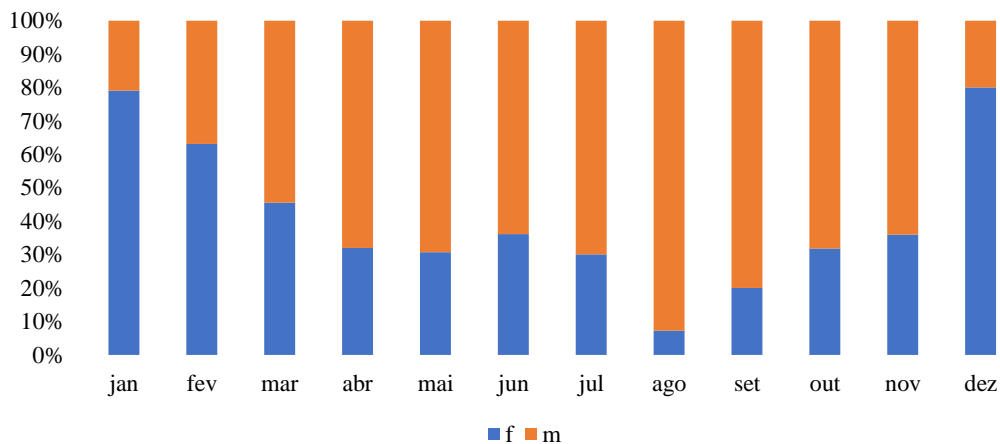


Figura 4.8. Rácio sexual entre fêmeas (F) e machos (M) das subamostras analisadas mensalmente (o número total de 3898 caranguejos analisados no laboratório: 2288 machos, equivalendo a 58.70% do total, e 1610 fêmeas, correspondendo a 41.30%).

Analisando as cinco estações de amostragem, na figura 4.9 percebe-se que seguem o mesmo padrão da figura 4.8, com o maior número de fêmeas a ser registado em janeiro e dezembro, diminuindo o valor a partir desse período até atingir o mínimo em agosto e aumentando de novo de forma contínua até dezembro. Em modo inverso, os machos têm o mínimo em janeiro e dezembro e o máximo no mês de agosto. A estação C é aquela que parece diferenciar-se mais das restantes, especialmente no mês de fevereiro, quando ocorre um valor anormalmente baixo de machos.

A análise estatística deste conjunto de dados revelou que o rácio sexual variou de forma significativa, tanto em relação ao mês de amostragem ( $\chi^2 = 752.06$ ,  $df = 11$ ,  $p\text{-value} < 0.05$ ), como em relação às estações de amostragem ( $\chi^2 = 37.36$ ,  $df = 4$ ,  $p\text{-value} < 0.05$ ).

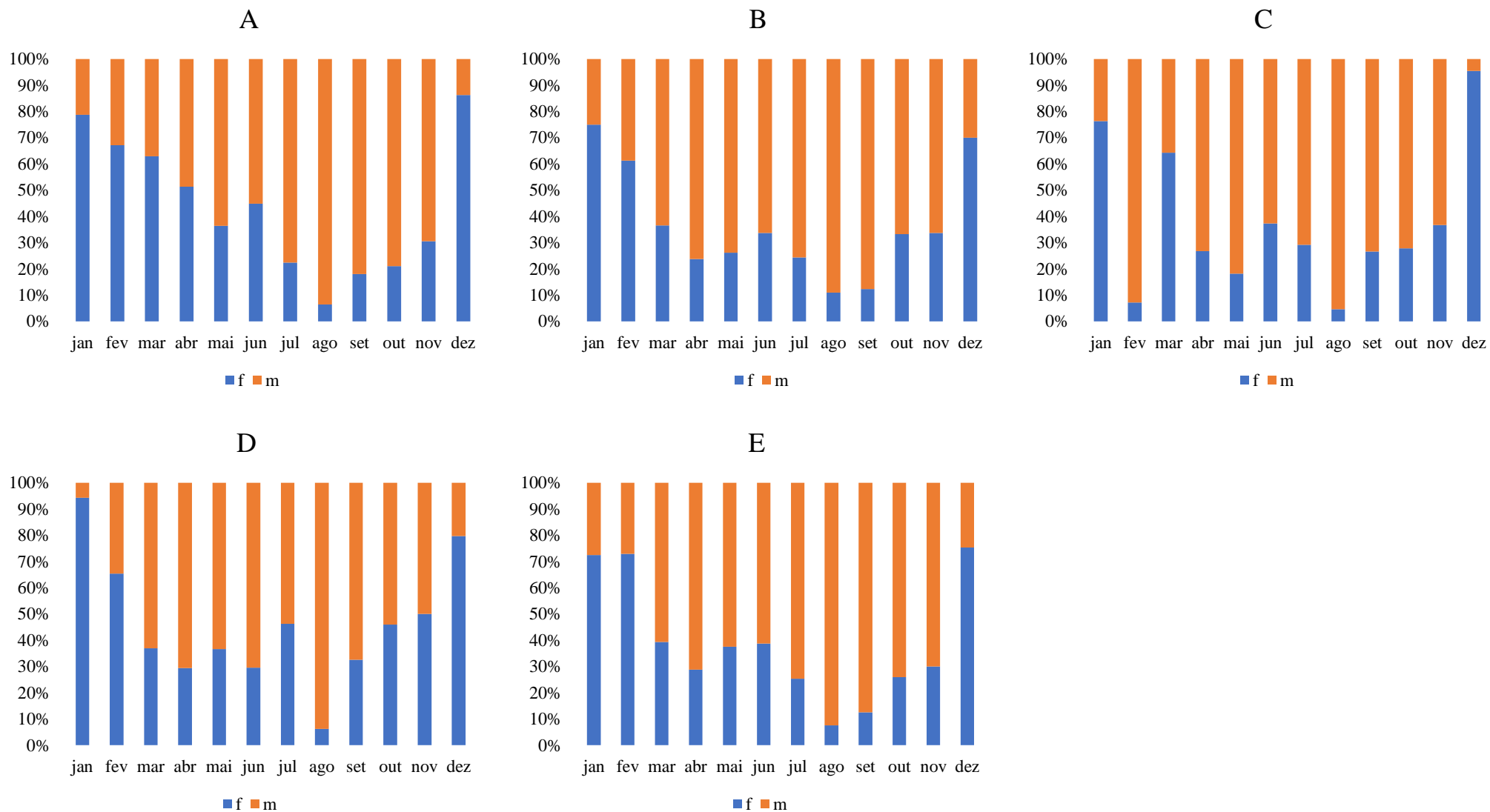


Figura 4.9. Representação percentual da variação temporal do rácio sexual dos machos (M) e fêmeas (F) para cada estação de amostragem (A, B, C, D, E).

#### 4.5. Proporção de fêmeas ovadas

Das 1610 fêmeas que foram analisadas no laboratório, 180 (11,18%) foram consideradas ovadas e 1430 (88,82%) não ovadas. De acordo com a figura 4.10, existe uma predominância das fêmeas não ovadas em relação às ovadas. Janeiro e dezembro foram os meses que apresentam os maiores percentuais de fêmeas ovadas, com os 68 e 63 exemplares nesta situação a equivalerem a 23.29% e 22.74% do total. Nos meses de junho, agosto e setembro os percentuais chegaram a 100% de fêmeas não ovadas, havendo a partir de outubro um pequeno acréscimo neste parâmetro (uma fêmea ovada em outubro e duas em novembro), até se verificar um novo pico em dezembro.

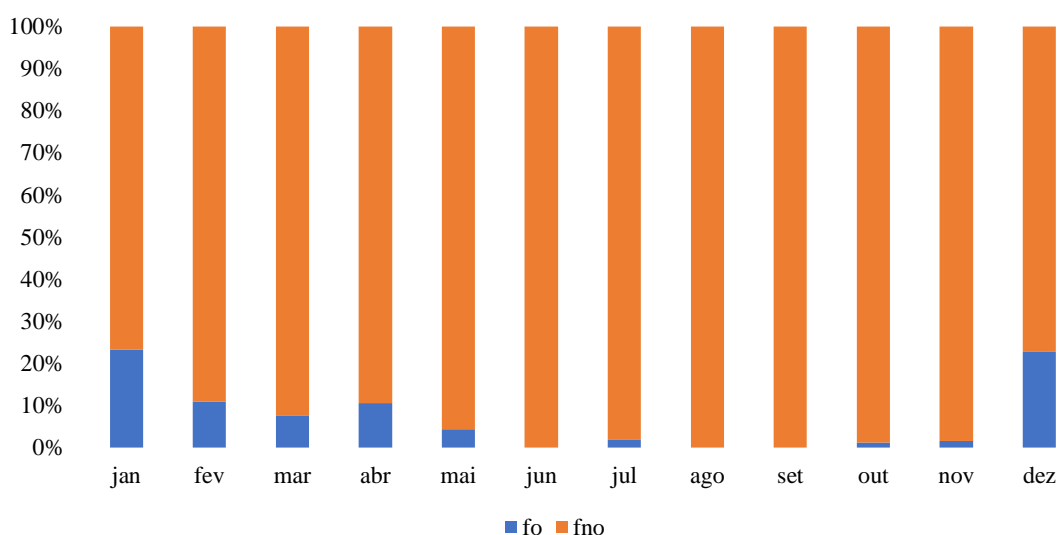


Figura 4.10. Variação temporal das fêmeas ovadas (FO) e não ovadas (FNO) analisadas em laboratório, de janeiro a dezembro de 2019.

Em termos de fêmeas ovadas, as cinco estações de amostragem seguem genericamente o mesmo padrão referido anteriormente para o panorama global (fig. 4.11). O maior número de fêmeas ovadas foi registado na estação C durante o mês de janeiro, com 20 indivíduos correspondendo a 44.5 % do total. Nota-se que nas épocas de verão e outono houve meses consecutivos com um absoluto de fêmeas não ovadas. As fêmeas ovadas têm quase sempre presença no início do ano (janeiro, fevereiro, março, abril), excetuando a estação A no mês de março e a C no mês de fevereiro, que não apresentaram nenhuma fêmea ovada. Também no final do ano, as estações B e D não apresentam fêmeas ovadas no mês de novembro. Estes resultados indicam que as fêmeas depositam os ovos nos meses de inverno e, em menor grau, na primavera, estando nos meses de verão e início do outono numa fase de pós-desova.

A análise estatística deste conjunto de dados revelou que a percentagem de fêmeas ovadas e não ovadas variou de forma significativa em relação ao mês de amostragem ( $\chi^2 = 143.13$ ,  $df = 11$ ,  $p\text{-value} < 0.05$ ), mas não em relação às estações de amostragem ( $\chi^2 = 7.19$ ,  $df = 4$ ,  $p\text{-value} > 0.05$ ).

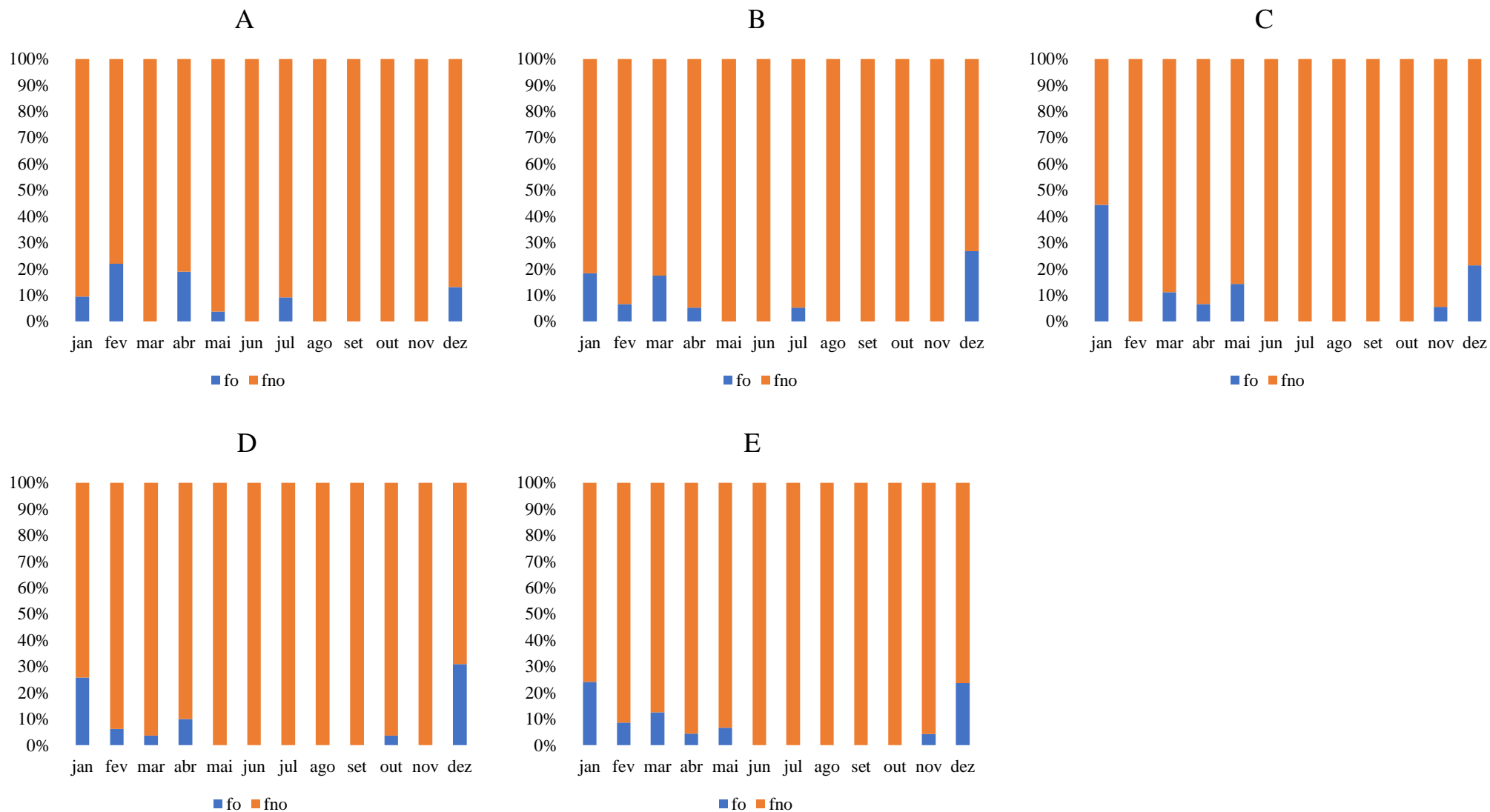


Figura 4.11. Representação percentual de variação temporal de fêmeas ovadas (FO) e não ovadas (FNO) nas cinco estações de amostragem (A, B, C, D, E) estabelecidas na área de estudo.

#### 4.6. Ogiva de maturação

A análise da figura 4.12 demonstra que, na LSA, 50% das fêmeas de *C. maenas* atingem a maturidade sexual aos 45,11 mm (largura da carapaça). Ao longo do período de estudo, a menor fêmea que foi encontrada ovada tinha 26,68 mm e a maior fêmea nestas circunstâncias tinha 61,57 mm (média: 42,70 mm). A menor fêmea não ovada tinha 21,24 mm e a maior 73,60 mm (média: 42,87mm).

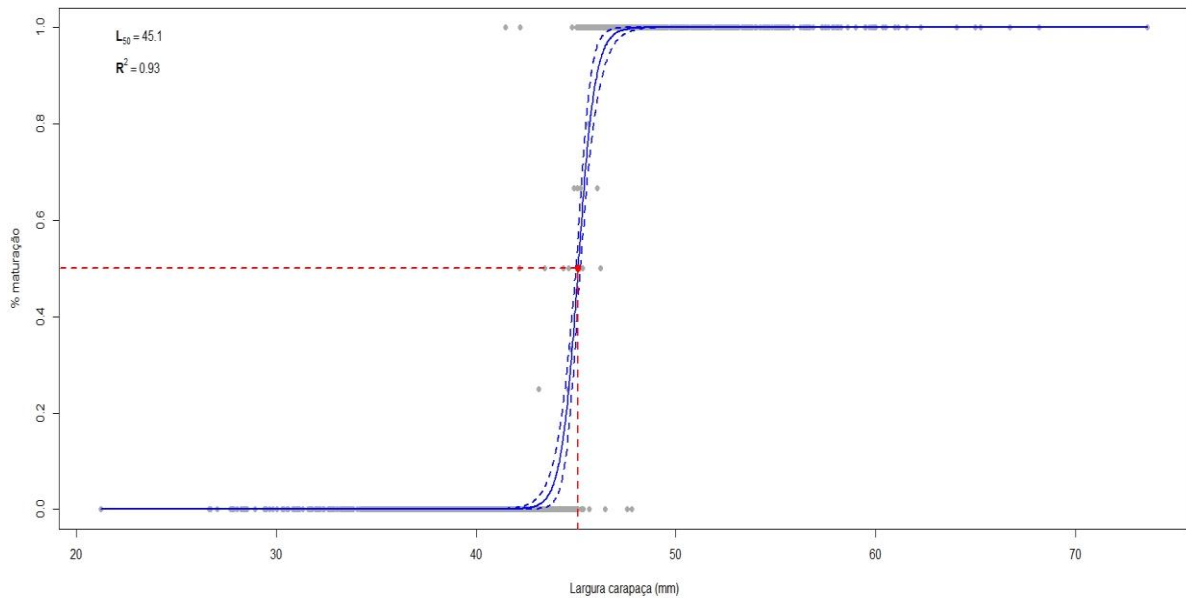


Figura 4.12. Ogiva de maturação para a largura da carapaça de fêmeas de *C. maenas* na Lagoa de Santo André. As linhas a azul demonstram a probabilidade prevista de maturidade e os pontos a cinzento indicam as proporções observadas de fêmeas ovadas.

## 5. Discussão

A abundância do caranguejo-verde na Lagoa de Santo André (LSA) foi superior em dezembro e janeiro, que corresponderam aos meses mais frios do ano. Estes resultados indicam que apesar de nestes meses o processo de muda, bem como a cópula serem raros (Horta, 2006), os caranguejos estão mais ativos e suscetíveis de caírem nas armadilhas. No mês de fevereiro (fig. 4.1) houve uma diminuição considerável no número de animais capturados, a qual foi ainda mais acentuada no mês de março. Segundo Fonseca e Luís (1992), a redução da densidade de *C. maenas* nestes meses deverá ter origem na estratificação halina da água e, conseqüentemente, no desenvolvimento de condições de anoxia, junto ao fundo (influenciando a sobrevivência e/ou mobilidade de *C. maenas*). No mês de outubro houve menor captura de caranguejos e, de acordo com Martins (1995) a variação da ocorrência de itens alimentares da dieta de *C. maenas* é menor no mês de outubro e durante este mês a espécie ocorre em muito baixas frequências, sugerindo que possivelmente o que leva a este resultado é a existência de ritmos endógenos migratórios (variação cíclica de certas propriedades do organismo) próprios da espécie ou, então, com algum fator desfavorável, como a falta de alimentos que influenciam a suspensão da atividade ( redução do metabolismo a uma nível muito baixo), não permitindo a sua captura em determinados momentos. A variação temporal das capturas oscilou muito, no entanto o mês de abril destaca-se pela elevada captura. É provável que este elevado número de caranguejos esteja relacionado com o recrutamento dos juvenis: à semelhança dos resultados obtidos por Queiroga (1987) na ria de Aveiro.

A descrição da qualidade do habitat apresenta algumas dificuldades, pois depende de uma gama de atributos interdependentes e variáveis temporal e espacialmente (Gibson, 1994; Beck *et al.*, 2001; Gilliers *et al.*, 2006). Sabe-se que o número de caranguejos numa determinada área varia consideravelmente com fatores ambientais, como temperatura e mudanças de salinidade devido à profundidade da água, entre outros. A variação da abundância de *C. maenas* na lagoa de Santo André (fig. 4.4) foi maior na estação A, a qual se encontra próxima do cordão dunar que separa a lagoa do oceano (zona bastante arenosa), à semelhança dos resultados obtidos por Horta (2006), que obteve maior abundância de *C. maenas* na zona arenosa (no braço sul do estuário do estuário do Mondego). Estas zonas arenosas parecem ser favoráveis, resultando em maior abundância da população, tal como observado por diversos outros autores (e.g., Marques *et al.*, 1993; Flindt *et al.*, 1997; Baeta *et al.*, 2005). De acordo com Do Chi e Lasserre (1974) os valores mais elevados de abundância nas regiões arenosas podem relacionar-se com a ocorrência de indivíduos de menores dimensões e a sua eventual preferência por estas zonas onde podem encontrar abrigo numa cobertura de macrófitos não muito densa. É importante realçar que nos meses de inverno se registaram as maiores capturas. Em contrapartida a estação C, localizada numa zona onde entra muita água das chuvas vinda dos arredores e onde a salinidade é mais baixa, tem a menor variação de abundância ao longo do tempo (fig. 4.4), reforçando a hipótese de a reduzida abundância estar relacionada com a baixa salinidade, à semelhança dos resultados obtidos por Horta (2006).

A proporção de sexos pode variar com as características ambientais (profundidade da água, temperatura, salinidade), devido aos padrões de migração e às preferências de habitat, que diferiram entre machos e fêmeas. Alguns comportamentos de migração podem ser atribuídos a diferenças específicas do sexo relativamente a tolerâncias fisiológicas (Baeta *et al.*, 2005). A proporção entre os machos e as fêmeas foi claramente superior para os machos, tendo os maiores valores na captura dos machos em relação as fêmeas ocorridas durante todo o ano excetuando os meses de dezembro, janeiro e fevereiro (fig. 4.5). O

número de machos em relação às fêmeas foi mínimo na estação A (18 machos), enquanto a maior diferença dessa relação foi encontrada na estação B (mais 230 machos). Segundo Aagaard (1995) os machos são mais suscetíveis de ser apanhados em armadilhas por serem mais ativos. Em contrapartida, o número de fêmeas nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro foi superior, algo que aconteceu nas cinco estações de amostragem. No entanto, Horta (2006) afirma que a cópula surge relacionada com a muda e que os indivíduos desta espécie podem realizar mudas em qualquer altura do ano, à exceção dos meses mais frios, levando a crer que nesses meses o número de fêmeas possa aumentar. Além disso pode ainda considerar-se que a maior abundância de fêmeas na estação A, durante o inverno, está relacionada com a sua migração para locais onde a salinidade é mais elevada, de modo a garantir uma maior viabilidade dos ovos (Broekhuysen, 1936; Naylor, 1962). Esta deslocação das fêmeas para a estação com maior salinidade que corresponde à estação A (que está perto do mar e que nas medições dos parâmetros ambientais apresentou maior salinidade) aconteceu, pois, apresentou maior captura total nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro e, segundo a figura 4.5 o número de fêmeas é relativamente superior aos machos nestes meses.

De acordo com Baeta *et al.* (2005) a espécie pode reproduzir-se ao longo do ano, mas as fêmeas ovadas são mais abundantes no final do inverno e primavera, à semelhança dos resultados obtidos no presente estudo (fig. 4.7). Na realidade, na LSA, a maior abundância de fêmeas ovadas foi registada entre dezembro e maio (inverno e primavera). Na costa portuguesa Marques e Costa (1983) descrevem a ocorrência de fêmeas ovadas durante todo o ano no estuário do Tejo, com um período de maior abundância entre novembro e março. Apesar de se tratar de locais diferentes, a tendência de haver maior número de fêmeas ovadas durante esse período mantém-se. De modo geral o número de fêmeas não ovadas foi superior às ovadas e segundo Baeta *et al.* (2006) as fêmeas ovadas tendem a permanecer escondidas como uma estratégia para superar o seu estado de vulnerabilidade e diminuir as chances de ser predadas, justificando esta baixa abundância.

A evolução temporal da dimensão da carapaça (fig. 4.9) foi maior na estação C, não tendo sido encontrada uma justificação plausível para explicar tal acontecimento. A evolução temporal da dimensão dos indivíduos (fig. 4.10) apresenta uma certa oscilação, tendo os menores valores ocorrido entre janeiro e abril e ainda, entre setembro e outubro. De acordo com Wallace (1973) a temperatura elevada e a grande disponibilidade de alimento nas lagoas, são dois dos fatores reconhecidamente importantes para um rápido crescimento de crustáceos, o que explica as maiores dimensões da carapaça dos indivíduos capturados nos meses de verão. Esta afirmação reforça os resultados obtidos neste estudo, que revelam maiores dimensões na carapaça, nos meses mais quentes. A diminuição dos valores no mês de setembro e outubro é explicada por Bernardo *et al.* (1988) como o resultado da diminuição de indivíduos de maiores dimensões (fig. 4.10), resultante de uma elevada mortalidade causada por fenómenos de distrofia, ou por se encontrarem em período de cópula. Nesta situação os indivíduos não seriam tão facilmente atraídos para as armadilhas. Provavelmente os dois fenómenos, cópula e distrofia, em conjunto, terão sido os responsáveis pela referida redução da captura de exemplares de maiores dimensões. Queiroga (1987) afirma que a diminuição do tamanho médio a partir de outubro é a provável consequência do abandono os bancos intertidais por parte dos juvenis nascidos no verão e que a partir desta data se juntaram aos indivíduos mais velhos.

Os resultados obtidos no presente estudo permitem verificar que volvidos cerca de 30 anos sobre o trabalho de Fonseca e Luís (1992), o caranguejo-verde continua a ser abundante na lagoa. Esta abundância, aliada ao facto de se tratar de uma espécie que tem sido explorada um pouco por todo o mundo, reforça o potencial da sua exploração, pelo que se apresentam opções para uma futura exploração comercial da espécie, na LSA.

A proteína de caranguejo é comercializada geralmente sob três formas principais: fresca, pasteurizada e congelada (Galleti, 2017), sendo o processamento da carne de caranguejo-verde para consumo humano a opção mais viável e a que tem sido mais usada. Uma solução para aumentar o valor económico da espécie tem sido o processamento mecânico para extração da carne de caranguejo-verde de modo a evitar desperdício de produto, e a utilização da sua carne para o desenvolvimento de produtos alimentares, como croquetes, massas, rissóis, molhos, sopas ou recheios (Gates e Parker, 1992a, b; Gillman, 2001; Galetti, 2017). Um exemplo foi a experiência realizada por Galleti (2017), em que se produziram empanadas de caranguejo-verde e se deram a provar a convidados, para aferir a sua recetividade ao produto. O procedimento nesta experiência consistiu na captura, seleção dos caranguejos por tamanhos, transporte para o local onde foram cozidos no vapor ou fervidos e a sua carne foi extraída manualmente para posterior utilização na confeção das empanadas. Nesse estudo mais de 63% dos convidados indicaram que provavelmente ou definitivamente comprariam as empanadas de caranguejo-verde se elas estivessem disponíveis localmente no mercado.

Num outro ensaio realizado por Brabo (2009), usaram um procedimento ligeiramente diferente utilizando uma outra espécie de caranguejo (caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*) com valores nutritivos semelhantes aos do caranguejo-verde, passando pelo cozimento com água e sal (salmoura) até à separação entre a carne do caranguejo e o seu exosqueleto, sendo a carne armazenada em sacos de plásticos para comercialização. O processamento da carne de caranguejo pode ser feito de forma artesanal (captura, lavagem, cozedura, retirada da carne, embalagem e armazenamento) ou industrial (captura, lavagem, cozedura, lavagem, retirada da carapaça, seleção de carne, embalagem em sacos, pasteurização e congelação). Em ambos os estudos há o cuidado de não misturar pedaços de exosqueleto com a carne e proceder à sua rápida conservação uma vez que a carne é propícia a proliferação de microrganismos. De modo a rentabilizar a exploração do caranguejo-verde, durante o processamento a carapaça pode ser aproveitada depois de separada da carne, pois apresenta quitina e macronutrientes na sua composição, podendo ter utilidade na agricultura (Barbo 2009).

Em operações de processamento de alimentos, a determinação do rendimento do produto é um fator crucial. Assim, uma das formas para obter maior rendimento com a carne do caranguejo é capturar os indivíduos quando possuem a carapaça mole, ou seja, quando estão em muda, pois o caranguejo de casca mole tem uma aceitação cada vez maior em todo o mundo e geralmente é vendido a valores mais elevados do que o caranguejo de casca dura. Num estudo comparativo entre caranguejos de casca dura e de casca mole registou-se uma diferença significativa no conteúdo de cálcio, bem como de outros minerais, entre a massa pré-muda e pós-muda (Benjakul e Sutthipan, 2009), o que pode influenciar substancialmente o sabor final dos produtos de carne de caranguejo. Importante frisar que o método de morte do caranguejo após a captura é prejudicial à qualidade final do produto, pois sendo o animal capturado e sacrificado começa logo a entrar em decomposição, enquanto que se o animal for mantido vivo até ao momento da cozedura a qualidade nutricional e microbiológica da carne será superior (Barbo 2009).

O caranguejo-verde pode ser usado para fazer rações para animais devido ao elevado conteúdo proteico, nível de cálcio, quitina e pigmentos, tendo como desvantagem um alto teor de cinza, que resulta da carapaça fina dos animais, que liberta partículas que se incorporam na carne picada do caranguejo, dando uma textura áspera ao produto e desse modo diminuindo a sua aceitabilidade (Gillman, 2001; Lee e Winckins, 1992). Outra solução que tem sido usada é o desenvolvimento de ração para criação de camarões penaeídeos em tanques litorais, poderá no futuro contribuir para um melhor aproveitamento

deste recurso vivo marinho. Com efeito, estes animais toleram maiores teores de cinzas nas rações compostas. A composição em ácidos gordos desta espécie, muito aproximada à de camarões penaeídeos, tornam *C. maenas* uma espécie particularmente vantajosa e de elevado potencial económico para assegurar as necessidades nutritivas de camarões em fase de crescimento (Fonseca e Luís, 1992).

## 6. Referências Bibliográficas

- Almaça C., (1982) Notes on the biology of *Carcinus maenas* (L.) from intertidal beaches of western Portugal. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca, Ancona*, 179-185.
- Baeta A., Cabral H. N., Neto J. M., Marques J. C. e Pardal M. A., (2005). Biology, population dynamics and secondary production of the green crab, *Carcinus maenas* (L.) in a temperate estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **65**: 43-52.
- Baeta A., Marques J., Cabral H., e Pardal M. (2006). Feeding ecology of the green crab, *Carcinus maenas* (L., 1758) in a temperate estuary, Portugal. *Crustaceana*, **79**: 1181–1193.
- Barnes, R.S.K. (1980). Coastal Lagoons. The natural history of a neglected habitat. Cambridge University Press.
- Beck, M.W., Heck, K.L., Able, K.W., Childers, D.L., Eggleston, D.B., Gillanders, B.M., Halpern, B., Hays, C.G., Hoshino, K., Minello, T.J., Orth, R.J., Sheridan, P.F., Weinstein, M.R., (2001). The identification, conservation, and management of estuarine and marine nurseries for fish and invertebrates. *Bioscience* **51**: 633 – 641.
- Benjakul, S., Sutthipan, N. 2009. Comparative study on chemical composition, thermal properties and microstructure between the muscle of hard shell and soft shell mud crabs. *Food Chemistry* **112**: 627-633.
- Bernardo, J. M.; Costa, A. M.; Cancela Da Fonseca, L., (1988) - Nutrient dynamics and dystrophy in a brackish coastal lagoon (St. André, SW Portugal). *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **31** (2) pp 6 1.
- Bernardo, J.M. (1990). Dinâmica de uma lagoa costeira eutrófica (Lagoa de Santo André). Tese de Doutoramento. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. 322 pp.
- Brabo, Marcos Ferreira. Adequações tecnológicas no beneficiamento do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) desenvolvido na comunidade de Caratateua, município de Bragança, estado do Pará, Brasil. 2009. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2009. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal.
- Broekhuysen, G.J., (1936). On development, growth and distribution of *Carcinides maenas* (L.). *Archives Néerlandaises de Zoologie*, **2**: 257-400.
- Cabral, M., (2001)., Estudo das comunidades de crustáceos decápodes nos estuários do Tejo e Douro. Relatório de Estágio, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Cancela da Fonseca, L. (1989). Estudo da influência da “abertura ao mar” sobre um sistema lagunar costeiro: a Lagoa de Santo André. Tese de Doutoramento. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. 355 pp.
- Cancela da Fonseca, L., Costa A.M., Bernardo J.M. (1989). Seasonal variation of benthic and fish communities in a shallow land-locked coastal lagoon (St. André, SW Portugal). *Scientia Marina*, **53**: 663-669.

- Cancela da Fonseca, L., Bernardo, J.M., Costa, A.M., Falcão M. e Vale, C. (2001). Seasonal chemical changes and eutrophication of a land-locked coastal lagoon (Stº André, Sw Portugal). *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, 6:167-183.
- Cancela da Fonseca, L. (2002) Aspectos Faunísticos da Lagoa de Santo André.
- Carlton, J. T. e Cohen, A. N. (2003). Episodic global dispersal in shallow water marine organisms: the case history of the European shore crabs *Carcinus maenas* and *C. aestuarii*. *Journal of Biogeography*, 30: 1809-1820.
- Carvalho, F., Bela, J., Santos, H, e Abreu, C. (1999). Resultados preliminares sobre a caracterização da população de caranguejo-verde *Carcinus maenas* L., na ria de Aveiro (Portugal). In *Libro de Resúmenes Ampliados, Tomo I.VIII COLACMAR*, eds. Alvaro E. tresierra Angular e Zoila G. Culquichicon Malpica, PP. 48-49. 17-21 de Octubre, Trujillo, Peru.
- Carlton JT, Cohen AN (2003). Episodic global dispersal in shallow water marine organisms: the case history of the European shore crabs *Carcinus maenas* and *C. aestuarii*. *Journal of Biogeography*, 30:1809–1820.
- Casini M., Mocenni C., Paoletti S., Pranzo M (2015). Decision support system development for integrated management of European coastal lagoons. *Environmental Modelling e Software*, 64: 47–57.
- Costa, A. M., Bernardo, J. M., e Cancela da Fonseca, L. (1985). Breve caracterização da evolução recente da Lagoa de Santo André (1978-1985). In 1o Congresso sobre o Alentejo (Vol. 3), 1429–1439.
- Costa, M.J.; Gordo, L.; Assis, C.A.; Costa, J.L. e Almeida, P.R. (1994). Estudo de impacte ambiental (Componente ictiofaunística) – Fixação da Embocadura da Lagoa de Óbidos ao mar. *Secção de Impacte Ambiental. FCUL/DZA. N/Publicado*, 41p.
- Costa L., Nunes M., Gerales P. e Costa H. (2003). Zonas importantes para as aves em Portugal. Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves. Portugal, Lisboa.
- Corgos, A. and Freire, J. (2006). Morphometric and gonad maturity in the spider crab *Maja brachydactyla*: a comparison of methods for estimating size at maturity in species with determinate growth. *ICES Journal of Marine Science*, 63: 851-859, doi:10.1016/j.icesjms.2006.03.003.
- Correia, M.J. (1995). Estudo das relações tróficas entre as espécies ictiológicas mais abundantes na Lagoa de Óbidos. *Relatório de estágio FCUL*. Lisboa 47 p.
- Correia, M. J., Costa, J. L., Chainho, P., Félix, P. M., Chaves, M. L., Medeiros, J. P., Costa, A. (2012). Inter-annual variations of macrobenthic communities over three decades in a land-locked coastal lagoon (Santo André, SW Portugal). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 110: 168–175.
- Crothers, J. H., (1967). The biology of the shore crab *Carcinus maenas* (L.). II. The life of the adult crab. *Field Studies*, 2 (5): 579-617.
- Crothers, J.H., (1968). The biology of the shore crab *Carcinus maenas* (L.). I. The background anatomy, growth and life history. *Field Studies*, 2 (3): 407-434.

- Cruces, A. (2001). Estudo a micro e meso-escala temporal de sistemas lagunares do SW alentejano (Portugal): as lagoas de Melides e Santo André. Unpublished MSc Thesis, University Lisbon, 228.
- Dawirs, R.R. (1985). Temperature and larval development of *Carcinus maenas* (Decapoda) in the laboratory; predictions of larval dynamics in the sea. *Marine Ecology Progress Series*, **24**: 297-302.
- de Deckere, E. A. M., Korver, O., Verschuren, P. M., e Katan, M. B. (1998). Health aspects of fish and n-3 polyunsaturated fatty acids from plant and marine origin. *European Journal of Clinical Nutrition*, **52**, 749–753.
- Demeusy, N. 1958. Recherches sur la mue de puberte du Decapode Brachyoure, *Carcinus maenas* Linne. *Archives de zoologie expérimentale et générale*, **95**: 253–491.
- Do Chi, T., Lasserre, G., (1974) - Structure de population, relation taille-poids et estimation du stock de crabes verts *Carcinus mediterraneus* Czerniavski, 1884, dans un étang du littoral languedocien. *Bull. Ecol.*, **5** (2): 91-104.
- Félix, P.M., Correia, M.J., Chainho, P., Costa, J.L., Chaves, M.L., Cruz, T., Castro, J.J., Mirra, C., Domingos, I., Silva, A.C.F., Cancela da Fonseca, L., (2015). Impact of freshwater inputs on the spatial structure of benthic macroinvertebrate communities in two landlocked coastal lagoons. *Hydrobiologia*, **758**: 197–209.
- Flindt, M. R., Kamp-Nielsen, L., Marques, J. C., Pardal, M. A., Bocci, M., Bendoricchio, G., Solomonsen, J., Nielsen, S. N. e Jorgensen, S. E., (1997). Discription of threen shallow estuaries: Mondego river (Portugal), Roskild Fjord (Denmark) and the lagoon of Venice (Italy). *Ecological Modelling*, **102**:17-31.
- Fonseca, L. C., e Luis, O. J., (1992). Considerações sobre a população do Caranguejo-verde (*Carcinus maenas*) na lagoa de Santo André. Conservação dos Recursos vivos marinhos. INIP, LISBOA, 25 - 27.
- Fonseca, L.C.; Gil, O.; Micaelo, C.; Pereira, P.; Gaspar, M.; Antunes, P.; Quintans, M.; Falcão, M.; Vale, C.; Moura, A.; Carvalho, S.; Leitão, F.; Santos, I.; Drago, T.; Santos, J. e Raimundo, J. (2002). Caracterização ambiental da Lagoa de Óbidos. Relatório do IPIMAR, 102 pp.
- Freitas, M. C., Cruces, A., e Andrade, C. (1999). As lagoas de Melides e Santo André: evolução e comportamento morfodinâmico. A Zona Costeira Do Alentejo: *Actas Do Seminário Sobre a Zona Costeira Do Alentejo*, Sines, 27–44.
- Gates, K.W., and Parker, A.H. (1992a). Characterization of minced meat extracted from blue crab picking plant by-products. *Journal of Food Science*, **57**(2): 267-270.
- Galetti, J. A., Calder, B. L., e Skonberg, D. I. (2017). Mechanical Separation of Green Crab (*Carcinus maenas*) Meat and Consumer Acceptability of a Value-Added Food Product. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, **26** (2), 172 – 180.
- Gilliers, C., Le Pape, O., Desaunay, Y., Morin, J., Guerault, D., Amara, R., (2006). Are growth and density quantitative indicators of essential fish habitat quality? An application to the common sole *Solea solea* nursery grounds. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **69**: 96–106.

- Gillman, B. (2001). Development and characterization of pastas containing underutilized crab mince [MS dissertation] Orono, ME: University of Maine. 193 p. [Accessed 2014 Apr 29].
- Gibson, R.N., (1994). Impact of habitat quality and quantity on the recruitment of juvenile flatfishes. *Netherlands Journal of Sea Research* **32**, 191 – 206.
- Gomes, V. (1991) 1º. O caranguejo *Carcinus maenas* (L.) da Ria de Aveiro: dados sobre o valor económico, avaliação de stock e esforço de pesca. In Adas do seminário Eurocoast sobre a zona costeira e os problemas ambientais, University of Aveiro, pp. 159—16.
- Horta, M. S., 2006. Ecologia alimentar de *Carcinus maenas* (L) no estuário do Mondego. Mestrado em Ecologia, Gestão e Modelação dos Recursos Marinhos, FCT-Universidade Nova de Lisboa, pp: 1 – 10.
- Jensen, G. C.; Mcdonald, P. S.; Armstrong, D. A. (2007). Biotic resistance to green crab, *Carcinus maenas*, in California bays. *Marine Biology*, **151**: 2231–2243.
- Josymar Torrejon-Magallanes (2020). sizeMat: Estimate Size at Sexual Maturity. R package version 1.1.2.
- Kjerfve, B. (1994). Coastal Lagoons. In: Kjerfve B (ed) Coastal lagoon processes. Elsevier-Oceanographic Series 60, New York, pp 1–8.
- Klassen G, Locke A. (2007). A Biological Synopsis of the European Green Crab, *Carcinus maenas*. *Can Manuscr Rep Fish Aquat Sci* 2818:1–82.
- Lasserre, P. (1979). Coastal Lagoons: Sanctuary ecosystems, cradles of culture, targets for economic growth. *Nature and Resources*. **15** (4): 2-21.
- Leaf, A., e Weber, P. C. (1988). Cardiovascular effects of n-3 fatty acids. *New England Journal of Medicine*, 318, 549–555.
- Lopes R.J., Pardal M.A. e Marques J.C. 2000. Impact of macroalgal blooms and wader predation on intertidal macroinvertebrates: experimental evidence from the Mondego estuary (Portugal). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **249**: 165–179.
- Lopes, V. C. P. (2013). A enguia na Lagoa de Santo André: contributo para a gestão da sua pesca. Faculdade de Ciências - Universidade de Lisboa.
- Maria, V.L., Santos, M. A. and Bebianno, M.J. (2009). Contaminant effects in shore crabs (*Carcinus maenas*) from Ria Formosa Lagoon. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C* **150**, 196–208.
- Marques, J. C. e Costa, I., (1983). Crustaceos decápodes do estuário do Tejo: distribuição das espécies e estudo da biologia das populações de *Carcinus maenas* (Decapoda, Branchyura), *Crangon crangon*, *Palaemon longirostis*, e *Palaemon serratus* (Decapoda, Caridae). *Estudo Ambiental do estuário do Tejo, CNA/Tejo 26 (23) Gabinete de Estudos e Planeamento do Ministério da Qualidade de Vida*.
- Marques, J. C., Costa, I., 1984 - Etude d'une collection de crustacés decapodes de l'estuaire du Tage (Portugal). Biologie des populations de *Carcinus maenas* (Decapoda, Brachyura), *Crangon crangon*, *Palaemon longirostris* e *Palaemon serratus* (Decapoda, Caridae). *Ciênc. Biol. Ecol. Syst.*, **5**, p.15 1-1 89.

- Marques, J. C., Maranhão, P. e Pardal, M. A., (1993a). Human impact assessment on the subtidal macrobenthic community structure in the Mondego estuary (Western Portugal). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **37**: 403-419.
- Martins, M. J. F., (1915). Estratégias alimentares de crustáceos decápodes no estuário do Mira: *Carcinus maenas* (Linnaeus, 1758), *Crangon Crangon* (Linnaeus, 1758), *Palaemon Longirostris* (Milne-Edwards, 1837), *Palaemon sarratus* (Pennante, 1777) e *Penaeus Kerathurus* (Forskal, 1775). Relatório de estágio, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Moksnes, P.O., (2004). Interference competition for space in nursery habitats: density-dependent effects on growth and dispersal in juvenile shore crabs *Carcinus maenas*. *Marine Ecology Progress Series* **281**, 181–191.
- Naylor, E., (1962). Seasonal changes in population of *Carcinus maenas* (L.) in the litoral zone. *Journal of Animal Ecology*, **31**:601-609.
- Ogawa, Masayoshi e Silva, Ana e Ogawa, Norma e Maia, Everardo e Nunes, Maria. (2008). Adequações tecnológicas no processamento da carne de caranguejo. *Ciencia E Tecnologia De Alimentos - CIENCIA TECNOL ALIMENT*. 28. 10.1590/S0101-20612008000100012.
- Paula, J. P. M., (1993). Ecologia da fase larvar e recrutamento de crustáceos decápodes no estuário do rio Mira. Tese de Doutoramento, Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Pérez-Ruzafa A., Mompeán M.C., Marcos, C. (2007). Hydrographic, geomorphologic and fish assemblage relationships in coastal lagoons. *Hydrobiologia* **577**, 107–125.
- Pérez-Ruzafa, A.; Marcos, C.; Pérez-Ruzafa, I.M.; Pérez-Marco, M. (2011). Coastal lagoons: “transitional ecosystems” between transitional and coastal waters. *Journal of Coastal Conservation* **15**:369–392.
- Pérez-Ruzafa A., Marcos, C. (2012). Fisheries in coastal lagoons: An assumed but poorly researched aspect of the ecology and functioning of coastal lagoons. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **110**, 15e31.
- Queiroga, H., (1987). A biologia de *Carcinus maenas* (L.) em condições estuarinas. Estudo de uma população da ria de Aveiro. Trabalho de Síntese das Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica, Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Queiroga, H. (1995). Processos de dispersão e recrutamento das larvas do caranguejo *Carcinus maenas* (L.) na Ria de Aveiro. PhD Dissertation Thesis, University of Aveiro.
- Roa, R., Ernst, B. and Tapia, F. (1999). Estimation of size at sexual maturity: an evaluation of analytical and resampling procedures. *Fishery Bulletin*, **97** (3): 570-580.
- Reid, D.G., Abello, P., Kaiser, M.J., Warman, C.G., (1997). Carapace colour, inter-moult duration and physiological ecology of the shore crab *Carcinus maenas*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **44**, 203e211
- Rice, A.L. e Ingle, R.W. (1975). The larval development of *Carcinus maenas* (L.) and *Carcinus mediterraneus* Czerniavsky (Crustacea, Brachyura, Portunidae) reared in Distribution and drift of the crab *Carcinus maenas* (L.) (Decapoda, Portunidae) larvae over the continental shelf off northern Portugal in April 1991. pp. 1992-1995.

- Santinhos, A. J., Martinho, A. P., e Caeiro, S. (2014). Perceção das populações locais face à sustentabilidade dos serviços das zonas costeiras: o caso da Lagoa de Santo André, Portugal. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, **14**(3), 413–427.
- Santos, J. (2016). Ecologia da enguia e gestão da sua pesca na Lagoa de Santo André. Faculdade de Ciências - Universidade de Lisboa.
- Silveira, M., Encarnação, P., Vidal, A., e da Fonseca, L. C. (2009). Aves aquáticas e gestão da Lagoa de Santo André. *Revista Da Gestão Costeira Integrada*, **9**(3), 55–70.
- Skonberg, D. I., e Perkins, B. L. (2002). Nutrient composition of green crab (*Carcinus maenus*) leg meat and claw meat. *Food Chemistry*, **77**, 401–404.
- Somerton, D. A. (1980). A computer technique for estimating the size of sexual maturity in crabs. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **37**(10): 1488-1494. doi:10.1139/f80-192.
- Sousa, R. G., (2003)., Estrutura das comunidades de macroinvertebrados bentónicos presentes no estuário do rio Lima. Dissertação de mestrado. Universidade do Porto. Porto.
- Souza, A.T.; Ilarri, M.I.; Campos, J.; Marques, J.C.; Martins, I. (2011). Differences in the neighborhood: Structural variations in the carapace of shore crabs *Carcinus maenas* (Decapoda: Portunidae). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **95**, 424–430.
- Tagliapietra, D.; Sigovini, M.; Ghirardini, A.V. (2009). A review of terms and definitions to categorise estuaries, lagoons and associated environments. *Marine and Freshwater Research* **60** (6), 497-509.
- Torres, I. C., Mira, L., Ornelas, C. P., e Melim, A. (2000). Study of the effects of dietary fish intake on serum lipids and lipoproteins in two populations with different dietary habits. *British Journal of Nutrition*, **83**, 371–379.
- Waap, S., (2007). Padrões Temporais de Fornecimento de Megalopas de *Carcinus maenas* na ria de aveiro: Influência dos Ventos e das Marés. Dissertação de Mestrado em Biologia Marinha. Universidade do algarve. Faro.
- Wallace, J. C. (1973). Feeding, starvation and metabolic rate in the shore crab *Carcinus maenas*. *Marine Biology*, **20**(4), 277–281.
- Yáñez-Arancibia, A., Domínguez, A. L. L., e Pauly, D. (1994). Coastal lagoons as fish habitats. *Elsevier Oceanography Series*, **60**, 363–376.