



Universidade dos Açores
Departamento de Biologia

**Estudo da Estrutura Populacional e Caracterização
do habitat de *Procambarus clarkii* (lagostim vermelho)
na Lagoa das Sete Cidades e na Lagoa do Peixe
(São Miguel, Açores)**



Ana Luísa Coderniz Picanço

Ponta Delgada, 2005

**Estudo da Estrutura Populacional e Caracterização
do habitat de *Procambarus clarkii* (lagostim vermelho)
na Lagoa das Sete Cidades e na Lagoa do Peixe
(São Miguel, Açores)**

Ana Luísa Coderniz Picanço

**Relatório de estágio do curso de Licenciatura em
Biologia Ramo Ambiental e Evolução**

Ponta Delgada, 2005

Agradecimentos

A realização deste trabalho só foi possível graças a todas as pessoas que continuamente me deram o seu apoio e cooperação às quais quero expressar a minha sincera gratidão.

Aos meus pais e aos meus irmãos (João e Nuno) pela força constante que me transmitem, imensa paciência em aturar o meu instável humor e incentivo em todas as minhas decisões, inclusive a de seguir a carreira de bióloga.

À minha orientadora Prof. Dra. Ana C. Costa pelas imensas emendas e puxões de orelha.

Ao meu parceiro e amigo Dr. Vicent Plana Garrigues que trouxe sol de Valência para os dias de escuridão nas Sete Cidades. Com muita paciência mostrou-me o significado da palavra rigor e amenizou a turbulência das tarefas diárias ao longo deste estágio com muito entusiasmo, espírito de equipa e bom humor.

Ao Prof. Dr. Luís Silva pelo auxílio e disponibilidade em esclarecer minhas dúvidas quanto à estatística.

À Dra. Margarida Medeiros por ceder informações e disponibilizar-se em esclarecer mais alguma dúvida.

Ao Dr. Pedro Raposeiro e à Dra. Vera Malhão pelo auxílio na identificação dos diversos macroinvertebrados aquáticos.

Ao António e à Luz da Secção de Geografia por cederem imagens e alguma bibliografia sobre as Sete Cidades.

Ao João Brum pela transmissão de adrenalina quando a palavra de ordem é acção.

Aos Srs. condutores Zé Tavares das Sete Cidades, Zé Viveiros dos Ginetes e Ricardo dos Serviços Técnicos pela paciência e assistência no campo quando foi necessária.

À amiguinha Dra. Maria Ana Dionísio pelas grandes gargalhadas e dicas imprescindíveis para a elaboração deste relatório.

À Dona Ana por facilitar material básico e organizar o local de trabalho.

Aos amigos de todas as horas, minutos e segundos: Michelle, Bea, Rui, Afonso, Elisabete, Susana, Andreia, Filipa, Sandra, Rui, Jorge, Ester e Sandro.

E por último, mas não menos importante o pessoal do Snack-Bar Esplanada S.Nicolau das Sete Cidades pela imensa simpatia e por servirem excelentes refeições que fazem aguentar um pleno dia de trabalho de campo.

Índice

1. Introdução	1
2. Objectivos	2
3. Enquadramento geográfico	3
4. Descrição das áreas em estudo	5
5. Caracterização da espécie <i>Procambarus clarkii</i>	10
5.1. Morfologia Externa	10
5.2. Ciclo Biológico	11
5.2.1. Dimorfismo sexual	11
5.2.2. Estado de Maturação	12
5.2.3. Reprodução	12
5.2.4. Habitat	13
5.2.5. Alimentação	14
5.2.6. Predadores	14
6. Retrospectiva do estudo desta espécie em São Miguel	15
7. Metodologia	16
7.1. Estratégias e Técnicas de Amostragem	16
7.1.1. Análise Biométrica	16
7.1.2. Caracterização do Habitat	19
7.2. Tratamento de Resultados	20
8. Resultados	23
8.1. Abundância de <i>P. clarkii</i>	23
8.2. Estrutura Populacional	23
8.2.1. “Sex – ratio”	27
8.2.2. Estado de Maturação	28
8.2.3. Análise Biométrica	29
8.3. Caracterização do Habitat	31
9. Discussão dos Resultados	36
10. Considerações Finais	40
11. Bibliografia	41
Anexos	

1. Introdução

A *Procambarus clarkii* (Girard, 1982) é uma espécie de crustáceo do sul dos Estados Unidos da América e do noroeste do México e foi introduzido em outras regiões como a América do Sul e Central, a Europa, a África, a Ásia, Pacífico e Caraíbas (Ingle, 1997).

O lagostim vermelho foi detectado na ilha de São Miguel (Açores) pela primeira vez em 1993 na Lagoa do Peixe e posteriormente em 1997, na Lagoa das Sete Cidades. Não se sabe ao certo com que propósito a não ser o da exploração. Actualmente verifica-se que a exploração ou predação são um dos possíveis factores de extinção da população da Lagoa do Peixe que sofreu um declínio em pouco tempo, apesar desta espécie possuir uma grande resistência a condições adversas e uma elevada capacidade reprodutora (Constância *et al.*, 1997).

O *P. clarkii* é uma espécie exótica conhecida pelo seu nome vulgar, lagostim vermelho da Luisiana. Possui uma rápida capacidade de adaptação e propagação que faz com que a sua inserção no ecossistema seja viável, com possíveis impactos negativos e positivos. Esta espécie é considerada uma praga para os ambientes naturais, pois o seu controlo e erradicação são quase impossíveis (Costa & Correia, 1994). É considerado um ‘estrategista-r’ que encontra em São Miguel condições propícias para a sua aclimatização e proliferação. Como espécie invasora, é necessário a sua monitorização e o estudo da sua evolução populacional.

Este trabalho insere-se num projecto (POCTI/BSE/46862/2002) financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia, denominado de Relação entre a diversidade genética e variabilidade bioecológica de populações introduzidas e nativas de *Procambarus clarkii*; e surge na sequência de outros (*e.g.* Garcia *et al.*, 1993; Costa & Correia, 1994; Costa *et al.*, 1994; Costa *et al.*, 1996; Rodrigues, 1997; Seara & Costa, 1999 e Couto & Costa, 2002).

2. Objectivos

Este estudo tem como objectivos a determinação da estrutura populacional, o “sex-ratio” e as densidades de duas populações de lagostim vermelho, *Procambarus clarkii* (Girard, 1852), nas Lagoas do Peixe e Sete Cidades na ilha de São Miguel, com a finalidade de contribuir para o conhecimento da evolução destas duas populações. Pretende-se ainda contribuir para uma melhor caracterização do habitat que esta espécie encontrou nestes dois locais da ilha de São Miguel.

3. Enquadramento geográfico

O arquipélago dos Açores (figura 1) é uma região insular constituída por nove ilhas e vários ilhéus. Encontra-se situado no Oceano Atlântico Norte, a 1430 km do Continente Europeu e a 3900 km do Continente Americano (Porteiro, 2000), entre as coordenadas 36° 55' e 39° 45' de latitude norte e entre 25° e 31°15' de longitude Oeste (Constância *et al.*, 1997). As ilhas dos Açores distribuem-se diagonalmente por aproximadamente 66 000 km², com uma orientação marcadamente Noroeste-Sudeste (DROTRH, 2001).



Figura 1. Ilhas dos Açores (fonte: <http://www.virtualazores.net>).

Os Açores estão agregados em três grupos: o grupo Ocidental composto pelas ilhas Flores e Corvo; o grupo central formado pelas ilhas Terceira, Graciosa, São Jorge, Pico e Faial; e o grupo Oriental constituído São Miguel e Santa Maria.

O arquipélago é influenciado pelo anticiclone subtropical dos Açores, como tal, o clima dos Açores é temperado quente com elevados índices de humidade, nebulosidade e ventos, pequena amplitude térmica, com oscilações dos valores médios anuais entre 16,8 e 17,7°C (Instituto Hidrográfico, 1981). O facto do Arquipélago se situar em pleno Oceano Atlântico faz com que o clima açoriano seja muito húmido

durante todo o ano de que resulta, aliada ainda à predominância dos ventos de oeste e ao relevo da Ilha, uma elevada precipitação (Constância *et al.*, 1997).

A superfície do arquipélago é de 2 334 km², de onde se destaca a ilha de São Miguel por ser a maior em comparação com as restantes ilhas, com 745,8 km². Tal como restantes ilhas de origem vulcânica, São Miguel apresenta uma orientação geral Leste-Oeste, devido aos condicionalismos tectónicos e vulcânicos nesta região do Atlântico (Constância *et al.*, 1997).

O clima da ilha de São Miguel é ameno, com valores que rondam os 21°C no Verão e os 14°C no Inverno, o que contribui para a sua exuberância vegetal e para o seu valor económico e paisagístico (Porteiro, 2000).

As lagoas em S. Miguel perfazem um total de 8,4 km² de área, contribuindo a Lagoa do Peixe com 0,013 km² e a Lagoa das Sete Cidades com 4,4 km² (figura 2). Ambas as lagoas são de baixa profundidade (Porteiro, 2000).

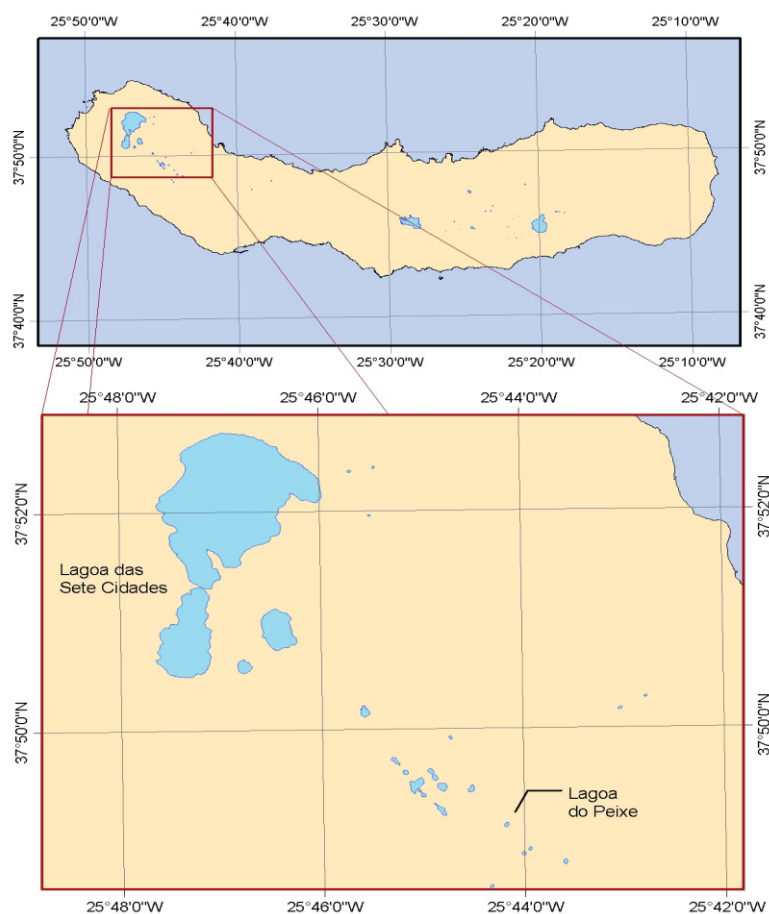


Figura 2. Localização da Lagoa das Sete Cidades e da Lagoa do Peixe (fonte: Universidade dos Açores, Secção de Geografia).

4. Descrição das áreas em estudo

As Lagoas do Peixe e Sete Cidades situam-se na região Noroeste e pertencem ao concelho de Ponta Delgada. A Lagoa do Peixe, onde o lagostim vermelho foi encontrado pela primeira vez em São Miguel é muito pequena, com uma profundidade máxima de 1,5 m. Situa-se na base das vertentes, a Sudeste do maior cone de escórias da Serra Devassa, o Pico do Carvão. Esta lagoa encontra-se em desequilíbrio ecológico devido à redução da vegetação aquática, constituída principalmente por *Potamogeton polygonifolius* e diminuição de espécies ictiológicas como o *Rutilus macrolepidotus* (ruivaca) e o *Carassius auratus* (peixe vermelho), resultantes de diversas acções humanas abusivas como a exploração de inertes (Constância *et. al.*, 1997).

A Lagoa do Peixe (figura 3) possui um substrato lodoso que possivelmente dificulta a acção escavadora dos lagostins (Rodrigues, 1997). A lagoa encontra-se no estado trófico de eutrofia (Porteiro, 2000).

A Lagoa do Peixe encontra-se próxima da Lagoa das Sete Cidades, mas não o suficiente para que o *P. clarkii* possa passar de uma lagoa para outra (Garcia *et al.*, 1993).



Figura 3. Lagoa do Peixe.

No conjunto do complexo Vulcânico das Sete Cidades (figura 4), a caldeira das Sete Cidades é uma área de fundo aplanado e paredes abruptas, no interior da qual se

encontram alguns cones com características bem conservadas. A maior parte do fundo da caldeira (Cunha, 1986) é subdividido por duas lagoas, uma lagoa mais pequena e outra maior, cada uma denominada de Lagoa Verde e Azul, respectivamente. Embora estas lagoas se encontrem interligadas por um estreito canal de reduzida profundidade, comportam-se como corpos de água distintos (Calado, 2000).



Figura 4. Lagoa das Sete Cidades.

A Lagoa Azul (figura 5), situada a norte da caldeira, possui uma área de 3,54 km² de superfície, 8,5 km de perímetro e 28 m de profundidade máxima. Registrando um volume de cerca de $46,6 \times 10^8$ m³, estima-se que quase metade do volume de água das lagoas insulares esteja contida na lagoa, representando assim a maior reserva estratégica de água superficial, para fins múltiplos, do Arquipélago (Dentinho *et al.*, 2002).

A Lagoa Verde (figura 5), situada a sul da caldeira, possui uma área de 0,82 km², um perímetro de 4 km e um volume de $1,3 \times 10^8$ m³. Relativamente à batimetria, os valores da profundidade máxima são de 20m (Cunha, 1986).

As Lagoas Azul e Verde juntas, equivalem a quase metade da superfície regional (47%) (Porteiro, 2000).



Figura 5. Lagoa Azul e Lagoa Verde

(fonte: Universidade dos Açores, Secção de Geografia).

A temperatura, humidade de precipitação são os três elementos climáticos mais evidentes na Lagoa das Sete Cidades, sendo estes condicionados pelos seguintes factores: relevo, exposição solar, natureza dos solos, vegetação e actividade antrópica. Com base no critério de Köppen, o clima da bacia denomina-se mesotérmico, pois a temperatura do ar, média anual é inferior a 18°C e superior a 3°C, sendo o seu valor de 15,5°C. Tem uma precipitação média anual de 1840 mm com máximo em Janeiro e um mínimo em Julho (2497 mm e 722 mm, respectivamente). A humidade relativa média é de 87,89 % sendo classificada por hiper-húmido segundo o critério de Thornthwaite (Cunha, 1986).

Os sedimentos das lagoas são constituídos por lodo orgânico sobre areia e cascalho (Calado, 2000).

Quanto ao estado trófico pode dizer-se que a Lagoa Azul se encontra num estado mesotrófico e a Lagoa Verde em mesotrofia/eutrofia (Porteiro, 2000).

A Lagoa das Sete Cidades alberga uma grande variedade de espécies vegetais, de ictiofauna, aves e alguns mamíferos. As 17 espécies de aves referidas na tabela 1 correspondem a oitenta e cinco por cento (85%) das espécies terrestres referidas como nidificantes, este facto leva a constatar que, pelo menos no que diz respeito a espécies terrestres, as nidificantes açorianas estão bastante bem representadas (Luís, 1984).

Tabela 1 – Espécies de aves nidificantes das Sete Cidades (por ordem sistemática)

– Fonte: Luís (1984).

Nome Científico	Nome(s) Vulgar(es)
<i>Buteo buteo</i>	Águia de asa redonda, Milhafre
<i>Coturnix coturnix</i>	Codorniz
<i>Gallinagogallinago</i>	Narceja
<i>Columba Livia</i>	Pombo-da-rocha
<i>Columba palumbus</i>	Pombo-torcaz
<i>Asio atus</i>	Mocho
<i>Motacilla cinerea</i>	Alveola
<i>Sylvia atricapilla</i>	Toutinegra
<i>Regulus regulus</i>	Estrelinha
<i>Erithacus rubercula</i>	Santo Antoninho
<i>Turdus merula</i>	Melro, Melro Negro
<i>Fringilla coelebs</i>	Tentilhão
<i>Carduelis carduelis</i>	Pintassilgo
<i>Carduelis chloris</i>	Verdelhão
<i>Sorinus canaria</i>	Canário da terra
<i>Passer domesticus</i>	Pardal
<i>Sturnus vulgaris</i>	Estorninho

Na tabela 2 podemos encontrar uma lista dos mamíferos que existem nas Sete Cidades.

Tabela 2 – Espécies de mamíferos que podem ser encontrados na bacia hidrográfica das Sete Cidades – Fonte: Luís (1984).

Nome Científico	Nome(s) Vulgar(es)
<i>Erinaceus europaeus</i>	Ouriço-cacheiro
<i>Mus musculus</i>	Rato-das-casas
<i>Mustela nivalis</i>	Doninha
<i>Mustela vulgaris</i>	Comadrinha
<i>Nyctalus azoreum</i>	Morcego
<i>Orcytolagos cuniculus</i>	Coelho-bravo
<i>Rattus rattus</i>	Rato-preto

A ictiofauna das lagoas das Sete Cidades (tabela 3) é, na sua quase totalidade, constituída por espécies cuja data de introdução e origem se conhece com exactidão (Luís, 1984).

Tabela 3 – Espécies de peixe introduzidas nas lagoas das Sete Cidades – Fonte: Luís (1984) e Couto (2004).

Nome Científico	Nome(s) Vulgar(es)	Ano de Introdução	Origem
<i>Rutilus macrolepidotus</i>	Ruivaca	1879	Rio Mondego
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa comum	1870	Alemanha
<i>Cyprinus specularis</i>	Carpa-espelho	1890	Alemanha
<i>Salmo trutta fario</i>	Truta-fario	1880	Inglaterra
<i>Salmo stomachius</i>	Truta	1882	Inglaterra
<i>Salmo lacustris</i>	Truta de lago	1889	L.Garda (Itália)
<i>Micropterus salmoides</i>	Achigã	1898	América
<i>Perca fluviatilis</i>	Perca	1898	Inglaterra
<i>Sander lucioperca</i>	Sandre	?	França
<i>Esox lucius</i>	Lúcio	?	França

Embora a caldeira esteja muito desenvolvida em actividades como a silvicultura e agro-pecuária, podemos encontrar diversas espécies de flora natural, das quais destacam-se as da zona litoral na tabela 4.

Tabela 4 - Espécies de plantas aquáticas vasculares e comunidades fitoplanctónicas das lagoas das Sete Cidades – Fonte: Porteiro (2000).

Lagoas	Macrófitas	Clorófitas	Diatomáceas	Cianobactérias
	<i>Egeria densa</i> ;			
Lagoa Azul	<i>Potamogeton polygonifolius</i> ; <i>Eleocharis multicaulis</i> ; <i>Eleocharis palustris</i> ; <i>Scirpus fluitaus</i> ; <i>Hypocymus elodes</i> .	<i>Oocystis lacustris</i> ; <i>Staurastrum sp.</i> ; formas cocoides não identificadas.	<i>Fragilaria ulva var. acus</i> ; <i>Aulacoseira ambigua</i> ; <i>Epithemia sp.</i> .	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> ; <i>Anabaena sp.</i> ; <i>Oscillatoria limnetica</i> .
Lagoa Verde	<i>Egeria densa</i> ; <i>Potamogeton polygonifolius</i> ; <i>Eleocharis multicaulis</i> ; <i>Eleocharis palustris</i> ; <i>Scirpus fluitaus</i> ; <i>Hypocymus elodes</i> .	<i>Oocystis lacustris</i> ; <i>Staurastrum sp.</i> ; <i>Cosmarium punctulatum</i> .	<i>Fragilaria ulva var. acus</i> ; <i>Aulacoseira ambigua</i> ; <i>Fragilaria cortonensis</i> .	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> ; <i>Anabaena sp.</i> ; <i>Oscillatoria limnetica</i> .

5. Caracterização da espécie *Procambarus clarkii* (Girard, 1852)

O lagostim vermelho é uma espécie pertencente à classe Crustacea, ordem Decapoda e Família Astacidae. Do grupo de lagostins, o *P. clarkii* destaca-se como a espécie que mais introduções sofreu em diversas regiões do mundo, com o objectivo comercial/consumo. Esta acção poderá ter graves consequências para o ecossistema natural, com possível desequilíbrio da fauna e flora que o constituem (Groves, 1985).

Em Portugal, esta espécie foi avistada pela primeira vez em 1979 num afluente do rio Guadiana (Ramos & Pereira, 1981). Em 1993, registou-se pela primeira vez em São Miguel, na Lagoa do Peixe (Costa *et al.*, 1994; Correia & Costa, 1994). Segundo Cunha *et al.* (1996), capturaram-se indivíduos com objectivos comerciais, colocando-os em tanques privados. Este comportamento inadvertido terá acelerado a dispersão, pois em 1997 foram observados lagostins na Lagoa das Sete Cidades (Seara & Costa, 1999) e já existem observações na Lagoa de Santiago e Lagoa das Furnas.

A capacidade de dispersão do lagostim pelos seus próprios meios é limitada pela humidade ambiente e pela distância entre massas de água (Garcia *et al.*, 1993).

P. clarkii é considerada uma espécie com grande plasticidade ecológica a diferentes tipos de sistemas aquáticos (Costa & Couto, 2002).

5.1. Morfologia Externa

O lagostim vermelho sendo um crustáceo decápode apresenta a típica divisão do corpo em três partes principais: a cabeça, o tórax e o abdómen, embora, a cabeça e o tórax estejam fundidos formando o denominado cefalotórax (Groves, 1985). Na cabeça possui uma par de antenas e antênulas e o cefalotórax termina num prolongamento, o rostro (Anastácio, 1993).

O tórax tem cinco pares de apêndices (pereiópodes), em que o primeiro, anterior, possui quelíceras nas extremidades. Os restantes quatro pares são para locomoção. No abdómen existem cinco pares de apêndices não locomotores (pleópodes) e um último par de apêndice abdominal (urópodes). Os urópodes em conjunto com o telson compõem a estrutura terminal do corpo utilizada para movimentos de propulsão do corpo para trás, o que forma um excelente órgão natatório (Anastácio, 1993). Para além da inerente função natatória, estes apêndices

abdominais podem possuir algumas diferenças de acordo com o sexo. Nos machos, os primeiros dois pares de pleópodes encontram-se transformados em órgãos copuladores e nas fêmeas os pleópodes servem para fixar e proteger os ovos fecundados (Adão, 1991).

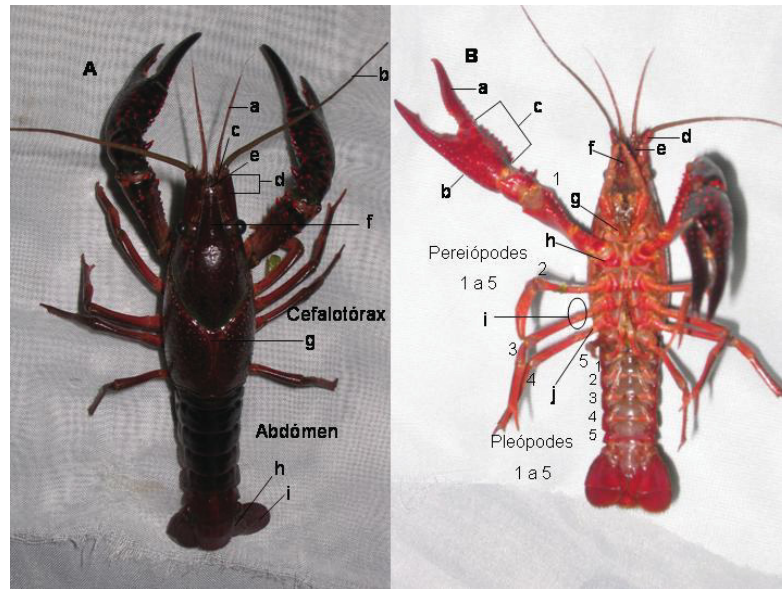


Figura 6. Morfologia externa de um lagostim camarideo macho. A- vista dorsal: a- antenula, b- antena, c- escama antenar, d- acúmen do rostro, e- espícula marginal, f- rostro, g- areola, h- ramos interior do uropode, i- ramos exterior do uropode; B- vista ventral: a- dátilo, b e c- palma, d- antena, e- escama antenar, f- antenula, g- isquio do 3º maxilipede, h- coxa do quelipede, i- gancho copulador, j- bossa da coxa.

O indivíduo é de estrutura pequena com uma camada externa dura e protectora composta principalmente por quitina. Esta camada denominada por exosqueleto altera-se aquando da muda, permitindo o crescimento do lagostim.

5.2. Ciclo Biológico

5.2.1. Dimorfismo sexual

Para diferenciar de forma geral ambos os sexos há que observar as pinças que possuem um tamanho maior nos machos do que nas fêmeas (Anastácio, 1993). Com base em características que permitem o acoplamento de ambos os sexos para reprodução, é possível distingui-los pela:

- posição da abertura genital, nos machos é na base do 5.º par de pereiópodes e na fêmea é no 3.º par (Holdich & Lowery, 1988);
- presença de ganchos copuladores nos isquiópodos do 3.º e 4.º par de pereiópodes dos machos (Correia, 1995b) e
- existência de um órgão copulador nos machos derivado da modificação do 1.º e 2.º par de pleópodes (Holdich & Lowery, 1988).

5.2.2. Estado de Maturação

No ciclo biológico desta espécie há a alternância de duas formas nos machos, uma forma reprodutora e outra não reprodutora, a forma I e a II respectivamente (Correia, 1993). A forma II é caracterizada por não possuir ganchos copuladores e pela presença de moleza e brancura dos órgãos copuladores (Anastácio, 1993).

A maturação dos machos no estado de forma I distingue-se pela presença de ganchos nos isquiópodes do terceiro e quarto pereiópodes.

A maturação também diferencia as fêmeas que são consideradas:

- juvenis ou imaturas quando os ovários encontram-se com uma coloração amarela ou branca,
- maduras quando o ovário amarelo escuro ou laranja e
- fecundadas quando o ovário é de cor acastanhada ou preta ou os ovos estão agregados e unidos aos pleópodes (Correia, 1993).

5.2.3. Reprodução

P. clarkii apresenta uma reprodução sexuada em que o macho copula a fêmea, frente a frente e deposita o esperma num receptáculo seminal externo, em torno dos orifícios dos oviductos (Ilhéu, 1991).

O comportamento reprodutor ocorre em diversas fases. Na primeira há um contacto entre o macho e a fêmea através das antenas e pinças associado ao funcionamento das feromonas sexuais, assim se inicia um conjunto de interações com a finalidade de identificação sexual (Adão, 1991). Quando o macho encontra uma

fêmea receptiva coloca-a na posição ventral e segura-a com os pereiópodes e pinças, assim transfere o espermatóforo (Coll, 1987).

Os óvulos são fertilizados com o esperma armazenado no receptáculo seminal simultaneamente à oviposição (Coll, 1987; Adão, 1991).

Se as condições são favoráveis, posteriormente à cópula, as fêmeas escavam galerias, onde se mantêm durante algumas semanas (Adão, 1991). Os lagostins usam a capacidade escavadora para fazer galerias com duas possíveis finalidades, para evitar a dessecação (caso o nível de água esteja muito baixo) e para a protecção dos ovos (Rodrigues, 1997).

A fêmea carrega os ovos na zona ventral do abdómen (figura 7) e quase não se alimenta no período da gestação, podendo tornar-se muito agressiva durante duas ou três semanas, o tempo suficiente para que a cria se desenvolva (Adão, 1991).

O número de gerações produzidas por ano depende da disponibilidade de água e da temperatura (Garcia *et al.*, 1993).



Figura 7. Zona ventral do abdómen de uma fêmea com larvas presas aos pleópodes.

5.2.4. Habitat

O crescimento manifesta-se por uma sucessão de mudas que dependem de condições favoráveis no habitat, como a qualidade da água que é considerada ideal para o bom crescimento de *P.clarkii* quando está dentro de determinados parâmetros físico-químicos (Huner, 1988; Huner & Barr, 1991):

- Temperatura da água – entre 21 e 25°C;

- Oxigénio dissolvido (OD) - > 30%;
- pH – entre 6,5 e 7,5;
- Cálcio - >20%
- Nitratos - < 6 ppm (partes por milhão).

Existem dois elementos essenciais à sobrevivência dos lagostins, o cálcio e o oxigénio. Quando estes são limitantes não ocorre a muda o que torna os lagostins vulneráveis aos predadores. No caso de só o oxigénio possuir valores baixos dissolvidos na água, *P. clarkii* tem a capacidade de vir à superfície para obter oxigénio atmosférico (Holdich & Lowery, 1988).

5.2.5. Alimentação

P. clarkii é omnívoro, alimentando-se de matéria vegetal e animal, viva ou morta (Groves, 1985). Consome detritos vegetais ao longo do seu ciclo de vida, porque estes apresentam uma camada microbiana rica em proteínas que coloniza a matéria em decomposição (Correia, 1995), o que indica que esta espécie poderá ser mais detritívora que herbívora (Ilhéu e Bernardo, 1993). Como tal, poderá competir pelo alimento com alguns peixes detritívoros (Costa *et al.*, 1994).

Alimenta-se também de diversos moluscos, insectos e anelídeos (Groves, 1985). No entanto inclui na sua dieta as macrófitas, contribuindo provavelmente para a sua diminuição nas lagoas de São Miguel (Couto & Costa, 2002).

A alimentação desta espécie modifica-se consoante a sua maturação. Os lagostins maduros tendem a ser mais herbívoros e detritívoros, enquanto que os juvenis de ambos os sexos são considerados potenciais predadores carnívoros (*e.g.* macroinvertebrados aquáticos, larvas de peixes) com tendência para o canibalismo, se não existir disponibilidade de alimento (Ilhéu, 1991). A preferência alimentar em diferentes etapas do ciclo de vida indicam que alterações na demografia ou abundância de *P. clarkii* poderá alterar o seu papel trófico funcional e estrutural no ecossistema (Correia, 2003).

Devido à diversidade de possíveis recursos alimentares, o lagostim vermelho é caracterizado por possuir hábitos alimentícios politróficos e não selectivos, o que reflecte uma excelente capacidade de adaptação (Costa & Couto, 2002).

5.2.6. Predadores

O lagostim vermelho é vulnerável à predação de peixes carnívoros, muitos destes presentes na ictiofauna da Lagoa das Sete Cidades, mas ausentes na Lagoa do Peixe. Existem outros predadores vertebrados como as garças (*Ardea cinera* e *Egretta garzetta*) e mamíferos como os ratazanas (*Rattus* sp.) e as comadrinhas (*Mustela vulgaris*). Do grupo de invertebrados, alguns insectos (e.g. Odonata, Ilhéu & Bernardo, 1993) são considerados potenciais predadores, pois comem juvenis recém-eclodidos (Garcia *et al.*, 1993).

Tabela 5 - Vertebrados potenciais predadores de *P. clarkii* nas lagoas de São Miguel – Fonte: Garcia *et al.* (1993).

Mamíferos	Aves	Peixes
<i>Rattus</i> sp. (ratazana); <i>Mustela vulgaris</i> (comadrinha).	<i>Ardea cinera</i> (garça real); <i>Egretta garzetta</i> (garça branca pequena).	<i>Esox lucius</i> (lúcio); <i>Stizostedion lucioperca</i> (sandre); <i>Perca fluviatilis</i> (perca); <i>Micropterus salmoides</i> (achigã).

6. Retrospectiva do estudo desta espécie em São Miguel

Desde da introdução em 1993 do lagostim vermelho na Lagoa do Peixe foram efectuados alguns estudos para conhecer a sua adaptação e evolução no habitat, Garcia *et al.* (1993), Costa & Correia (1994), Costa *et al.* (1994), Costa *et al.* (1996) e Rodrigues (1997).

Rodrigues (1997) considera a possibilidade do desaparecimento dos lagostins na Lagoa do Peixe, devido à baixa taxa de fecundação e a uma anterior elevada predação humana, à época. Estes dois factores poderão ter contribuído para o baixo número de indivíduos recolhidos para o presente trabalho.

Seara & Costa (1999) e Couto & Costa (2002) apresentam resultados de trabalhos efectuados como consequência do aparecimento do lagostim na Lagoa das Sete Cidades. Estes trabalhos incidiram no estudo dos hábitos alimentares de *P. clarkii* na Lagoa das Sete Cidades, a partir do estudo de conteúdos estomacais.

7. Metodologia

7.1. Estratégias e Técnicas de Amostragem

7.1.1. Análise Biométrica

Para captura e posterior recolha de *P. clarkii* foram utilizadas armadilhas de plástico (42x 22,5 cm) iscadas com sardinha. Em cada armadilha (figura 8) colocou-se um peso de 1 kg (para que não flutuasse) e sinalizou-se com uma bóia presa por uma corda. As armadilhas tiveram um mínimo de permanência de 12 horas em cada área de estudo, por cada amostragem.



Figura 8. Armadilha usada para capturar o lagostim vermelho.

Na Lagoa do Peixe foram dispostas nove armadilhas ao longo do perímetro da lagoa e perto da margem, pois o substrato da lagoa era extremamente lodoso, o que dificultava o acesso às armadilhas. As cinco amostragens foram feitas nos meses de Maio e Setembro. Só se fizeram estas amostragens, pois o número de lagostins capturados era muito inferior ao esperado.

Na Lagoa das Sete Cidades foram seleccionados os locais de amostragem aleatoriamente. Essa selecção aleatória foi baseada na atribuição de um grupo de números distribuídos ao acaso pelo perímetro da Lagoa Verde e Azul. Em cada local escolhido foram colocadas 25 armadilhas distribuídas ao longo da margem devido ao nível da água.

As armadilhas são selectivas favorecem a captura de indivíduos de maiores dimensões, não permitem uma amostra razoável de juvenis e têm de permanecer dentro de água num período mínimo de 6/12 horas (Correia, 1995b).

Inicialmente, para além da distribuição das armadilhas, delimitou-se a área seleccionada com três redes de plástico de 1 m de altura, 2mm de malha e de aproximadamente 10 m de comprimento para aplicar a técnica de arrasto com o camaroeiro de abertura triangular, com malha de 1 mm e cabo de 1m. Cada rede era presa ao fundo por três estacas metálicas para um bom isolamento. Este método já tinha sido utilizado por outros autores (e.g. Adão, 1991; Anastácio, 1993; Correia, 1990).

No entanto, a captura de indivíduos utilizando estas metodologias não foi satisfatória pelo que se optou posteriormente pela colocação de armadilhas nas áreas com maior probabilidade de captura assinaladas na figura 9.



Figura 9. Na Lagoa das Sete Cidades estão assinaladas com a cor laranja as áreas onde foram colocadas as armadilhas e as zonas onde foram encontradas as galerias estão assinaladas a verde (fonte: Universidade dos Açores, Secção de Geografia).

Efectuaram-se na Lagoa das Sete Cidades, um total 27 amostragens ao longo dos meses de Junho, Julho, Agosto e Setembro.

Os lagostins capturados eram marcados pela remoção do segundo pereiópode direito e lançados de retorno à lagoa.

A análise biométrica dos lagostins foi efectuada maioritariamente em laboratório. Registaram-se as medidas do comprimento do cefalotórax e do comprimento total (com o rostro) até ao 0,01mm com uma craveira digital Cramer (figura 10.A) e pesou-se cada lagostim até ao 0,01g com uma balança digital AND HL-100 (figura 10.B).

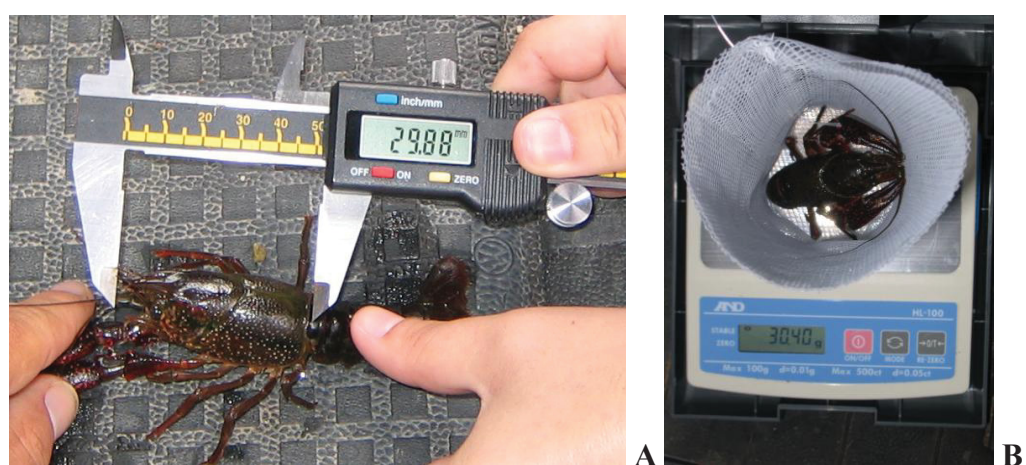


Figura 10. (A) Medição do comprimento do cefalotórax do com a craveira e (B) pesagem de um exemplar.

Procedeu-se também à determinação do sexo de cada lagostim e seu respectivo estado de maturação. A diferença entre ambos sexos está na presença ou ausência de gonopódia (primeiro par de pleópodes modificados) no lagostim. A sua presença nos machos está relacionada (figura 11) com a deposição de esperma na fêmea. A fêmea não possui esta estrutura.

Para diferenciar o estado de maturação do macho na forma II (não reprodutora) de o macho na forma I (reprodutora) procurou-se neste último a presença de ganchos nos isquípoditos dos terceiros e quartos pares de pereiópodes e observou-se o tamanho das pinças (figura 11). Os estados de maturação das fêmeas distinguem-se entre si de acordo com a coloração dos ovários. Se estes possuírem a cor branca são fêmeas imaturas, se for a cor amarela ou alaranjada são maduras e se a cor for castanha ou preta e possuírem ovos presos aos pleópodes são fecundadas (Anastácio, 1993).



Figura 11. Caracteres do sexo masculino de *Procambarus clarkii*. Vista ventral: ca – apêndice copulador, gonopódia (1º par de pleópodos modificado); g – ganchos no 3º e 4º par de pereiópodos.

7.1.2. Caracterização do Habitat

A *Egeria densa* (elodea) e os organismos que a habitam foram estudados de forma a contribuir para o conhecimento da ecologia trófica do lagostim na Lagoa das Sete Cidades, porque a elodea e alguns dos macroinvertebrados abundam na lagoa e são consumidos pelos lagostins. Fizeram-se quatro colheitas de 1m² de área de *E. densa* da Lagoa das Sete Cidades, com o auxílio de um ancinho e do camaroeiro, nos locais onde foram capturados mais lagostins. A elodea é uma planta invasora que cobre quase praticamente toda a lagoa e foi muito utilizada para elaborar estudos sobre as preferências alimentares do lagostim (e.g. Ilhéu & Bernardo, 1993).

Para além das amostragens efectuadas pesquisaram-se as margens da Lagoa das Sete Cidades e Lagoa do Peixe à procura de galerias, já que as galerias são um forte indício de como a população se encontra bem adaptada ao habitat e de como o substrato do solo se encontra favorável para a actividade escavadora (Adão, 1991; Correia, 1995b)

Com a finalidade, de estimar a densidade e o tamanho dos indivíduos que se alojam nas galerias, quantificaram-se as mesmas e mediu-se o diâmetro da sua abertura com a craveira (figura 12).



Figura 12. Medição do diâmetro de uma galeria com a craveira.

As amostras de *E. densa* foram tratadas em laboratório. Primeiro pesou-se o material vegetal, numa balança (Kern CB 12K1N) até à 0,1 Kg, para obter seu peso fresco e depois procedeu-se à sua lavagem para recolha de macroinvertebrados aquáticos num crivo metálico com malha de 1 mm. E, finalmente para saber seu peso seco, colocou-se numa estufa (Binder Ed 115) a 60°C durante 48 horas e pesou-se.

Os macroinvertebrados recolhidos do crivo foram de imediato colocados em frascos de plástico com álcool a 70% para posterior triagem. Procedeu-se à identificação de cada grupo até à família. Por fim, foram quantificados e armazenados os indivíduos de cada família em eppendorfs com álcool a 70% devidamente identificados. Estes procedimentos foram feitos com o auxílio da lupa binocular Leica Zoom 2000.

A identificação de alguns macroinvertebrados aquáticos foi feita com o auxílio do Dr. Pedro Raposeiro e de uma chave de Tachet *et al.* (2000).

7.2. Tratamento de Resultados

O tratamento dos dados foi feito no programa *Excel* da Microsoft Office XP Standard e no SPSS 12.0.1 para Windows.

Para estimar a abundância de *P. clarkii* com maior precisão foi calculada a unidade de esforço de captura (UEC) por armadilha, número de indivíduos capturados por armadilha (Correia, 1995a; 1995b) na Lagoa do Peixe e na Lagoa das Sete Cidades (tabela 6).

O “sex - ratio” (SR) foi determinado para cada lagoa a partir da equação:

$$SR = N^{\circ} \text{ Machos} / N^{\circ} \text{ Fêmeas}$$

Esta relação permite verificar se existe um equilíbrio ou uma razão 1:1 entre os sexos das populações das lagoas. Aplicaram-se também testes X^2 para testar a hipótese nula de que o “sex-ratio” esperado é 1:1 e verificar se há variações temporais deste ratio (Zar, 1999).

Calcularam-se as frequências absolutas e relativas para cada estado de maturação de ambos sexos, em ambas as lagoas e o teste X^2 foi novamente utilizado para verificar se existem variações significativas na frequência dos vários estados de maturação nos meses amostrados, nas Sete Cidades.

Os histogramas de frequência-tamanho foram construídos a partir do comprimento total para cada mês de amostragem nas lagoas.

O peso e o comprimento total foram os parâmetros seleccionados para avaliar o crescimento da população. Foram calculadas as médias e o correspondente erro padrão (EP) para as medidas dos indivíduos das lagoas. Para averiguar, possíveis diferenças entre os dois sexos e ao longo do tempo para estes parâmetros, a cada um foi aplicado o teste estatístico ANOVA, para a Lagoa das Sete Cidades e o teste Mann-Whitney para a Lagoa do Peixe.

Nos casos em que a ANOVA encontrou diferenças significativas aplicou-se o teste Tukey para múltiplas comparações.

Foram estabelecidas, para as populações das duas lagoas as relações entre o peso, comprimento total e o comprimento cefalotorácico através do ajuste de funções numéricas. Destas análises foram excluídos os indivíduos (sete) que se apresentavam com o rosto partido.

O comprimento do cefalotórax caracteriza-se por ser a medida mais fiável e fortemente correlacionada com o comprimento total, sendo a menos afectada pela variabilidade relacionada com o crescimento, a maturação sexual e erros de medição (Romaine *et al.*, 1977) e portanto foi utilizada como variável independente para o estabelecimento da função linear entre comprimentos.

A relação entre o peso (W) e o comprimento total (CT) foi estabelecida através de uma equação alométrica (Ricker, 1973 *fide* Correia, 1993):

$$W = a L^b$$

W – peso (g)

L – comprimento total (mm)

a e b – constantes

Se o valor de b for igual a 3 (Ricker, 1975 *fide* Correia, 1995b) o crescimento será considerado isométrico.

Quanto aos dados relativos à caracterização do habitat, primeiro estabeleceram-se médias com respectivo erro padrão, máximos e mínimos para o diâmetro das galerias encontradas nas margens. Calcularam-se as densidades (número de indivíduos por grama de peso seco e número de indivíduos por grama de peso fresco) e o respectivo erro padrão, de macroinvertebrados associados a *E. densa*.

8. Resultados

8.1. Abundância de *P. clarkii*

Obtiveram-se das amostragens um total de 14 lagostins da Lagoa do Peixe (figura 13.A) e 185 da Lagoa das Sete Cidades (figura 13.B), colectados de Maio a Setembro de 2005.

A partir dos valores da UEC (nº indivíduos/nº armadilha) identificamos Setembro (UEC=0,54 e UEC=0,33 para a Lagoa das Sete Cidades e Lagoa do Peixe, respectivamente), como sendo o mês de maior abundância para ambas as áreas estudadas, apesar de Agosto ser o mais frutífero em termos de quantidade de lagostins capturados na Lagoa das Sete Cidades. O mês de Junho (UEC =0,16) foi aquele em que foi observado menos lagostins na Lagoa das Sete Cidades (tabela 6).

Tabela 6 - Valores obtidos das amostragens e respectivas UEC (A) da Lagoa das Sete Cidades e (B) da Lagoa do Peixe.

Mês	Nº Indivíduos	Nº Armadilhas	UEC
Junho	16	100	0,16
Julho	53	300	0,18
Agosto	89	225	0,40
Setembro	27	50	0,54

A

Mês	Nº Indivíduos	Nº Armadilhas	UEC
Maio	5	18	0,28
Setembro	9	27	0,33

B

8.2. Estrutura Populacional

A população na Lagoa das Sete Cidades era constituída por animais com um comprimento total (CT) entre 53 e 128 mm e na Lagoa do Peixe, o CT era entre 37 e 125mm.

Os maiores e menores indivíduos na Lagoa das Sete Cidades são machos e medem 127,52 mm e 52,78 mm, respectivamente (figura 13).

Os histogramas da figura 13 indicam a ausência de elementos juvenis de pequenas dimensões que possam um CT inferior a 40 mm.

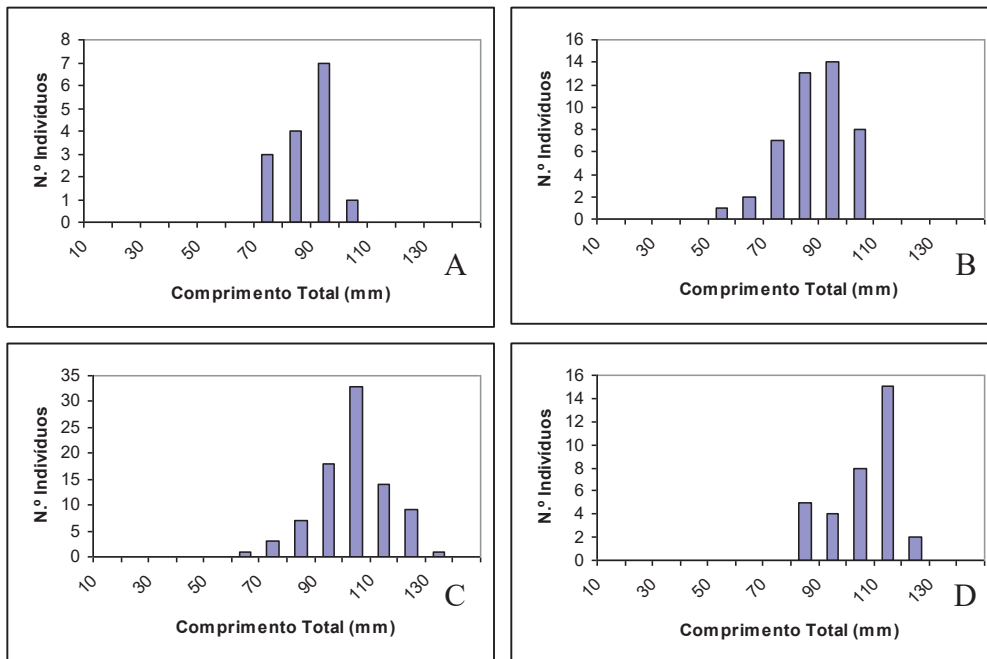


Figura 13. Distribuição de frequências de comprimento das espécies capturadas nos meses: (A) Junho, (B) Julho, (C) Agosto e (D) Setembro para a Lagoa das Sete Cidades.

Na Lagoa do Peixe, o indivíduo de maior CT era uma fêmea com 125,29 mm e o de menor era um macho com 37,09 mm (figura 14).

No histograma da figura 16 correspondente a Maio, ao contrário das Sete Cidades, indica um indivíduo com tamanho inferior a 40 mm.

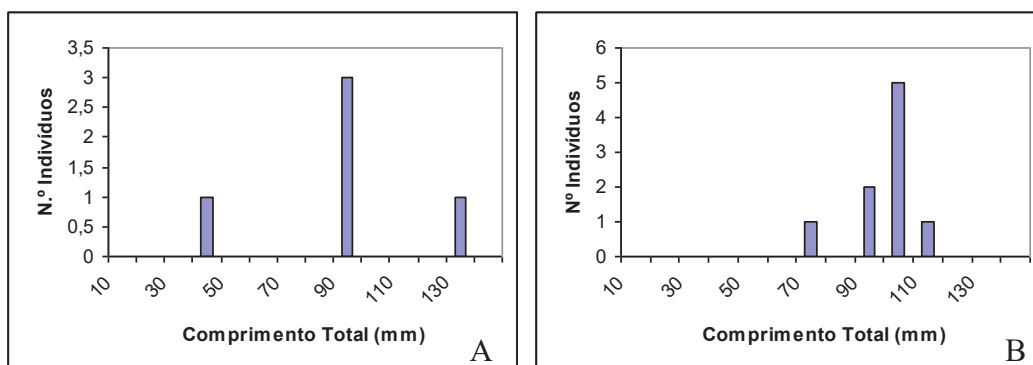


Figura 14. Distribuição de frequências de comprimento das espécies capturadas nos meses: (A) Maio e (B) Setembro, para a Lagoa do Peixe.

Ocorre variação significativa do comprimento total dos indivíduos da Lagoa das Sete Cidades ao longo do período de amostragem (ANOVA, $F=13,89$; $gl=3$; $P=3,727 \times 10^{-8}$) (Anexo II, tabela 5). A diferença significativa denota-se entre Junho e Agosto, Julho e Agosto e Julho e Setembro (Tukey, $P<0,05$; figura 15) (Anexo II, tabela 6).

Junho Julho Agosto Setembro

Figura 15. Representação dos resultados do Teste de Tukey para o comprimento total. Sobreposição de similaridades entre o comprimento total médio dos indivíduos, nos meses de amostragem na Lagoa das Setes Cidades.

Não existem diferenças significativas no tamanho total dos indivíduos da Lagoa do Peixe nas duas épocas de amostragem (Mann-Whitney, $U= 15$; $P= 0,32$) (Anexo III, tabela 9).

Os maiores indivíduos ($CT_{médio}= 99,03$ mm) foram encontrados na Lagoa das Sete Cidades no mês de Agosto (figura 16.A). Na Lagoa do Peixe, os maiores indivíduos foram encontrados em Setembro (figura 16.B) com uma média de 94,33mm.

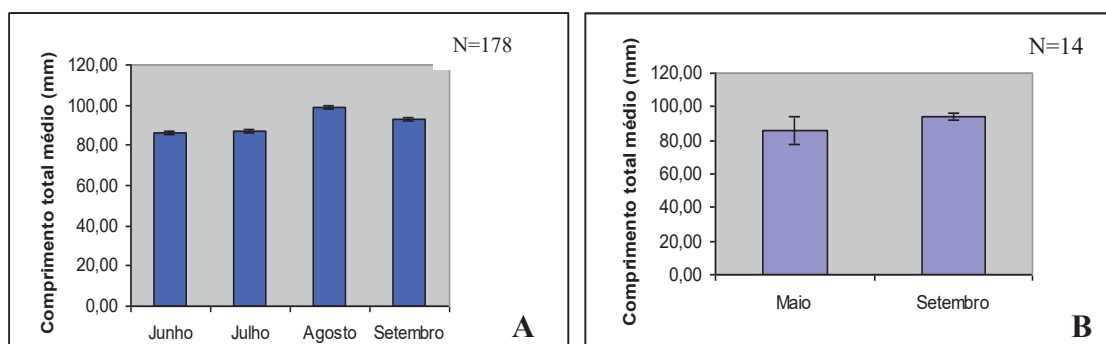


Figura 16. Variação da média do comprimento total e respectivo erro padrão no período de amostragem (A) na Lagoa das Sete Cidades e (B) na Lagoa do Peixe.

Como seria de esperar o indivíduo mais pesado (73,3g) é também o que apresentou maior comprimento (127,52mm) e é um macho que foi encontrado na Lagoa das Sete Cidades.

Para a Lagoa das Sete Cidades foram detectadas diferenças significativas nos pesos médios dos indivíduos capturados nos vários meses (ANOVA, $F=11,96$; $gl=3$; $P=3,72 \times 10^{-7}$) (Anexo II, tabela 7). Essas diferenças apresentam-se entre o mês de

Junho e Agosto, Junho e Setembro e Julho e Agosto (Tukey, $P < 0,05$; figura 17) (Anexo II, tabela 8).

Junho Julho Agosto Setembro

Figura 17. Representação dos resultados do Teste de Tukey para o peso. Sobreposição de similaridades entre o peso médio dos indivíduos, nos meses de amostragem na Lagoa das Sete Cidades.

Similarmente ao que acontece com os valores de comprimento, os indivíduos capturados na Lagoa do Peixe não apresentaram variações significativas quanto ao peso entre as duas datas de amostragem (Mann-Whitney, $U=12$; $P=0,16$) (Anexo III, tabela 9).

Os indivíduos, na Lagoa das Sete Cidades, apresentaram valores de biomassa média superiores nos meses de Agosto e Setembro, apresentando valores de 32,25 e 29,11 respectivamente (figura 18.A).

Na Lagoa do Peixe os indivíduos mais pesados encontraram-se em Setembro com valor de peso médio 25,52g (figura 18.B).

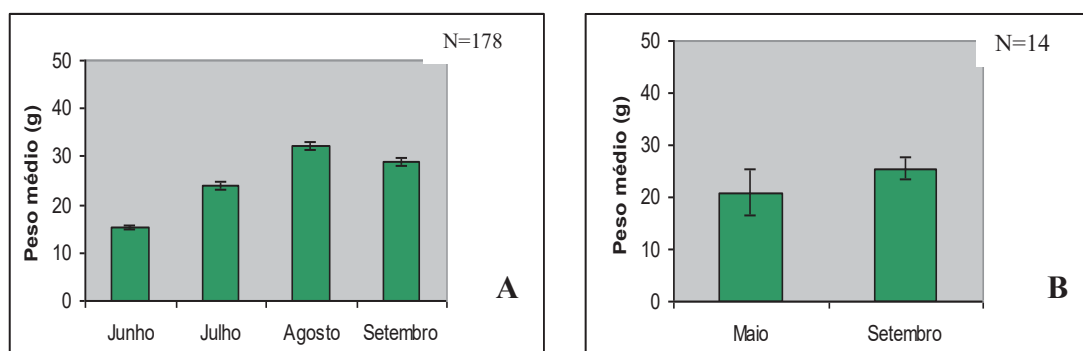


Figura 18. Variação da média do peso e respectivo erro padrão no período de amostragem (A) na Lagoa das Sete Cidades e (B) na Lagoa do Peixe.

O indivíduo de maior peso na Lagoa das Sete Cidades tem 73,3 g e o de menor peso tem 13,34g.

Na Lagoa do Peixe o indivíduo com menor peso tem 1,11 g e o de maior peso possui 48,42 g.

8.2.1. “Sex – ratio”

A proporção calculada de machos/fêmeas indica que existe um maior número de machos na Lagoa das Sete Cidades (SR= 1,34), enquanto que na Lagoa do Peixe, as fêmeas dominaram as amostras (SR=0,4), tal como podemos verificar na figura 19.

Na Lagoa do Peixe nota-se uma diminuição do “sex-ratio” de Maio para Setembro (figura 19.A). Na Lagoa das Sete Cidades há um decréscimo em Julho e Agosto do “sex – ratio” e um aumento em Setembro, devido ao elevado número de machos em relação às fêmeas (figura 19.B), capturado neste mês.

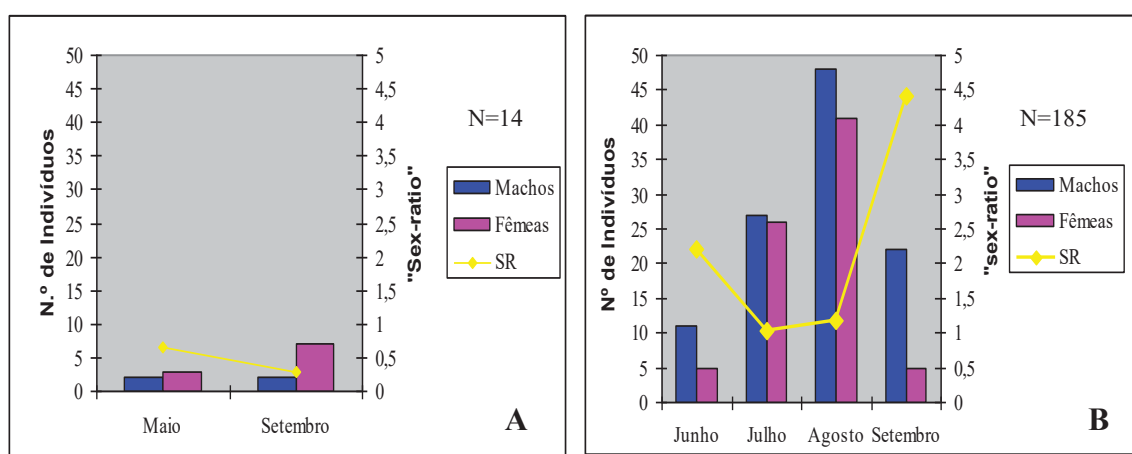


Figura 19. Abundância relativa do “sex-ratio” (A) na Lagoa do Peixe e (B) na Lagoa das Sete Cidades, no período de amostragem.

A partir do teste de X^2 verificamos que para a Lagoa das Sete Cidades é rejeitada a hipótese nula de que a proporção sexual é de 1:1, pois o “sex-ratio” total favorece os machos significativamente ($X^2 = 9,22$; graus de liberdade (gl)=3; $P < 0,05$) (Anexo I, tabela 1).

O teste X^2 aplicado à Lagoa do Peixe não indica uma variação significativa do “sex-ratio” ($X^2 = 0,498$; gl=1; $P > 0,05$), resultado que poderá estar condicionado pelo reduzido número de indivíduos capturados (Anexo I, tabela 2).

8.2.2. Estado de Maturação

O estado de maturação permite a avaliação das várias fases do ciclo reprodutor da espécie (Correia, 1995b).

Na Lagoa do Peixe foi encontrado um maior número de fêmeas maduras em Setembro e um igual número de machos e fêmeas juvenis para ambos meses (figura 20.A).

Em todos os meses nas Sete Cidades encontraram-se machos nos três estados de maturação. Não foram capturadas fêmeas fecundadas em Junho e fêmeas juvenis em Setembro (figura 20.B).

Nas Sete Cidades encontraram-se no mês de Agosto um elevado número de fêmeas maduras, de machos maduros forma I (FI) e um decréscimo de fêmeas juvenis (figura 20.B). Serão possivelmente, estes indivíduos maduros a fecundar e a dar origem à próxima geração. O mês de Agosto também mostra um maior número de fêmeas fecundadas, embora tenham sido encontradas duas fêmeas com ovos em Julho.

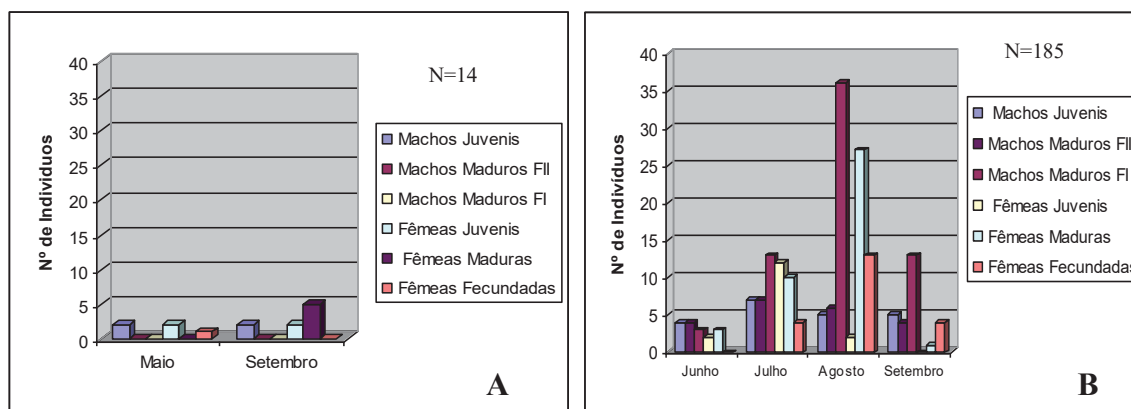


Figura 20. Distribuição dos indivíduos consoante o estado de maturação (A) na Lagoa do Peixe e (B) na Lagoa das Sete Cidades.

O teste de X^2 indica-nos diferenças significativas para os estados de maturação das fêmeas ($X^2=23,4$; $gl=6$; $P=0,001$) e nenhuma diferença significativa para os machos ($X^2=12,1$; $gl=6$; $P=0,59$) para o período de amostragem nas Sete Cidades (Anexo I, tabela 3 e 4).

A tabela 7 indica-nos as frequências relativas dos estados de maturação onde podemos verificar a distribuição da maturação em cada sexo e para cada lagoa.

Na Lagoa do Peixe há um maior número de fêmeas maduras em Setembro com 35,7%. Os juvenis machos e fêmeas que encontram-se em igual proporção de 14,3% para ambos meses. E por último as fêmeas fecundadas com 7,1%.

Na Lagoa das Sete Cidades os machos maduros FI encontrados em maior número representam 19,5% do total população. A seguir a estes machos encontram-se as fêmeas maduras com 14,6%, ambos capturados em Agosto.

Tabela 7. Frequência relativa de lagostins em cada estado de maturação por mês (A) na Lagoa do Peixe e na Lagoa das Sete Cidades.

	Maio	Setembro
Machos Juvenis	14,3%	14,3%
Machos Maduros FII	-	-
Machos Maduros FI	-	-
Fêmeas Juvenis	14,3%	14,3%
Fêmeas Maduras	-	35,7%
Fêmeas Fecundadas	7,1%	-

A

	Junho	Julho	Agosto	Setembro
Machos Juvenis	2,2%	3,8%	2,7%	2,7%
Machos Maduros FII	2,2%	3,8%	3,2%	2,2%
Machos Maduros FI	1,6%	7,0%	19,5%	7,0%
Fêmeas Juvenis	1,1%	6,5%	1,1%	-
Fêmeas Maduras	1,6%	5,4%	14,6%	0,5%
Fêmeas Fecundadas	-	2,2%	7,0%	2,2%

B

8.2.3. Análise Biométrica

Calcularam-se as correlações entre os parâmetros lineares medidos nos lagostins de cada uma das populações, pelo estabelecimento e cálculo da função linear que melhor as correlaciona.

Os coeficientes de correlação obtidos são muito significativos para ambas as populações ($r=0,96$ para a Lagoa das Sete Cidades e $r=0,99$ para Lagoa do Peixe). Ambas correlações são positivas, pois implicam um aumento conjunto das duas variáveis (comprimento total e comprimento do cefalotórax) (figura 21). O coeficiente de determinação (R^2), considerado como uma medida de força da relação da linha recta (Zar, 1999), corresponde a um valor elevado, indicando uma boa descrição do

comportamento das variáveis em estudo pela função obtida, apesar da limitação inerente à ausência de indivíduos de pequenas dimensões na amostragem.

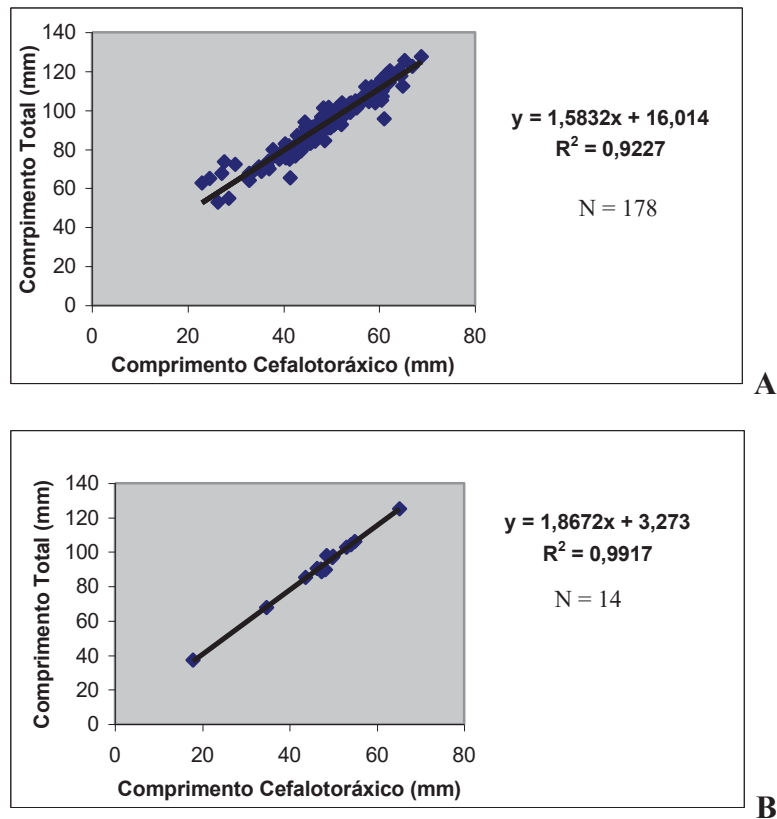


Figura 21. Relação entre comprimento total e o comprimento cefalotorácico do total dos indivíduos (A) da Lagoa das Sete Cidades e (B) da Lagoa do Peixe.

A análise das relações de peso/comprimento total indicam um crescimento alométrico positivo ($b > 3$) para ambos os sexos dos indivíduos das lagoas, em que o peso tende a aumentar mais que o comprimento (figura 22), i.e., ao longo do crescimento os indivíduos aumentam de volume b vezes em relação carapaça ao comprimento.

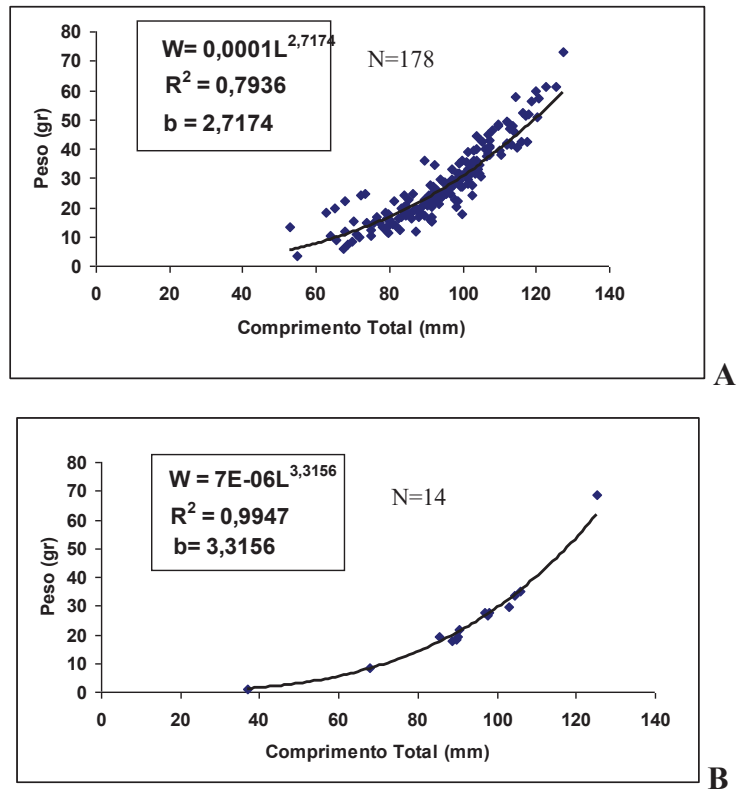


Figura 22. (A) Relação entre o peso (W) e o comprimento total (L) pelo modelo $W = a L^b$ dos indivíduos da Lagoa das Sete Cidades e (B) da Lagoa do Peixe.

8.3. Caracterização do Habitat

Nas observações feitas nas margens das lagoas encontraram-se somente 19 galerias em duas pequenas áreas situadas na Lagoa Azul (tabela 8) da Lagoa das Sete Cidades; no canal e na península (figura 9), a maioria (com 13 galerias) nesta última área.

As galerias de maior e menor diâmetro (82,16 mm e 39,2mm, respectivamente) foram encontradas no canal (tabela 8).

Tabela 8 - Média, máximo, mínimo e erro padrão (EP) do diâmetro (mm) das galerias encontradas na Lagoa das Sete Cidades, em zonas e datas diferentes.

Data	Local	N	Média	Máx	Min	EP
29-Jul	canal	6	62,57	82,16	39,2	7,11
03-Ago	península	7	62,46	74,79	42,65	4,84
09-Set	península	6	55,34	64,59	40,47	0,76

Encontraram-se quatro lagostins nas galerias na península, três no dia 3 de Agosto e um no dia 9 de Setembro (tabela 9). Dos quatro lagostins encontrados, dois

eram machos maduros FI, um era macho juvenil e o último lagostim era uma fêmea madura. Não foram obtidos lagostins das galerias no canal.

Tabela 9 - Medidas biométricas, identificação do sexo e estado de maturação dos lagostins encontrados nas suas respectivas galerias.

Data	Local	Diâmetro da galeria (mm)	Peso	Sexo	Comprimento Total (mm)	Comprimento do Cefalotórax (mm)	Estado de Maturação
03-Ago	Península	53,53	46,48	M	107,89	57,4	Maduro FI
03-Ago	Península	74,19	56,46	M	118,58	61,53	Maduro FI
03-Ago	Península	69,57	25,33	F	94,49	48,03	Madura
09-Set	Península	40,47	13,2	M	78,27	40,55	Juvenil

Estimou-se a equação de correlação linear simples entre o peso fresco e seco (kg) a partir das quatro amostras de *E. densa* para de futuro se poder determinar o peso seco necessário a partir de uma quantidade de peso fresco. Sendo a expressão que relaciona ambas variantes a seguinte: $Y = 0,0637 X + 0,068$ e o respectivo coeficiente de correlação, $r = 0,988$.

Nas amostras *E. densa* recolheram-se vários grupos de macroinvertebrados bentónicos, sobretudo larvas de insectos (Chironomidae) e os gastrópodes Ferrissiidae e Physidae (figura 23). No total foram observados 3571 indivíduos, 64,5% Chironomidae, 29,7% Ferrissiidae e 4,5% Physidae. Os restantes grupos contribuíram no seu conjunto com 1,3% dos organismos amostrados.

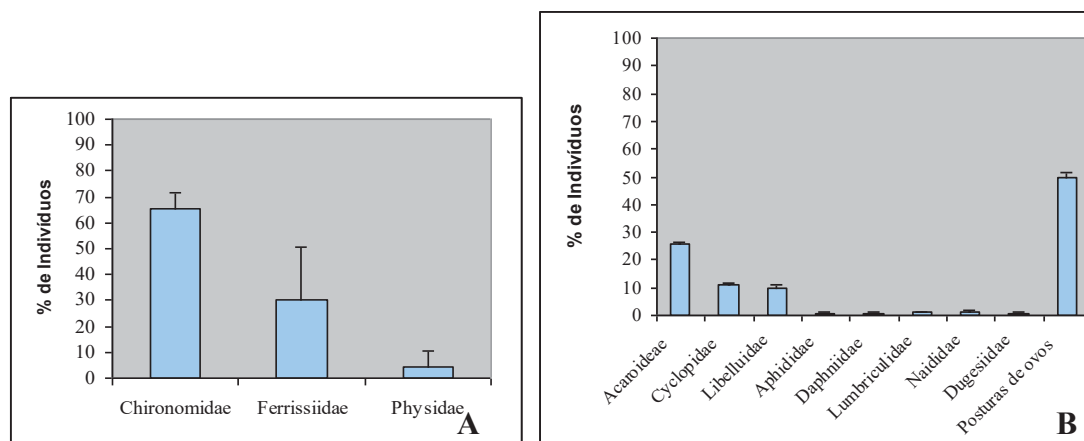


Figura 23. Frequência relativa e erro padrão associado de macroinvertebrados aquáticos recolhidos de quatro amostras de *E. densa* (A) três famílias mais abundantes e (B) restantes oito famílias e posturas de ovos.

Determinou-se a abundância/densidade de macroinvertebrados aquáticos por unidade de peso fresco e seco (g/m²), da planta verificando-se uma abundância média total de 0,079 organismos/g de peso fresco de planta a que corresponde 0,98

indivíduos/g de peso seco. As densidades obtidas para os vários grupos apresentam-se nos gráficos da figura 24.

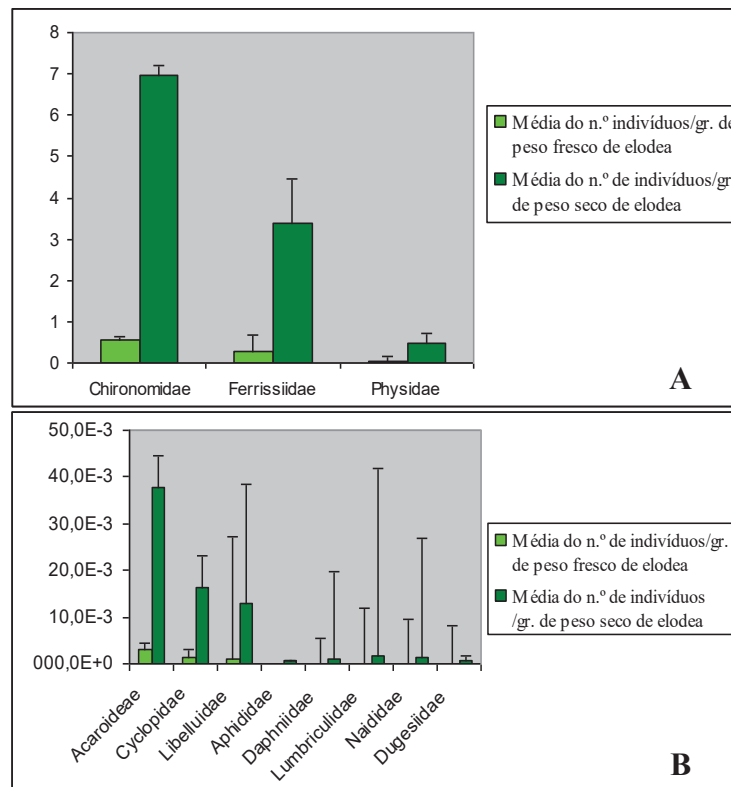


Figura 24. Média e respectivo erro padrão da abundância relativa de macroinvertebrados aquáticos de (A) 3 famílias e (B) restantes oito famílias, em quatro amostras de *Egeria densa*.

Na ocasião em que foram efectuados os trabalhos no campo, denotou-se o aparecimento de uma substância estranha de cor amarela dispersa na água da Lagoa das Sete Cidades e alguns lagostins mortos envoltos nessa substância (figura 25). De acordo com a Dra. Margarida Medeiros (com. pess.) esta substância amarela corresponde a um bloom de cianobactérias: *Mycrocystis flos-aquae*, *Mycrocystis aeruginosa*, *Aphanizomenon flos-aquae* e *Woronichinea naegeliana*.

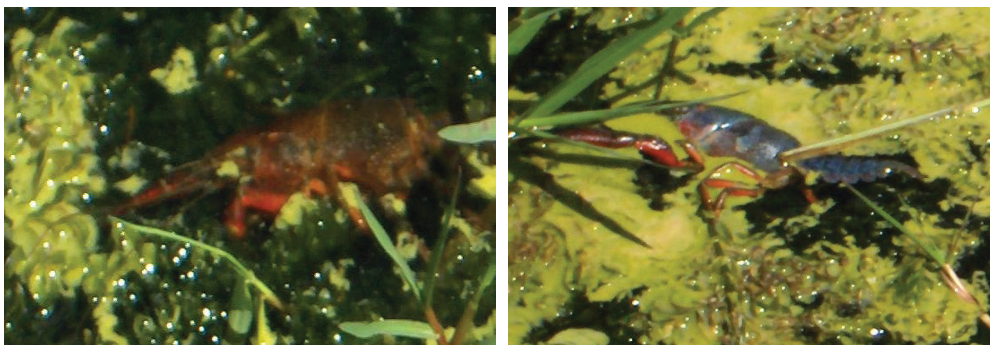


Figura 25. Lagostins mortos envoltos numa substância amarela constituída por cianobactérias na Lagoa das Sete Cidades.

Nas margens da Lagoa das Sete Cidades foram encontrados restos de alguns lagostins (figura 26) que aparentavam ter sido comidos por predadores mamíferos como o rato ou a comadrinha, devido à marca de dentição na região cefalotorácica.



Figura 26. Restos de lagostins encontrados nas margens da Lagoa das Sete Cidades.

As comadrinhas (figura 27) foram avistadas nas Sete Cidades com uma maior frequência.



Figura 27. *Mustela vulgaris*.

Para além deste predador mamífero outro frequente predador é o lúcio (figura 28) que contém por vezes até quatro lagostins no seu estômago (com. pess. Afonso Prestes).



Figura 28. *Esox lucius* (fonte: <http://www.maretarium.fi./itameri.html>)

9. Discussão dos Resultados

O período de amostragem (5 meses) não foi suficiente para um estudo completo da dinâmica populacional.

O número de indivíduos capturados na Lagoa do Peixe e na Lagoa das Sete Cidades foi inferior ao tamanho das amostragens obtidas em estudos anteriores tendo em conta o tempo de amostragem. Na Lagoa do Peixe, Garcia *et al.* (1993) encontraram 215 indivíduos em 5 dias de amostragem e em Rodrigues (1997) capturou 1330 indivíduos em 12 amostragens mensais. Na Lagoa das Sete Cidades, Seara & Costa (1999) colectaram 101 animais e Couto & Costa (2002) capturaram 383 indivíduos à mão, perto das margens em 12 meses de amostragem.

Parece assim ter havido uma diminuição drástica dos lagostins nestas lagoas, cuja causa não é aparente considerando o carácter oportunista e de praga geralmente exibido por esta espécie.

Os meses (Agosto e Setembro para Sete Cidades e somente Setembro para a Lagoa do Peixe) que apresentam densidades relativas elevadas coincidem com a presença de indivíduos de maior tamanho.

A proporção sexual é diferente para as duas lagoas. Na Lagoa do Peixe, Rodrigues (1997) encontrou maior número de machos em relação às fêmeas, enquanto que neste estudo encontramos um maior número de fêmeas, apesar do baixo número de indivíduos recolhidos nesta lagoa. Para a Lagoa das Sete Cidades o “sex-ratio” favorece os machos, significativamente, tal como referem Couto & Costa (2002). Em Correia (1995b) o “sex-ratio” favorecia as fêmeas o que poderia indicar uma estabilização das populações e um aumento da abundância, ao contrário do que apresenta este estudo.

Há uma dominância hierárquica em *P. clarkii*, o que implica a sobrevivência de indivíduos maiores e mais agressivos independentemente do sexo (Coll, 1987). Considerando que os machos apresentam quelípedes mais desenvolvidos do que as fêmeas do mesmo tamanho e que são mais agressivos, em condições limitantes de alimento terão maior vantagem competitiva em densidades mais elevadas. O que poderá implicar numa diminuição do potencial reprodutor, um decréscimo de fêmeas que poderá reduzir significativamente o período de recrutamento. O “sex-ratio” estudado poderá revelar esta situação e conseqüentemente indicar uma crescente diminuição de densidade populacional.

Na Lagoa das Sete Cidades os indivíduos machos maduros FI e as fêmeas maduras capturadas em Agosto poderão ser os responsáveis por dar origem à nova geração de juvenis, pois possuem as características estruturais e fisiológicas necessárias para que ocorra a fecundação e conseqüentemente produção de crias (Adão, 1991).

A média do comprimento total e do peso por mês variam de acordo com a maturidade atingida pela maioria dos indivíduos da Lagoa das Sete Cidades, i.e., os que possuem o último estado de maturação atingem as maiores dimensões.

A ausência de indivíduos de pequenas dimensões poderá ter condicionado as funções obtidas para descrever as relações entre os parâmetros obtidos. Isto deve-se sobretudo ao método de captura que favorece os animais de maiores dimensões (Correia, 1995b).

No entanto, dos indivíduos capturados, cerca de 4,5% da população total das lagoas das Sete Cidades e 14,3% dos indivíduos da Lagoa do Peixe eram menores do que o tamanho mínimo comercial (comprimento cefalotorácico < 35mm) (Couto & Costa, 2002).

Os meses de amostragem do presente estudo foram após a época de crescimento (Março a Junho) dos lagostins determinada por Couto & Costa (2002) que capturaram indivíduos maiores nos meses de Junho a Setembro, o que indica uma maior probabilidade de capturar indivíduos adultos de maiores dimensões, além do facto de terem sido utilizadas armadilhas como método de captura. Esta época equivale à estabelecida por Correia (1995b), em que os adultos e subadultos foram encontrados no fim da Primavera e no Verão.

Neste estudo foram recolhidos indivíduos nas Sete Cidades maiores (tamanho total entre 52,78 e 127,52 mm e peso entre 13 e 73 g) do que Couto & Costa (2002), em que obtiveram indivíduos com comprimento total entre 9,98 e 121,4 mm e o peso entre 9,92 e 51,51g.

Na Lagoa do Peixe os indivíduos apresentavam comprimentos totais que se encontravam entre 38 e 125mm, sendo este um intervalo mais abrangente do que o que foi apresentado por Rodrigues (1997) que capturou animais entre o comprimento 40 a 100mm.

O crescimento apresentado pela relação entre o comprimento total e o peso, para ambas lagoas é não isométrico (alométrico), como seria de esperar e como foi determinado em Couto & Costa (2002) e Correia (1993). O crescimento alométrico é

importante devido ao facto das alterações alométricas reflectirem frequentemente as modificações fisiológicas que ocorrem no ciclo de vida de uma espécie (Aiken e Waddy, 1992), *e.g.* a muda, a mudança do estado de maturação e o período de recrutamento. O crescimento individual será rápido permitindo que os animais atinjam dimensões fisiológicas máximas como as apresentadas, se as condições exógenas forem propícias (Momot & Romaine, 1981).

A evolução positiva entre o peso e o comprimento indica que os recursos não foram limitantes, o mesmo sucede para Correia (1995b).

Quanto à caracterização do habitat, este trabalho foi direccionado para verificar a existência de galerias e a disponibilidade alimentar para os lagostins. A presença de galerias indica que os lagostins mantêm activa a actividade escavadora e que as características do substrato são propícias a essa actividade. Sendo estas utilizadas como esconderijo e fuga a potenciais predadores e também como espaços para a oviposição (Correia, 1995b).

As galerias encontravam-se em pequenas áreas da margem que estão frequentemente alagadas e cujo substrato poderá ser propício para a actividade escavadora. No canal observaram-se menos galerias, possivelmente, porque as margens se encontravam mais secas em relação às margens da península. Foi extremamente complicado determinar se alguns buracos encontrados eram ou não galerias, pois estas zonas são por vezes alvo de passagem do gado bovino e de outro tipo de acção humana que deixa o terreno revolvido.

O maior número de lagostins apanhados nas galerias, da península coincidiu com o aparecimento de peixes mais próximos da margem e à superfície. Nas galerias foram encontrados maioritariamente machos, este facto não descarta a possibilidade de existirem fêmeas fecundadas no fundo das galerias detrás dos machos, pois na altura da postura as fêmeas afastam os machos (Coll, 1987).

Couto & Costa (2002) não encontrara galerias nas margens da Lagoa das Sete Cidades.

A *E. densa* foi observada em muitos estudos como uma das preferências alimentares dos lagostins, além dos macroinvertebrados, pois como herbívoro e oportunista (Ilhéu & Bernardo, 1993), o lagostim alimenta-se da elodea, porque esta é muito abundante na Lagoa das Sete Cidades (Seara & Costa, 1999; Couto & Costa, 2002; Correia, 2003).

Da análise feita aos macroinvertebrados presentes na elodea destaca-se um maior número de indivíduos das famílias Chironomidae (Diptera), Physidae e Ferrissiidae (Gastropoda) que poderão ser considerados o alimento mais provável dentro do grupo de macroinvertebrados para a espécie *P.clarkii*, pois facilmente são ingeridos com a elodea (Couto & Costa, 2002).

Esta espécie ao longo do ciclo de vida altera a preferência alimentar, os juvenis tendem a ser carnívoros, e os indivíduos maduros, herbívoros e detritívoros (Ilhéu & Bernardo, 1993), consoante a densidade populacional e a disponibilidade de alimento. Os animais carnívoros poderão recorrer ao canibalismo (predação intraespecífica), se as densidades forem elevadas, se existir limitação de recursos tróficos ou por agressividade (Ilhéu & Bernardo, 1993).

As cianobactérias (procariotas fotossintéticos) detectadas na lagoa formam uma espécie de blooms, com uma periodicidade coincidente com os meses quentes de Verão e libertam algumas toxinas que podem afectar o sistema digestivo ou neurológico desta espécie, para além de poderem constituir um risco potencial para a saúde humana. O nível de toxicidade deverá ser analisado periodicamente. Estas cianobactérias surgem à superfície e reflectem o estado de eutrofização das lagoas.

As populações de *P. clarkii* destas lagoas são possivelmente um óptimo exemplo do efeito fundador de uma espécie, pois os lagostins poderão ter surgido de alguns indivíduos retirados de uma população. E devido ao comportamento característico como estrategistas “r” houve uma rápida proliferação (Costa *et. al.*, 1996), origem de um pico alto de densidade populacional, que foi evidenciado nos estudos anteriores a este. Actualmente, esse número elevado foi substituído por um baixo número de efectivos.

A forte predação por parte das comadrinhas e lúcius poderá contribuir também para um decréscimo populacional dos lagostins. Para além da predação, existem outros factores (*e.g.* baixo número de fêmeas, má qualidade da água devido à eutrofização da lagoa) a cooperar para a diminuição dos lagostins, estes devem ser analisados num período de tempo mais extenso.

10. Considerações Finais

Neste estudo houve uma constante preocupação em registar qualquer actividade e possível influência ao desenvolvimento do lagostim.

Como o tempo de amostragem foi relativamente curto, o grau de dificuldade em capturar os indivíduos era elevado e existem alguns trabalhos sobre o lagostim vermelho na Lagoa do Peixe, na época em que este era muito abundante (*e.g.* Garcia *et al.*, 1993, Costa & Correia, 1994, Costa *et al.*, 1994, Costa *et al.*, 1996 e Rodrigues, 1997), incidi o estudo mais em torno da Lagoa das Sete Cidades, pois Seara & Costa (1999) e Couto & Costa (2002) baseiam o estudo na ecologia trófica.

A amostragem foi feita no Verão que é considerada a altura em que se encontra os indivíduos de maiores dimensões, como foi confirmado neste estudo e as dimensões dos indivíduos recolhidos reflectem uma boa adaptação. A ausência dos lagostins de pequenas dimensões, devido ao método de captura não permite o estudo da dinâmica populacional e uma maior distribuição dos tamanhos por classes.

Até ao presente estudo, não haviam sido encontradas galerias, elas revelam que o solo na Lagoa das Sete Cidades possui um óptimo substrato para os lagostins exercerem a actividade escavadora.

A espécie *P. clarkii* é considerada uma praga mas, actualmente nestas áreas não revela esse comportamento, talvez devido ao baixo número de efectivos ou porque não mostra ser prejudicial para as espécies no habitat. Esta espécie exótica reflecte ser um bom alimento para a quantidade de predadores encontrados nas Sete Cidades e como herbívoro poderá contribuir para a diminuição das macrófitas nas lagoas.

A quantidade de informações recolhidas neste estudo torna necessária a elaboração de estudos que incidam particularmente num tópico, como a predação dos lagostins pelos mamíferos, peixes ou aves, a elaboração das galerias, o nível de toxicidade das cianobactérias para os lagostins, etc.

Para os lagostins observados na Lagoa das Furnas e na Lagoa de Santiago, também serão precisos estudos para conhecer a dinâmica, a evolução populacional e os possíveis impactos causados pela inserção desta espécie nestas lagoas.

11. Bibliografia

Aiken, D.E. & S.L., Waddy, 1992. The growth process in crayfish. *Reviews in Aquatic Sciences*, **6**: 335-381.

Adão, M.H., 1991. *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Decapoda, Cambaridae) espécie exótica em Portugal: considerações sobre a ecobiologia e aspectos da sua biologia populacional na barragem de Monte Novo (Alentejo, Portugal). Universidade de Évora, Évora, 167pp.

Anastácio, P., 1993. *Ciclo biológico e produção do lagostim vermelho da Louisiana (Procambarus clarkii, Girard) na região do Baixo Mondego*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra, 1-109 pp.

Calado, H., 2000. *Planeamento Ambiente e Ordenamento do Território: O Caso da Bacia Hidrográfica da Lagoa das Sete Cidades*. Departamento de Biologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, São Miguel, 373pp.

Coll, M.J., 1987. *Cría do cangrejo de rio*. Hispano europea ed., Barcelona, 160pp.

Constância, J.P., T.J. Braga, J. C. Nunes, E. Machado & L., Silva, 1997. *Lagoas e Lagoeiros do Concelho de Ponta Delgada*. Amigos dos Açores, Ponta Delgada, 155pp.

Correia, A.M., 1990. *Estudo da dinâmica populacional de Procambarus clarkii (Decapoda, Cambaridae) em quatro habitats naturais*. Relatório de estágio em recursos faunísticos e ambiente. Faculdade de Ciências de Lisboa (FCUL), Lisboa, 138pp.

Correia, A.M., 1993. Length-weight relationships for two populations of the red swamp crayfish, *Procambarus clarkii* (Decapoda, Cambaridae) from Portugal. *Freshwater Crayfish*, **9**: 442-450.

Correia, A.M., 1995a. Population Dynamics of *Procambarus clarkii* (Crustacea, Decapoda) in Portugal. *Freshwater Crayfish*, **8**: 276-290.

Correia, A.M., 1995b. *Biologia Populacional e Interações tróficas de Procambarus clarkii* (Crustacea, Decapoda, Cambaridae) no Sistema Hidrográfico do Rio Tejo (Ribatejo, Portugal). Tese de Doutoramento, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 313pp.

Correia, A.M., 2003. Food choice by introduced crayfish *Procambarus clarkii*. *Ann. Zool. Fennici* **40**: 517-528

Costa, A.C. & A.M., Correia, 1994. Introduction of the red swamp crayfish, *Procambarus clarkii* (Crustacea: Decapoda) in São Miguel, Azores, Portugal. *Arquipélago. Life and Marine Sciences* **12A**: 67-73.

Costa, A.C., A.M., Correia & J.M., Azevedo, 1994. L'écrevisse rouge des marais, *Procambarus clarkii*, aux Açores. *L'Astaciculteur de France*, **38**: 1-9.

Costa, A.C., A.M., Correia & M.L., Rodrigues, 1996. Monitoring a population of *Procambarus clarkii* (Decapoda, Cambaridae) in São Miguel (Azores, Portugal). *Freshwater Crayfish*, **11**: 203-212.

Couto, A. & A., Costa, 2002. Studies on the red swamp crayfish *Procambarus clarkii* population from Sete Cidades lake (São Miguel, Azores). *8th Colloquium Crustacea Decapoda Mediterranea. Book of Abstracts*, 53pp.

Couto, A., 2004. *Estimação da abundância ictiológica e caracterização da pesca desportiva na Lagoa das Furnas (São Miguel, Açores)*. Relatório de estágio em biologia marinha e pescas. Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente, Faro, 40pp.

Cunha, R.T., A., Costa, & J., Porteiro, 1996. Introduction of *Procambarus clarkii* and *Palemonetes varians* in São Miguel island. *Abstracts do II Congresso de Fauna e Flora das ilhas atlânticas, Canárias*: 230.

Cunha, R.T., 1986. *Estudo da Bacia Hidrográfica das Sete Cidades*. Análise Biofísica. Análise do Ecossistema Lagunar. Ponta Delgada. S.R.E.S.

Dentinho, T., Porteiro, J. & Silva, E., 2002. Gestión del conflicto económico y ambiental en la Cuenca de Sete Cidades. *Actas III Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua*, Espanha.

DROTH (Direcção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos)/Secretaria Regional do Ambiente e Instituto Nacional da Água/Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. *Plano Regional da Água*, 2001. Açores.

Figiel Jr., C.R.; J.G., Babb & J.F., Payne, 1991. Population regulation in young of the year crayfish, *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Decapoda, Cambaridae). *Crustaceana*, **61**: 301-307.

Gállego, L. & M., Ocete, 1985. Problemática de la introducción de *Procambarus clarkii* (Girard) (Crustacea, Decapoda) en las marismas del Guadalquivir II Posibles soluciones. *Trazos Trabajos Zoológicos*, **2**.

Garcia, V.; A.C., Costa; J.M., Azevedo, & A.M., Correia, 1993. O lagostim vermelho (*Procambarus clarkii*) em São Miguel: Caracterização da espécie e implicações de sua introdução. Universidade dos Açores, Ponta Delgada, São Miguel, 23pp.

Groves, R.E., 1985. *The Crayfish: its nature and nurture*. Fishing Books Ltd., Farnham, Surrey, England, 72pp.

Hobbs, H.H. III; J.P. Jass, & J.V., Huner, 1989. A review of global crayfish introductions with particular emphasis on two North American species (Decapoda, Cambaridae). *Crustaceana*, **56**: 299-316.

Holdich, D.M. & R.S., Lowery, 1988. *Freshwater crayfish. Biology, management and exploitation*. First Edition, D.M. Holdich and R.S. Lowery ed., Croom Helm. London & Sidney, 498 pp.

Huner, J.V., 1981. Information about the biology and culture of the red crawfish, *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Decapoda, Cambaridae) for fisheries managers in Latin America. *An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol. Univ. Autón. México*, **8**: 43-50.

Huner, J.V., 1988. Status of transplantations. *Freshwater Crayfish*, **7**: 29-34.

Huner, J.V. & Barr, J.E., 1991. *Red swamp crayfish: biology and exploitation*. Third edition. The Louisiana Sea Grant College Program, Center for Wetland Resources, Louisiana State University, Baton Rouge, 228 pp.

Huner, J.V. & Romaine, R.P., 1978. Size at maturity as means of comparing populations of *Procambarus clarkii* (Girard) (Crustacea, Decapoda) from different habitats. *Freshwater Crayfish*, **4**: 53-64.

Ilhéu, M., 1991. *Aspectos da ecologia ecologia trófica do lagostim vermelho da Luisiana (Procambarus clarkii Girard)*. Tese de licenciatura, Universidade de Évora, Évora, 119pp.

Ilhéu, M. & Bernardo, J. M., 1993. Aspects of trophic ecology of the red swamp crayfish (*Procambarus clarkii* Girard) in Alentejo, South of Portugal. *Actas VI Congreso Español de Limnología*, 417-423pp. Granada, España.

Ingle, R., 1997. *Crayfishes, Lobsters and Crabs of Europe*. An illustrated guide to common and traded species. First edition. Chapman & Hall, London, 178-185 pp.

Instituto Hidrográfico (ED) 1981. *Roteiro do Arquipélago dos Açores*.

Luís, A., 1984. *Sete Cidades – Fauna*. S.R.E.S., Ponta Delgada.

Momot, W.T. & R.P., Romaine, 1981. Use of seine to detect stunted crayfish populations in ponds, a preliminary report. *J. World Maricul. Soc.*, **12**: 384-390.

Porteiro, J., 2000. *Lagoas dos Açores – Elementos de Suporte ao Planeamento Integrado*. Tese de Doutoramento, Departamento de Biologia, Universidade dos Açores, 343pp.

Ramos, M. A. & Pereira, T. M., 1981. Um novo Astacidae para a fauna portuguesa: *Procambarus clarkii* (Girard, 1852). *Bol. Inst. Nac. Invest. Pescas*, Lisboa, **6**: 37-47.

Rodrigues, M., 1997. *Estudo de uma população de Procambarus clarkii na ilha de São Miguel*. Tese de Licenciatura, Universidade dos Açores (UAc), Ponta Delgada, São Miguel, 62pp.

Rhodes, R.J. & Avault, J.W., 1986. Mark and recapture of the red swamp crayfish *Procambarus clarkii*. *Freshwater Crayfish*, **6**.

Ricker, W.E., 1973. Linear regressions in fishery research. *J. Fish. Res. Board Can*, **30**: 409-434. (não consultado)

Ricker, W.E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, **191**: 1-382. (não consultado)

Romaine, R.P., Forester, J.F. & Avault, J.W., 1977. Length-weight relationships of two commercially important crayfishes of the genus *Procambarus*. *Freshwater Crayfish*, **4**: 331-336.

Romaine, R.P. & Lutz, C.G., 1989. Population dynamics of *Procambarus clarkii* (Girard) and *Procambarus acutus acutus* (Girard) (Decapoda, Cambaridae) in commercial ponds. *Aquaculture*, **81**: 253-274.

Seara, M.A. & Costa, A., 1999. Natural diet of the crayfish *Procambarus clarkii* (Girard) in Sete Cidades Lake (São Miguel, Açores). *7º Congresso Crustacea Decapoda Mediterrânea*.

Sommer, T.R., 1984. The biological response of the crayfish *Procambarus clarkii* to transplantations into California ricefields. *Aquaculture*, **41**: 373-384.

Tachet, H.; P., Richoux; M.; Bournaud & P., Usseglio-Polatera, 2000. *Invertébrés D'Eau Douce*. CNRS Ed., Paris, 585pp.

Unestam, T., 1975. Dangers of introducing new crayfish species. *Freshwater Crayfish*, **2**: 557-561.

Zar, J.H., 1999. *Biostatistical analysis*. Fourth edition. Prentice Hall Inc., New Jersey, 663 pp.

ANEXOS

Anexo I

Tabela 1 – Teste estatístico Qui-Quadrado para verificar possíveis diferenças significativas na variação da proporção sexual, ao longo do período de amostragem para a Lagoa das Sete Cidades.

	Valor	gl*	Assimp. Sig. (2-extremos)
X ²	9,23	3	0,03
N Casos Válidos	185		

*graus de liberdade

Tabela 2 – Teste estatístico Qui-Quadrado para verificar possíveis diferenças significativas de variação da proporção sexual, no respectivo período de amostragem para a Lagoa do Peixe.

	Valor	gl*	Assimp. Sig. (2-extremos)	Exacta Sig. (2-extremos)	Exacta Sig. (1-extremo)
X ²	0,50	1	0,48		
Correcção para Continuidade (a)	0,008	1	0,93		
Teste de Fisher				0,58	0,45
N Casos Válidos	14				

(a) utilizado para uma tabela 2x2.

* graus de liberdade

Tabela 3 – Teste de Qui-Quadrado para verificar se existem diferenças significativas nos estados de maturação das fêmeas ao longo do período amostragem para os indivíduos da lagoa das Sete Cidades.

Sexo F	Valor	gl*	Assimp. Sig. (2-extremos)
X ²	23,40	6	0,0007
Associação Linear	16,41	1	5,10x10 ⁻⁵
N Casos Válidos	78		

*graus de liberdade

Tabela 4 – Teste de Qui-Quadrado para verificar se existem diferenças significativas nos estados de maturação dos machos ao longo do período de amostragem para indivíduos da lagoa das Sete Cidades.

Sexo M	Valor	gl*	Assimp. Sig. (2-extremos)
X ²	12,11	6	0,06
Associação Linear	4,13	1	0,04
N Casos Válidos	107		

*graus de liberdade

Anexo II

Tabela 5 – Teste ANOVA para verificar se existem diferenças significativas na variação do comprimento tendo em conta o sexo e o mês em que os indivíduos foram capturados na Lagoa das Sete Cidades. *diferença significante; n.s.=diferenças não significantes.

ANOVA	Graus de Liberdade	F	P	Significância
Sexo	1	2,95	0,08	n.s.
Mês	3	13,90	$3,73 \times 10^{-8}$	*
Sexo * Mês	3	1,36	0,25	n.s.

Tabela 6 – Teste de Tukey para comparar o comprimento total dos indivíduos nos meses de amostragem na Lagoa das Setes Cidades. Os números na tabela são valores da significância ($p < 0,05$); n.s.= diferenças não significativas.

Mês x Mês*	Junho	Julho	Agosto	Setembro
Junho	-	n.s.	0,0004	n.s.
Julho	n.s.	-	$2,25 \times 10^{-6}$	0,003
Agosto	n.s.	$2,25 \times 10^{-6}$	-	n.s.
Setembro	n.s.	0,003	n.s.	-

Tabela 7 – Teste ANOVA para verificar se existem diferenças significativas na variação do peso tendo em conta o sexo e o mês em que os indivíduos foram capturados na Lagoa das Sete Cidades. *diferença significante; n.s.=diferenças não significantes.

ANOVA	Graus de Liberdade	F	P	Significância
Sexo	1	0,02	0,89	n.s.
Mês	3	11,97	$3,72 \times 10^{-7}$	*
Sexo * Mês	3	1,82	0,15	n.s.

Tabela 8 – Teste de Tukey para comparar o peso dos indivíduos nos meses de amostragem na Lagoa das Setes Cidades. Os números na tabela são valores da significância ($P < 0,05$); n.s.=diferenças não significativas.

Mês x Mês*	Junho	Julho	Agosto	Setembro
Junho	-	n.s.	$4,4 \times 10^{-06}$	0,002
Julho	n.s.	-	0,0005	n.s.
Agosto	$4,4 \times 10^{-06}$	0,0005	-	n.s.
Setembro	0,002	n.s.	n.s.	-

Anexo III

Tabela 9 – Teste de Mann-Whitney para verificar possíveis diferenças significativas na variação do peso e do comprimento total dos indivíduos da Lagoa do Peixe.

	Peso	Comprimento Total
Mann-Whitney (U)	12	15
Sig. Assimp. (2-extremos)	0,16	0,32
Exacta Sig. [2*(1-extremo Sig.)]	0,19	0,36