

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA ANIMAL



**ECOLOGIA E AVALIAÇÃO DOS RECURSOS
BENTÓNICOS DA ZONA DE TRANSIÇÃO
DULCIAQUÍCOLA-SALOBRA NO RIO MIRA**

João Paulo da Silva Medeiros

MESTRADO EM PESCAS E AQUACULTURA

2009

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA ANIMAL



**ECOLOGIA E AVALIAÇÃO DOS RECURSOS
BENTÓNICOS DA ZONA DE TRANSIÇÃO
DULCIAQUÍCOLA-SALOBRA NO RIO MIRA**

João Paulo da Silva Medeiros

MESTRADO EM PESCAS E AQUACULTURA

Dissertação orientada por:
Professora Doutora Maria José Rosado Costa
Doutora Paula Maria Chainho de Oliveira

2009

Esta dissertação deverá ser citada como:

Medeiros, J. P. (2009) – *Ecologia e Avaliação dos Recursos Bentónicos da Zona de Transição Dulciaquícola-Salobra no Rio Mira*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.

Ao meu pai, à minha mãe e ao meu namorado

À Paulinha e à Luísa



Luis Silva (2006)

*“Do recato dos sobreirais de Mu, na serra do Caldeirão, à intempestiva
corredura de marés que se faz à vista das arribas marinhas da costa do
Sudoeste Alentejano, o Mira, o rio das águas tranquilas, carrega quilómetros de
venturas e desventuras feitos de montes que se perfilam, uns a seguir aos
outros, numa cascata de relevos que tanto se erguem em possantes miradouros,
como logo em seguida se afundam os barrancos tremendos apertados sobre
estreitas passagens gizadas pelo incessante deambular de bichos e homens. Pelo
meio, já liberto do represamento de Santa Clara, enquanto enche de brío os de
Odemira e envaidece os de Vila Nova de Milfontes, corre numa sonolenta maré
de tranquilidade que só os Invernos copiosos conseguem quebrar.”*

Jorge Nunes & Manuel Nunes *in* Da Nascente até à Foz, Edições INAPA



Sandra Coelho (2007)

“Sem água não há rio. E o Mira, o das águas largas e abundantes, só o volta a ser em Odemira, a islâmica povoação que os mouros sabiamente dispuseram em anfiteatro sob uma apertada curva do rio. É aqui, a 30 quilómetros da foz, na velha povoação que Afonso III granjeou com foral logo em 1256, que o rio se faz homem e ganha identidade; é salobro em vez de doce; é largo em vez de estreito; é apressado em vez de lento; e perdoa-se ao forasteiro se acrescentar que é rio em vez de ribeiro. Durante séculos, o Mira foi a única porta, a sul do Sado, que o Alentejo abriu ao oceano e ao mundo para lá da finisterra lusa. Por ele, sobretudo durante a Idade Média, fazia-se trânsito de gente e animais rumo a Lisboa; levava-se cartas e recebia-se novas; vendia-se a farinha que os moinhos moíam na água barrenta e comprava-se panos. Por ele, enfim, passava tudo, até o peixe – os barbos-do-sul, as bogas-de-boca-arqueada e os escalos-do-sul – que alimentavam o povo. O trigo, o milho e a cevada que se moía nos moinhos de água que o rio alimentava de Inverno desapareceram.”

Jorge Nunes & Manuel Nunes *in* Da Nascente até à Foz, Edições INAPA

ENTRE SONO E SONHOS

*Entre mim e o que em mim
É o quem eu me suponho
Corre um rio sem fim.
Passou por outras margens,
Diversas mais além,
Naquelas várias viagens
Que todo o rio tem.*

*Chegou onde hoje habito
A casa que hoje sou.
Passa, se eu me medito;
Se desperto, passou.*

*E quem me sinto e morre
No que me liga a mim
Dorme onde o rio corre —
Esse rio sem fim.*

Fernando Pessoa

AGRADECIMENTOS

À Professora Doutora **Maria José Rosado Costa**, os meus sinceros agradecimentos por ter aceitado orientar este estudo, pelo acolhimento e inserção na extraordinária equipa do Grupo de Ecologia e Gestão dos Recursos Aquáticos (EMAR) do Centro de Oceanografia. À **Professora Zita** pela amizade, confiança, compreensão, boa disposição, exigência e disciplina que lhe são características. Muito obrigado por tudo. “Acima de tudo, na vida, temos necessidade de alguém que nos obrigue a realizar aquilo de que somos capazes. É este o papel da amizade” (Emerson).

À Doutora **Paula Chainho de Oliveira**, por ter sido uma das principais pessoas responsáveis pela existência do projecto EFICAS, por ter feito com que este trabalho exista e por me ter ensinado grande parte daquilo que hoje sei no ramo da Biologia. À **Chefinha** por ter acreditado em mim desde o primeiro dia em que comecei a trabalhar no projecto EFICAS, no Instituto de Oceanografia, e por me ter feito crescer no mundo da ciência, pela sua amizade e pelo enorme carinho que sempre demonstrou para comigo. “As pessoas entram na nossa vida por acaso; mas não é por acaso que elas permanecem” (Alessandra Melo).

Ao Doutor **José Lino Costa**, pela sua infindável sabedoria, aconselhamento, ensinamentos e por toda a disponibilidade demonstrada no decurso do presente trabalho, assim como pelas revisões críticas da presente dissertação. Ao **Lino**, pela sua amizade, confiança, boa disposição, companheirismo e por todo o apoio incontornável, principalmente na fase final. Por não me deixar desamparado, o meu mais sincero obrigado. “É muito difícil encontrar um bom amigo, mais difícil ainda deixá-lo e impossível esquecê-lo” (Anónimo).

À Doutora **Maria Luísa Chaves**, por me ter ajudado na identificação dos macroinvertebrados bentónicos de água doce e pela sua disponibilidade e aconselhamento na estruturação da dissertação. À **Luisinha**, pela sua amizade, companheirismo, boa disposição e alegria que tão bem a caracterizam. “Os homens cultivam cinco mil rosas num mesmo jardim e não encontram o que procuram. E, no entanto, o que eles buscam poderia ser encontrado numa só rosa” (Saint-Exupéry).

Ao Professor Doutor **Carlos Assis**, pela sua preocupação, atenção e disponibilidade na tentativa de resolver todos e quaisquer problemas inerentes ao decurso do mestrado, principalmente, na fase curricular.

Ao Professor Doutor **João Carlos Marques** pela coordenação do projecto EFICAS que serviu de base ao trabalho efectuado na presente dissertação e à Doutora **Joana Patrício** pela sua capacidade de organização e por ser uma das pessoas responsáveis pelo delineamento do projecto. À **Joaninha** pela sua amizade, perseverança e apoio.

À Mestre **Gilda Silva** pelo seu apoio incondicional na identificação dos macroinvertebrados bentónicos, pelos seus ensinamentos e pela disponibilidade na formatação e revisão da dissertação bem como pela sua ajuda nas tarefas do dia-a-dia. À **Gilda**, que incondicionalmente foi uma das pessoas responsáveis por eu ter chegado onde cheguei, por ter acreditado e acreditar nas minhas capacidades, por me ter aconselhado e aconselhar, por me ter ouvido e ouvir, por ter ralhado e por ralhar comigo, por me chamar à atenção, por me ter estendido a mão quando eu mais precisei, por ser quem é. Do fundo do meu coração, um simples obrigado é pouco para agradecer tudo o que fizeste e tens feito por mim. “Que a nossa amizade não seja como a lua que apesar de linda às vezes muda de fase, mas que seja como o céu que apesar de lindo é infinito...” (Anónimo).

À Dra. **Ana Luísa Rego**, pela ajuda na identificação dos macroinvertebrados bentónicos e pelos seus ensinamentos aquando a minha chegada ao Instituto de Oceanografia. À **Ana Luísa**, pela sua amizade, companheirismo, conselhos, boa disposição e pelas suas gargalhadas que me fizeram sentir bem, principalmente nos momentos menos bons. Pelo seu ombro, compreensão e ajuda na ultrapassagem de um dos momentos mais difíceis da minha vida. “Um verdadeiro amigo é alguém que te conhece tal como és, compreende onde tens estado, acompanha-te nas tuas conquistas e nos teus fracassos, celebra as tuas alegrias, partilha a tua dor e jamais te julga por teus erros” (Anónimo).

Ao Mestre **Tadeu Pereira**, pela grande ajuda nas saídas de campo e pelo companheirismo inigualável que sempre demonstrou. Ao **Tadeu**, pela sua amizade, pelo seu sentido de humor, pelo seu espírito de entreatajuda e pelas conversas animadas que sempre surgem por muito sério que seja o assunto. “Quem tem um verdadeiro amigo, pode afirmar que tem duas almas” (Eli Behar).

Ao Dr. **João Calado**, igualmente pela enorme ajuda prestada aquando as saídas de campo. Ao **João** pela amizade, companheirismo e por ter sido um excelente colega de trabalho.

À Mestre **Carla Azeda**, pela disponibilidade demonstrada em ajudar-me sempre que foi preciso e por todo e qualquer esclarecimento relativamente à metodologia do laboratório de Zoologia. À **Azeda**, pela sua sincera amizade, boa disposição, conselhos, força, apoio, pelos despiques e discussões saudáveis e pelas enormes gargalhadas verdadeiramente sentidas. “ Amigo: alguém que sabe tudo a teu respeito e gosta de ti assim mesmo” (Elbert Hubbard).

À Professora Doutora **Helena Adão** e à Mestre **Sofia Alves** pelo companheirismo e ajuda nas campanhas de amostragem. À **Helena** e à **Sofia** pelos excepcionais momentos passados a bordo da embarcação, pelo espírito de entreatajuda, pela simpatia, pelo carinho e pela confiança depositada na minha pessoa.

Ao Dr. **Nuno Prista** por sempre mostrar um enorme companheirismo e mostrar-se disponível para ajudar sempre que necessário. Ao **Prista**, pela enorme força que me deu nesta fase final e pelas palavras que me fizeram ter orgulho e tentar ser motivo de orgulho. “A melhor parte da vida de uma pessoa está nas suas amizades “ (Abraham Lincoln).

À Professora Doutora **Carmen dos Santos**, à Professora Doutora **Isabel Domingos**, à Dra. **Diana Passos**, à Dra. **Sílvia Pedro** e à Dra. **Mafalda Mascarenhas** pelo companheirismo, amizade e pela partilha de bons momentos de conversa e desabafos.

À Mestre **Filipa Neto**, pela sua disponibilidade no esclarecimento de dúvidas relacionadas com o tratamento estatístico dos dados e conselhos no delineamento da presente dissertação. À **Pipa** pela sua amizade, boa disposição, alegria e riso contagiante. “A linguagem da amizade não é de palavras, mas de significados” (Henry David Thoreau).

À **Elsa Cabral** por sempre se mostrar disponível em ajudar no que fosse preciso, pela sua verdadeira amizade e boa disposição. “Há quatro espécies de amigos que o são sinceramente: o que ajuda, o que permanece igual na prosperidade e no infortúnio, o que dá um bom conselho e o que tem uma simpatia real por nós” (Digha-Nikaya).

À **Ana Horta** por ter sido uma colega exemplar no decurso do mestrado, quer como colega de grupo, quer como verdadeira amiga. Obrigado pela força, pelo companheirismo, por me teres ouvido e por me teres cedido o teu ombro e dado o teu abraço quando mais precisei. “As palavras de amizade e conforto podem ser curtas e sucintas, mas o seu eco é infundável” (Madre Teresa de Calcutá).

À **Dália Freitas** e ao **Nuno Castro** pelo companheirismo ao longo do mestrado e por conservarem uma grande amizade que cada vez mais se fortalece. “Talvez as melhores amizades sejam aquelas em que haja muita discussão, muita disputa e mesmo assim muito afecto” (George Eliot).

Ao **André** e ao **João** que me ajudaram particularmente numa das saídas de campo e que mostraram ser pessoas com um enorme espírito de entreajuda.

À Dra. **Vanessa Pinto** pelos momentos partilhados na discussão relacionada com a presente dissertação, partilha de opiniões, sugestões e conselhos. À **Vanessa** pela sua incondicional amizade, por ouvir os meus desabafos, por estar presente quando preciso e por ser, sobretudo, uma grande amiga. “Amizade é como música: duas cordas afinadas no mesmo tom vibram juntas” (Anónimo).

Aos restantes colegas e amigos do grupo de Zoologia e aos colegas e amigos dos grupos de Oceanografia Física e Botânica Marinha do Instituto de Oceanografia, em particular à **Ana Sousa**, agradeço o companheirismo e a amizade.

Ao **Sr. Vitalino Cruz** pela cedência da sua embarcação nas campanhas de amostragem e ao **Sr. António** pela preciosa ajuda nas dragagens, bem como pela boa disposição e entusiasmo com que sempre se empenharam nas saídas de campo.

À minha prima **Teresa** e à minha tia-avó **Laura**, pelas ajudas de foro financeiro sempre prestadas em todos os momentos mais cruciais da minha vida e por acreditarem que eu vingaria os meus sonhos.

À **Cátia** e ao **Nuno** pelos sólidos laços de amizade que nos unem e pela enorme ajuda e compreensão que têm tido para comigo. Pelo apoio, pelo carinho, por serem pessoas singulares. “A glória da amizade não é a mão estendida, nem o sorriso carinhoso, nem mesmo a delícia da companhia. É a inspiração espiritual que vem quando se descobre que alguém acredita e confia em nós” (Ralph Waldo Emerson).

Ao meu gato **Tijó** pela companhia e pelos mimos nos momentos em que apenas se ouvia a minha voz a pensar alto e as teclas do computador que transpunham para o ecrã os meus pensamentos e emoções “Os animais dividem connosco o privilégio de terem uma alma” (Pitágoras).

Ao **Tiago**, meu companheiro da vida e de todas as lutas, por acreditares em mim, nas minhas capacidades e nos meus valores, pelo apoio incondicional em todos os momentos mais ou menos difíceis e por me mostrares que o caminho do amor chama-se sacrifício e que o amor é a ocasião única de amadurecer, de tomar forma, de nos

tornarmos um mundo para o ser amado; que é uma alta exigência, uma ambição sem limites, que faz daquele que ama um eleito solicitado pelos mais vastos horizontes. “Palavras são perdidas, promessas são esquecidas, papéis e cartas apodrecem, mas o verdadeiro amor é o que permanece...” (Jonathas Hardy).

Ao meu pai **Francisco**, que onde quer que ele esteja, sempre acreditou na minha ambição e nos meus sonhos e que um dia ia e vou conseguir lá chegar. “Não há alegria para o coração de um pai, que valha a certeza da felicidade de um filho” (Júlio Dantas).

À minha mãe **Vivalda**, por ser a melhor mãe do mundo, capaz de mover vales e montanhas por mim e pela concretização dos meus sonhos, por sempre me ter apoiado e nunca me ter dito que eu jamais seria capaz. “Os teus braços sempre se abrem quando preciso de um abraço. O teu coração sabe compreender quando preciso de uma amiga. Os teus olhos sensíveis endurecem-se quando preciso de uma lição. A tua força e o teu amor encaminham-me pela vida e dão-me as asas que eu preciso para voar” (Anónimo).

Agradecimentos Institucionais:

Ao Instituto de Oceanografia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa por ter proporcionado a realização da presente dissertação de mestrado.

A presente dissertação de mestrado foi realizada no âmbito do projecto EFICAS (POCI/MAR/61324/2004), financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT).

RESUMO

As comunidades biológicas da zona de transição dulciaquícola-salobra do estuário do Mira foram estudadas em duas vertentes principais: composição e estrutura das comunidades de macroinvertebrados bentónicos de acordo com o gradiente salino, e uso e potencialidade de exploração dos recursos biológicos existentes nessa zona. A variabilidade espacial das comunidades de macroinvertebrados bentónicos revelou a existência de duas zonas distintas (zona dulciaquícola e zona salobra). Na zona mais a montante, com uma salinidade anual inferior a 0,5, predominaram *taxa* dulciaquícolas, principalmente larvas de insectos, e observou-se uma tendência para maiores densidades e riquezas taxonómicas. Na zona salobra, com uma salinidade anual superior a 0,5, predominaram *taxa* estuarinos, e por isso mais tolerantes a variações de salinidade (*Corophium orientale*, *Cyathura carinata*, *Lekanesphaera* spp., *Alkmaria romijni*, *Hediste diversicolor* e *Streblospio shrubsolii*), observando-se maiores valores de diversidade e equitabilidade. Foram observadas variações sazonais em ambas as zonas, foi mais acentuada na zona dulciaquícola, tendo sido na Primavera que se registaram os maiores valores de abundância e no Outono os mais baixos. Os resultados obtidos neste estudo indicam que o limite superior do estuário tidal se localiza, sensivelmente, 8 km a montante da vila de Odemira, estendendo-se a zona de transição aproximadamente por 2,7 km para jusante desse limite superior. A distribuição destas comunidades, na zona de transição dulciaquícola-salobra, faz-se progressivamente de acordo com o gradiente salino, comportando-se mais como um padrão de *ecoclina* do que de *écotono*. A potencialidade dos recursos biológicos existentes na zona dulciaquícola-salobra do estuário do Mira foi avaliada com base em inquéritos e complementada com a informação disponível na bibliografia. Apenas é praticada pesca lúdica, com utilização de cana-de-pesca, utilizando como isco, sobretudo, a minhoca-da-pesca e o camarão na captura de *Dicentrarchus labrax*, *Anguilla anguilla*, *Diplodus sargus* e *Solea* spp., e também de milho na captura de *Cyprinus carpio*, sendo o principal destino das pescarias o consumo próprio. *Procambarus clarkii*, *Palaemon longirostris* e *Corbicula fluminea*, embora pouco explorados, são potenciais recursos.

PALAVRAS-CHAVE: macroinvertebrados bentónicos; estuário superior; variação espacial e temporal, gradiente salino; ecoclina; recursos biológicos;

SUMMARY

The communities of benthic macroinvertebrates of the freshwater and brackish water transition zone of the Mira estuary had been studied to evaluate the composition and structure of the communities according to the salinity gradient and to assess potential for biological resources. Spatial variability of macrobenthos revealed two different areas: a freshwater area, with median annual salinities of 0.5, characterized by high abundances and taxa, mainly insects; and a brackish water region, with higher salinities, characterized by salinity tolerant taxa (*Corophium orientale*, *Cyathura carinata*, *Lekanesphaera* spp., *Alkmaria romijni*, *Hediste diversicolor* e *Streblospio shrubsolii*) and showing higher diversity and evenness. Seasonal variations were observed in both areas, although higher in the freshwater region. Nevertheless, spring was the season with higher abundances while autumn showed the lowest. The upper limit of the tidal estuary of this estuary was determined to be located 8 km upstream of Odemira village and the transition area between freshwater and brackish water extended approximately for 2.7 km downstream of this limit. The communities of benthic macroinvertebrates in this transition zone are distributed gradually along the saline gradient which is in accordance with the *ecocline* model. The potential biological resources to explore in the freshwater and brackish water zone in the Mira estuary was evaluated by inquiries and complemented with the information available in the bibliography. Only recreational fishing was practice, therefore fishing rod the only gear used. Ragworms and shrimp were the preferential bait for the capture of *Dicentrarchus labrax*, *Anguilla anguilla*, *Diplodus sargus*, *Solea* spp., and corn for *Cyprinus carpio*. *Procambarus clarkii*, *Palaemon longirostris* and *Corbicula fluminea* were found to be potential resources for human consumption or for bait.

KEYWORDS: transition area; benthic macrofauna, spatial and temporal variations, saline gradient; potential biologic resources

ÍNDICE

Agradecimentos.....	i
Resumo	vi
Summary.....	vii

CAPÍTULO 1

Introdução Geral.....	2
Enquadramento e Objectivos.....	2
Descrição geral da área de estudo	4
Referências.....	8

CAPÍTULO 2

Ecologia e definição da zona de transição dulciaquícola-salobra no Rio Mira	14
Resumo.....	14
Introdução.....	15
Metodologia.....	18
Caracterização da área de estudo.....	18
Definição das estações de amostragem	19
Amostragem.....	19
Processamento laboratorial.....	21
Análise de dados	22
Resultados.....	28
Composição e abundância das comunidades de macroinvertebrados bentónicos	28
Variação espacial na composição das comunidades de macroinvertebrados bentónicos....	29
Variação temporal na composição das comunidades de macroinvertebrados bentónicos..	36

Varição espaço-temporal das medidas de diversidade das comunidades de macroinvertebrados bentônicos.....	43
Discussão.....	46
Referências.....	50

CAPÍTULO 3

Recursos biológicos da zona de transição dulciaquícola-salobra no Rio Mira.....	58
Resumo.....	58
Introdução.....	59
Metodologia.....	63
Resultados.....	64
Discussão.....	69
Referências.....	73

CAPÍTULO 4

Conclusões gerais	80
-------------------------	----

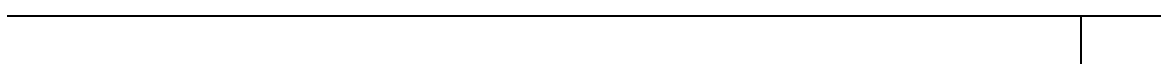
ANEXO A

ANEXO B

ANEXO C

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO GERAL



INTRODUÇÃO GERAL

ENQUADRAMENTO E OBJECTIVOS

As comunidades biológicas dos estuários são normalmente dominadas por espécies de origem marinha e, em menor número, dulciaquícolas, sendo relativamente raras espécies tipicamente estuarinas, ou seja, estritamente dependentes de habitats salobros.

De qualquer forma, todas as espécies capazes de colonizar estuários desenvolveram uma capacidade de tolerar valores de salinidade intermédios entre os característicos de ambientes de água doce e marinho e variações de salinidade acentuadas, permitindo-lhes viver nos estuários (Muylaert *et al.*, 2009). Esta tolerância é devida à capacidade de osmorregulação do próprio organismo e adaptação às particularidades ecológicas destes locais (*e.g. habitat* e especificidades em termos de alimentação) (Willmer *et al.*, 2000; Greenwood, 2007).

De facto, os factores ambientais mais importantes e que, normalmente, afectam os padrões longitudinais das comunidades de macroinvertebrados bentónicos nos estuários são a temperatura, o fluxo de água doce e a salinidade (Piscart *et al.*, 2005), sendo que o último factor constitui aquele que, primeiramente, define e controla a distribuição dessas mesmas comunidades ao longo desses sistemas (Attrill & Power, 2000; Attrill & Rundle, 2002; Piscart *et al.*, 2005; Sousa *et al.*, 2007; Hampel *et al.*, 2009).

Na zona de transição entre a água doce e o estuário compreensivelmente é que persiste um maior gradiente de carácter físico-químico (*i.e.* salinidade), consiste (Greenwood, 2007), ocorrendo por isso mudanças pronunciadas na composição e diversidade das comunidades biológicas e de macroinvertebrados bentónicos em particular (Muylaert *et al.*, 2009).

De acordo com Remane (1934), à medida que o gradiente salino aumenta, a diversidade das comunidades de macroinvertebrados também aumenta, facto já demonstrado também para o estuário do Mira, onde a diversidade a jusante é incomparavelmente maior que nas zonas intermédias do estuário e a montante, junto a Odemira, que é considerado o limite superior do estuário salino (*e.g.* Andrade, 1986). A definição deste limite superior não é consensual entre autores, sendo que, em alguns trabalhos, é referida uma extensão de 30 km (Costa *et al.*, 2001; Ferreira *et al.*, 2003) e 32 km (Andrade, 1986; Castro *et al.*, 2002), terminando o estuário em Odemira, enquanto outros autores consideram que o estuário do Mira apresenta uma extensão superior à mencionada anteriormente, cerca de 40 km (Blanton *et al.*, 2000; Silva *et al.*, 2006). Esta discrepância deve-se ao facto de uns autores considerarem que o limite superior do estuário do Mira é definido pelas características salinas da massa de água (Andrade, 1986; Costa *et al.*, 2001; Castro *et al.*, 2002; Ferreira *et al.*, 2003; Almeida, 2003; Costa, 2004), sendo-se que o valor mediano da salinidade, medido a montante de Odemira, é normalmente inferior a 0,5 (Ferreira *et al.*, 2003); e outros autores considerarem que o estuário se estende até onde a influência da maré se faz sentir – estuário tidal (Blanton *et al.*, 2000; Silva *et al.*, 2006).

Apesar do estuário do Mira ser um sistema relativamente bem estudado, para montante do Moinho da Asneira os estudos existentes sobre as comunidades de macroinvertebrados bentónicos são mais escassos e menos pormenorizados, sendo as principais obras sobre este assunto da autoria de Bruxelas *et al.* (1985), Campos & Fonseca (1985), Andrade (1986) e Chainho (2008). A porção dulciaquícola do Rio Mira tem sido muito pouco estudada, estando apenas publicado um estudo desenvolvido por Teixeira *et al.* (2008) no âmbito do projecto AQUARIPORT. Esta escassez de informação estende-se à zona de transição dulciaquícola-salobra deste mesmo sistema. De um modo geral, a fronteira entre os ecossistemas de água doce e estuarino tem recebido muito pouca atenção por parte da comunidade científica em todo o mundo (Rundle *et al.*, 1998), apesar das comunidades que habitam esta interface reunirem *taxa* dulciaquícolas e estuarinos e providenciarem a oportunidade de estudar processos e padrões de um ecossistema onde a migração prevalece, sendo uma zona dominada por espécies que vivem no seu limite de tolerância. pouco se sabe

também sobre os recursos biológicos que aí existem e o seu potencial de exploração pelo Homem.

Com o intuito de atenuar as lacunas de informação existentes no que respeita à zona superior do estuário do Mira, com especial incidência na zona de transição dulciaquícola-salobra no Rio Mira, o presente trabalho pretendeu representar, de um modo geral, um contributo para um maior e melhor conhecimento sobre a ecologia das comunidades aquáticas deste sistema e dos recursos biológicos que aí existem, tendo em vista um melhor aproveitamento pelo Homem.

DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

O rio Mira possui um comprimento de cerca de 145 km, com uma área de drenagem aproximada de 1576 km², localizando-se na Costa Sudoeste de Portugal Continental (Blanton *et al.*, 2000; Ferreira *et al.*, 2003). Culmina num estuário que se estende desde a região a montante de Odemira até à foz, junto a Vila Nova de Mil Fontes (37°40' N; 8°45' O) (Castro *et al.*, 2002; Adão, 2003; Costa, 2004; Silva *et al.*, 2006), e caracteriza-se por ter um formato alongado e entrincheirado (Ferreira *et al.*, 2003; Costa, 2004) (Figura 1).

Ao contrário da generalidade dos rios portugueses, mas de modo similar ao rio Sado, corre fundamentalmente de sul para norte, mais propriamente de sudoeste para noroeste, embora se observem algumas mudanças de direcção em determinadas regiões. Pode ser considerado um rio relativamente parado, que corre com uma razoável lentidão desde a sua nascente (Serra do Caldeirão) até à foz. Entre o Sado e a Ria de Alvor, o Mira constitui o único curso de água que actualmente se encontra em permanente contacto com o oceano, conferindo-lhe uma importância acrescida num contexto regional (Marques, 2008).

Este estuário apresenta uma largura máxima de 400 m (Silva *et al.*, 2006) na parte inferior e de 30 m na parte superior (Castro *et al.*, 2002), pelo que o ciclo tidal não impõe variações significativas na largura na região montante, em contrapartida com o que acontece na zona central e a jusante (Costa, 2004). A profundidade média é de 6 m (Castro *et al.*, 2002; Ferreira *et al.*, 2003), oscilando entre 5 e 10 m na parte

central e inferior do estuário, mas não ultrapassando os 3 m na parte superior, onde a influência das marés ainda se faz sentir (Castro *et al.*, 2002).

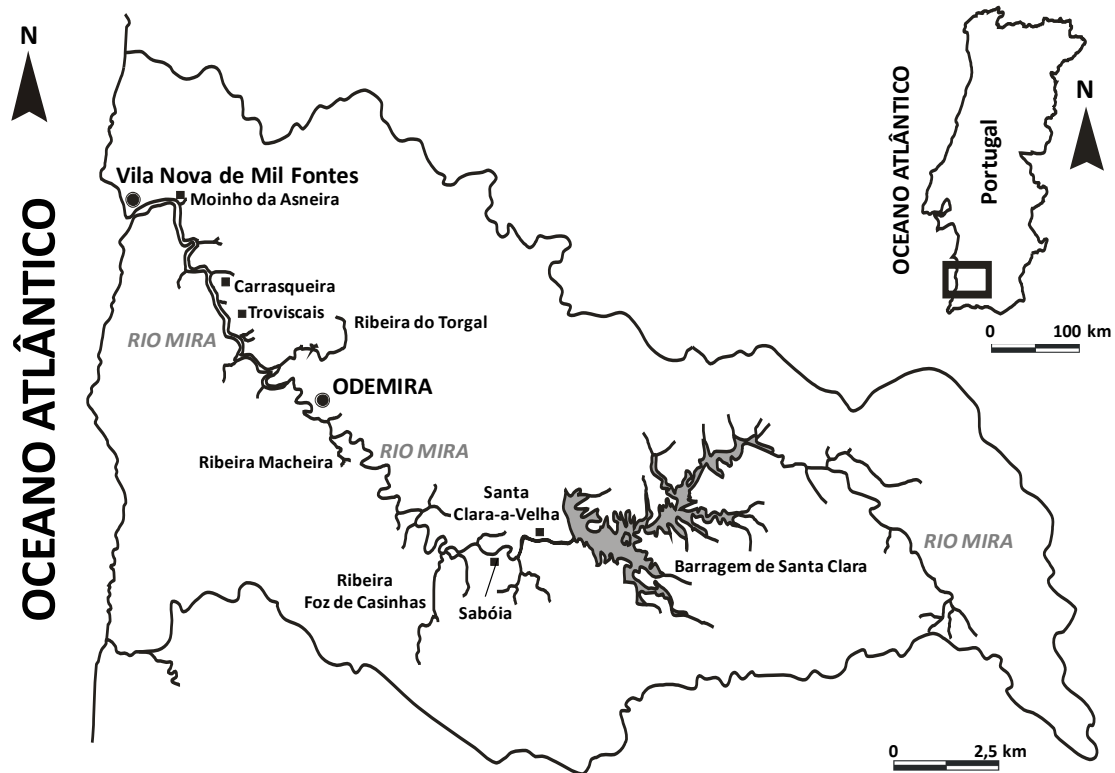


Figura 1. Localização e delimitação da bacia hidrográfica do rio Mira.

A sua bacia hidrográfica apresenta um clima temperado (mesotérmico), com um período seco que se estende pelas épocas da Primavera e Verão (mais concretamente, entre os meses de Maio e Setembro), e um período húmido, no Outono e no Inverno (de Novembro a Abril). A temperatura média do ar anual apresenta valores da ordem dos 16°C, com uma média nos meses mais quentes (Julho e Agosto) variável entre 21-25°C junto ao mar e de 30°C na zona interior enquanto no mês mais frio (Janeiro), as temperaturas do ar oscilam entre 8 e 11°C no litoral e atingem os 5°C no interior. Em termos globais, e na maior parte da bacia hidrográfica, verifica-se uma precipitação média anual compreendida entre 600 e 700 mm (Bettencourt *et al.*, 1992).

De acordo com a tipologia definida para Portugal, no âmbito da implementação da Directiva-Quadro da Água, o estuário do Mira encontra-se classificado como sendo do tipo A2 – mesotidal, homogéneo e com um fluxo de água condicionado pelas

estações do ano (Bettencourt *et al.*, 2004). Segundo Ferreira *et al.* (2003), o fluxo de água doce ao estuário do Mira é bastante reduzido, sendo mais pronunciado nas épocas de Inverno e Primavera, com um fluxo médio anual de $10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, mas podendo oscilar entre 0 e $500 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Blanton *et al.*, 2000). Este fluxo é regulado artificialmente, maioritariamente pela barragem de Santa Clara, localizada no troço do rio Mira a cerca de 3 km a montante da localidade de Santa Clara-a-Velha. Se durante o semestre húmido de um ano normal a precipitação e o afluxo de água doce ao estuário podem atingir valores importantes, na época estival a entrada de caudais fluviais no sistema torna-se praticamente nula. Naturalmente, o fluxo de água doce do sistema é grandemente influenciado pela ocorrência de eventos extremos (Figura 2).

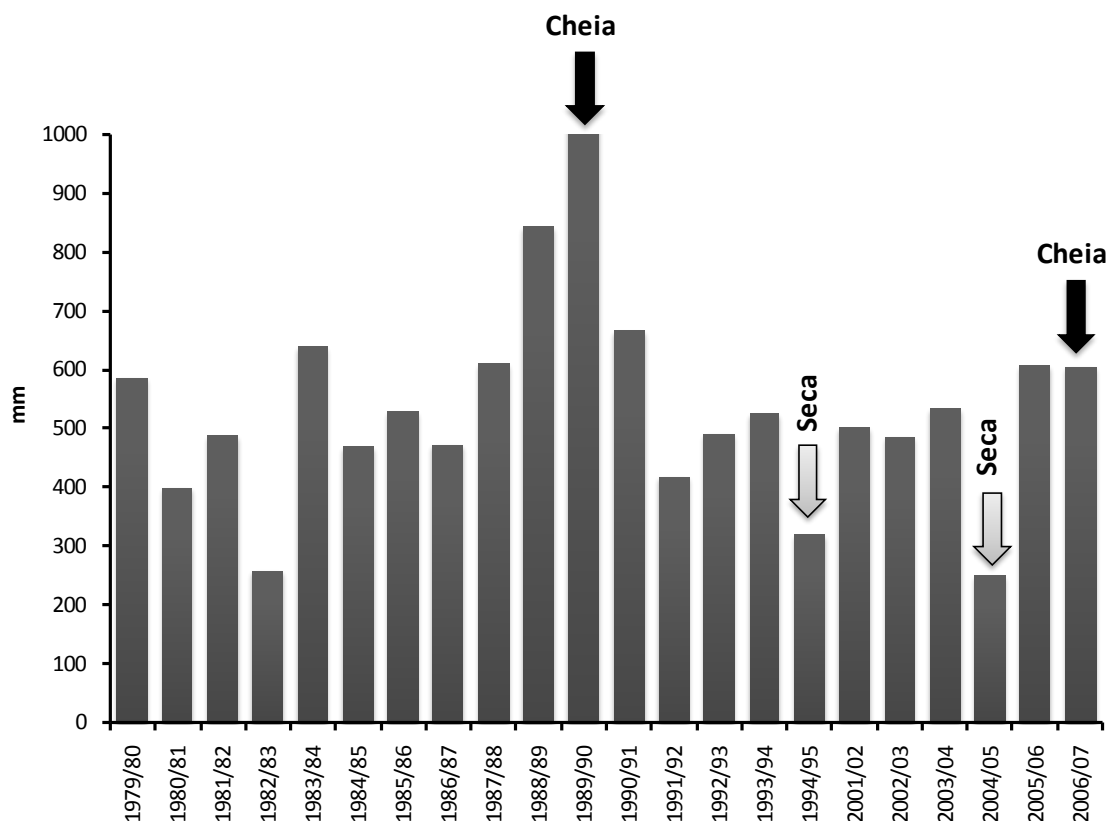


Figura 2. Precipitação média anual (mm) na estação meteorológica de Odemira, de 1979 a 2007 (fonte: INAG, 2009, www.inag.pt).

Consequentemente, em condições normais a hidrodinâmica do estuário é sobretudo influenciada pelo ciclo de marés, pelo que nos meses de menor fluxo de

água doce, as suas componentes dinâmica e salina são marcadamente dominadas pela intrusão de água salgada (Ferreira *et al.*, 2003), que por sua vez, condiciona as flutuações ambientais dos parâmetros físico-químicos na coluna de água, particularmente, da salinidade e turbidez (Andrade, 1986). Perante eventos de elevada pluviosidade, a massa de água estuarina responde com alguma rapidez a essas alterações súbitas, nomeadamente, no que diz respeito à salinidade (Bettencourt *et al.*, 1993). São necessários 14 dias para que se dê a troca total da água contida no estuário (Chainho *et al.*, 2008; Marques, 2008). Apesar da massa de água ser homogénea, é visível, como consequência de eventos de maior fluxo de água doce e nas áreas mais a jusante, uma estratificação vertical (Ferreira *et al.*, 2003).

Além da variabilidade espacial nos constituintes hidrodinâmicos e físico-químicos da massa de água estuarina, não menos importantes são as flutuações sazonais que resultam dos fenómenos naturais inerentes às diferentes épocas do ano, como é o caso ciclo anual das chuvas e do fluxo de água doce, que determina a extensão da intrusão da água salgada, bem como o grau da estratificação vertical (Adão, 2003) e.

Pelo facto de se encontrar no interior de uma área protegida (Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina), o estuário do Mira constitui um local com elevado valor em termos de conservação da natureza. Inerente a uma política integrada de preservação ambiental, são reduzidas as fontes poluidoras e poucas são as alterações de índole antropogénica. Comparativamente a outros estuários (*e.g.* Tejo, Mondego), o estuário do Mira é considerado um ecossistema pristino (Marques *et al.*, 1993; Adão, 2003).

A bacia do Mira e o seu respectivo estuário apresentam-se ainda bem preservados quando comparados com outros sistemas semelhantes (Marques *et al.*, 1993). Para isso muito contribui o facto de uma extensão importante da área (fundamentalmente o estuário salino) estar incluída no Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina (PNSACV), o que tem impedido a realização de actividades antrópicas e a instalação no local de infra-estruturas particularmente lesivas para o meio circundante. Contudo, também aqui existem alguns constrangimentos ambientais com alguma relevância, sendo o maior deles o crescente assoreamento do leito e da barra do rio. Outros aspectos dignos de nota, mas

aparentemente menos importantes no momento actual são as modificações produzidas nos terrenos ribeirinhos marginais, a exploração de recursos biológicos e introdução de espécies exóticas e a redução dos caudais dulciaquícolas (Marques, 2008). A barragem de Santa Clara serve uma área agrícola de 12 mil ha e uma população de 24 mil habitantes, existindo cerca de 51 unidades industriais na zona envolvente (Chainho *et al.*, 2008). Certas áreas registam alguma contaminação por certos metais pesados, como As, Cr, Cu e Ni (Chainho *et al.*, 2008). Apesar destes constrangimentos, o estuário do Mira assume uma relevância acrescida funcionando como zona de viveiro para muitas espécies marinhas (sobretudo peixes) com importância comercial e que são pescadas na zona costeira adjacente (*e.g.* Almeida *et al.*, 1997; Costa, 2004). Muitas destas espécies ictícasas desenvolvem o seu ciclo de vida na parte superior do estuário, junto à zona da vila de Odemira, onde é também possível encontrar algumas espécies de macroinvertebrados bentónicos exóticos, facilmente adaptáveis às condições bióticas e abióticas da zona de transição dulciaquícola-salobra. Algumas espécies ícticas presentes nesta zona de transição e na área envolvente são exploradas pela população local (pesca lúdica) para consumo próprio.

REFERÊNCIAS

- ADÃO, M. 2003. *Dinâmica das comunidades de meiofauna em sedimentos associados aos povoamentos de Zostera noltii no estuário do Rio Mira*. Tese de Doutoramento. Universidade de Évora, Évora, Portugal.
- ALMEIDA, P. R. 2003. Feeding ecology of *Liza ramada* (Risso, 1810) (Pisces, Mugilidae) in a south-western estuary of Portugal. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **57**: 313-323.
- ALMEIDA, P. R., COSTA, J. L. & COSTA, M. J. 1997. Contribuição para a criação de uma legislação específica que regule a actividade piscatória no estuário do Rio Mira. Parecer elaborado por solicitação do Parque Natural do Sudoeste Alentejano e

Costa Vicentina. Instituto de Oceanografia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Lisboa. 35 pp.

ANDRADE, F. 1986. *O estuário do Mira: caracterização geral e análise quantitativa da estrutura dos macropovoamentos bentónicos*. Tese de Doutoramento, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.

ATTRILL, M. J. & POWER, M. 2000. Effects on invertebrate populations of drought-induced changes in estuarine water quality. *Marine Ecology Progress Series* **203**: 133-143.

ATTRILL, M. J. & RUNDLE, S. D. 2002. Ecological Boundaries in Estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **55**: 929-936.

BETTENCOURT, A. M. M. DE, ABREU, M. C. DE, REVEZ, M. A., LEITÃO, A. B. C., CATARINO, F. M., SERÔDIO, J., NEVES, R. J. J., BAPTISTA, P. O., LANÇA, M. J., ALVES, M. J., COSTA, M. J., RAPOSO, P. & COSTA, J. L. 1992. *Final report on the Mira estuary studies. Comparative studies of salt marsh processes*. ECE-DG XII. Lisboa, Portugal.

BETTENCOURT, A., BRICKER, S. B., FERREIRA, J. G., FRANCO, A., MARQUES, J. C., MELO, J. J., NOBRE, A., RAMOS, L., REIS, C. S., SALAS, F., SILVA, M. C., SIMAS, T. & WOLFF, W. 2004. *Typology and Reference Conditions for Portuguese Transitional and Coastal Waters (TICOR)*. Instituto da Água e Instituto do Mar, Lisboa, Portugal.

BETTENCOURT, A. M., CATARINO, F. M., SERÔDIO, J., LANÇA, M. J. & ALVES, M. J. 1993. V - Portugal: pp. 183-235. In: Lefeuvre, J. C. (coord.). *Comparative studies on salt marsh processes. Final report*. Vol. I. Université de Rennes I, Rennes, France.

BLANTON, J. O., FERREIRA, M. A. & ANDRADE, F. 2000. Effect of broad shallow sill on tidal circulation and salt transport in the entrance to a coastal plain estuary (Mira - Vila Nova de Milfontes, Portugal). *Estuaries*, **23**: 293-304.

BRUXELAS, A. T., FERREIRA, C. A. & ALBERGARIA, P. M. 1985. *Contribuição para o conhecimento de algumas biocenoses bentónicas da zona de influência salina do rio Mira, utilizando técnicas de análise multivariada*. Relatório de Estágio de Licenciatura, FCUL, Lisboa, Portugal.

- CAMPOS, M. A. & FONSECA, P. 1985. *Aplicação de alguns métodos de análise numérica ao estudo da macrofauna bentónica do estuário do ro Mira*. Relatório de Estágio de Licenciatura, FCUL, Lisboa, Portugal.
- CASTRO, P., FREITAS, H. & VALIELA, I. 2002. Assessing Eutrophication Dynamics in Two Portuguese Salt Marshes: Past, Present and Future. pp.229-230. *In: EUROCOAST (ed.), Littoral 2002, The Changing Coast. EUROCOAST/EUCC*, Porto, Portugal.
- CHAINHO, P. 2008. *Contribution to the development of biotic integrity assessment tools for Portuguese estuaries based on benthic communities*. Tese de Doutoramento, Universidade de Lisboa, Portugal.
- CHAINHO, P., CHAVES, M. L., COSTA, J. L., COSTA, M. J. & DAUER, D. M. 2008. Use of multimetric indices to classify estuaries with different hydromorphological characteristics and different levels of human pressure. *Marine Pollution Bulletin*, **56**: 1128-1137.
- COSTA, J. L. 2004. *A biologia do xarroco Halobatrachus didactylus (Bloch & Schneider, 1801) e o seu papel na estrutura e funcionamento dos ecossistemas em que se insere; referência especial à população do estuário do Mira*. Tese de Doutoramento, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.
- COSTA, M. J., CATARINO, F. & BETTENCOURT, A. 2001. The role of salt marshes in the Mira estuary (Portugal). *Wetlands Ecology and Management*, **9**: 121-134.
- FERREIRA, J. G., SIMAS, T., NOBRE, A., SILVA, M. C., SHIFFEREGGER, K. & LENCART-SILVA, J. 2003. *Identification of sensitive areas and vulnerable zones in transitional and coastal Portuguese systems. Application of the United States National estuarine eutrophication assessment to the Minho, Lima, Douro, Ria de Aveiro, Mondego, Tagus, Sado, Mira, Ria Formosa and Guadiana systems*. Instituto da Água e Instituto do Mar, Lisboa, Portugal.
- GREENWOOD, M. F. D. 2007. Nekton Community Change Along Estuarine Salinity Gradients: Can Salinity Zones be Defined? *Estuaries and Coasts* **30** (3): 537-542.

- HAMPEL, H., ELLIOTT, M. & CATTRIJSSE, A. 2009. Macrofaunal communities in the habitats of intertidal marshes along the salinity gradient of the Schelde estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **84**: 45-53.
- MARQUES, J. C. (coord.). 2008. *Relatório de execução material do projecto EFICAS: Efeitos dos caudais dulciaquícolas sobre as comunidades de invertebrados macrobentónicos, na perspectiva da avaliação da qualidade ecológica dos estuários. POCI/MAR/61324/2004*. Instituto do Mar e Instituto de Oceanografia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.
- MARQUES, J. C., MARANHÃO, P. & PARDAL, M. A. 1993. Human impact assessment on the subtidal macrobenthic community structure in the Mondego estuary (Western Portugal). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **37**: 403-419.
- MUYLAERT, K., SABBE, K. & VYVERMAN, W. 2009. Changes in phytoplankton diversity and community composition along the salinity gradient of the Schelde estuary (Belgium/The Netherlands). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **82**: 335-340.
- PISCART, C., MORETEAU, J.-C. & BEISEL, J.-N. 2005. Biodiversity and structure of macroinvertebrates communities along a small permanent salinity gradient (Meurthe River, France). *Hydrobiologia* **551**: 227-236.
- REMANE, A. 1934. Die Brackwasserfauna. *Zoologischer Anzeiger* **7**: 34-74.
- RUNDLE, S. D., ATTRILL, M. J. & ARSHAD, A. 1998. Seasonality in macroinvertebrate community composition across a neglected ecological boundary, the freshwater-estuarine transition zone. *Aquatic Ecology* **32**: 211–216.
- SILVA, I. C., DINIS, A., FRANCISCO, S., FLORES, A. & PAULA, J. 2006. Longitudinal distribution and lateral pattern of megalopal settlement and juvenile recruitment of *Carcinus maenas* (L.) (Brachyura, Portunidae) in the Mira river estuary, Portugal. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **69**: 179-188.
- SOUSA, R., DIAS, S., FREITAS, V. & ANTUNES, C. 2007. Subtidal macrozoobenthic assemblages along the River Minho estuarine gradient (north-west Iberian Peninsula). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* DOI: 10.1002/aqc.871.

TEIXEIRA, A., GERALDES, A. M., OLIVEIRA, J. M., BOCHECHAS, J. & FERREIRA, M. T. 2008. *Avaliação da Qualidade Ecológica de Rios Portugueses (Projecto AQUARIPORT): Síntese dos resultados referentes à análise das comunidades de macroinvertebrados bentónicos*. Congresso da Água. 9. pp. 1-12. Associação Portuguesa de Recursos Hídricos. Cascais.

WILLMER, P., STONE, G. & JOHNSTON, I. 2000. *Environmental Physiology of Animals*. Blackwell Science Ltd. Oxford, United Kingdom. 644 pp.

CAPÍTULO 2

**ECOLOGIA E DEFINIÇÃO DA ZONA
DE TRANSIÇÃO DULCIAQUÍCOLA–
–SALOBRA NO RIO MIRA**

ECOLOGIA E DEFINIÇÃO DA ZONA DE TRANSIÇÃO DULCIAQUÍCOLA-SALOBRA NO RIO MIRA

RESUMO

A variabilidade espacial e temporal das comunidades de macroinvertebrados bentónicos na zona de transição dulciaquícola-salobra do Rio de Mira, com base no gradiente salino, foi analisada ao longo das quatro épocas do ano de 2006. Este estuário é um sistema mesotidal, homogéneo e com um fluxo de água condicionado pelas estações do ano. Com base nos dados obtidos pelo presente estudo foi possível determinar que o limite superior do estuário tidal do Rio Mira localiza-se, sensivelmente, 8 km a montante da vila de Odemira e a zona de transição entre a água doce e o estuário estende-se aproximadamente por 2,7 km para jusante deste limite. Foram identificados 74 *taxa* de macroinvertebrados bentónicos. Amphipoda e Insecta compreenderam 70% dos organismos capturados na área do estudo. Polychaeta, bivalvia, Oligochaeta e Isopoda apresentaram densidades menores estando os Gastropoda escassamente representados. Este trabalho evidenciou a existência de duas zonas com comunidades de macroinvertebrados bentónicos distintas: uma zona dulciaquícola e uma zona salobra. Além disso, entre estas duas zonas distinguiu-se uma área onde as comunidades de água doce e estuarinas se misturam. Assim, a distribuição das comunidades de macroinvertebrados bentónicos, na zona de transição dulciaquícola-salobra do estuário do Mira, faz-se progressivamente de acordo com o gradiente salino, comparando-se mais com o modelo de ecoclina do que de ecótono.

Para além da sanilidade, outros factores, *e.g.* granulometria do sedimento, fluxo de água doce, parecem determinar secundariamente as variações espaço-temporais de macroinvertebrados bentónicos presentes na zona.

PALAVRAS-CHAVE: macroinvertebrados bentónicos, gradiente salino, estuário, variação espacial, variação temporal

INTRODUÇÃO

Os estuários são comumente vistos como zonas de transição entre os sistemas de água doce e marinhos (*e.g.* Odum, 1997; Cohen, 2000), caracterizados por sofrerem mudanças morfológicas, químicas e ecológicas numa escala espacial e temporal relativamente curtas (Fairbridge, 1980). De acordo com este último autor, a acção das marés permite subdividir um estuário em três zonas: *zona inferior*, em contacto directo com o meio marinho; *zona média*, onde a massa de água de origem marinha se dilui de forma mensurável com a água doce; e *zona superior* (zona de transição dulciaquícola-salobra), caracterizada pela presença de água doce, no entanto, sujeita ainda à influência das marés. Esta zona superior dos estuários tem sido muito pouco estudada, quer a nível internacional (Rundle *et al.*, 1998; Attrill & Rundle, 2002), quer a nível nacional (Bruxelas *et al.* 1985; Campos & Fonseca, 1985; Andrade, 1986; Chainho, 2008; Marques, 2008), facto que se verifica particularmente para o estuário do Mira, cujos estudos sobre o conjunto das comunidades macrozoobentónicas para montante do Moinho da Asneira são muito escassos e pouco pormenorizados (Marques, 2008). Paralelamente, entre os vários autores que se dedicaram a estudar este estuário, não é de todo consensual a delimitação dessa zona superior (*i.e.* limite superior do estuário salino) (*e.g.* Andrade, 1986; Blanton *et al.*, 2000; Costa *et al.*, 2001; Castro *et al.*, 2002; Almeida, 2003; Ferreira *et al.*, 2003; Costa, 2004; Silva *et al.*, 2006).

Todavia, nos últimos anos têm surgido algumas tentativas no sentido de uma melhor compreensão da composição das comunidades de macroinvertebrados bentónicos e a sua variação espacial e temporal, bem como das características físico-químicas destas zonas de transição superiores, em outros estuários e lagoas costeiras [*e.g.* estuário do Rio Tamisa, no Reino Unido (Rundle *et al.*, 1998; Attrill, 2002; Attrill & Rundle, 2002); Lagoa de Óbidos, em Portugal (Carvalho *et al.*, 2005)]. Tratando-se de uma zona de transição, vários autores têm tentado enquadrar esta zona nos conceitos de *ecótono* (*e.g.* Gallupo *et al.*, 2007) e/ou *ecoclina* (*e.g.* Attrill & Rundle, 2002). Um ecótono é uma zona de mudanças relativamente rápidas, sendo por isso dinâmica e normalmente instável, originando uma zona ecologicamente limitada entre dois tipos de comunidades distintas e relativamente homogéneas (Attrill & Rundle, 2002). O

conceito de ecoclina é mais recente e define uma zona onde existem comunidades muito heterogéneas e mais estáveis comparativamente às comunidades existentes num ecótono, distribuídas ao longo de um gradiente de mudanças progressivas em resposta a um factor ou conjunto de factores ambientais (Attrill & Rundle, 2002), que variando espacial e temporalmente, não a fazem desaparecer de todo (van der Maarel, 1990). Este conceito tem sido pouco aplicado fora do ambiente terrestre, no entanto, alguns autores têm investido na sua expansão e na sua aplicabilidade no comportamento de algumas espécies de algas sujeitas a um gradiente salino (*e.g.* Rietema, 1995; Russell & Veltkamp, 2008).

Acompanhando o gradiente salino no sentido água doce-estuário, as espécies estuarinas, particularmente os macroinvertebrados bentónicos, distribuem-se de acordo com a sua tolerância à salinidade, concentrando-se mais na fronteira entre a zona dulciaquícola e a zona salobra (Remane, 1934) (Figura 3). Perante este padrão, Remane (1934) assumiu que a referida distribuição assimétrica dever-se-ia ao facto das espécies de macroinvertebrados bentónicos de água doce serem menos tolerantes às variações de salinidade do que as espécies marinhas. De facto, com a aproximação da zona de transição dulciaquícola-salobra, o número de espécies de água doce diminui drasticamente perante um ligeiro aumento da salinidade, ao passo que as espécies mais tolerantes às variações de salinidade (sobretudo espécies estuarinas) concentram-se nessa mesma fronteira, aumentando significativamente a partir daí o número de espécies marinhas, o que se reflecte graficamente numa curva do tipo sinusoidal (Figura 3).

O modelo comumente utilizado para descrever a composição das comunidades de macroinvertebrados bentónicos na zona de transição dulciaquícola-salobra propõe, deste modo, uma diminuição considerável da riqueza específica em relação às áreas adjacentes. De facto, o fluxo de água doce nestas regiões onde é mais intenso e sujeito frequentemente a grandes variações, apenas sobrevivem algumas espécies mais tolerantes a fortes variações espaciais e temporais de salinidade (Rundle *et al.*, 1998) que inevitavelmente ocorrem.

Em função de um reduzido fluxo de água doce, as espécies de macroinvertebrados bentónicos estuarinas tendem a migrar para montante da zona de

transição dulciaquícola-salobra, resultando numa alteração da composição das comunidades, sendo que o inverso tende igualmente a verificar-se. Este padrão de alteração das comunidades de macroinvertebrados bentónicos assenta nos modelos de ecótono ou ecoclina?

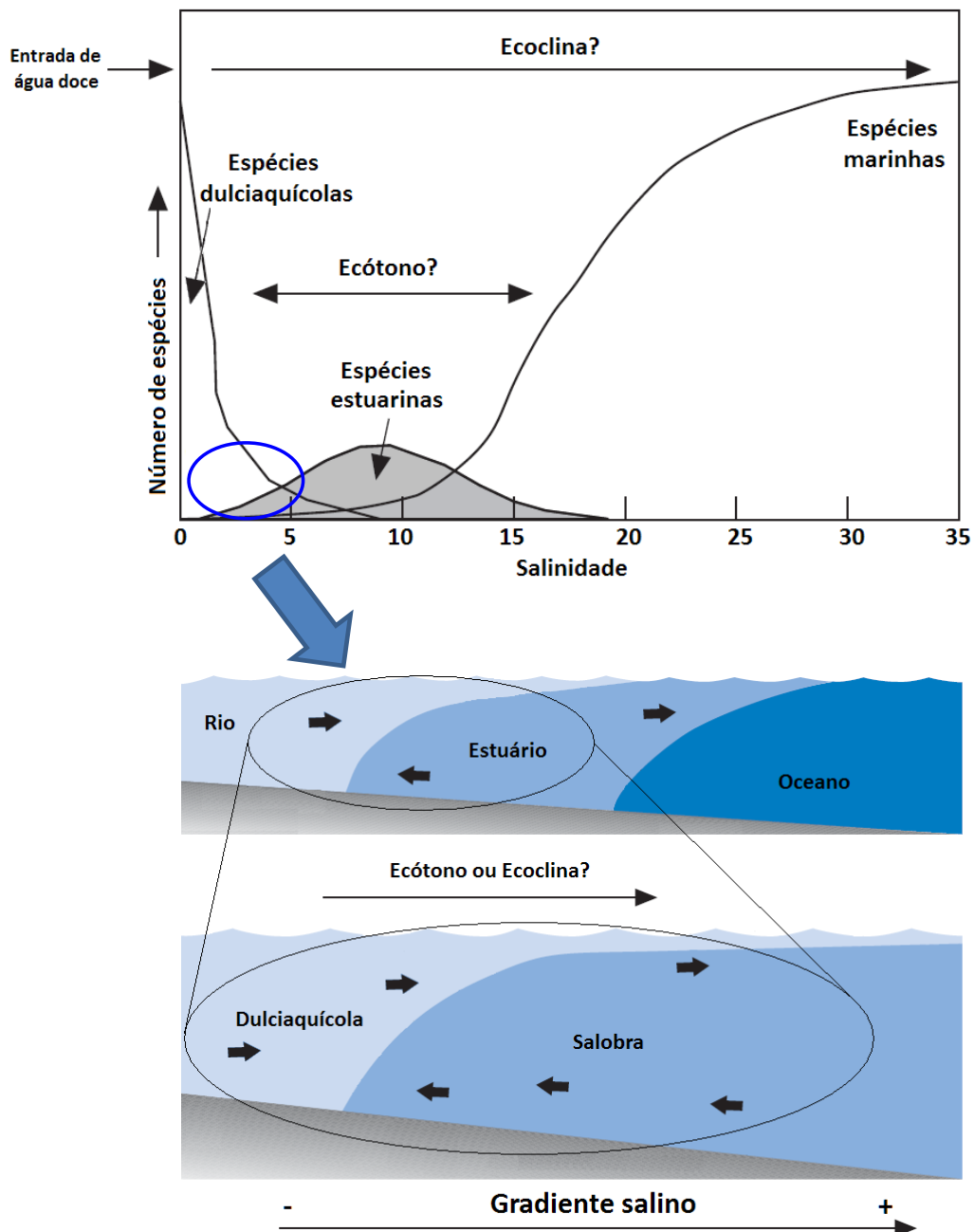


Figura 3. Curva de Remane (Remane, 1934) adaptada e anotada de forma a mostrar a aplicabilidade dos modelos de ecótono e ecoclina aos estuários e, particularmente, às zonas de transição dulciaquícola-estuário.

Os principais objectivos deste trabalho foram:

- a) Estudar os padrões de variação espacial e temporal da composição das comunidades de macroinvertebrados bentónicos que constituem a zona de transição dulciaquícola-salobra do estuário do Mira,
- b) Esclarecer a delimitação superior do estuário salino do Rio Mira e,
- c) Perceber qual a aplicabilidade dos conceitos de ecótono e ecoclina nesta mesma zona de transição.

Além disso, o presente trabalho pretendeu contribuir, de um modo geral, para um maior e melhor conhecimento sobre a ecologia das comunidades aquáticas do estuário do Mira.

METODOLOGIA

Caracterização da área de estudo

O rio Mira nasce a uma altitude de 470 m, na Serra do Caldeirão, estendendo-se até à foz, junto a Vila Nova de Milfontes, por uma distância de 145 km (Blanton *et al.*, 2000; Ferreira *et al.*, 2003), terminando num sistema salobro de pequena dimensão (com uma área aproximada de 2 km²) que apresenta um formato alongado e entrincheirado. De acordo com Andrade *et al.* (1991), a influência das marés faz-se sentir a mais de 40 km da foz, no entanto, o limite inferior da zona limnética encontra-se sensivelmente na região de Odemira, situada a 32 km do mar (Andrade, 1986). De acordo com os objectivos propostos no presente capítulo, a área de estudo centrou-se junto a Odemira, abrangendo a zona de transição dulciaquícola-salobra, cobrindo uma extensão total de aproximadamente 11,2 km, estendendo-se para montante desta vila cerca de 8,5 km e para jusante 2,7 km (Figura 4).

Definição das estações de amostragem

Com base nos dados de salinidade obtidos por Marques *et al.* (2008), predefiniu-se o limite superior do estuário salino como sendo a zona a partir da qual os valores medianos anuais de salinidade (período de 2006-2007) nunca ultrapassaram 0,5 (Figura 4). De acordo com este limite, estabeleceram-se dois grupos de estações de amostragem: Grupo I - Zona Dulciaquícola (estações D1, D2 e D3) e Grupo II - Zona Salobra (estações S1, S2, S3 e S4) (Figura 4). Estas estações de amostragem localizaram-se assim, ao longo do gradiente salino, seguindo o sistema de Veneza (Anónimo, 1959), de forma a abranger a zona dulciaquícola, com salinidade mediana anual inferior a 0,5 (tidal - estações D1, D2 e D3), e a zona salobra, com salinidade mediana anual igual ou superior a 0,5 (oligohalino - estações S1 e S2, e mesohalino - estações S3 e S4).

Amostragem

No âmbito do presente estudo, foram realizadas quatro campanhas de amostragem no estuário do Mira durante o ano de 2006, nomeadamente em Março (Inverno)¹, Junho (Primavera), Setembro (Verão) e Novembro (Outono). A recolha das amostras foi efectuada no período de estofa de maré com o intuito de maximizar a eficiência da técnica de captura dos macroinvertebrados bentónicos.

Para a captura dos organismos foram recolhidas amostras de sedimento, a bordo de uma embarcação, utilizando uma draga van Veen modelo LMG, com uma área de ataque de 0,5 m². Em cada estação de amostragem foram recolhidos 3 replicados na zona subtidal. As amostras foram lavadas *in loco* e fixadas com uma solução de formaldeído a 4% tamponada com borato de sódio e corada com rosa de Bengala, para posterior processamento laboratorial.

Simultaneamente, em cada estação de amostragem foram efectuadas medições *in situ* de salinidade, oxigénio dissolvido (mg.l⁻¹ e %) e temperatura (°C) com uma

¹ Nesta época, a amostragem de macroinvertebrados bentónicos contempla apenas seis estações de amostragem, uma vez que S2 não foi amostrada, devido a dificuldades de acessibilidade ao terreno.

sonda multiparamétrica, (marca YSI, modelo 6820 V2). Foi ainda medida em cada estação de amostragem a transparência (m), recorrendo-se a um disco de Secchi.

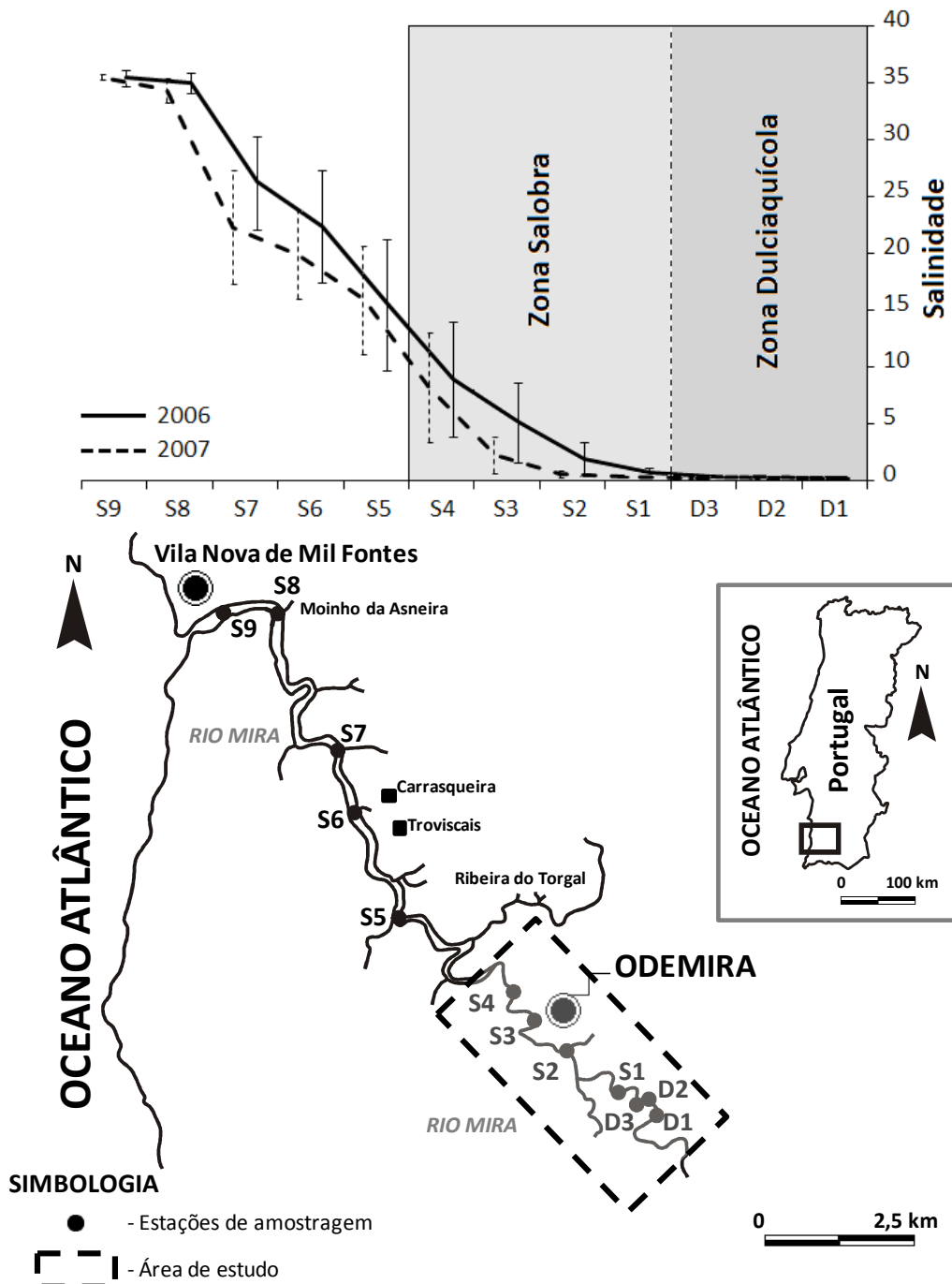


Figura 4. Área de estudo e gradiente salino do estuário do Mira, desde a zona tidal à zona euhalina (valores medianos e erro padrão por estação de amostragem em 2006 e 2007) (adaptado de Marques, 2008). As caixas a sombreado identificam as estações estudadas no presente trabalho e o tracejado indica a zona considerada, *a priori*, como limite superior do estuário salino. As estações localizadas na zona dulciaquícola são identificadas por D e as localizadas na zona salobra são identificadas por S.

Foram recolhidas amostras de água junto ao fundo com uma garrafa tipo van Dorn, para posterior determinação das concentrações de nitratos (N-NO_3^- , mg.l^{-1}), nitritos (N-NO_2^- , mg.l^{-1}), amónia (N-NH_4^+ , mg.l^{-1}), fosfatos (P-PO_4^{3-} , mg.l^{-1}), sólidos suspensos totais (mg.l^{-1}) e clorofila *a* ($\mu\text{g.l}^{-1}$). As amostras de água para a determinação de sólidos suspensos totais e de clorofila *a* foram filtradas através de filtros do tipo Whatman GF/C. Após a filtração das amostras, os filtrados foram recolhidos e conservados a uma temperatura de -20°C até à respectiva análise. Foram ainda recolhidas amostras de sedimento para a determinação da sua granulometria (% das diferentes fracções) e do respectivo teor em carbono orgânico (TCO, %).

Processamento laboratorial

As amostras de sedimento para análise dos macroinvertebrados bentónicos foram lavadas sob fluxo de água contínuo, através de um crivo de malha calibrada de $500\ \mu\text{m}$. Os espécimes retidos foram conservados em álcool a 70% corado com rosa de Bengala, sendo posteriormente triados, identificados ao menor nível taxonómico possível e contados. Para a determinação taxonómica dos diferentes organismos recorreu-se, não só a chaves dicotómicas para os vários grupos encontrados, mas, sempre que possível e necessário, também a artigos científicos com revisões taxonómicas para determinadas famílias ou géneros (Anexo A). Nos casos em que não foi possível chegar a uma identificação taxonómica a nível específico, os organismos foram identificados à família (*e.g.* Chironomidae, Caenidae, Psychomyiidae) ou ao género (*e.g.* *Gyraulus* sp., *Viviparus* sp.); os Oligochaeta foram identificados ao nível da subclasse.

A determinação de N-NO_3^- e de N-NO_2^- seguiu os protocolos indicados em Strickland & Parsons (1972) e APHA (1995). A concentração de N-NO_3^- foi determinada pelo método de redução em coluna de cádmio e a concentração de N-NO_2^- resultante foi determinada com base na reacção de Griess. A concentração de N-NO_3^- foi obtida subtraindo o valor da determinação dos N-NO_2^- ao valor da determinação de N-NO_3^- após redução na coluna de cádmio. As concentrações de N-NH_4^+ e P-PO_4^{3-} , este último

na forma de ortofosfato, foram determinadas de acordo com a metodologia indicada em Anónimo (1992). A concentração de N-NH_4^+ foi determinada por calorimetria e a concentração de P-PO_4^{3-} foi determinada pelo método do ácido ascórbico, por espectrofotometria com um comprimento de onda de 882 nm. A clorofila *a* foi determinada por espectrofotometria, após extracção com acetona a 90%, de acordo com Strickland & Parsons (1972).

A granulometria do sedimento foi determinada por separação das diversas fracções através de uma coluna de quatro crivos (2 mm, 500 μm , 250 μm e 63 μm) do tipo "AFNOR", após secagem a 60°C, por um período de 48 horas. A granulometria em cada estação de amostragem foi classificada como cascalho (G1, >2 mm), areia grossa (G2, 500 μm - 2 mm), areia média (G3, 250 - 500 μm), areia fina (G4, 63 - 250 μm) e vasa (G5 <63 μm) (Costa *et al.*, 2008). O teor em carbono orgânico (TCO) foi determinado pela diferença entre os pesos de uma amostra de sedimento seca a 60°C numa estufa durante 24 horas e o valor ponderal da mesma após combustão numa mufla a 550°C, durante um período de 4 horas (Costa *et al.*, 2008).

Análise de dados

Para a análise estatística das comunidades de macroinvertebrados bentónicos, a respectiva matriz de densidades médias (médias dos replicados por estação de amostragem), em cada época do ano, foi primeiramente transformada por logaritmização [$\text{Log}(x+1)$], por forma a reduzir a influência das espécies muito abundantes (dominantes), e portanto convertida numa matriz de similaridade, utilizando o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis (Clarke & Warwick, 1994).

Para avaliação dos padrões de distribuição temporal e espacial das comunidades de macroinvertebrados bentónicos efectuou-se uma análise de ordenação multidimensional não métrica (*nMDS*) (Clarke & Warwick, 1994), considerada uma das técnicas mais robustas para análise de comunidades bióticas. O seu conceito é simples, baseia-se na matriz de similaridade das amostras e não na matriz original, a escala computacional é determinada somente pelo número de amostras, é uma técnica aplicável a um largo espectro de casos de estudo, uma vez que poucos são os

pressupostos considerados pela ordenação *n*MDS respeitantes à natureza e qualidade dos dados comparativamente a outras técnicas de ordenação e, finalmente, o seu algoritmo não é afectado pela lacuna de alguma informação nos dados a tratar e pela dimensão dos mesmos (Clarke & Warwick, 1994). Este tipo de análise fornece uma projecção das unidades de amostragem dispostas em mapas não métricos de duas (ou três) dimensões, estando as distâncias entre as unidades de amostragem de acordo com o seu grau de similaridade. No caso do valor do *stress* da análise ser pequeno (inferior a 0,1), a ordenação MDS constitui provavelmente a melhor representação gráfica para o tipo de dados a estudar no âmbito do presente trabalho (Clarke & Warwick, 1994). Por esse motivo, a técnica de ordenação *n*MDS tem sido particularmente e amplamente utilizada para analisar a estrutura das comunidades de macroinvertebrados bentónicos (*e.g.* Clarke & Green, 1988; Rodrigues *et al.*, 2007; Spruzen *et al.*, 2008). No entanto, para valores de *stress* superiores a 0,1, a classificação hierárquica aglomerativa (*Cluster Analysis*), com o objectivo de definir grupos de estações de amostragem de acordo com a sua similaridade, deve ser utilizada como complemento à ordenação *n*MDS, e ambas representadas em simultâneo (Clarke & Warwick, 1994).

Assim, neste trabalho, a ordenação *n*MDS foi complementada com uma classificação hierárquica aglomerativa, representada por um dendograma, em que o eixo dos X representa as estações de amostragem e o eixo dos Y define o nível de dissimilaridade pelo qual duas estações ou grupos de estações se encontram agrupadas (Clarke & Warwick, 1994).

Para avaliar a existência de diferenças significativas entre os grupos de estações de amostragem definidos *a priori* (Grupo I - zona Dulciaquícola vs Grupo II - zona Salobra), considerando a variabilidade induzida pelas várias épocas do ano, recorreu-se ao teste ANOSIM 2-Way Crossed Layout. O teste ANOSIM One-Way Layout foi utilizado com o intuito de verificar a existência de diferenças significativas entre épocas do ano, dentro de cada grupo de estações de amostragem pré-definido.

O teste ANOSIM é um teste não paramétrico, que uma vez aplicado à matriz de similaridade dos dados de base, testa a hipótese nula (H_0) de que “não existem diferenças significativas na composição de amostras ou grupos de amostras definidos *a*

priori” (Magurran, 2003). Considerou-se no referido teste a existência de dois factores: factor *zona* (Grupo I - zona dulciaquícola vs Grupo II - zona salobra) e factor *época do ano* (Inverno, Primavera, Verão e Outono). Para o conjunto das 27 estações de amostragem, distinguiram-se 7 estações por época do ano \times 4 épocas do ano (com excepção da estação S2 da época de Inverno, que não foi realizada, como referido anteriormente). O teste ANOSIM *2-Way Crossed Layout* permitiu testar a existência ou não de diferenças significativas na composição das comunidades de macroinvertebrados bentónicos nos grupos de estações de amostragem definidos *a priori* (permitindo possíveis variações ao longo do tempo, isto é, entre épocas do ano) e a existência ou não de diferenças significativas entre épocas do ano” (não impedindo, no entanto, a existência de diferenças entre os grupos de estações de amostragem), assumindo que os replicados efectuados em cada estação amostrada, em cada zona considerada, constituíram replicados das mesmas. Há assim, uma simetria no teste da hipótese nula (H_0), em que não havendo diferenças significativas entre locais, poderão haver variações no tempo, e não existindo variações temporais, poderão essas diferenças existir no espaço (Clarke & Warwick, 1993; Clarke & Gorley, 2001).

O teste ANOSIM *One-Way Layout*, descrito por Clarke & Green (1988) como sendo uma adaptação do teste estatístico utilizado por Mantel (1967), que reflecte as diferenças numa determinada matriz de similaridades entre e dentro de um conjunto de dados, foi utilizado para constatar se haviam diferenças significativas entre as comunidades de macroinvertebrados bentónicos para as várias épocas do ano, para cada zona considerada *a priori*, testando a hipótese nula (H_0) de que essas diferenças não existiam (Clarke & Gorley, 2001).

O teste ANOSIM gera um valor de R compreendido entre -1 e +1, sendo que o valor de 0 corresponde à hipótese nula (H_0) (Clarke & Gorley, 2001). Assumiu-se haver diferenças significativas para um valor de $R > 0,25$ e para um valor de $p \leq 0,05$ (Clarke & Warwick, 1994).

A identificação dos *taxa* que mais contribuíram para a similaridade entre cada agrupamento de estações de amostragem e entre as épocas do ano, bem como dos *taxa* que mais contribuíram para a sua dissimilaridade (aqueles que contribuíram em

mais de 10%), foi efectuada pelo método de percentagens de similaridades (SIMPER) (Clarke & Warwick, 1994). Este método calcula a dissimilaridade média entre os diferentes grupos de dados, de acordo com o coeficiente de dissimilaridade de Bray-Curtis (*i.e.* estações de amostragem do grupo I vs estações de amostragem do grupo II, e épocas do ano). Uma vez que o coeficiente de dissimilaridade de Bray-Curtis considera a contribuição de cada componente (*e.g.* espécies), a dissimilaridade média entre as estações de amostragem do grupo I e as do grupo II e entre as épocas do ano pode ser expressa em termos de contribuição média por parte de cada *taxon*. O desvio-padrão providencia uma medida de quanto um determinado *taxon* contribui para a dissimilaridade entre os grupo I e II e entre as épocas do ano. Um *taxa* é considerado discriminante se contribui fortemente para uma dissimilaridade entre os grupos de estações e épocas do ano e possui um desvio-padrão muito baixo (Clarke & Warwick, 1993). A análise SIMPER foi efectuada utilizando como base os *taxa* reduzidos ao nível taxonómico da família.

A caracterização e comparação das comunidades de macroinvertebrados bentónicos de cada estação de amostragem e dos grupos de estações definidos como zona dulciaquícola e zona salobra foram efectuadas com base no índice de constância (C_{ij}) nas duas zonas predefinidas, na densidade média (D), expressa em número de indivíduos por m^2 (ind.m^{-2}), nos índices de diversidade de Shannon-Wiener (H') (\log_2) e de equitabilidade de Pielou (J') e na medida de dominância de Simpson (λ') médios, bem como na riqueza taxonómica média (S) (por zona e por época de amostragem). Com excepção do índice de constância, as restantes medidas de diversidade foram calculadas considerando os *taxa* identificados ao nível taxonómico da família.

O cálculo das medidas de diversidade, ao nível taxonómico da família, prendeu-se com a elevada heterogeneidade no que respeita à composição das comunidades de macroinvertebrados bentónicos na área de estudo, quer entre zonas, quer entre estações de amostragem dentro de uma mesma zona, sendo muito difícil identificar certos grupos de macroinvertebrados dulciaquícolas até ao nível específico ou mesmo ao género.

O índice de constância (C_{ij}) foi calculado pela expressão (1):

$$C_{ij} = \frac{n_{ij}}{n_j} \times 100 \quad (1)$$

em que n_{ij} corresponde ao número de ocorrências do *taxon* i na estação j e n_j corresponde ao número de estações. De acordo com Bachelet *et al.* (1996), os *taxa* foram considerados comuns ($50\% \geq C > 25\%$) e constantes ($C > 50\%$).

O índice de Shannon-Wiener (H') baseia-se no conceito de diversidade de um sistema, fornecendo uma medida da composição dos povoamentos assente na riqueza taxonómica e na distribuição da abundância relativa dos indivíduos pelos diferentes *taxa*. É o índice mais comumente utilizado como medida de diversidade de uma comunidade biótica (Clarke & Warwick, 1994) e foi calculado pela expressão (2):

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i \quad (2)$$

em que S corresponde ao número total de *taxa* e p_i representa a proporção de indivíduos do *taxon* i , relativamente ao número total de indivíduos.

O índice de equitabilidade de Pielou (J') expressa a forma como os indivíduos se encontram distribuídos pelos diferentes *taxa* (Clarke & Warwick, 1994), sendo calculado pela expressão (3):

$$J' = \frac{H'}{H'_{m\acute{a}x}} \quad (3)$$

em que H' corresponde ao índice de Shannon-Wiener [expressão (2)] e $H'_{m\acute{a}x}$ corresponde à diversidade máxima que se obteria se todos os *taxa* fossem igualmente abundantes.

A medida de dominância de Simpson (λ') é, na realidade, um índice de dominância que reflecte a probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso, numa comunidade, pertencerem à mesma espécie (Brower & Zar, 1984). Varia de 0 a 1 e quanto maior for o valor do índice, maior a probabilidade dos indivíduos pertencerem

à mesma espécie, ou seja, maior a dominância e, conseqüentemente, menor a diversidade. É calculado pela expressão (4):

$$\lambda' = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \quad (4)$$

em que λ' corresponde à medida de dominância de Simpson, n_i corresponde ao número de indivíduos amostrados da i -ésima espécie, N representa o número total de indivíduos amostrados e S corresponde ao número de *taxa* amostrados.

As medidas de densidade, riqueza e diversidade das comunidades (densidade, índice de Shannon-Wiener, índice de Pielou, medida de dominância de Simpson e riqueza taxonómica) foram sujeitas a um teste estatístico de forma a avaliar a existência de diferenças significativas entre as duas zonas definidas *a priori* (zona dulciaquícola; zona salobra) e as épocas do ano, simultaneamente (H_0 : não existiam diferenças significativas entre as zonas consideradas e as épocas do ano, em simultâneo); a hipótese nula (H_0) foi rejeitada para um valor de $p \leq 0,05$. Este teste, denominado de ANOVA factorial a 2 factores (ANOVA *two-way*), é um caso particular de uma metodologia de análise de regressão multivariada que se designa por Modelo Linear Generalizado (MLG) e que tem em consideração a influência numa variável dependente por mais do que uma variável independente (factor), transparecendo o efeito, não só de cada um dos factores, mas também a possível influência que cada um dos factores poderá exercer sobre a resposta da variável dependente ao outro factor (interacção ou moderação entre os factores) (Maroco, 2007). Pretendeu-se, assim, com a ANOVA factorial a 2 factores seguida do teste *a posteriori* HSD de Tukey, testar se as médias para cada nível do factor zona e do factor época do ano eram ou não iguais [no caso de serem iguais, então os factores não mostraram ter um efeito significativo sobre a(s) variável(eis) dependente(s) (medidas de densidade, riqueza e diversidade)]. A aplicação do teste estatístico ANOVA *two-way* exige a verificação simultânea da normalidade e da homocedasticidade (homogeneidade de variâncias) das amostras, pelo que estes pressupostos foram testados com base nos testes de

Kolmogorov-Smirnov com correcção de Lilliefors e de Levene, respectivamente (Maroco, 2007).

Uma vez que não se verificaram os pressupostos para a aplicação dos testes paramétricos referidos anteriormente, os dados foram transformados (neste caso através da logaritmização, $\log x$), de modo a validar as condições de aplicação dos testes. Dado que os testes paramétricos são, de um modo geral, mais potentes comparativamente aos testes não-paramétricos, o recurso a transformações matemáticas de modo a validar os pressupostos da análise paramétrica foi preferível à utilização imediata da alternativa não-paramétrica (Maroco, 2007).

Para a realização da análise de ordenação multidimensional não métrica (*nMDS*), classificação hierárquica aglomerativa (*Cluster Analysis*), ANOSIM 2-Way Crossed Layout, ANOSIM One-Way Layout e análise de similaridades (SIMPER) foi utilizado o pacote estatístico PRIMER 5 for Windows Version 5.2.6. Os testes estatísticos de Kolmogorov-Smirnov com correcção de Lilliefors, de Levene e a ANOVA factorial a 2 factores (ANOVA *two-way*), seguida do teste *a posteriori* HSD de Tukey, foram realizados utilizando o software SPSS Statistics 17.0.

RESULTADOS

Composição e abundância das comunidades de macroinvertebrados bentónicos

Na área de estudo delimitada e no total das quatro campanhas de amostragem realizadas em 2006 foram recolhidos 18779 indivíduos pertencentes a 74 *taxa* (Anexo B).

A ordem Amphipoda constituiu o *taxa* mais abundante, exibindo 53,0% do total de indivíduos amostrados; a classe Insecta compreendeu 17,0% das capturas, seguindo-se as classes Polychaeta (7,2%) e Bivalvia (7,0%) e a subclasse Oligochaeta (6,9%). A ordem Isopoda e a classe Gastropoda incluíram apenas 6,0% e 0,4% do número total de indivíduos capturados, respectivamente. Indivíduos pertencentes a outros *taxa* menos representativos (*e.g.* Nemertina, Decapoda, Tanaidacea) foram

incluídos numa única categoria designada por Outros, constituindo cerca de 2% do total dos macroinvertebrados bentónicos contabilizados no conjunto das amostragens.

Apesar da ordem Amphipoda ter constituído o grupo mais abundante, a classe Insecta foi a que apresentou uma maior diversidade, com 29 *taxa* identificados, seguindo-se a classe Polychaeta com 13 *taxa* identificados. Pertencente à classe Bivalvia, apenas se registou a presença da espécie exótica *Corbicula fluminea* (O. F. Müller, 1774), que devido à sua grande plasticidade ecológica (Reis, 2006), foi capturada em quase todas as estações de amostragem, excepto na estação D1 (estação mais a montante) e na estação S4 (estação mais a jusante).

Os 10 *taxa* mais abundantes na área de estudo prefizeram 95% das capturas totais, sendo a espécie *Corophium orientale* Schellenberg, 1928 (33,0%), a família Chironomidae (15,3%) e o género *Gammarus* (12,5%), os *taxa* mais representativos da comunidade.

As densidades mais elevadas de macroinvertebrados bentónicos foram registadas na Primavera, na estação S4 (97700 ind.m⁻²), ao passo que os valores mais baixos deste parâmetro foram registados na época de Verão, na estação S3 (1540 ind.m⁻²).

Variação espacial na composição das comunidades de macroinvertebrados bentónicos

De acordo com a ordenação multidimensional não métrica (*n*MDS), as estações de amostragem encontraram-se estruturadas de acordo com o gradiente estuarino, com uma forte influência da salinidade (Figura 5). Apesar de se encontrarem representadas as várias épocas de amostragem (Inverno, Primavera, Verão e Outono), o agrupamento das estações de amostragem e, conseqüentemente, das comunidades de macroinvertebrados bentónicos, fez-se por classes de salinidade, independentemente da época do ano. Distinguiram-se dois grupos de estações de amostragem: um grupo de estações designado por D (D1-D3) – zona dulciaquícola (Grupo I) -, e um grupo de estações designado por S (S1-S4) – zona salobra (Grupo II).

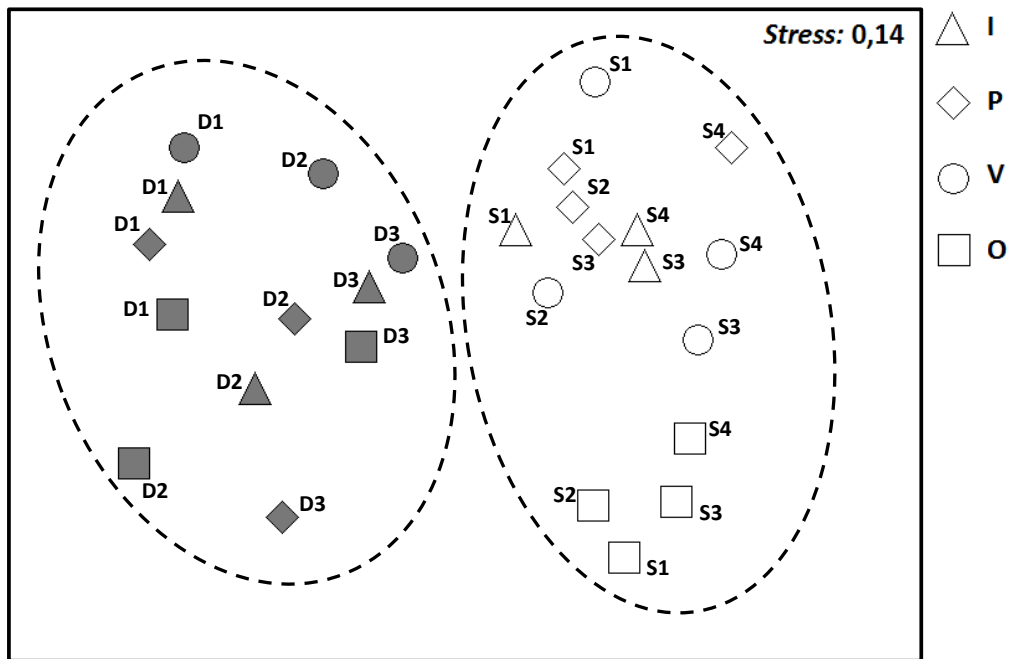


Figura 5. Análise de escalonamento multidimensional (MDS) das comunidades de macroinvertebrados bentônicos da área de estudo, onde se pode observar a formação de dois grupos de estações de amostragem distintos: zona dulciaquícola (Grupo I) (símbolos a cinza) e zona salobra (Grupo II) (símbolos a branco) (I – Inverno; P – Primavera; V – Verão; O – Outono).

A análise hierárquica aglomerativa, aplicada ao mesmo conjunto de dados, sedimenta a análise de escalonamento multidimensional, verificando-se a formação de grupos idênticos para uma dissimilaridade de 74,1% (Figura 6). O teste estatístico ANOSIM 2-Way Crossed evidenciou diferenças significativas entre a zona dulciaquícola e a zona salobra ($R=0,939$; $p<0,001$), confirmando-se, assim, o agrupamento de estações definido *a priori*.

As estações de amostragem reunidas no Grupo I (D1-D3) constituem as estações mais a montante da área de estudo, com fundos de substrato bastante heterogéneo e reduzida profundidade, e com uma transparência total ao longo de toda a coluna de água e uma salinidade mediana anual que não ultrapassou 0,5 (Tabela 1).

Este grupo de estações possuiu uma amplitude térmica relativamente baixa (da ordem dos 5°C) e apresentou os valores mais baixos no que respeita às concentrações de oxigénio dissolvido, nutrientes (nitratos, nitritos, amónia e fósforo), clorofila *a* e à percentagem em teor de carbono orgânico dos sedimentos (Tabela 1).

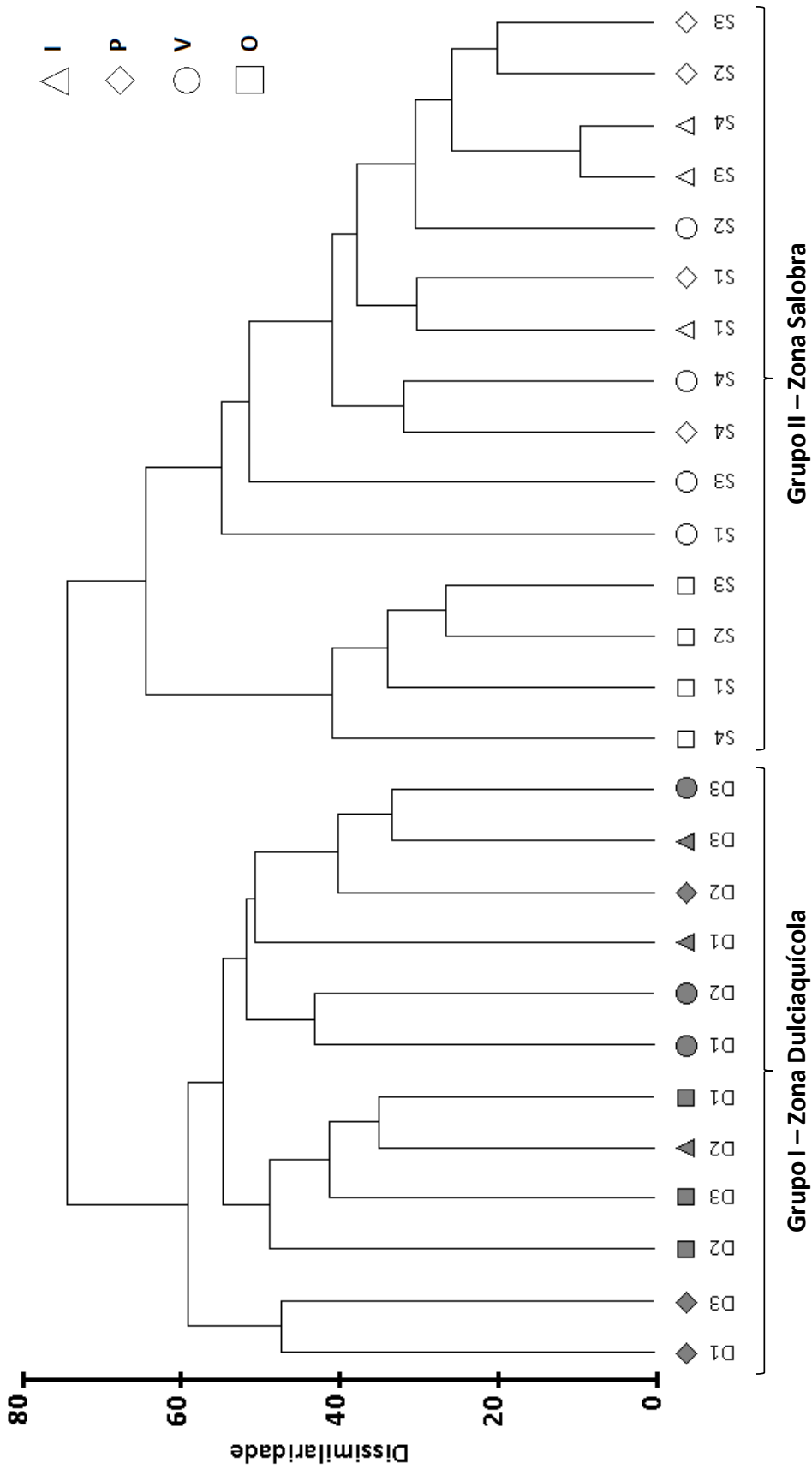


Figura 6. Classificação hierárquica aglomerativa (*Cluster Analysis*) das comunidades de macroinvertebrados bentônicos da área de estudo, onde se pode observar a formação de 2 grupos de estações de amostragem distintos: zona dulciaquícola (Grupo I) (símbolos a cinza) e zona salobra (Grupo II) (símbolos a branco), para uma dissimilaridade de 74,1%.

As comunidades de macroinvertebrados bentônicos identificadas para este grupo de estações são dominadas por indivíduos da classe Insecta, algumas espécies da ordem Amphipoda (*Gammarus* spp., *C. orientale*) e indivíduos da subclasse Oligochaeta e da classe Bivalvia. O género *Gammarus* evidenciou-se como o taxa mais abundante (36,0% das capturas), seguido da família Chironomidae com 24,4% e da subclasse Oligochaeta com 13,3%. As espécies *C. orientale* e *C. fluminea* exibiram também uma representatividade notória, particularmente na estação de amostragem D3 (estação mais a jusante deste grupo), ambas com uma percentagem de dominância não superior a 7,0% (Tabela 1).

As estações de amostragem reunidas no Grupo II constituíram uma zona de transição no que respeita ao tipo de sedimentos, variando gradualmente entre cascalho-arenoso e vasa, no sentido montante-jusante (Tabela 1). As estações S1 e S2 apresentaram alguma variabilidade nos sedimentos, oscilando estes entre a predominância de cascalho e de vasa arenosa. As estações S3 e S4 caracterizaram-se, essencialmente, pela presença de sedimentos de vasa bem compactada. A profundidade foi, em média, superior à das estações do grupo I, atingindo os 4 m na estação mais a jusante e os valores de transparência da coluna de água proporcionalmente inferiores aos observados na zona dulciaquícola. A salinidade apresentou uma amplitude bastante elevada, variando entre 0,15 no Outono e 10,71 no Verão (Tabela 1). Devido à superior influência das marés, as estações deste grupo tendem a apresentar uma salinidade mediana anual superior às estações do grupo I. O valor mediano da salinidade registado na época do Outono deveu-se à ocorrência de uma cheia, com o conseqüente fluxo de água doce bastante superior aos períodos considerados normais. As concentrações de nutrientes (particularmente, $N-NO_3^-$ e $N-NH_4^+$) e a percentagem em teor de carbono orgânico nos sedimentos (TCO) foram bastante superiores às registadas para as estações do grupo I (Tabela 1).

As comunidades de macroinvertebrados bentônicos foram dominadas, essencialmente, pela espécie *C. orientale* (47,9%), devido ao elevado número de indivíduos capturados na Primavera. As espécies *Leptocheirus pilosus* Zaddach, 1844 e *Cyathura carinata* (Krøyer, 1847) apresentaram-se como as mais abundantes a seguir a *C. orientale*, com 12,3% e 8,6% das capturas, respectivamente.

Nas estações mais a jusante deste grupo começaram a ocorrer espécies da classe Polychaeta, como *Streblospio shrubsolii* (Buchanan, 1890) (6,3% das capturas) e *Hediste diversicolor* (O.F. Müller, 1776) (2,9% das capturas). A espécie *C. fluminea* manteve a sua representatividade, principalmente, nas estações mais a montante (estações S1 e S2), correspondendo a 7,6% dos organismos capturados nas estações do grupo II (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros ambientais e espécies dominantes nos grupos de estações de amostragem definidos na área de estudo (Grupo I – zona dulciaquícola e Grupo II – zona salobra). Para os parâmetros ambientais são fornecidos os respectivos valores mínimos e máximos obtidos, com indicação da época do ano em que se verificam (I. Inverno; P. Primavera; V. verão; O. Outono). Para os taxa dominantes disponibiliza-se a sua contribuição face à densidade total, bem como (abreviado e a negrito) o grupo taxonómico a que pertencem [Am. Amphipoda; Bi. Bivalvia; Ga. Gastropoda; In. Insecta; Is. Isopoda; Ol. Oligochaeta; Ou. Outro; Po. Polychaeta]

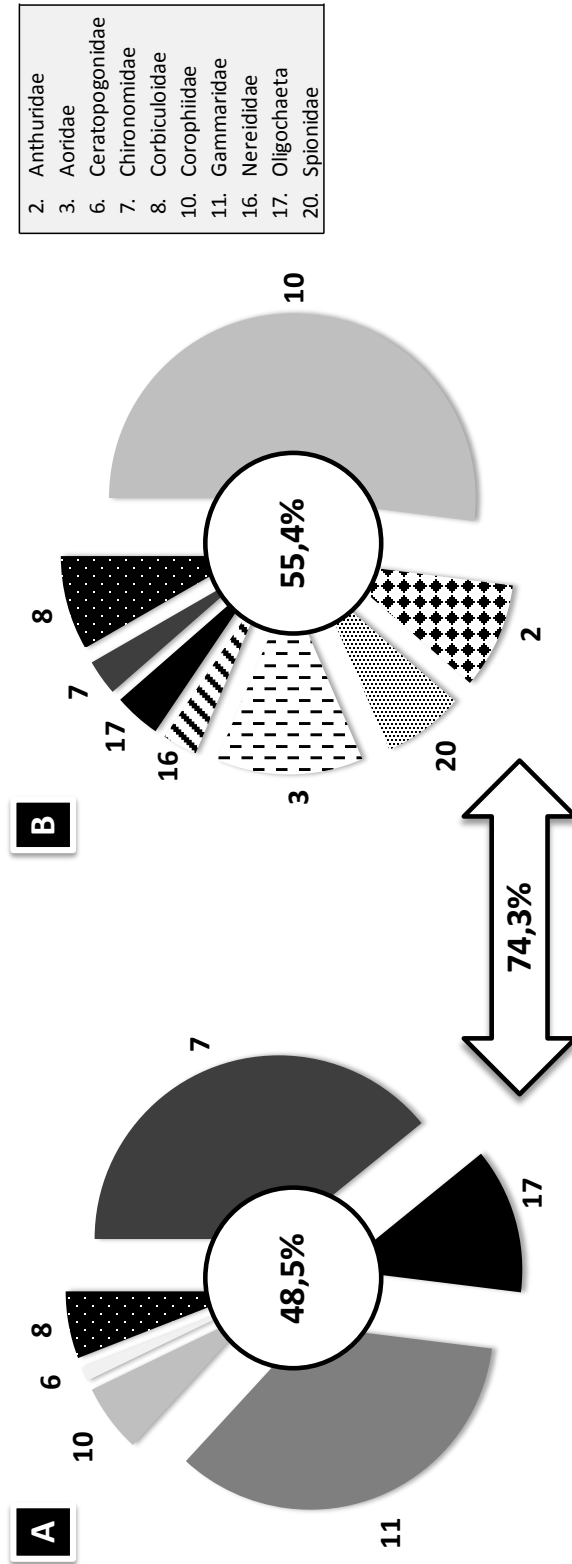
	Grupo I (Estações D1, D2 e D3)	Grupo II (Estações S1, S2, S3 e S4)
Parâmetros ambientais		
Profundidade (m)	0,33 O – 0,53 I, P	1,82 I – 2,65 P
Transparência (m)	0,27 O – 0,53 I, P	0,24 O – 0,89 I
Salinidade	0,20 O – 0,40 V	0,15 O – 10,71 V
Temperatura (°C)	15,12 O – 20,05 V	13,53 I – 25,63 V
OD (mg.l⁻¹)	3,77 V – 11,02 I	4,51 V – 13,75 I
N-NO₃⁻ (mg.l⁻¹)	0,022 P – 0,169 I	0,207 P – 0,549 O
N-NO₂⁻ (mg.l⁻¹)	0,001 I – 0,003 O	0,003 I – 0,013 O
N-NH₄⁺ (mg.l⁻¹)	0,014 I – 0,043 O	0,011 P – 0,097 O
P-PO₄⁻ (mg.l⁻¹)	0,006 V – 0,012 O	0,005 P – 0,024 O
Clorofila a (µg.l⁻¹)	0,40 I – 2,13 P	0,32 O – 5,13 P
TCO (%)	2,68 I – 7,24 O	5,77 V – 11,82 O
Tipo de sedimento	Cascalho – Vasa Arenosa	Cascalho Arenoso – Vasa
Taxa dominantes	<i>Gammarus</i> spp. (36,0%) Am Chironomidae (24,4%) In Oligochaeta (13,3%) Ol <i>Corophium orientale</i> (6,8%) Am <i>Corbicula fluminea</i> (6,5%) Bi Ceratopogonidae (1,3%) In <i>Potamopyrgus antipodarum</i> (1,3%) Ga Hydroptilidae (1,1%) In Limoniidae (0,7%) In Caenidae (0,7%) In	<i>Corophium orientale</i> (47,9%) Am <i>Leptocheirus pilosus</i> (12,3%) Am <i>Cyathura carinata</i> (8,6%) Is <i>Corbicula fluminea</i> (7,6%) Bi <i>Streblospio shrubsolii</i> (6,3%) Po Oligochaeta (4,1%) Ol <i>Hediste diversicolor</i> (2,9%) Po <i>Heterotanais oerstedii</i> (2,5%) Ou Chironomidae (2,4) In <i>Alkmaria romijni</i> (1,3%) Po

A análise SIMPER evidenciou a elevada heterogeneidade espacial deste tipo de comunidades, uma vez que a similaridade entre as estações dentro de cada grupo variou apenas entre 48,5% para a zona dulciaquícola e 55,4% para a zona salobra (Figuras 7A e 7B). Esta análise confirmou ainda a existência de uma elevada dissimilaridade entre a zona dulciaquícola e a zona salobra (74,3%) (Figuras 7A e 7B).

Os taxa que mais contribuíram para a dissimilaridade entre as zonas dulciaquícola e salobra foram os anfípodes Gammaridae (9,0%), Corophiidae (8,7%) e Aoridae (7,4%), o isópode *C. carinata* (8,6%), os Chironomidae (7,8%), os poliquetas Spionidae (7,7%) e Nereididae (6,8%) e os Oligochaeta (6,4%). Os Gammaridae, os Chironomidae e os Oligochaeta foram mais abundantes na zona dulciaquícola, ao passo que os anfípodes Corophiidae e Aoridae, o isópode *C. carinata* e os poliquetas foram-no na zona salobra. Apesar dos resultados do presente estudo demonstrarem que a composição das comunidades de macroinvertebrados bentónicos das estações de amostragem da zona dulciaquícola difere significativamente da composição das comunidades da zona salobra, as estações de amostragem D3 e S1 apresentaram comunidades de macroinvertebrados bentónicos semelhantes em determinadas épocas do ano (Tabela 2).

Tabela 3. Taxa comuns às estações de amostragem D3 e S1 (I. Inverno; P. Primavera; V. verão; O. Outono)

Estação D3				Espécie	Estação S1			
I	P	V	O		I	P	V	O
				Caenidae				
				Ceratopogonidae				
				Chironomidae				
				<i>Corbicula fluminea</i>				
				<i>Corophium orientale</i>				
				<i>Cyathura carinata</i>				
				<i>Gammarus</i> spp.				
				<i>Heterotanais oerstedii</i>				
				<i>Lekanesphaera monodi</i>				
				Oligochaeta				



Figuras 7A e 7B. Abundâncias médias dos taxa que contribuíram em mais de 10% para a similaridade dentro de cada grupo de estações de amostragem (A – Grupo I, zona dulciaquícola; B – Grupo II, zona salobra). As percentagens dentro de cada gráfico correspondem às similaridades dentro de cada zona, enquanto a percentagem dentro da seta entre A e B corresponde à percentagem de dissimilaridade entre os grupos I e II (valores obtidos pela análise SIMPER).

Variação temporal na composição das comunidades de macroinvertebrados bentônicos

O índice de constância evidenciou uma baixa variabilidade sazonal da composição taxonómica das comunidades de macroinvertebrados bentônicos em ambas as zonas, uma vez que o número de *taxa* considerados constantes nas zonas dulciaquícola e salobra foi, respectivamente, 15,2% e 23,1%, enquanto aqueles considerados comuns foram 13,0% e 10,3% em cada caso (Figura 8).

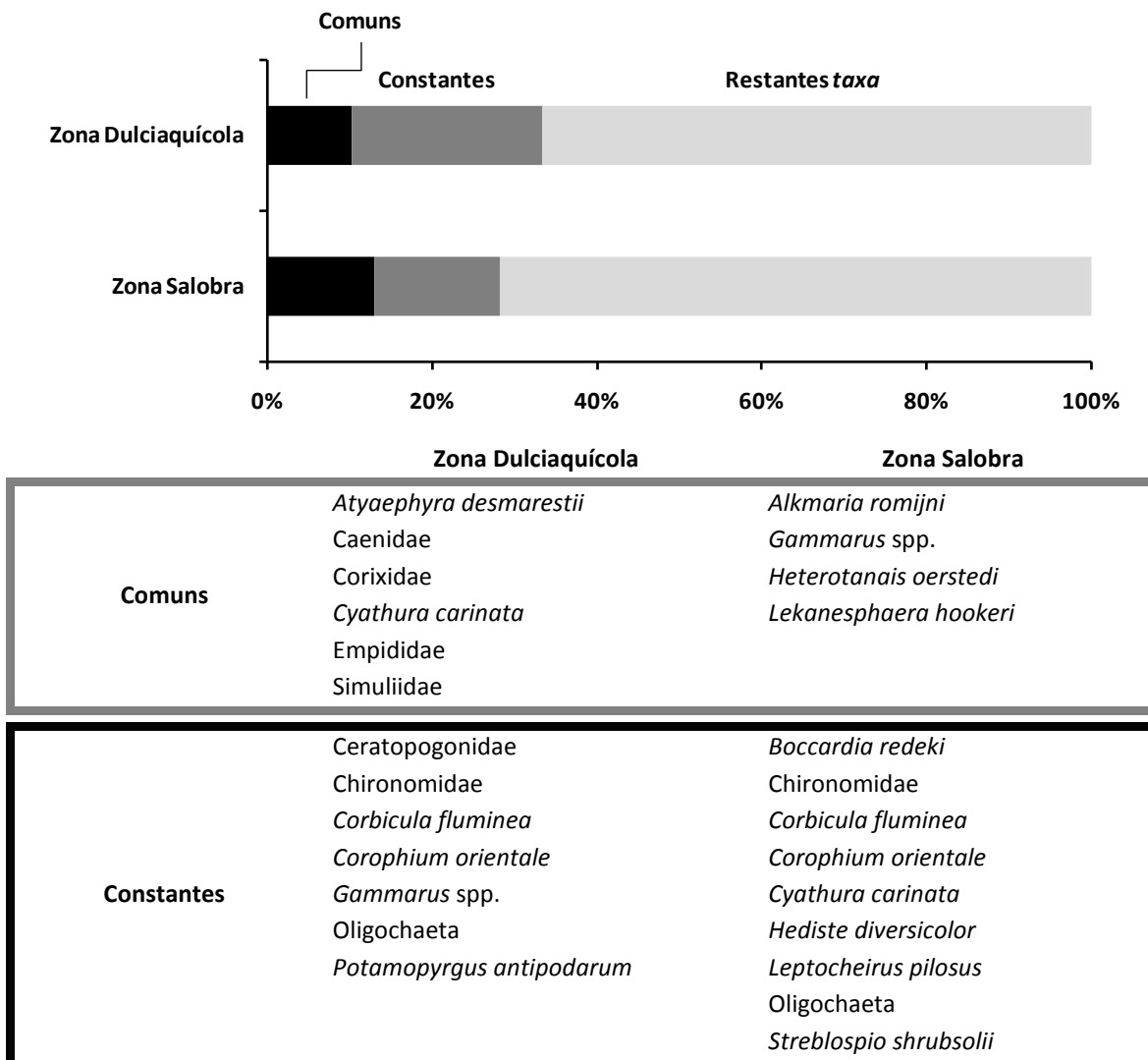


Figura 8. Resultados do índice de constância para as duas zonas definidas na área de estudo (zona dulciaquícola e zona salobra). É apresentada a listagem das espécies comuns e constantes definidas pelo índice.

A abundância dos diferentes *taxa* nas comunidades de macroinvertebrados bentônicos na área de estudo variou, consideravelmente, ao longo do período de amostragem (Figura 9).

Tendo o teste ANOSIM *2-Way Crossed* mostrado haver diferenças significativas entre as comunidades nas diferentes épocas de colheita ($R=0,518$; $p<0,001$), os testes *a posteriori* (ANOSIM *2-Way Crossed*) evidenciaram diferenças significativas entre quase todas as épocas do ano, com exceção dos pares Inverno/Verão ($R=0,169$; $p=0,151$) e Primavera/Verão ($R=0,255$; $p=0,054$). Ao contrário dos crustáceos (Amphipoda e Isopoda) e dos moluscos (Bivalvia e Gastropoda), que ocorreram com maior abundância na Primavera e no Verão, os insectos e os poliquetas exibiram maiores efectivos no inverno e na Primavera e os oligoquetas no Inverno e no Outono (Figura 9). Por esse motivo, as comunidades de macroinvertebrados bentônicos da área de estudo foram dominadas pelos anfípodes na Primavera e no Verão e pelos insectos no Inverno. No Outono verificou-se uma dominância repetida entre estes dois grupos e os oligoquetas.

O teste ANOSIM *One-Way Layout* mostrou, de uma forma generalizada, que para a zona dulciaquícola ($R=0,272$; $p<0,001$) e para a zona salobra ($R=0,237$; $p<0,001$), as comunidades de macroinvertebrados bentônicos diferiram significativamente entre as épocas de amostragem, sendo estas diferenças mais evidentes na primeira zona. Os testes *a posteriori* (ANOSIM *One-Way Layout*) evidenciaram essas diferenças. Os conjuntos de épocas de amostragem que realmente apresentaram diferenças significativas na zona dulciaquícola foram Inverno/Primavera ($R=0,443$; $p<0,001$) e Primavera/Outono ($R=0,482$; $p<0,001$). Na zona salobra, os conjuntos de épocas de amostragem Inverno/Outono ($R=0,416$; $p<0,001$), Primavera/Outono ($R=0,368$; $p<0,001$), Inverno/Primavera ($R=0,259$; $p<0,05$) e Inverno/Verão ($R=0,290$; $p<0,05$) apresentaram igualmente diferenças consideradas estatisticamente significativas.

A similaridade entre as estações de amostragem dentro de cada época do ano foi relativamente maior na zona salobra, comparativamente à zona dulciaquícola, embora em ambas as zonas se tenha verificado a maior percentagem de similaridade na época de Inverno (62,6% e 72,5% para as zonas dulciaquícola e salobra, respectivamente), ao passo que os valores mais baixos foram registados nas épocas de Verão (50,2%) e

Outono (49,7%) para a zona dulciaquícola, e na época de Verão (51,5%) para a zona salobra (Figuras 10 e 11).

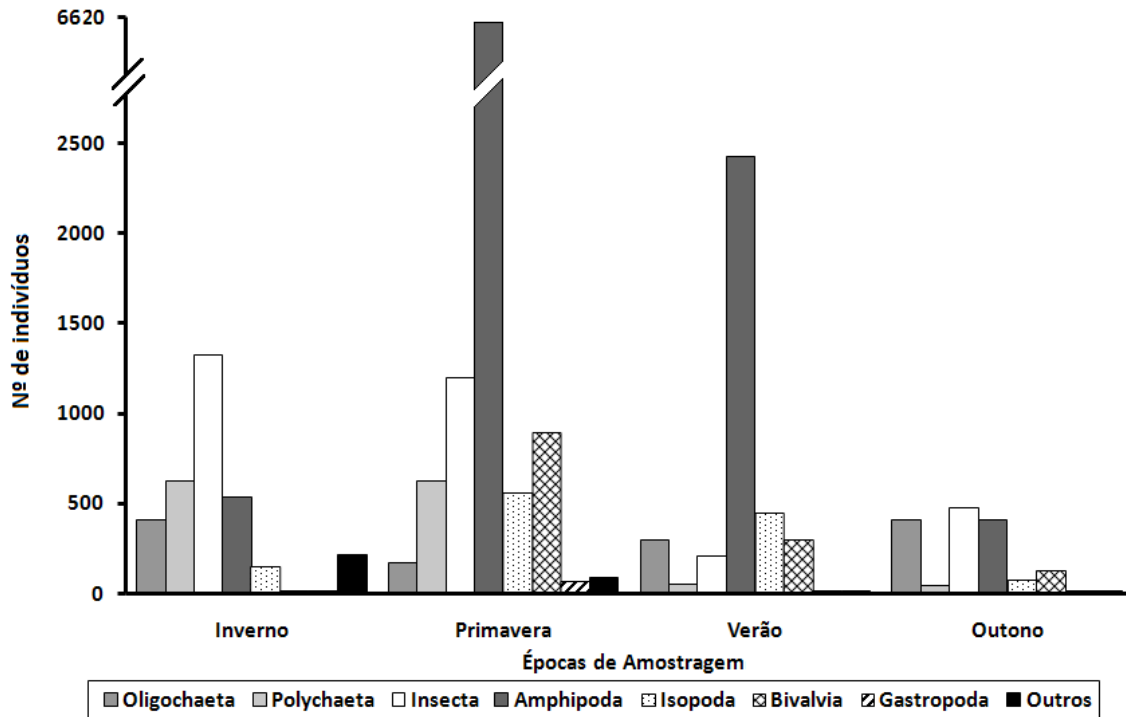


Figura 9. Frequência absoluta de abundância de macroinvertebrados bentônicos, ao nível dos grandes grupos, em cada época de amostragem.

Apenas quatro *taxa* foram capturadas no Inverno, na zona dulciaquícola, nomeadamente Chironomidae, Oligochaeta, Gammaridae (*Gammarus* spp.) e Hydrobiidae [*Potamopyrgus antipodarum* (J.E. Gray, 1843)], pelo que a elevada similaridade entre as respectivas estações de amostragem nesta época do ano deveu-se à abundância dos indivíduos pertencentes às duas primeiras famílias, constituindo nitidamente os *taxa* então melhor representados nestas comunidades (Figura 12). Na Primavera e no Verão, as densidades dos *taxa* referidos anteriormente diminuíram consideravelmente, verificando-se o contrário com os Gammaridae (Figura 12), que nessa altura passaram a ser responsáveis por grande parte da similaridade entre as estações de amostragem da zona dulciaquícola (Figura 10).

As maiores percentagens de dissimilaridade na zona dulciaquícola foram encontradas, principalmente, entre a época da Primavera e as restantes estações do ano (Figura 10). Entre o Verão e o Outono a dissimilaridade também foi considerável face às restantes percentagens obtidas (56,4% de dissimilaridade). As estações do ano que mais diferiram foram a Primavera e o Outono (59,1% de dissimilaridade), tendo sido a família Gammaridae que mais contribuiu para essa dissemelhança (10,9%), seguida da família Caenidae (9,1%) e da subclasse Oligochaeta (7,4%) (Figura 10). Na Figura 12 é nítida a substituição da família Gammaridae, mais abundante na Primavera, pela subclasse Oligochaeta, no Outono. Entre a Primavera e o Verão, a percentagem de dissimilaridade de 56,7% deveu-se à maior presença de indivíduos das famílias Caenidae e Corbiculoidea (*C. fluminea*) na Primavera, que contribuíram em cerca de 9,0% e 7,2%, respectivamente, para essa dissemelhança, contrariamente à espécie *C. orientale* (Corophiidae), mais abundante no Verão, e que contribuiu em cerca de 7,9% para essa dissemelhança (ver também Figura 12).

Na zona salobra, o Inverno constituiu a época do ano com uma maior homogeneidade no que respeita à distribuição dos *taxa* capturados pelas diferentes estações de amostragem. As famílias Nereididae (*H. diversicolor*, 18,6%), Spionidae (*S. shrebsolii*, 17,1%), Anthuridae (*C. carinata*, 16,9%) e Corophiidae (*C. orientale*, 15,0%) foram as que mais contribuíram para essa elevada similaridade, constituindo, por sua vez, os *taxa* que mais abundaram na época referida (Figura 12). Nas restantes épocas a espécie *C. orientale* (Corophiidae) apresentou uma dominância bastante relevante face aos outros *taxa* (Figura 12), apresentando as respectivas comunidades uma percentagem de similaridade variável entre os 51% no Verão e os 68% na Primavera (Figura 11) e sendo a espécie mencionada a principal responsável por essas mesmas percentagens.

De um modo geral, na zona salobra, as percentagens de dissimilaridade não ultrapassaram os 51,2%, indicando uma relativa homogeneidade em termos biológicos das estações de amostragem que constituem esta zona. Nesta zona, em particular, as maiores diferenças foram encontradas entre as épocas de Inverno e Verão (51,2%), contribuindo as famílias Ampharotidae (*A. romijni*) e Nereididae (*H. diversicolor*) com 11,3% e 11,2%, respectivamente, e as famílias Spionidae (*S. shrebsolii*) e Aoridae (*L.*

pilosus), com 10,1% e 8,5%, respectivamente, para a dissimilaridade entre as épocas mencionadas.

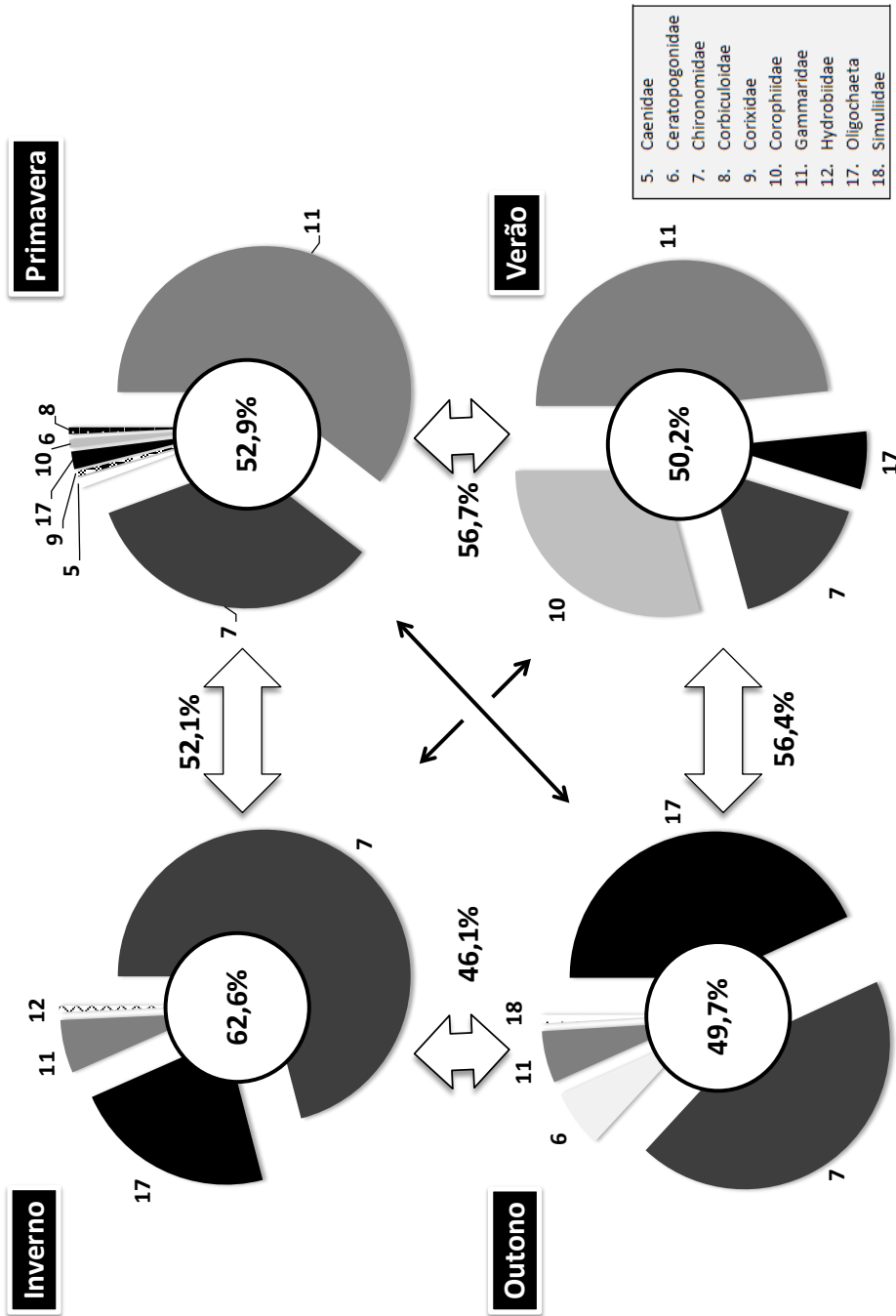


Figura 10. Abundâncias médias dos taxa que contribuíram em mais de 10% para a similaridade dentro de cada época do ano, para a zona dulciaquícola. As percentagens dentro de cada gráfico correspondem às similaridades dentro de cada época do ano, enquanto as percentagens entre cada gráfico correspondem às dissimilaridades entre as épocas do ano, calculadas com base na análise SIMPER.

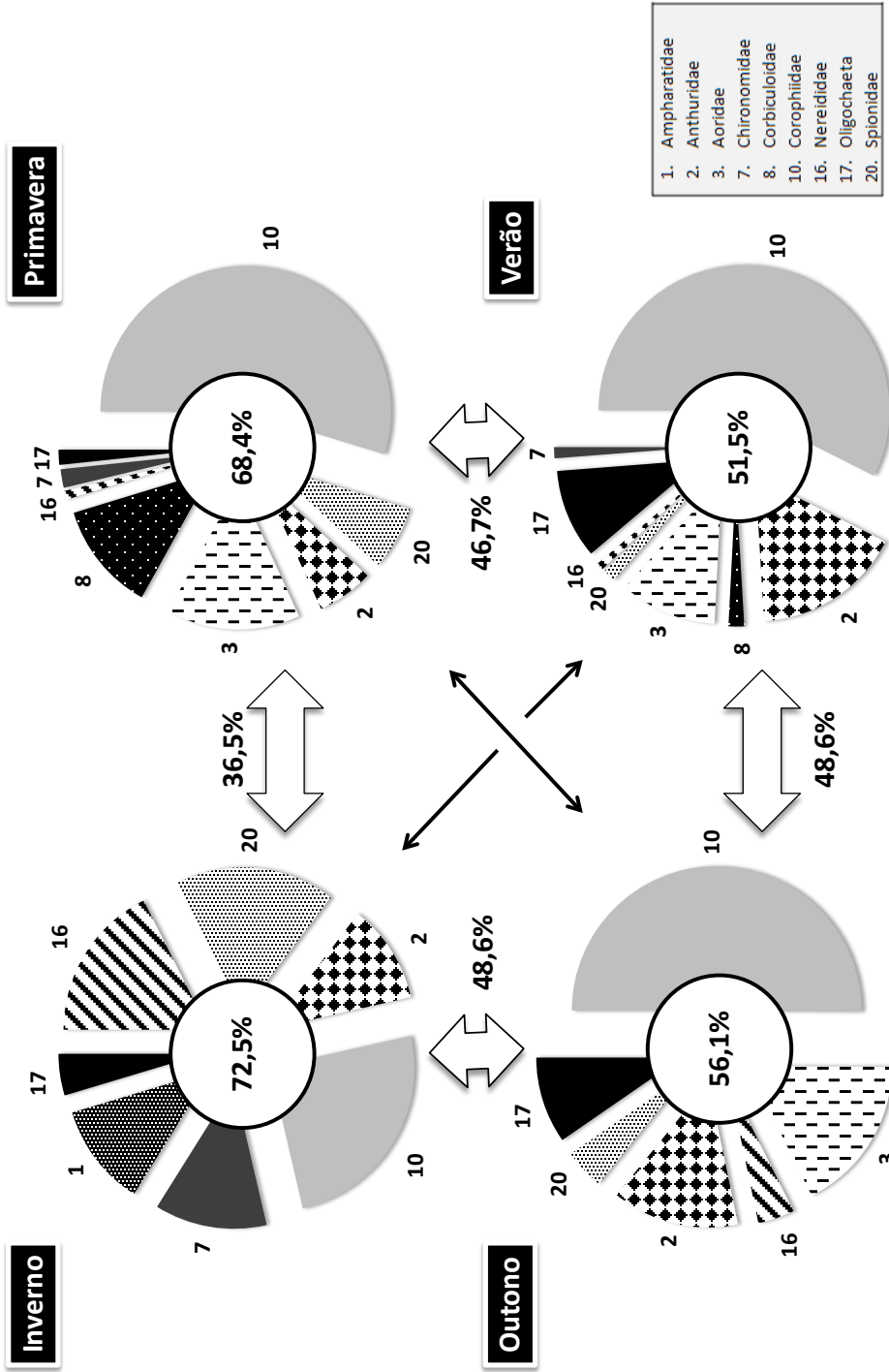


Figura 11. Abundâncias médias dos *taxa* que contribuíram em mais de 10% para a similaridade dentro de cada época do ano, para a zona salobra. As percentagens dentro de cada gráfico correspondem às similaridades dentro de cada época do ano, enquanto as percentagens entre cada gráfico correspondem às dissimilaridades entre as épocas do ano, calculadas com base na análise SIMPER.

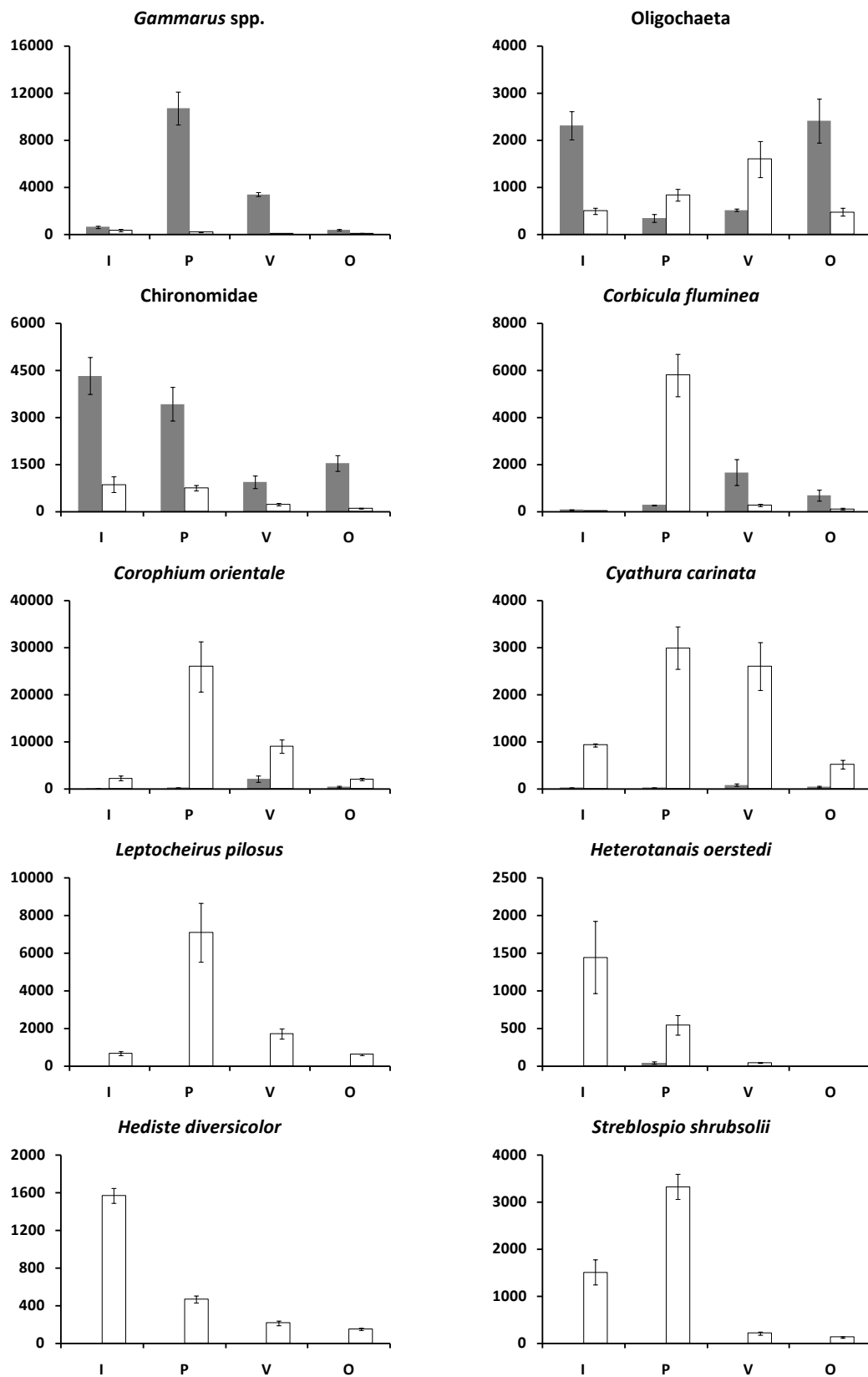


Figura 12. Variação sazonal das densidades (ind.m⁻²) dos dez *taxa* mais abundantes na área de estudo (I – Inverno; P – Primavera; V – Verão; O – Outono). As barras a cinza correspondem à zona dulciaquícola e as barras a branco correspondem à zona salobra. As barras de erro indicam o erro padrão.

Variação espaço-temporal das medidas de diversidade das comunidades de macroinvertebrados bentônicos

O Outono foi a época do ano em que as densidades médias de macroinvertebrados bentônicos, em ambas as zonas, foram menores, registrando-se 2330 ind.m⁻² na zona dulciaquícola e 9070 ind.m⁻² na zona salobra, sendo que o máximo foi registrado na Primavera, igualmente nas duas zonas consideradas (6264 ind.m⁻² na zona dulciaquícola e 12308 ind.m⁻² na zona salobra) (Figura 13). O resultado da ANOVA factorial a 2 factores [F(7,72)=4,916; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,323$; potência=0,994] confirmou o efeito significativo e de elevada dimensão da época do ano sobre a variação da densidade [F(3,72)=8,625; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,264$; potência=0,992] e evidenciou que o factor zona não exerceu qualquer efeito significativo sobre o mesmo parâmetro [F(1,72)=0,091; $p = 0,764$; $\eta_p^2 = 0,001$; potência=0,060]. Além disso, o efeito da época do ano sobre as densidades médias não foi influenciado pela zona, como sugere a interacção não significativa entre os dois factores [F(3,72)=1,789; $p = 0,157$; $\eta_p^2 = 0,069$; potência=0,447]. De acordo com o teste *a posteriori* HSD de Tukey, as diferenças significativas para o factor época do ano ocorreram entre o Inverno e o Outono, entre a Primavera e o Verão e entre a Primavera e o Outono.

A zona dulciaquícola apresentou um maior número de famílias, comparativamente à zona salobra, sendo na Primavera que esse número foi maior em ambas as zonas (19 famílias na zona dulciaquícola e 14 famílias na zona salobra). Apesar da zona dulciaquícola ter apresentado, uma riqueza taxonómica ligeiramente superior à exibida pela zona salobra, nas várias épocas do ano (com excepção do Inverno) (Figura 14), essas diferenças não foram estatisticamente significativas [F(1,72)=0,360; $p = 0,551$; $\eta_p^2 = 0,005$; potência=0,091], apesar de ter contribuído o factor época do ano [F(3,72)=9,153; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,276$; potência=0,995] para as diferenças na riqueza taxonómica observadas no conjunto das amostragens, até porque não se verificou qualquer interacção entre ambos os factores [F(3,72)=1,682; $p = 0,179$; $\eta_p^2 = 0,065$; potência=0,423]. O teste *a posteriori* HSD de Tukey evidenciou

diferenças significativas neste parâmetro entre as épocas da Primavera e do Outono e entre a Primavera e o Verão.

A ANOVA factorial a 2 factores aplicada aos índices de diversidade de Shannon-Wiener (H') e de equitabilidade de Pielou (J') mostrou diferenças significativas para ambos os parâmetros [H' : $F(7,72)=3,040$; $p=0,007$; $\eta_p^2=0,228$; potência=0,918; J' : $F(7,72)=3,174$; $p=0,006$; $\eta_p^2=0,236$; potência=0,930, respectivamente]. O factor zona exerceu um efeito significativo em ambos os índices [H' : $F(1,72)=6,374$; $p=0,014$; $\eta_p^2=0,081$; potência=0,702; J' : $F(1,72)=6,067$; $p=0,016$; $\eta_p^2=0,078$; potência=0,681, respectivamente], sendo estes superiores na zona salobra (Figura 14). O factor época do ano apenas exerceu um efeito estatisticamente significativo e de elevada dimensão sobre o índice de Pielou [$F(3,72)=3,967$; $p=0,011$; $\eta_p^2=0,142$; potência=0,814], não se tendo detectado uma interacção entre os factores zona e época do ano [$F(3,72)=1,700$; $p=0,175$; $\eta_p^2=0,066$; potência=0,930]. O teste *a posteriori* HSD de Tukey mostrou haver diferenças estatisticamente significativas apenas entre o Outono e o Primavera para o índice de Pielou (Figura 14). Para o índice de Shannon-Wiener, não existiram diferenças significativas para o factor época do ano [$F(3,72)=2,544$; $p=0,063$; $\eta_p^2=0,096$; potência=0,605] nem para a interacção dos factores zona e época do ano [$F(3,72)=2,503$; $p=0,066$; $\eta_p^2=0,094$; potência=0,597].

A medida de dominância de Simpson (λ'), independentemente da zona e da época do ano, nunca ultrapassou 0,52 (valor máximo registado na zona dulciaquícola na Primavera), tendo-se observado o valor mais baixo na zona salobra, no Inverno (0,24) (Figura 14). De um modo geral, a medida de dominância de Simpson apresentou-se, em todas as épocas do ano, ligeiramente superior na zona dulciaquícola comparativamente à zona salobra. Estas diferenças foram comprovadas estatisticamente [$F(7,72)=3,405$; $p=0,003$; $\eta_p^2=0,249$; potência=0,948]. De facto, de acordo com a ANOVA factorial a 2 factores, o factor zona exerceu um efeito estatisticamente significativo e de elevada dimensão sobre a medida de dominância de Simpson [$F(1,72)=8,416$; $p=0,005$; $\eta_p^2=0,105$; potência=0,817]. Pelo contrário, o factor época do ano não influenciou significativamente a medida de diversidade em causa [$F(3,72)=2,394$; $p=0,075$; $\eta_p^2=0,091$; potência=0,576]. No entanto, o efeito da zona

sobre a medida de diversidade de Simpson foi influenciado pela época do ano, como sugere a interação estatisticamente significativa entre os dois factores [$F(3,72)=3,086$; $p=0,033$; $\eta_p^2=0,114$; potência=0,699].

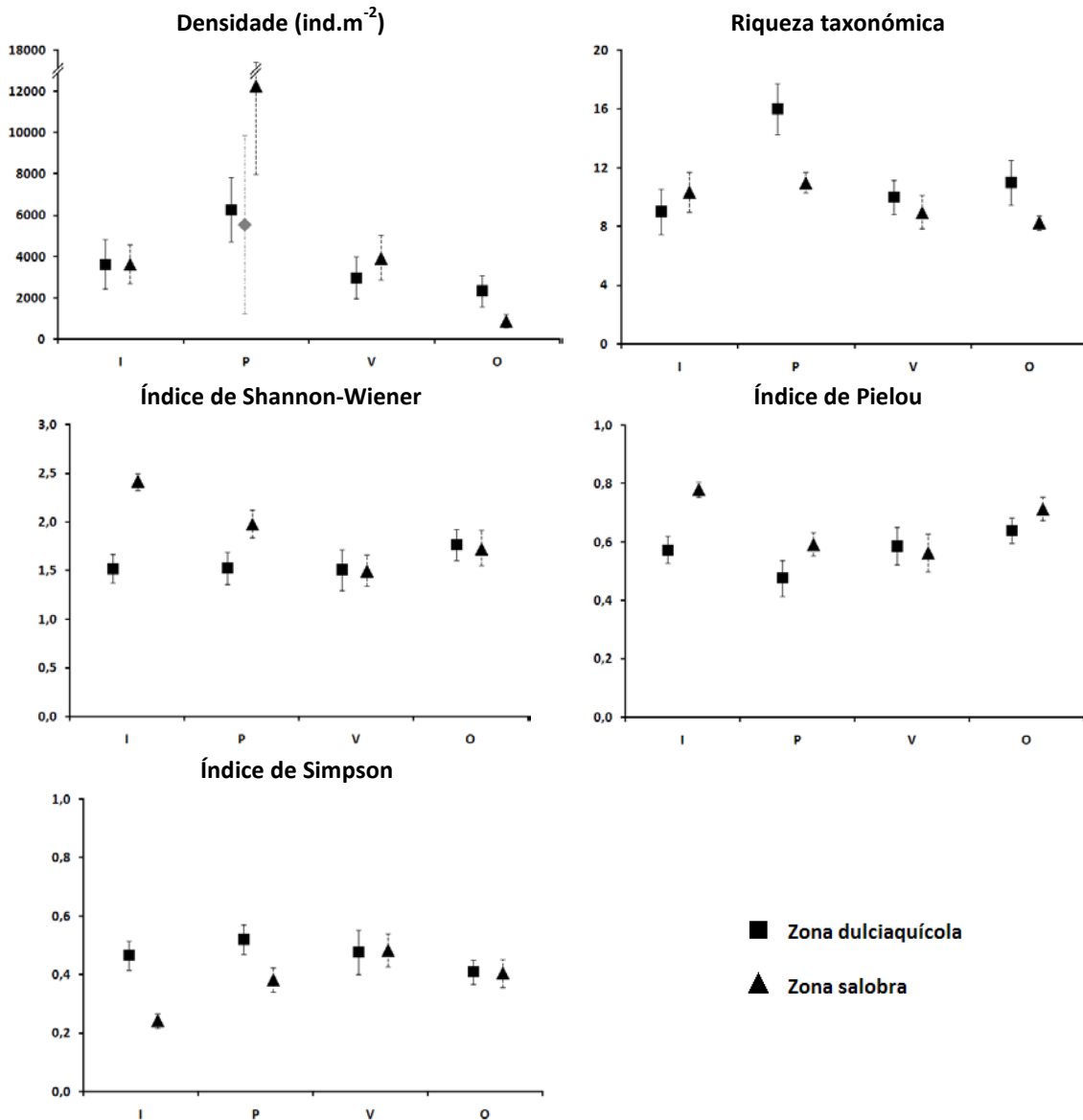


Figura 14. Medidas de densidade, riqueza taxonómica e diversidade para as zonas dulciaquícola e salobra, calculadas ao nível taxonómico da família, para cada época do ano (I – Inverno; P – Primavera; V – Verão; O – Outono). No gráfico da densidade, na época da Primavera, o losango a cinza indica a densidade média calculada para a zona salobra excluindo a estação de amostragem S4, podendo esta ser considerada um *outlier*.

DISCUSSÃO

No estuário do Mira foram identificadas duas zonas com comunidades de macroinvertebrados bentónicos relativamente distintas na área de transição entre o meio dulciaquícola e o meio estuarino: uma zona dulciaquícola, onde predominaram, maioritariamente, *taxa* pouco tolerantes a valores de salinidade superiores a 0,5, como insectos (*e.g.* Chironomidae, Ephemeroptera, Hemiptera), anfípodes do género *Gammarus*, oligoquetas e moluscos gastrópodes (*e.g.* Ancyliidae, Planorbidae); e uma segunda zona, já com características salobras (salinidade entre 0,3 no Inverno e 17,7 no Verão), onde predominaram *taxa* mais tolerantes às variações de salinidade, como o anfípode *C. orientale*, os isópodes *C. carinata* e do género *Lekanesphaera*, os poliquetas *A. romijni*, *H. diversicolor* e *S. shrubsolii*. Estudos desenvolvidos por Graça *et al.* (2002) no Rio Mondego, e por Teixeira *et al.* (2005) em outros rios portugueses (*e.g.* Minho, Tejo), confirmam a presença dos *taxa* registados para a zona dulciaquícola do Mira. A substituição dos *taxa* presentes na zona dulciaquícola do estuário Mira por *taxa* mais tolerantes a variações de salinidade consideráveis, na zona salobra, confirma os resultados obtidos por vários estudos (*e.g.* Munoz & Prat, 1994, Rundle *et al.*, 1998; Carvalho *et al.*, 2005). Uma das espécies considerada tolerante a estas variações de salinidade é a espécie exótica *C. fluminea*, presente em praticamente todos os estuários portugueses (Reis, 2006), cuja abundância e biomassa na zona superior do estuário do Mira é considerável, podendo esta estar correlacionada com diferentes factores abióticos, como o potencial redox, a concentração de nutrientes, a dureza da água, ou a percentagem de matéria orgânica e características granulométricas do sedimento (Sousa *et al.*, 2008).

A densidade média e a riqueza taxonómica das comunidades de macroinvertebrados bentónicos não diferiram significativamente entre as zonas dulciaquícola e salobra do estuário. O facto das densidades médias não diferirem já foi previamente constatado (*e.g.* Metzeling, 1993; Gallardo-Mayenco, 1994; Piscart *et al.*, 2005). Contudo, o menor *stress* natural a que as comunidades de macroinvertebrados de água doce do estuário do Mira se encontram sujeitas, contribuirá para que haja uma tendência para aumentar a densidade e a riqueza taxonómica nesta zona. Esta

maior estabilidade natural permitirá, inclusive, uma maior dominância de algumas espécies (medida de dominância de Simpson), e conseqüentemente menor diversidade e equitabilidade das comunidades, uma vez que algumas espécies conseguem, assim, dominar na zona dulciaquícola, ao contrário do que aconteceu na zona salobra, onde maior a variabilidade natural favorecerá a repartição das dominâncias pelos diferentes *taxa*.

No estuário do Mira, a variabilidade temporal das comunidades de macroinvertebrados bentônicos da zona de transição dulciaquícola-salobra é pouco relevante, uma vez que a percentagem de *taxa* constantes e comuns em ambas as zonas é bastante elevada. No entanto, a variabilidade é mais acentuada na zona dulciaquícola. Estas diferenças deverão ficar-se a dever à influência continental e conjuntas variações climáticas que se farão sentir mais intensamente na região dulciaquícola, potenciadas pela menor profundidade do sistema nesse troços superiores (Costa, 2004). Além disso, grande parte dos organismos que colonizam a zona dulciaquícola do estuário são insectos, os quais que têm ciclos de vida dependentes do meio aquático apenas num período de tempo limitado (Williams & Feltmate, 1994).

As maiores densidades de macroinvertebrados bentônicos em ambas as zonas ocorrem na Primavera. Tal resultado fica a dever-se ao facto do recrutamento ser mais intenso nesta época do ano (*e.g.* Attrill & Power, 2000; Salen-Picard & Arlhac, 2002). O mesmo acontece com a riqueza taxonómica na zona de água doce, neste caso devido à grande variedade de insectos que utiliza a área como substrato de reprodução, nesta época do ano (Williams & Feltmate, 1994). A maior diversidade e equitabilidade da zona salobra, no Inverno e no Outono terão a ver com a colonização destas áreas por espécies de origem dulciaquícola, quando a salinidade se atenua nestas áreas mais a jusante, provocando simultaneamente um decréscimo nos efectivos da espécie com maiores afinidades estuarinas (Rundle *et al.*, 1998).

A zona de transição dulciaquícola-salobra no estuário do Mira constitui a área onde persiste o maior gradiente de carácter físico-químico (*i.e.* salinidade), sendo caracterizada por mudanças pronunciadas na composição e diversidade das comunidades de macroinvertebrados bentônicos. A salinidade constitui, assim, o

factor que, primeiramente, define e controla a distribuição dos padrões longitudinais das comunidades de macroinvertebrados bentónicos nesta região do sistema. Vários outros estudos têm reportado o papel deste factor nesses mesmos padrões (e.g. Attrill & Power, 2000; Strom & Thompson, 2000; Teske & Wooldridge, 2003; Hampel *et al.*, 2009).

A presença ou ausência do mesmo ou dos mesmos taxa (e.g. *C. orientale*, *C. fluminea*, Oligochaeta) em diferentes épocas do ano e locais de amostragem, mais concretamente no caso das estações D3 e S1, confirma que as comunidades não são estáticas (Ysebaert *et al.*, 1998) e que a fronteira entre a zona dulciaquícola e a zona salobra do estuário do Mira varia espacial e temporalmente. De facto, de acordo com a época do ano, a estação de amostragem D3 apresentou claras dominâncias de taxa distintos (Chironomidae e *Gammarus* spp., no Inverno e Primavera, *C. orientale* e *Gammarus* spp., no Verão; e *C. fluminea* e Oligochaeta, no Outono). No Verão, a ocorrência da espécie *C. orientale* nesta estação de amostragem deveu-se certamente à sua migração para montante, como resultado do aumento da salinidade provocado pelo reduzido afluxo de água doce ao estuário (Rundle *et al.*, 1998). No entanto, este autor verificou a ocorrência de taxa dulciaquícolas, como os Ephemeroptera (*i.e.* Caenidae) no estuário do Rio Tamisa, no Verão. Este facto levou-o a concluir que a hipótese anterior não explica a presença de taxa dulciaquícolas na zona salobra no Verão, o que leva a crer que outros factores, para além da salinidade, desempenhem um papel determinante na composição das comunidades de macroinvertebrados bentónicos nas zonas de transição dulciaquícola-salobra, tais como padrões de migração na procura de alimento e refúgio de predadores, entre outros. A predominância de taxa filtradores e colectores (*i.e.* *C. fluminea* e Oligochaeta) no Outono, nas estações de amostragem D3 e S1, deveu-se provavelmente à estrutura e composição dos sedimentos locais, que comparativamente às restantes épocas do ano, em que se caracterizaram por uma dominância de cascalho e cascalho-arenoso, passaram a ter o predomínio de sedimentos mais finos (areias finas e vasa), substrato preferencial para organismos maioritariamente detritívoros (e.g. Mannino & Montagna, 1997; Ysebaert *et al.*, 1998; Chainho, 2008). Esta alteração terá resultado de um evento natural extremo, *i.e.* cheia, que ocorreu precisamente no Outono de

2006. Este facto é indicador de que a granulometria dos sedimentos, para além da salinidade, contribui para a distribuição das comunidades de macroinvertebrados bentónicos ao longo dos estuários (Teske & Wooldridge, 2003). Kafanov & Plekhov (2001) concluíram ainda que a distribuição destas comunidades depende também da presença/ausência de vegetação. Attrill & Rundle (2002) e Gallupo *et al.* (2007) apontam o fluxo de água doce como um factor complementar à salinidade na determinação da distribuição destas comunidades.

De acordo com o gradiente salino observado no presente trabalho, o limite superior do estuário tidal do Mira situa-se sensivelmente a 8 km a montante da vila de Odemira. Este facto é corroborado por Blanton *et al.*, (2000) e Silva *et al.* (2006), que consideram que o limite superior do estuário se estende até onde a influência das marés se faz sentir. Paralelamente ao gradiente salino, a composição das comunidades de macroinvertebrados bentónicos foi determinante na delimitação da área correspondente à zona de transição dulciaquícola-salobra no Rio Mira, sendo que esta abrange as estações de amostragem D3 e S1 da área de estudo considerada, estendendo-se ao longo de 2,7 km, aproximadamente (distanciada 5,5 km para montante de Odemira).

De um modo geral, os resultados obtidos no presente estudo, sugerem uma distribuição contínua das comunidades de macroinvertebrados bentónicos à medida que se caminha da zona dulciaquícola para a zona salobra. Apesar da zona de transição dulciaquícola-salobra no estuário do Mira se encontrar entre dois sistemas com comunidades distintas, apenas o ambiente de água doce é, na realidade, um sistema homogéneo (van der Maarel, 1990), ao passo que o ambiente estuarino não é de todo um sistema igualmente homogéneo (Attrill & Rundle, 2002). Esta zona de transição apresenta uma heterogeneidade notória, cujas comunidades não são distintas das dulciaquícolas e estuarinas, mas sim comuns a ambas, excluindo assim a inclusão da zona de transição dulciaquícola-salobra do estuário do Mira no conceito de ecótono. Por sua vez, a distribuição das comunidades de macroinvertebrados bentónicos nesta zona exhibe uma variação progressiva de acordo com o gradiente salino, traduzindo o conceito de *ecoclina*.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, P. R. 2003. Feeding ecology of *Liza ramada* (Risso, 1810) (Pisces, Mugilidae) in a south-western estuary of Portugal. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **57**: 313-323.
- ANDRADE, F. 1986. *O estuário do Mira: caracterização geral e análise quantitativa da estrutura dos macropovoamentos bentónicos*. Tese de Doutoramento, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.
- ANDRADE, F., REIS, M. & DUARTE, P. 1991. The dynamics of the tide excursion in the Mira estuary (Vila Nova de Milfontes, Portugal). A langragian approach. pp. 49-55. In: Elliot, M. & Ducrotoy, J. P. (eds), *Estuaries and coasts: spatial and temporal intercomparisons*. Olsen & Olsen, Fredensborg, Dinamarca.
- ANÓNIMO, 1959. The final resolution of the symposium on the classification of brackish waters. *Archo Oceanography. Limnology*, **11** (suppl): 243–248.
- ANÓNIMO, 1992. *Limnologisk Metodik*. Ferskvandsbiologisk Laboratorium, Københavns Universitet, Akademisk Forlag, Copenhaga, Dinamarca.
- APHA (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION). 1995. *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 19th edition. American Public Health Association, American Water Works Association and Water Pollution Control Federation, Washington, D.C., EUA.
- ATTRILL, M. J. 2002. A testable linear model for diversity trends in estuaries. *Journal of Animal Ecology*, **71**: 262-269.
- ATTRILL, M. J. & POWER, M. 2000. Effects on invertebrate populations of drought-induced changes in estuarine water quality. *Marine Ecology Progress Series*, **203**: 133-143.
- ATTRILL, M. J. & RUNDLE, S. D. 2002. Ecological Boundaries in Estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **55**: 929-936.

- BACHELET, G., MONTAUDOUIN, X. DE, & DAUVIN, J.-C. 1996. The quantitative distribution of subtidal macrozoobenthic assemblages in Arcachon Bay in relation to environmental factors: a multivariate analysis. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **42**: 371-391.
- BLANTON, J. O., FERREIRA, M. A. & ANDRADE, F. 2000. Effect of broad shallow sill on tidal circulation and salt transport in the entrance to a coastal plain estuary (Mira - Vila Nova de Milfontes, Portugal). *Estuaries*, **23**: 293-304.
- BRUXELAS, A. T., FERREIRA, C. A. & ALBERGARIA, P. M. 1985. *Contribuição para o conhecimento de algumas biocenoses bentónicas da zona de influência salina do rio Mira, utilizando técnicas de análise multivariada*. Relatório de Estágio de Licenciatura, FCUL, Lisboa, Portugal.
- CAMPOS, M. A. & FONSECA, P. 1985. *Aplicação de alguns métodos de análise numérica ao estudo da macrofauna bentónica do estuário do ro Mira*. Relatório de Estágio de Licenciatura, FCUL, Lisboa, Portugal.
- CARVALHO, S., MOURA, A., GASPAS, M. B., PEREIRA, P., FONSECA, L. C., FALCÃO, M., DRAGO, T., LEITÃO, F. & REGALA, J. 2005. Spatial and inter-annual variability of the macrobenthic communities within a coastal lagoon (Óbidos lagoon) and its relationship with environmental parameters. *Acta Oecologica*, **27**: 143-159.
- CASTRO, P., FREITAS, H. & VALIELA, I. 2002. Assessing Eutrophication Dynamics in Two Portuguese Salt Marshes: Past, Present and Future. pp. 229-230. *In: EUROCOAST (ed.), Littoral 2002, The Changing Coast. EUROCOAST/EUCC*, Porto, Portugal.
- CHAINHO, P. 2008. *Contribution to the development of biotic integrity assessment tools for Portuguese estuaries based on benthic communities*. Tese de Doutoramento, Universidade de Lisboa, Portugal.
- CLARKE, K. R. & GORLEY, R. N. 2001. PRIMER v5: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth. Reino Unido.

- CLARKE, K. R. & GREEN, R. H. 1988. Statistical design and analysis for a “biological effects” study. *Marine Ecology Progress Series*, **46**: 213-226.
- CLARKE, K. R. & WARWICK, R. M. 1993. Similarity-based testing for community pattern: the two-way layout with no replication. *Marine Biology*, **118**: 167-176.
- CLARKE, K. R. & WARWICK, R. M. 1994. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth Reino Unido.
- COHEN, A. 2000. *An Introduction to the San Francisco Estuary*. Save the Bay – San Francisco Estuary Project. 3th edition. San Francisco Estuary Institute, San Francisco, EUA.
- COSTA, J. L. 2004. *A biologia do xarroco Halobatrachus didactylus (Bloch & Schneider, 1801) e o seu papel na estrutura e funcionamento dos ecossistemas em que se insere; referência especial à população do estuário do Mira*. Tese de Doutoramento, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.
- COSTA, M. J. (coord.). 2008. *Monitorização das comunidades bentónicas do Portinho da Costa e do Porto do Buxo. Relatório Final 2006-2007*. Instituto de Oceanografia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.
- COSTA, M. J., CATARINO, F. & BETTENCOURT, A. 2001. The role of salt marshes in the Mira estuary (Portugal). *Wetlands Ecology and Management*, **9**: 121-134.
- FAIRBRIDGE, R. W. 1980. The estuary: its definition and geodynamic cycle. pp. 1-35. In: Olausson E., and Cato, I. (eds), *Chemistry and Biogeochemistry of Estuaries*. John Wiley & Sons Ltd, Nova Iorque, EUA.
- FERREIRA, J. G., SIMAS, T., NOBRE, A., SILVA, M. C., SHIFFEREGGER, K. & LENCART-SILVA, J. 2003. *Identification of sensitive areas and vulnerable zones in transitional and coastal Portuguese systems. Application of the United States National estuarine eutrophication assessment to the Minho, Lima, Douro, Ria de Aveiro, Mondego*.

Tagus, Sado, Mira, Ria Formosa and Guadiana systems. Instituto da Água e Instituto do Mar, Lisboa, Portugal.

- GALLUPO, N., MACI, S. & BASSET, A. 2007. Habitat types and distribution of benthic macroinvertebrates in a transitional water ecosystem: Alimini Grande (Puglia, Italy). *Transitional Waters Bulletin*, **4**: 9-19.
- GRAÇA, M. A., COIMBRA, N., CARVALHO, M. J., OLIVEIRA, R. & ABELHO, M. 2002. Freshwater macroinvertebrates in the Mondego river basin. pp. 115-124. *In*: Pardal, M.A., Marques, J. C. & Graça, M. A. (eds). *Aquatic Ecology of the Mondego River Basin. Global importance of local experience*. Imprensa da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.
- HAMPEL, H., ELLIOTT, M. & CATTRISSE, A. 2009. Macrofaunal communities in the habitats of intertidal marshes along the salinity gradient of the Schelde estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **84**: 45-53.
- KAFANOV, A. I. & PLEKHOV, S. P. 2001. Bottom communities of Semyachik Lagoon (Kronotskii Biosphere Reserve, Eastern Kamchatka). *Russian Journal of Marine Biology*, **27**: 98-104.
- MAGURRAN, A. E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing, Cornwall, Reino Unido.
- MANNINO, A. & MONTAGNA, P. A. 1997. Small-Scale variation of macrobenthic community structure. *Estuaries*, **20** (1): 159-173.
- MANTEL, N. 1967. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. *Cancer Research*, **27** (1): 209-220.
- MAROCO, J. 2007. *Análise Estatística – com utilização do SPSS*. 3ª edição. Edições Sílabo, Lda., Lisboa, Portugal.
- MARQUES, J. C. (coord.). 2008. *Relatório de execução material do projecto EFICAS: Efeitos dos caudais dulciaquícolas sobre as comunidades de invertebrados macrobentónicos, na perspectiva da avaliação da qualidade ecológica dos*

- estuários. POCI/MAR/61324/2004*. Instituto do Mar e Instituto de Oceanografia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.
- METZELING, L. 1993. Benthic macroinvertebrate community structure in streams of different salinities. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, **44**: 335-351.
- MUNOZ, I. & PRAT, N. 1994. Macroinvertebrate community in the lower Ebro River (NE Spain). *Hydrobiologia*, **286**: 65-78.
- MUYLAERT, K., SABBE, K. & VYVERMAN, W. 2009. Changes in phytoplankton diversity and community composition along the salinity gradient of the Schelde estuary (Belgium/The Netherlands). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **82**: 335-340.
- ODUM, E. P. 1997. *Fundamentos de Ecologia*. 5ª edição. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, Portugal.
- PISCART, C., MORETEAU, J. C. & BEISEL, J. N. 2005. Biodiversity and structure of macroinvertebrates communities along a small permanent salinity gradient (Meurthe River, France). *Hydrobiologia*, **551**: 227-236.
- REIS, J. (coord.). 2006. *Atlas dos bivalves de água doce em Portugal continental*. Instituto da Conservação da Natureza, Lisboa, Portugal.
- REMANE, A. 1934. Die Brackwasserfauna. *Zoologischer Anzeiger*, **7**: 34-74.
- RIETEMA, H. 1995. Ecoclinal variation in *Rhodomela confervoides* along a salinity gradient in the North Sea and Baltic Sea. *Botany Marine*, **38**: 475-479.
- RODRIGUES, A. M., MEIRELES, S., PEREIRA, T. & QUINTINO, V. 2007. Spatial heterogeneity recognition in estuarine intertidal benthic macrofaunal communities: influence of sieve mesh-size and sampling depth. *Hydrobiologia*, **587**: 37-50.
- RUNDLE, S. D., ATTRILL, M. J. & ARSHAD, A. 1998. Seasonality in macroinvertebrate community composition across a neglected ecological boundary, the freshwater-estuarine transition zone. *Aquatic Ecology*, **32**: 211-216.

- RUSSELL, G. & VELTKAMP, C. J. 2008. Algal ecotypes: what they are and what they are not. *Nordic Journal of Botany*, **17** (3): 331-336.
- SALEN-PICARD, C. & ARLHAC, D. 2002. Long-term changes in a mediterranean benthic community: relationships between the polychaete assemblages and hydrological variations of the Rhône River. *Estuaries*, **25**: 1121-1130.
- SILVA, I. C., DINIS, A., FRANCISCO, S., FLORES, A. & PAULA, J. 2006. Longitudinal distribution and lateral pattern of megalopal settlement and juvenile recruitment of *Carcinus maenas* (L.) (Brachyura, Portunidae) in the Mira river estuary, Portugal. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **69**: 179-188.
- SOUSA, R., RUFINO, M., GASPAR, M., ANTUNES, C. & GUILHERMINO, L. 2008. Abiotic impacts on spatial and temporal distribution of *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) in the River Minho Estuary, Portugal. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, **18**: 98-110.
- SPRUZEN, F. L., RICHARDSON, A. M. M. & WOEHLE, E. J. 2008. Spatial variation of intertidal macroinvertebrates and environmental variables in Robbins Passage wetlands, NW Tasmania. *Hydrobiologia*, **598**: 325-342.
- STRICKLAND, J. D. H. & PARSONS, T. R. 1972. A practical handbook of sea-water analysis. *Fisheries Research Board of Canada*, **167**: 1-311.
- STROM, D. & THOMPSON, M. 2000. *Biological implications of stable salinity gradients within the context of the St. Lucie Estuary, Florida*. Southeast District Water Quality Program, Florida Department of Environmental Protection, Florida, EUA.
- TEIXEIRA, A., GERALDES, A. M., OLIVEIRA, J. M., BOCHECHAS, J. & FERREIRA, M. T. 2008. Avaliação da qualidade ecológica de rios portugueses (Projecto AQUARIPORT): síntese dos resultados referentes à análise das comunidades de macroinvertebrados bentónicos. pp. 1-12. *In: Actas do 9º Congresso da Água*. Associação Portuguesa de Recursos Hídricos, Cascais, Portugal.

TESKE, P. R. & WOOLDRIDGE, T. H. 2003. What limits the distribution of subtidal macrobenthos in permanently open and temporarily open/closed South Africa estuaries? Salinity vs sediment particle size. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **57**: 225-238.

VAN DER MAAREL, E. 1990. Ecotones and ecoclines are different. *Journal of Vegetation Science*, **1**: 135-138.

YSEBAERT, T., MEIRE, P., COOSEN, J., & ESSINK, K. 1998. Zonation of intertidal macrobenthos in the estuaries of Schelde and Ems. *Aquatic Ecology*, **32**: 53-71.

CAPÍTULO 3

**RECURSOS BIOLÓGICOS DA ZONA
DE TRANSIÇÃO DULCIAQUÍCOLA-
SALOBRA NO RIO MIRA**

RECURSOS BIOLÓGICOS DA ZONA DE TRANSIÇÃO DULCIAQUÍCOLA-SALOBRA NO RIO MIRA

RESUMO

Com o presente trabalho pretendeu-se determinar os recursos biológicos actuais e potenciais da zona de transição dulciaquícola-salobra do estuário do Mira, através da realização de inquéritos aos pescadores lúdicos em actividade em Odemira, e complementando essas informações com a bibliografia disponível. Os resultados obtidos indicam que, na zona, apenas é praticada pesca lúdica, com utilização de cana-de-pesca. A minhoca-da-pesca (*Hediste diversicolor*) e o camarão (*Crangon crangon*) são os iscos mais utilizados na captura de *Dicentrarchus labrax*, *Anguilla anguilla*, *Diplodus vulgaris* e *Solea* spp., e o milho na captura de *Cyprinus carpio*. Estas espécies ictíicas são as mais capturadas pelos pescadores lúdicos locais, sendo o consumo próprio o principal destino das capturas. Os crustáceos decápodes *Procambarus clarkii* (espécie exótica) e *Palaemon longirostris*, igualmente presentes na zona de transição dulciaquícola-salobra do estuário do Mira, são utilizados essencialmente como isco. O bivalve invasor *Corbicula fluminea*, muito abundante nesta zona, é pouco conhecido pela população local. O aumento da exploração de algumas destas espécies invasoras poderia ter efeitos benéficos em termos económicos e ecológicos. A legislação em vigor (Portaria 458-A/2009, de 4 de Maio) carece de um rigor científico e ambiental, pelo que em conformidade com os manifestos dos pescadores lúdicos locais, sugere-se que esta seja revista com o devido cuidado. Não parecem haver, assim, razões para que a pesca lúdica seja tão limitada, desde que a sua gestão seja otimizada.

PALAVRAS-CHAVE: comunidades ícticas, macroinvertebrados bentónicos, pesca, área protegida, benefícios económicos e ecológicos

INTRODUÇÃO

O elevado interesse do litoral sudoeste de Portugal Continental foi reconhecido pelo Decreto-Lei nº 241/88, de 7 de Julho, com a criação da “Área de Paisagem Protegida do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina”, que em 1995 foi reclassificada pelo Decreto Regulamentar nº 26/95, de 21 de Setembro, como Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina (PNSACV), incluindo uma área marinha adjacente (Figura 15).

O litoral sudoeste é cortado por pequenos vales que apresentam uma grande diversidade vegetal e animal, tanto no ambiente terrestre como marinho, e linhas de água que originam sistemas estuarinos e lagoas costeiras (Costa, 2007). Um destes cursos de água é o rio Mira, que apresenta o respectivo estuário totalmente inserido na área abrangida pelo PNSACV (Almeida *et al.*, 1997). Trata-se de um sistema cuja bacia hidrográfica evidencia reduzidas fontes de poluição (localizadas pontualmente no tempo e no espaço), bem como alterações pouco significativas de índole antropogénica, particularmente na região estuarina (Marques *et al.*, 1993; Adão, 2003; Almeida, 2007; Chainho, 2008). Este facto contribui nitidamente para a elevada riqueza em espécies vegetais e animais que apresenta, e que se relaciona, também com a presença e preservação de inúmeros cursos de água afluentes ao estuário (Costa, 2007). Além disso, entre a foz do rio Sado e a ria de Alvor, o Mira é o único curso de água doce com alguma dimensão em contacto permanente com o oceano Atlântico, o que lhe confere um valor acrescido em termos ecológicos (Almeida *et al.*, 1997). Estando inserido numa região de transição biogeográfica (Hayden *et al.*, 1984), algumas espécies (*e.g.* crustáceos decápodes, peixes) estabelecem, nesta mesma zona, os seus limites de distribuição meridional ou setentrional no Atlântico, o que lhe aumenta ainda mais a importância ecológica (Costa, 2004).

De um modo geral, as zonas costeiras marinhas, bem como os estuários, são *habitats* muito produtivos que suportam uma elevada abundância de peixes e invertebrados (Beck *et al.*, 2001), sendo reconhecidos por inúmeros autores (*e.g.* França *et al.*, 2003; Prista *et al.*, 2003; Cabral *et al.*, 2007; Vasconcelos *et al.*, 2007), como importantes áreas de viveiro para inúmeras espécies e, também por via disso,

zonas onde a actividade piscatória é intensa (e.g. Almeida *et al.*, 1997; Costa 2004). O estuário do Mira funciona como zona de viveiro para muitas espécies marinhas (sobretudo peixes) com importância comercial e que são pescadas em toda esta área (e.g. Costa, 1988; Costa *et al.*, 1994; Almeida *et al.*, 1997), desempenhando um importante papel na economia da região (Almeida *et al.*, 1997). O papel de viveiro do estuário do Mira é confirmado pela dominância de fases juvenis de peixes marinhos que aí se podem encontrar (Costa, 2007).

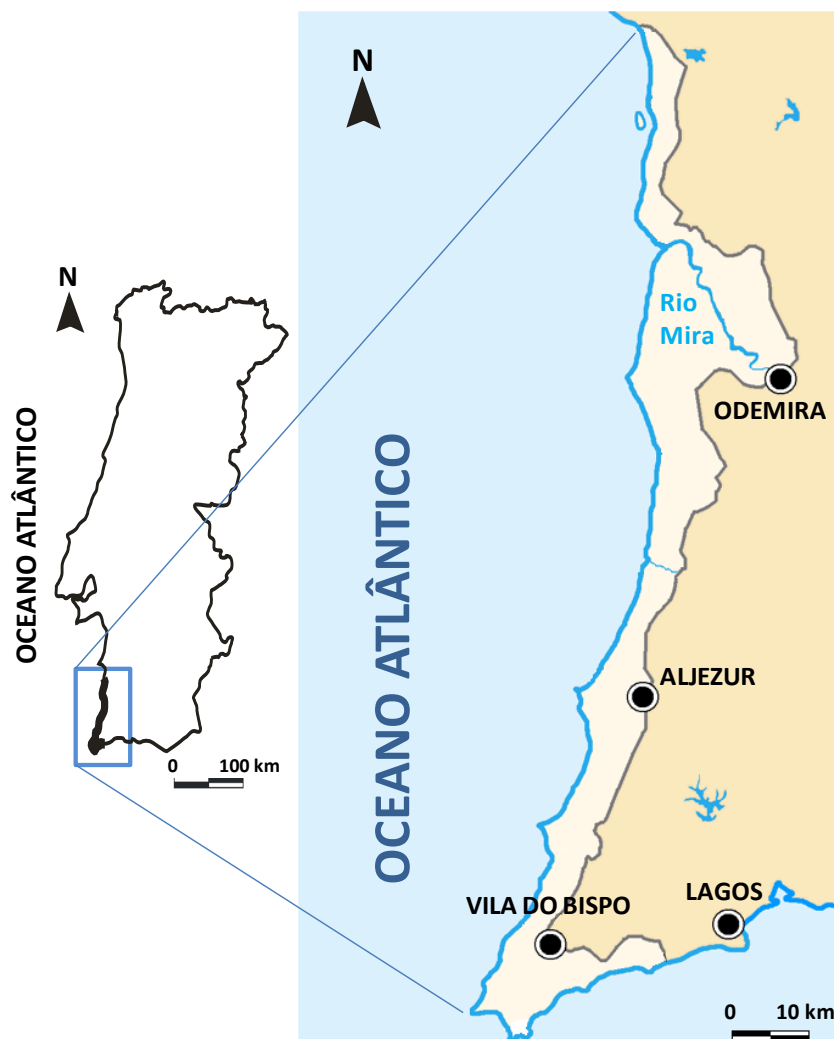


Figura 15. Limites do Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina.

Actualmente, contam-se 90 espécies de peixes identificadas no estuário do Mira (Almeida *et al.*, 1997). As espécies piscícolas que utilizam o ecossistema como viveiro (preferencial ou não) constituem o grupo mais importante, atingindo mais de 40% do

total (Almeida *et al.*, 1997). De acordo com estes autores, as espécies ictíicas classificadas em termos fenológicos como marinhas e residentes constituem, respectivamente, pouco mais de 30% e 20% do elenco ictiofaunístico local, sendo que os peixes migradores diádromos e os dulciaquícolas têm uma presença menos marcante, não ultrapassando, no conjunto, 5% das espécies referidas (Almeida *et al.*, 1997). No que concerne aos peixes diádromos, a sua importância como recurso prende-se, essencialmente, com a predictibilidade da época e do percurso migratório e com a existência de grandes concentrações geográficas e temporais de indivíduos, que nessas alturas são facilmente capturáveis pelos pescadores através do uso das mais variadas artes de pesca (Assis *et al.*, 1992).

Almeida *et al.* (1985) referem a existência de posturas de *Sepia officinallis* Linnaeus, 1758 nos povoamentos de zoosteráceas existentes na região inferior do estuário do Mira. Os mesmos autores assinalam também no local a presença de formas juvenis desta espécie e de *Octopus vulgaris* Cuvier 1797, entre outros *taxa* do grupo. O estuário do Mira é ainda um ecossistema de grande interesse para os crustáceos decápodes já que se apresenta como um ponto de transição entre os sistemas salobros do Norte e do Centro de Portugal e os do Sul (Paula, 1993). De facto, este é o limite norte de ocorrência de várias espécies que se distribuem até à África tropical como o *Uca tangeri* (Eydoux, 1835) e *Panopeus africanus* A. Milne-Edwards, 1867 e que apresentam aí uma apreciável abundância (Paula & Cartaxana, 1986). O crustáceo decápode mais importante, sob o ponto de vista económico, é o camarão *Palaemon longirostris* A. Milne-Edwards, 1837 (Paula, 1993). Outras espécies de camarões, embora menos importantes na zona a nível económico (e.g. Crangon crangon) são utilizadas com frequência como petisco ou isco (Almeida *et al.*, 1997). O caranguejo *Carcinus maenas* (Linnaeus, 1758), explorado noutros sistemas salobros portugueses (e.g. Ria de Aveiro) não é aproveitado na região, excepto por alguns pescadores como isco (Paula, 1993). Embora seja uma actividade secundária, a apanha de bivalves [e.g. *Scrobicularia plana* (da Costa, 1778)] neste corpo estuarino tem alguma importância económica a nível local (Mota *et al.*, 1988).

Os recursos vivos da costa alentejana são actualmente explorados de diversas formas, desde a pesca profissional/comercial, que geralmente envolve embarcações e

explora, sobretudo, ambientes subtidais, às pescas lúdica ou de subsistência. Nestes dois tipos de pesca são explorados ambientes intertidais e subtidais, envolvendo ou não embarcações; o litoral rochoso (zona intertidal) parece ser o ambiente mais explorado, tanto em termos de intensidade, como de frequência (Castro, 2007). A actividade piscatória na área delimitada pelo PNSACV (Figura 15) é regulada pela Portaria 458-A/2009, de 4 de Maio, que define assim os condicionalismos específicos ao exercício da pesca lúdica.

Contrariamente à importância que a zona costeira adjacente ao estuário do Mira assume na actividade piscatória, neste sistema salobro a pesca profissional está, actualmente, longe de ter um papel relevante na economia da região (Almeida *et al.*, 1997), uma vez que ao abrigo da actual legislação esta prática não é permitida. De igual modo, a pesca lúdica é pouco intensa, sendo a sua prática mais acentuada na época estival, principalmente no troço final do estuário que engloba as duas últimas rectas do rio (da embocadura até ao moinho da Asneira e daqui até ao Zambujeiro) (Zona 1) (Almeida *et al.*, 1997). O facto de ser a parte mais larga de todo o curso de água, de estar muito próxima de Vila Nova de Milfontes e possuir a maior diversidade piscícola, faz com que esta região estuarina seja a única sujeita a uma razoável pressão piscatória ao longo do ano (Almeida *et al.*, 1997) (Figura 16).

Almeida *et al.* (1997) distinguiram cinco zonas distintas, de acordo com as características e a intensidade da pesca praticada (Figura 16). Relativamente à zona E, que corresponde exactamente à área de estudo do presente trabalho, a pesca profissional é muito reduzida, comparativamente às restantes zonas, sendo mais usual o exercício da pesca lúdica, que é praticada, essencialmente, pela população da vila. A informação documentada respeitante à zona de transição dulciaquícola-salobra do estuário do Mira (incluída na zona E), quer em termos de conhecimento das comunidades de macroinvertebrados bentónicos e piscícolas, quer em termos da utilização destas como recurso, é escassa, apesar da zona ser extremamente importante no que concerne a processos biológicos e ambientais, constituindo uma “zona-chave” nas interacções biológicas e químicas (*e.g.* Rundle *et al.*, 1998; Attrill & Rundle, 2002).

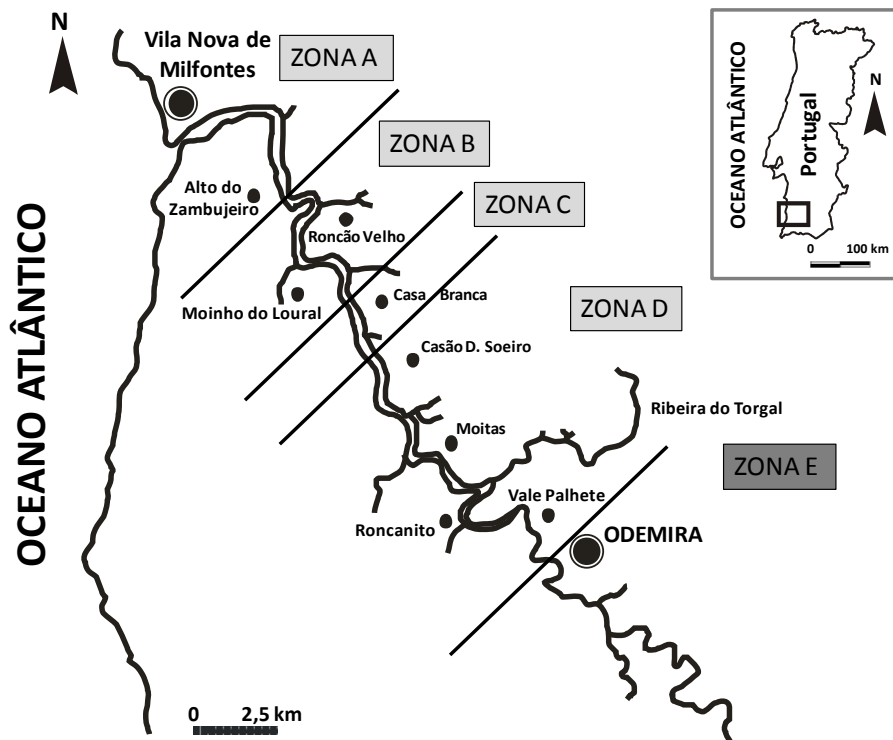


Figura 16. Delimitação das zonas de pesca existentes no estuário do Mira (adaptado de Almeida *et al.*, 1997).

Com o intuito de atenuar essas lacunas de informação respeitantes à zona de transição dulciaquícola-salobra no Rio Mira, o presente capítulo teve por objectivos:

- a) complementar o capítulo anterior (Capítulo 2), em termos de composição faunística da área de transição dulciaquícola-salobra, através de um levantamento bibliográfico e da recolha de informação adicional junto da população local, nomeadamente, pescadores lúdicos;
- b) determinar as espécies-alvo da pesca lúdica na zona e caracterizar as artes envolvidas na actividade e,
- c) avaliar a utilização e potencialidade dos recursos biológicos existentes.

METODOLOGIA

A informação que suporta este capítulo teve por base inquéritos que assumiram a forma de um questionário, efectuados a pescadores lúdicos que se encontravam ou não em pleno exercício da actividade apenas na zona referida (*i.e.* Odemira) (Anexo C).

A informação obtida pelos inquéritos foi complementada com uma consulta de bibliografia sobre a composição das comunidades biológicas presentes na zona de Odemira, extensível à zona de transição dulciaquícola-salobra do estuário do Mira, a identificação das espécies-alvo da pesca lúdica, a caracterização das artes de pesca envolvidas na actividade e, finalmente, a avaliação da utilização e potencialidade dos recursos biológicos existentes na área de estudo.

Em termos gerais, pode dizer-se que as questões 1.1 a 1.7 permitiram fazer uma caracterização do inquirido, enquanto as questões 1.8 a 1.14 mostraram a relação do sujeito com a actividade piscatória; as questões 1.15 a 1.18 tentaram abordar o conhecimento da amêijoia-asiática [*Corbicula fluminea* (O. F. Müller, 1774)] por parte dos inquiridos. Esta particularidade deveu-se ao facto desta espécie ser uma espécie introduzida, com potenciais efeitos ecológicos indesejáveis no ecossistema. As questões 2.1 a 2.3 estiveram relacionadas com as actividades desenvolvidas em estreita associação com o estuário do Mira, naquela zona, e os seus impactes sobre o mesmo. Por sua vez, as questões 3.1 a 3.3 estiveram relacionadas com a legalidade da prática da actividade piscatória dos inquiridos e, finalmente, as questões 4.1 e 4.2 tentaram abordar de uma forma muito generalizada, a opinião dos sujeitos alvo do inquérito no que diz respeito ao PNSACV. Os inquéritos foram realizados em 3 dias.

Os dados obtidos pelos inquéritos foram interpretados com base em medidas percentuais e gráficos circulares, enquanto os dados recolhidos na bibliografia foram compilados em tabelas.

RESULTADOS

De forma a conhecer melhor quem pratica pesca lúdica na localidade de Odemira, procedeu-se a uma análise detalhada das respostas aos inquéritos realizados. No entanto, neste sub-capítulo referem-se apenas os aspectos considerados mais relevantes e que sobressaíram de uma pormenorizada observação dos resultados a que se chegou.

A população amostrada consistiu apenas em 12 pescadores, cuja actividade piscatória surge apenas como uma opção de lazer, normalmente durante os fins-de-

semana, ou até mesmo ocasionalmente. Na sua grande maioria, as pessoas que se dedicam a esta actividade são do sexo masculino (91,7%), sendo que apenas um dos inquiridos era do sexo feminino (8,3%), com uma média de idades que ronda os 61 anos (41-77 anos). Ao contrário do que se poderia esperar, esta actividade lúdica é praticada, sobretudo, por indivíduos com uma situação profissional activa, dos quais 91,7% estão empregados, sendo que os não empregados incluem apenas um indivíduo reformado. Em relação à actividade profissional, os inquiridos são maioritariamente assalariados do comércio e serviços (75%), ainda que constassem da amostra dois agricultores (17,0%) e um reformado (8,3%).

A maioria dos inquiridos dedica-se a esta actividade desde sempre (91,7%), ainda que apenas um indivíduo apenas pratique pesca lúdica há cerca de um ano. Todos os inquiridos, com excepção de um indivíduo (8,3%), possuíam licença actualizada à data do inquérito. A expectativa de, mesmo como actividade lúdica, ter sucesso na pescaria, constitui uma das principais razões por que a maioria dos pescadores lúdicos escolhe um local e não outro (100%). No entanto, a “proximidade de casa” foi apontada como uma das principais razões à subsistência do exercício da actividade lúdica mencionada nas proximidades da vila (66,7%), apesar de terem sido mencionadas características desfavoráveis à pesca na zona de Odemira como a poluição das águas (*e.g.* esgotos domésticos não tratados) (66,7%) e a existência de lixo nas margens (66,7%). Este facto levou a que todos os inquiridos tivessem mostrado algum desagrado com a política de gestão das entidades responsáveis pelo PNSACV, embora fosse do conhecimento geral (83,3%) a inclusão desta zona no perímetro do Parque Natural.

As espécies piscícolas mais pescadas pelos inquiridos são o robalo-legítimo [*Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758)] (66,7%), a enguia [*Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758)] (58,3%), o sargo-safia [*Diplodus vulgaris* (E. G. Saint-Hilaire, 1817)] (58,3%), e os linguados (*Solea* spp.) (33,3%), ainda que outras espécies sejam alvo da pesca lúdica praticada na zona de Odemira, no entanto, com menor frequência. Destas espécies, é de salientar a carpa (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758), que ascende a 25,0% das espécies referenciadas (Figura 17).

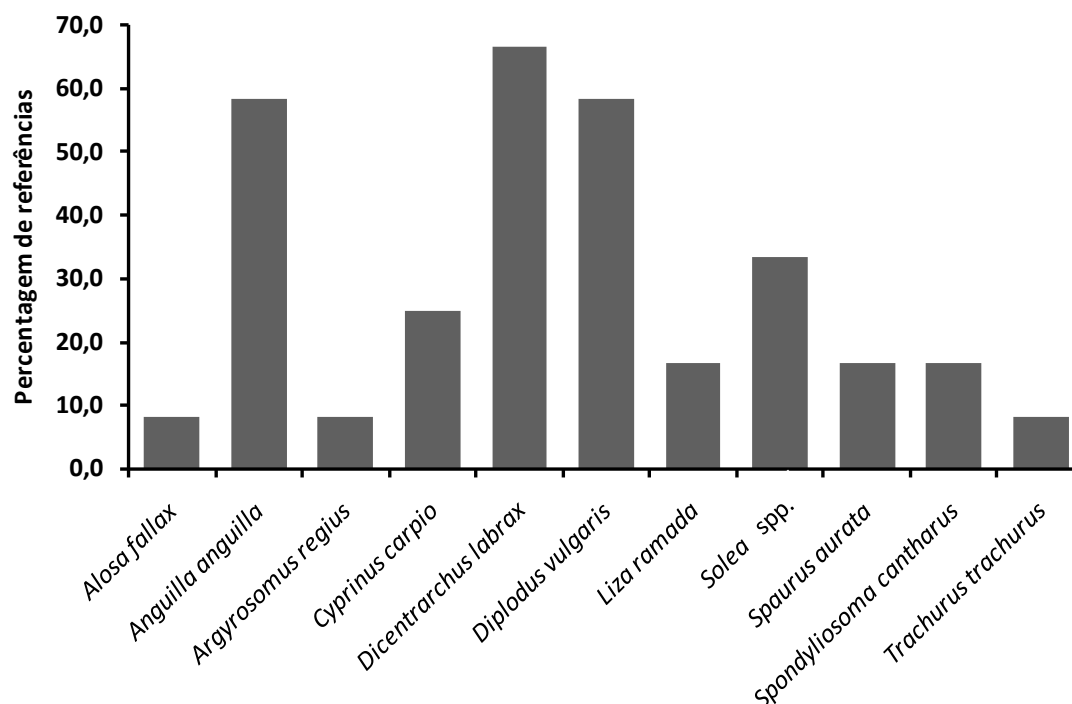


Figura 17. Percentagem de inquiridos que referenciaram as espécies ictícolas mais pescadas na zona de Odemira (com base nos inquéritos realizados em Agosto 2008).

A arte de pesca mais utilizada pelos pescadores lúdicos na zona de Odemira é a cana. Este instrumento de pesca possui várias dimensões, com uma linha e um ou mais anzóis na sua extremidade. São ainda utilizados pequenos lastros de chumbo que permitem que a linha afunde e uma bóia que indica quando é que o peixe mordeu o isco. Vários foram os iscos enunciados pelos inquiridos, utilizados variavelmente e de acordo com a espécie alvo da pesca. Os iscos mais utilizados são o poliqueta *Hediste diversicolor* (O.F. Müller, 1776), vulgarmente designado por minhoca-da-pesca, referido por 58,3% dos inquiridos, o camarão *Crangon crangon* (Linnaeus, 1758) (41,7%), e o milho (25%) (Figura 18). Este último é utilizado, sobretudo, na captura do ciprinídeo, *i.e.* carpa.

A compilação dos dados disponíveis na bibliografia (Costa, 2004) corrobora a presença na zona das espécies piscícolas enunciadas pelos pescadores lúdicos inquiridos, como se pode verificar pela Tabela 3. A Tabela 4 reúne as espécies de macroinvertebrados presentes na área de estudo passíveis de serem utilizadas como recursos na alimentação e como isco na actividade piscatória, com base nas

campanhas de amostragem efectuadas na área de estudo (Capítulo 2) (Cartaxana, 1994; Costa, 2004), apesar de poucas terem sido mencionadas pelos inquiridos ou serem até mesmo desconhecidas destes, como é o caso da amêijoia-asiática *Corbicula fluminea* (O. F. Müller, 1774). De facto, apenas 16,7% dos inquiridos referiram ter conhecimento da existência desta espécie na zona. O lagostim-vermelho do Louisiana [*Procambarus clarkii* (Girard, 1852)] e o camarão-branco-legítimo [*Palaemon longirostris* (H. Milne-Edwards, 1837)] não foram de todo referenciadas pelos inquiridos.

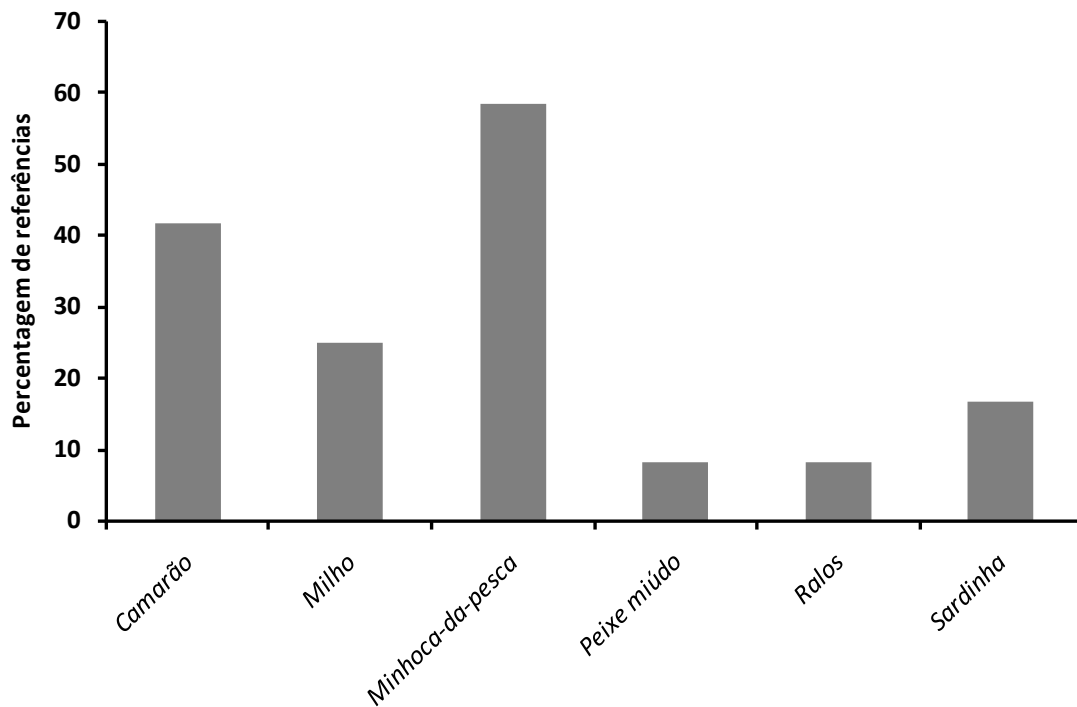


Figura 18. Percentagem de inquiridos que referenciaram o tipo de isco mais utilizado na pesca lúdica, na zona de Odemira (com base nos inquéritos realizados em Agosto 2008).

Tabela 3. Densidade da ictiofauna presente na área de estudo. FEN – Fenologia (MA. migrador anádromo; MC. migrador catádromo; M. marinho; D. dulciaquícola; R. residente; V- utiliza o estuário como viveiro; VP. utiliza o estuário como viveiro preferencial). EC – Estatuto de Conservação em Portugal (V. vulnerável; I. indeterminado; K. insuficientemente conhecido; CT. comercialmente ameaçado). P – Presença [adaptado de Costa (2004)]

Espécies ictíicas	Nomes comuns	FEN	EC	D (ind.ha ⁻¹)
ANGUILLIFORMES				
ANGUILLIDAE				
<i>Anguilla anguilla</i> (Linnaeus, 1758)	enguia-europeia	MC	CT	4,2
CLUPEIFORMES				
ENGRAULIDAE				
<i>Engraulis encrasicolus</i> (Linnaeus, 1758)	biqueirão	R	-	2,1
CLUPEIDAE				
<i>Alosa fallax</i> (Lacepède, 1803)	savelha	MA	V	<0,1
CYPRINIFORMES				
CYPRINIDAE				
<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	carpa	D	-	8,3
MUGILIFORMES				
MUGILIDAE				
<i>Liza ramada</i> (Risso, 1826)	tainha-fataça	MC	-	6,2
PERCIFORMES				
MORONIDAE				
<i>Dicentrarchus labrax</i> (Linnaeus, 1758)	robalo-legítimo	VP	CT	44,8
SPARIDAE				
<i>Diplodus vulgaris</i> (E. G. Saint-Hilaire, 1817)	sargo-safia	V	CT	<0,1
<i>Sparus aurata</i> Linnaeus, 1758	dourada	V	CT	<0,1
GOBIIDAE				
<i>Pomatoschistus microps</i> (Krøer, 1838)	caboz-comum	R	-	4,2
<i>Pomatoschistus minutus</i> (Pallas, 1770)	caboz-da-areia	R	-	1,0
PLEURONECTIFORMES				
PLEURONECTIDAE				
<i>Platichthys flesus</i> (Linnaeus, 1758)	solha-das-pedras	V	CT	4,2
SOLEIDAE				
<i>Solea senegalensis</i> Kaup, 1858	linguado-branco	V	CT	<0,1
<i>Solea vulgaris</i> Quensel, 1806	linguado-legítimo	VP	CT	6,2

Tabela 4. Espécies de macroinvertebrados presentes na área de estudo passíveis de serem utilizadas como recursos para o Homem

Outras espécies	Nomes comuns
BIVALVIA	
CORBICULOIDAE	
<i>Corbicula fluminea</i> (O. F. Müller, 1774)	amêijoia-asiática
POLYCHAETA	
NEREIDIDAE	
<i>Hediste diversicolor</i> (O.F. Müller, 1776)	minhoca-da-pesca
CRUSTACEA	
CAMBARIDAE	
<i>Procambarus clarkii</i> (Girard, 1852)	lagostim-vermelho do Louisiana
CRANGONIDAE	
<i>Crangon crangon</i> (Linnaeus, 1758)	camarão-mouro
PALAEMONIDAE	
<i>Palaemon longirostris</i> (H. Milne-Edwards, 1837)	camarão-branco-legítimo

DISCUSSÃO

O reduzido efectivo da população amostrada nos inquéritos efectuados no âmbito do presente estudo reflecte a baixa intensidade da actividade piscatória recreativa na zona, uma vez que são poucas as pessoas que se dedicam à mesma e fazem parte de um grupo cuja faixa etária é bastante elevada (em média, acima dos 60 anos). Este facto pode ser visto como um indicador de uma possível evolução negativa deste sector nos últimos anos. Aparentemente é uma actividade que leva ao isolamento de quem a pratica e, por isso, está associada a algumas horas de tranquilidade, ainda que este facto não invalide uma componente social, pelo convívio entre pescadores, eventualmente, familiares e amigos, associando à pesca momentos de convivência e camaradagem. No entanto, o facto da zona ter recursos menos interessantes que outras relativamente próximas (zona costeira) pode contribuir para um número menor de pescadores lúdicos no local e para um perfil mais envelhecido dos participantes com menor capacidade de deslocação.

Apesar do condicionamento legal a que o estuário do Mira se encontra sujeito, estando ao abrigo da legislação do PNSACV e da pesca ser condicionada pela Portaria 458-A/2009, de 4 de Maio, que regulamenta o exercício da pesca lúdica, a gestão deste sistema e a aplicação das medidas impostas pela legislação referida carece de uma

fiscalização rigorosa (Costa, 2004), o que conduz as situações, muitas vezes, semelhantes às referidas por Almeida (1996) em meados da década de 90, como a atribuição de licenças anuais a alguns pescadores que lhes permite operar no estuário do Mira. Esta falta de fiscalização pelas entidades responsáveis pelo PNSACV foi apontada pela população local, principalmente no que se refere à gestão ambiental, na medida em que o estuário do Mira e particularmente a área envolvente a Odemira, se encontra sujeita a algumas pressões antropogénicas, como é o caso do *input* de nutrientes pela eliminação de águas residuais (algumas sem tratamento) em vários pontos das margens do curso de água. A contaminação por alguns metais pesados foi já referenciada por Chainho *et al.* (2008).

D. labrax, *A. anguilla* e *D. vulgaris* são as espécies piscícolas mais capturadas pelos inquiridos, facto este que evidencia a presença já referenciada destas espécies na área, uma vez que são características dos estuários superiores (Almeida *et al.*, 1997; Costa, 2004). A primeira espécie é muito abundante nesta parte superior do estuário do Mira, sendo um local preferencial de viveiro, onde os juvenis encontram boas condições de alimento e abrigo de predadores, sobretudo do xarroco [*Halobatrachus didactylus* (Bloch & Shneider, 1801)], predador de topo que exhibe efectivos muito mais elevados a jusante (Costa, 2004). Perante o seu elevado valor comercial e desportivo, e como os resultados dos inquéritos indicam, esta espécie é a mais pescada pelos pescadores lúdicos na zona de Odemira. Apesar da legislação estipular que o tamanho mínimo admissível de captura desta espécie esteja fixado nos 36 cm (Portaria 1266/2004, de 1 de Outubro), Almeida *et al.* (1997) propuseram que, no caso particular do estuário do Mira, este tamanho mínimo fosse fixado nos 40 cm, de forma a garantir a maturação destes indivíduos, uma vez que esta é variável entre locais (*e.g.* Muzavor *et al.*, 1993; Hoai Tong, 1970).

Também a enguia é muito importante no contexto da pesca lúdica da região, constituindo a segunda espécie de peixe mais pescada pelos inquiridos. Ao contrário do que acontece noutros sistemas, onde esta espécie apresenta maior número de efectivos na zona estuarina intermédia, diminuindo estes depois para montante, no estuário do Mira a sua população encontra-se mais concentrada na zona superior do estuário e zona dulciaquícola (Costa *et al.*, 2008). Isso acontece devido a fenómenos de

competição com o xarroco, espécie dominante no sistema, e que tendo características ecológicas semelhantes à da enguia, exibe efectivos muito elevados nas zonas mais salinas do sistema (Costa *et al.*, 2008).

O sargo-safia (*D. vulgaris*) é claramente o esparídeo mais importante no estuário do Mira e uma das espécies mais abundantes ao longo de quase todo o sistema salobro (Almeida *et al.*, 1997). Esta espécie também utiliza o estuário do Mira como viveiro e, apesar do seu valor comercial e desportivo ser inferior ao do sargo-legítimo, não deixa de desempenhar um papel importante na pesca lúdica local (Almeida *et al.*, 1997), como o confirmam os resultados obtidos pelo presente estudo.

Outras espécies piscícolas comuns região de Odemira, *e.g.* *S. vulgaris* e, sobretudo, *C. carpio*, são igualmente pescadas, apesar desta última ser uma espécie introduzida recentemente e considerada uma praga pelos pescadores da região, em virtude de, de acordo com estes, revolver o sedimento, danificar as redes e dificultar o desemalhe do pescado (Costa, 2004). No entanto, o facto desta espécie ser pescada utilizando milho como isco, constitui um recurso mais acessível para muitos pescadores, uma vez que o custo deste isco é, bastante inferior e mais acessível comparativamente a outros commumente utilizados (*e.g.* minhoca-da-pesca) conforme foi indicado por alguns inquiridos. O mugilídeo *Liza ramada* (Risso, 1826) é igualmente comum nesta zona, dada a sua preferência pela parte superior do estuário (Almeida, 1996), no entanto, o seu baixo valor comercial faz com que esta espécie não seja alvo de uma pesca dirigida.

Além das espécies ictíicas, outras espécies animais, *i.e.* invertebrados, estão presentes na zona de transição dulciaquícola-salobra do estuário Mira e são passíveis de serem utilizadas para consumo humano ou como isco para a pesca (utilidade preferencialmente referida pelos inquiridos), nomeadamente, lagostim-vermelho da Louisiana [*Procambarus clarkii* (Girard, 1852)] (*e.g.* Marques, 2008), camarão-branco-legítimo [*Palaemon longirostris* (H. Milne-Edwards, 1837)] (*e.g.* Cartaxana, 1994; Costa, 2004) e camarão-mouro [*Crangon crangon* (Linnaeus, 1758)] (*e.g.* Costa, 2004; Marques, 2008). À excepção deste último, cuja presença na zona média-superior do estuário do Mira é esporádica, as restantes espécies de crustáceos são bastante comuns na zona, em especial, o camarão-branco-legítimo, que é uma espécie

estuarina com grande afinidade dulciaquícola e que possui alguma importância do ponto de vista económico (Paula, 1993). Talvez por isso, esta espécie tenha visto o seu efectivo populacional regredir acentuadamente na década de 1990 (Cartaxana, 1994). Actualmente, não se tem conhecimento do estudo da população desta espécie no sistema, sendo por isso importante proceder a uma actualização da situação, já que este pode ser um recurso importante a nível local. Já o lagostim-vermelho do Louisiana, espécie invasora não-indígena, pode provocar perturbações importantes nos ecossistemas que coloniza e mesmo prejuízos importantes para o Homem, destruindo, devido aos seus hábitos escavadores, pequenas barragens de terra (Anastácio, 1993). Ao contrário do que acontece noutros países, em Portugal, e na zona de Odemira em particular, é pouco conhecida, situação, que a inverter-se, poderia ter claros reflexos positivos, quer a nível económico, como ecológico.

A amêijoia-asiática não é uma espécie cujo conhecimento seja comum à população inquirida, uma vez que poucos pescadores lúdicos da zona de Odemira mostraram saber da sua existência na região, apesar desta ser relativamente abundante na parte superior do estuário do Mira (Chainho, 2008; Marques, 2008). Esta espécie é reconhecida como uma das espécies invasoras não-indígenas mais importantes nos ecossistemas aquáticos europeus (*e.g.* Sousa *et al.*, 2008a), estando presente em praticamente todos os estuários portugueses (Reis, 2006). Possui uma elevada tolerância a intervalos de salinidade consideráveis, no entanto, na Europa, por motivos de menor competição com as espécies indígenas, coloniza preferencialmente as zonas superiores dos estuários e as regiões inferiores dos ambientes dulciaquícolas (Carlton, 1992; Sousa *et al.*, 2008b). Sendo uma espécie invasora, tende a proliferar de uma forma imprevisível e num curto intervalo de tempo, podendo alterar a dinâmica das cadeias tróficas e dos nutrientes nos locais onde se instala e irradicar as espécies de bivalves nativas (Stites *et al.*, 1995). Aparentemente, é também capaz de tolerar ambientes poluídos comparativamente às espécies nativas (Jenkinson, 1979).

Esta espécie possui predadores naturais, sendo alimento de algumas espécies de peixes e crustáceos, nomeadamente o ciprinídeo *C. carpio*, cuja presença na zona superior do estuário do Mira já foi referida anteriormente. A sua utilização para consumo humano ou como isco para a pesca encontra-se pouco divulgada em

Portugal. No entanto, na Ásia esta espécie é comercializada para consumo humano e como alimento para as aves domésticas (Lachner *et al.*, 1970; Sinclair, 1971) e nos Estados Unidos da América é comercializada como isco (Lachner, 1970; Burch, 1978). Estas formas de comercialização da amêijo-a-asiática permitem controlar o seu efectivo populacional, pelo que, em Portugal, esta atitude poderia ser eficaz no controlo da mesma e no seu aproveitamento, uma vez que poucos são os recursos biológicos, em particular bentónicos, presentes na zona de transição dulciaquícola-salobra dos estuários e do Mira em particular.

Apesar do Governo já ter alterado as Portarias 143 e 144, de 5 de Fevereiro de 2009, através da Portaria 458-A/2009, que entrou em vigor no dia 5 de Maio, os movimentos “Cidadãos do Sudoeste”, “Pescadores Lúdicos de Portugal” e “Mar Público” têm-se pronunciado manifestamente, afirmando que as alterações não são suficientes para uma boa e incentivada prática da pesca lúdica, existindo contradições entre a legislação publicada pelo Ministério do Ambiente e pelo Ministério da Agricultura e Pescas. Na realidade, a legislação em vigor carece de um rigor científico e ambiental, pelo que em conformidade com os manifestos dos pescadores lúdicos locais, sugere-se que esta seja revista com o devido cuidado. Não parecem haver razões para que a pesca lúdica não seja tão limitada, desde que a sua gestão seja otimizada, uma vez que na região de Odemira há recursos piscícolas (*e.g.* carpa, tainha-fataça) e de invertebrados (*e.g.* lagostim-vermelho do Louisiana, amêijo-a-asiática) que podem ser usados com vantagens económicas e ecológicas, porque muitos destes recursos são espécies introduzidas e invasoras.

REFERÊNCIAS

- ADÃO, M. 2003. *Dinâmica das comunidades de meiofauna em sedimentos associados aos povoamentos de Zostera noltii no estuário do Rio Mira*. Tese de Doutoramento. Universidade de Évora, Évora, Portugal.
- ALMEIDA, P. R. 1996. *Ecologia e biologia de Liza ramada (Risso, 1826) e Chelon labrosus (Risso, 1826) (Pisces, Mugilidae) no estuário do Mira (Portugal). Inter-relações*

com o ecossistema estuarino. Tese de Doutoramento. Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.

ALMEIDA, P. R., COSTA, J. L. & COSTA, M. J. 1997. *Contribuição para a criação de uma legislação específica que regule a actividade piscatória no estuário do Rio Mira. Parecer elaborado por solicitação do Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina*. Instituto de Oceanografia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.

ASSIS, C., COSTA, J. L., COSTA, M. J., MOREIRA, F., ALMEIDA, P. & GONÇALVES, J. 1992. Conservação dos Recursos Vivos Marinhos. pp. 429-441. *In: Franca, M. L. P., Nunes, L. P. & Oliveira, M. R. L. (eds.) Colóquio Conservação dos Recursos Vivos Marinhos*. Publicações Avulsas do I.N.I.P. Nº 17, Lisboa, Portugal.

ATTRILL, M. J. & RUNDLE, S. D. 2002. Ecological Boundaries in Estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **55**: 929-936.

BECK, M. W. (coord.). 2001. The identification, Conservation and Management of Estuarine and Marine Nurseries for Fish and Invertebrates. *BioScience*, **51**(8): 633-641.

BURCH, B. L. 1978. Asian Clam, *Corbicula* Threatens Hawaii. *The Nautilus*, **92**(1): 54-55.

CABRAL, H. N., VASCONCELOS, R., VINAGRE, C., FRANÇA, S., FONSECA, V., MAIA, A., REIS-SANTOS, P., LOPES, M., RUANO, M., CAMPOS, J., FREITAS, V., SANTOS, P. T. & COSTA, M. J. 2007. Relative importance of estuarine flatfish nurseries along the Portuguese coast. *Journal of Sea Research*, **57**: 209-217.

CARLTON, J. T. 1992. Introduced marine and estuarine mollusks of North America: An end-of-20th-century perspective. *Journal of Shellfish Research*, **11**: 489-505.

CARTAXANA, A. 1994. Distribution and Migrations of the Prawn *Palaemon longirostris* in the Mira River Estuary (Southwest Portugal). *Estuaries*, **17** (3): 685-694.

CASTRO, J. J. 2007. Pesca no litoral rochoso alentejano. Departamento de Biologia, Laboratório de Ciências do Mar - CIEMAR e Instituto de Oceanografia da

Faculdade de Ciências de Lisboa (disponível em <http://www.alentejolitoral.pt/>,
acedido em 10 de Setembro de 2009)

CHAINHO, P. 2008. *Contribution to the development of biotic integrity assessment tools for Portuguese estuaries based on benthic communities*. Tese de Doutoramento. Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.

CHAINHO, P., CHAVES, M. L., COSTA, J. L., COSTA, M. J. & DAUER, D. M. 2008. Use of multimetric indices to classify estuaries with different hydromorphological characteristics and different levels of human pressure. *Marine Pollution Bulletin*, **56**: 1128-1137.

COSTA, A. M. 2007. Sistemas estuarino-lagunares do litoral SW. Departamento de Ecologia da Universidade de Évora (disponível em <http://www.alentejolitoral.pt/>,
acedido em 10 de Setembro de 2009)

COSTA, J. L. 1989. *Estudo da biologia e ecologia da enguia europeia *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758) no estuário do Tejo*. Relatório de Estágio de Licenciatura. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.

COSTA, J. L. 2004. *A biologia do xarroco *Halobatrachus didactylus* (Bloch & Schneider, 1801) e o seu papel na estrutura e funcionamento dos ecossistemas em que se insere; referência especial à população do estuário do Mira*. Tese de Doutoramento. Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.

COSTA, J. L., DOMINGOS, I., ALMEIDA, A. J., FEUNTEUN, E. & COSTA, M. J. 2008. Interaction between *Halobatrachus didactylus* and *Anguilla anguilla*: What happens when these species occur in sympatry? *Cybium*, **32** (2): 111-117.

COSTA, M. J. 1988. The Tagus and Mira estuaries (Portugal) and their role as spawning and nursery areas. *Journal of Fish Biology*, **33** (suppl. A): 249-250.

COSTA, M. J., COSTA, J. L., ALMEIDA, P. R. & ASSIS, C. A. 1994. Do eel grass beds and salt marsh borders act as preferential nurseries and spawning grounds for fish? An example of the Mira estuary in Portugal. *Ecological Engineering*, **3**: 187-195.

- FRANÇA, S., VINAGRE, C., COSTA, M. J. & CABRAL, H. 2003. Use of the coastal áreas adjacent to the Douro estuary as a nursery area for fish. *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences*, **16** (1): 27-32.
- HAYDEN, B. P., RAY, G. C. & DOLAN, R. 1984. Classification of coastal marine environments. *Environmental Conservation*, **11**: 199-207.
- HOAI TONG, L. 1970. Contribution à l'étude des bars de la région Sables d'Olone. *Université de Rennes, Série de Oceanographie Biologique*, **3**: 39-68.
- JENKINSON, J. J. 1979. The Occurrence and Spread of *Corbicula manilensis* in East-central Alabama. *The Nautilus*, **94**(4): 149-153.
- LACHNER, E. A., ROBINS, C. R. & COURTENAY JR., W. R. 1970. Exotic fishes and other aquatic organisms introduced into North America. *Smithsonian Contributions to Zoology* **59**: 1-29.
- MARQUES, J. C. (coord.). 2008. *Relatório de execução material do projecto EFICAS: Efeitos dos caudais dulciaquícolas sobre as comunidades de invertebrados macrobentónicos, na perspectiva da avaliação da qualidade ecológica dos estuários*. POCI/MAR/61324/2004. Instituto do Mar e Instituto de Oceanografia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.
- MARQUES, J. C., MARANHÃO, P. & PARDAL, M. A. 1993. Human impact assessment on the subtidal macrobenthic community structure in the Mondego estuary (Western Portugal). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **37**: 403-419.
- MOTA, C., GARRETT, C., MINA, V., CARVALLO, C. & RAMALHO, J. 1988. *Estudo ambiental da bacia hidrográfica do rio Mira*. Relatório de progresso. Direcção-Geral da Qualidade do Ambiente, Lisboa, Portugal.
- MUZAVOR, S., ARRUDA, L. M. & ANDRADE, J. P. 1993. Roteiro ecológico da Ria Formosa. II – Peixes. Algarve em Foco Editora. Faro. In: ALMEIDA, P. R., COSTA, J. L. & COSTA, M. J. 1997. *Contribuição para a criação de uma legislação específica que regule a actividade piscatória no estuário do Rio Mira. Parecer elaborado por solicitação do Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina*. Instituto de

Oceanografia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.

PAULA, J. 1993. *Ecologia da fase larvar e recrutamento de crustáceos decápodes no estuário do Rio Mira*. Tese de Doutoramento. Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.

PRISTA, N., VASCONCELOS, R. P., COSTA, M. J. & CABRAL, H. 2003. The demersal fish assemblage of the coastal area adjacent to the Tagus estuary (Portugal): relationships with environmental conditions. *Oceanologica Acta*, **26**: 525-536.

REIS, J. (coord.). 2006. *Atlas dos bivalves de água doce em Portugal continental*. Instituto da Conservação da Natureza, Lisboa, Portugal.

RUNDLE, S. D., ATTRILL, M. J. & ARSHAD, A. 1998. Seasonality in macroinvertebrate community composition across a neglected ecological boundary, the freshwater-estuarine transition zone. *Aquatic Ecology*, **32**: 211–216.

SINCLAIR, R. M. 1971. *Corbicula* variation and *Dreissena* parallels. *Biologist*, **53**(3): 153-159.

SOUSA, R., ANTUNES, C., GUILHERMINO, L., 2008b. Ecology of the invasive Asian clam *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) in aquatic ecosystems: an overview. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, **44**: 85-94.

SOUSA, R., NOGUEIRA, A. J. A., GASPAS, M. B., ANTUNES, C. & GUILHERMINO, L. 2008a. Growth and extremely high production of the non-indigenous invasive species *Corbicula fluminea* (Müller, 1774): Possible implications for ecosystem functioning. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **80**: 289-295.

STITES, D. L., BENKE, A. C., & GILLESPIE, D. M. 1995. Population Dynamics, Growth, and Production of The Asiatic Clam, *Corbicula fluminea*, in a Blackwater River. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **52**: 425-437.

VASCONCELOS, R. P., REIS-SANTOS, P., FONSECA, V., MAIA, A., RUANO, M., FRANÇA, S., VINAGRE, C., COSTA, M. J. & CABRAL, H. 2007. Assessing anthropogenic pressures on estuarine

fish nurseries along the Portuguese coast: A multi-metric index and conceptual approach. *Science of the Total Environment*, **374**: 199-215.

CAPÍTULO 4

CONCLUSÕES GERAIS

CONCLUSÕES GERAIS

As comunidades biológicas e de macroinvertebrados bentónicos em particular, da zona de transição entre os sistemas dulciaquícolas e estuarinos não têm sido merecedoras de grande da atenção por parte da comunidade científica. No caso particular do rio Mira, muitos são os estudos desenvolvidos para a zona média e inferior do estuário, enquanto a zona superior, e em concreto a zona de transição dulciaquícola-salobra, tem sido muito pouco estudada. Neste sentido, o presente trabalho representa um contributo apreciável para o aumento do conhecimento sobre a composição das comunidades de macroinvertebrados bentónicos para a zona superior do estuário do Mira, com especial atenção na zona de transição dulciaquícola-salobra.

No estuário do Mira, foram assim, identificadas duas zonas com comunidades de macroinvertebrados distintas na zona de transição entre o meio dulciaquícola e o meio estuarino, as quais se distribuem em função do gradiente salino:

- **Zona dulciaquícola**, que apresenta uma salinidade mediana anual inferior a 0,5, onde predominaram *taxa* pouco tolerantes a valores de salinidade superiores a 0,5, como insectos (*e.g.* Chironomidae, Ephemeroptera, Hemiptera), anfípodes do género *Gammarus*, oligoquetas e moluscos gastrópodes (*e.g.* Ancyliidae, Planorbidae);
- **Zona salobra**, com uma salinidade mediana anual superior a 0,5, onde predominaram *taxa* mais tolerantes às variações de salinidade, como o anfípode *Corophium orientale*, os isópodes *Cyathura carinata* e do género *Lekanesphaera*, os poliquetas *Alkmaria romijni*, *Hediste diversicolor* e *Streblospio shrubsolii*.

De um modo geral, e de forma muito semelhante à maioria dos rios, a zona dulciaquícola apresenta fundos de substrato bastante heterogéneo (cascalho-vasa arenosa) com baixas percentagens em teor de carbono orgânico nos sedimentos, aparentemente devido ao maior grau de hidrodinamismo a que esta zona está sujeita durante todo o ano, comparativamente à zona salobra. Esta última, por sua vez, apresentou fundos com substrato igualmente bastante heterogéneo, variando gradualmente entre cascalho-arenoso e vasa, no sentido montante-jusante, com elevados teores de carbono orgânico nos sedimentos (valores médios da ordem dos 8,8%). Estes valores estão de acordo com o expectável, dada a localização desta zona junto à vila de Odemira, onde é visível um considerável impacte das actividades antropogénicas, como é o caso do *input* de nutrientes e matéria orgânica pela eliminação de águas residuais (algumas sem tratamento) em vários pontos das margens do curso de água.

A zona dulciaquícola apresentou uma tendência para maiores densidades e riquezas taxonómicas, com dominâncias mais elevadas de algumas espécies que a zona salobra, face à maior estabilidade que aquele ambiente oferece às comunidades de macroinvertebrados bentónicos. Por sua vez, a zona salobra apresentou, de um modo geral, maiores valores de diversidade e equitabilidade, com uma repartição mais homogénea das dominâncias pelas várias espécies. A explicação para uma maior diversidade e equitabilidade na zona salobra assentará no facto de neste ambiente normalmente mais instável, ser mais difícil algumas espécies predominarem de uma forma marcada como em água doce, até porque são menos dependentes de um recrutamento exterior como acontece com os insectos em meio dulciaquícola.

Verificou-se uma variabilidade sazonal nas comunidades de macroinvertebrados bentónicos de ambas as zonas consideradas, tendo sido esta mais acentuada na zona dulciaquícola. Isto acontece porque os ambientes de água doce são mais vulneráveis à influência continental e às variações climatéricas. Além disso, o facto das comunidades de macroinvertebrados bentónicos mais abundantes nesta zona serem insectos, com ciclos de vida muito curtos e dependentes do meio aquático, aumentam consideravelmente a riqueza taxonómica e as densidades num determinado período de tempo, normalmente na Primavera. Na zona salobra, as densidades aumentam

geralmente na Primavera, como resultado da elevada taxa de reprodução das espécies nesta época do ano. De um modo geral, os organismos são capazes de tolerar variações de salinidade consideráveis, no entanto, impactes mais consideráveis e prolongados no tempo, como a cheia que se verificou no Outono de 2006, afectam drasticamente a distribuição espacial das comunidades, tendo-se verificado uma drástica diminuição dos valores da salinidade, uma alteração da estrutura e composição dos sedimentos locais, com consequente alteração dos *taxa* mais abundantes, predominando então nestas comunidades os oligoquetas e a espécie exótica *Corbicula fluminea*.

Este estudo permitiu determinar que, no Mira, o limite superior do estuário tidal, localiza-se sensivelmente, 8 km a montante da vila de Odemira, enquanto o estudo dos padrões de variação espacial e temporal das comunidades de macroinvertebrados bentónicos desta zona, permitiu demilitar a zona de transição dulciaquícola-salobra, a montante coincidindo com limite do estuário tidal estendendo-se cerca de 2,7 km para jusante daquele limite.

Os padrões de distribuição das comunidades de macroinvertebrados bentónicos da zona de transição do estuário do Mira entre o ambiente dulciaquícola e o estuarino traduzem o modelo definido pelo conceito de *ecoclina*, na medida em que estas comunidades se distribuem de acordo com o gradiente salino, evidenciando-se comunidades típicas de ambientes de água doce, seguida de uma zona onde existem *taxa* dulciaquícolas e estuarinos e, finalmente, comunidades típicas de estuário, no sentido montante-jusante.

A importância do estuário do Mira como área de viveiro para muitas espécies ictíicas com interesse comercial eleva consideravelmente a sua notoriedade ecológica e conservacionista. Trata-se de um sistema que está, na sua totalidade, integrado no Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina, pelo que a prática da actividade piscatória se encontra limitada por legislação própria, integrada nas medidas de gestão do referido Parque. A actividade piscatória existente na região de Odemira é apenas lúdica, pelo que a pesca profissional é praticamente inexistente. no entanto, a prática da pesca lúdica ainda é realizada, apesar de ser regulamentada. Com os condicionalismos inerentes a uma política de gestão e integração deste estuário

numa área protegida, a prática da pesca lúdica na zona superior do estuário do Mira é feita apenas por pescadores lúdicos da região de Odemira, na sua maioria do sexo masculino e pertencentes a uma faixa etária bastante acima dos 40 anos.

As espécies piscícolas mais pescadas na região são *Dicentrarchus labrax*, *Anguilla anguilla* e *Diplodus vulgaris*, espécies características dos estuários superiores, e *Cyprinus carpio*, espécie de água doce introduzida recentemente. A captura destas espécies é feita com cana, na qual são utilizados vários iscos, sendo os mais utilizados pelos pescadores lúdicos, a minhoca-da-pesca (*Hediste diversicolor*), o camarão (*Crangon crangon*) e o milho, este último utilizado, principalmente, para a captura do ciprinídeo, a carpa.

É ainda de referir que algumas espécies de crustáceos decápodes que assumem alguma importância em termos de efectivos como o lagostim-vermelho do Louisiana (*Procambarus clarkii*) e o camarão-branco-legítimo (*Palaemon longirostris*) e a amêijoia-asiática (*Corbicula fluminea*). Todas estas espécies constituem recursos potenciais disponíveis nesta zona de transição dulciaquícola-salobra, passíveis de serem utilizados pelo Homem para consumo humano ou como isco para a pesca.

Algumas destas espécies como a carpa, o lagostim-vermelho do Louisiana e a amêijoia-asiática são espécies introduzidas que tendem a proliferar rapidamente, afectando as espécies nativas do local onde se instalam.

Na realidade, a zona de transição dulciaquícola-salobra do estuário do Mira não é de todo desprovida de recursos piscícolas (carpa, tainha-fataça) e de invertebrados (lagostim-vermelho do Louisiana e amêijoia-asiática), pelo que a sua exploração traria certamente inúmeras vantagens económicas e ecológicas.

O presente estudo permitiu alargar os horizontes do conhecimento das comunidades de macroinvertebrados bentónicos do estuário do Mira, em particular da zona superior deste sistema. No entanto, uma vez que o estudo destas comunidades teve por base a variação de um parâmetro abiótico (*i.e.* salinidade), seria importante num futuro próximo estudar de forma mais precisa a dinâmica destas mesmas comunidades e inferir quanto à acção de outros factores ambientais que podem e, certamente, exercem um efeito sobre os padrões espaciais e sazonais das mesmas.

Um melhor aproveitamento das espécies disponíveis na zona de transição dulciaquícola-salobra mencionadas anteriormente, e que podem ser usadas como recursos para consumo humano ou como isco para a pesca, passaria primeiramente por um estudo pormenorizado da biologia e ecologia dessas comunidades, seguido da elaboração de uma política de gestão cuidada e sustentada.

Actualmente, a pesca lúdica é regulamentada por legislação própria recente (Portaria 458-A/2009, de 4 de Maio), que tem sido alvo de contestação por parte dos pescadores lúdicos pela falta de concensualidade entre as limitações impostas na actividade piscatória e as práticas ambientais. Deste modo, sugere-se uma reavaliação da legislação em vigor, com base num fundamento biológico e ecológico para que a pesca lúdica não seja tão limitada, desde que a sua gestão seja optimizada.

ANEXO A

LISTA DE GUIAS UTILIZADOS NA IDENTIFICAÇÃO DOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

GUIAS GERAIS:

HAYWARD, P. J. & RYLAND, J.S. (Ed.). 1996. *Handbook of the marine fauna of North-West Europe*. Oxford University Press, Oxford, Reino Unido.

TACHET, H.; RICHOUX, P.; BOURNAUD, M.; USSEGLIO-POLATERA, P. 2000. *Invertebres d'eau douce: Systematique, biologie, ecologie*. CNRS Editions, Paris, França.

GASTROPODA:

GRAHAM, A. 1971. *British Prosobranchs. Synopses of the British fauna (New Series), nº 2*. Academic Press, Londres, Reino Unido.

MOSQUERA, E.R. 1983. *Moluscos de la ría de Vigo I: Gasterópodos*. Impresa Universitaria, Santiago de Compostela, Espanha.

BIVALVIA:

REIS, J. (coord.). 2006. *Atlas dos bivalves de água doce em Portugal continental*. Instituto da Conservação da Natureza, Lisboa, Portugal.

POLYCHAETA:

DAY, J. H. 1963. *Polychaeta of Southern Africa. Part 1: Errantia*. Trustees of the British Museum (Natural History), Londres, Reino Unido.

FAUVEL, P. 1975. *Faune de France 5: Polychetes errantes*. Librairie de la Faculté des Sciences, Paris, França.

FAUCHALD, K. 1977. *The Polychaete worms: definitions and keys to the Orders, Families and Genera*. Natural History Museum of Los Angeles County, Los Angeles, EUA.

MACIOLEK BLAKE, N. 1983. *Systematics of atlantic Spionidae (Annelida: Polychaeta) with special reference to deep-water species*. Tese de Doutoramento. Boston University, Boston, EUA.

RAINER, S. F. 1991. The genus *Nephtys* (Polychaeta: Phyllodocida) of northern Europe: a review of species, including description of *N. pulchra* sp. n. and a key to the Nephtyidae. *Helg. Meeres*, **45**: 65-96.

AMPHIPODA:

LINCOLN, R.J. 1979. *British marine Amphipoda: Gammaridea*. British Museum (Natural History), Londres, Reino Unido.

RUFFO, S. (ed.). 1989. The Amphipoda of the Mediterranean: Gammaridea. Part 1-3. *Memoires de L'Institut Oceanographique Monaco*, **13**: 1-813.

DECAPODA:

FALCIAI, L. & R. MINERVINI. 1995. *Guia de los crustáceos decápodos de Europa*. Ediciones Omega, Barcelona, Espanha.

GONZÁLEZ, E. G. & M. G. MÉNDEZ. 1985. *Crustáceos decápodos das costas de Galicia. I. Brachyura*. Cuadernos da Área de Ciencias Biolóxicas, Seminario de Estudos Galegos, Vol. 2. Ediciós do Castro, Corunha, Espanha.

ZARIQUIEY, R. A. 1968. Crustáceos decápodos ibéricos. *Inv. Pesq.*, **32**: 1- 510.

ISOPODA:

NAYLOR, E. 1972. *British marine isopods*. Academic Press, Londres, Reino Unido.

INSECTA:

MERRITT, R.W. & CUMMINS, K.W. (Eds.). 1984. *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. Kendall/Hunt Publishing Company, Oubuque, EUA.

SANSONI, G. 1988. *Atlante per il riconoscimento dei macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani*. Provincia Autonoma di Trento, Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente, Trento, Itália.

ANEXO B

**LISTA DE TAXA IDENTIFICADOS NA
ZONA DE TRANSIÇÃO
DULCIAQUÍCOLA-SALOBRA NO
ESTUÁRIO DO MIRA**

	Zona Dulciaquícola	Zona Salobra
FILO NEMERTINA		
Nemertina n.i.		
FILO MOLLUSCA		
CLASSE GASTROPODA		
ORDEM BASOMMATOPHORA		
Família Planorbidae		
<i>Ancylus fluviatilis</i> O.F. Müller, 1774		
<i>Gyraulus</i> sp.		
ORDEM MESOGASTROPODA		
Família Viviparidae		
<i>Viviparus</i> sp.		
ORDEM HYSOGASTROPODA		
Família Hydrobiidae		
<i>Potamopyrgus antipodarum</i> (J.E. Gray, 1843)		
Família Bithyniidae		
<i>Bithynia</i> sp.		
Gastropoda n.i.		
CLASSE BIVALVIA		
ORDEM VENEROIDA		
Família Corbiculoidae		
<i>Corbicula fluminea</i> (O.F. Müller, 1774)		
FILO ANNELIDA		
CLASSE CLITELLATA		
Oligochaeta n.i.		
CLASSE POLYCHAETA		
ORDEM PHYLLODOCIDA		
Família Nereididae		
<i>Eunereis longissima</i> Johnston, 1840		
<i>Hediste diversicolor</i> (O.F. Müller, 1776)		
Família Nephtyidae		
<i>Nephtys</i> sp.		
ORDEM SPIONIDA		
Família Spionidae		
<i>Aonides oxycephala</i> (Sars, 1862)		
<i>Boccardia redeki</i> (Horst, 1920)		
<i>Polydora ciliata</i> (Johnston, 1838)		
<i>Polydora</i> sp.		
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i> (Okuda, 1937)		
<i>Streblospio shrubsolii</i> (Buchanan, 1890)		
ORDEM CAPITELLIDA		
Família Capitellidae		
<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)		
<i>Mediomastus fragilis</i> Rasmussen, 1973		
ORDEM TERESELLIDA		
Família Ampharatiidae		
<i>Alkmaria romijni</i> Horst, 1919		

(continua)

(continuação)

	Zona Dulciaquícola	Zona Salobra
Ampharatiidae n.i.		
FILO ARTHROPODA		
CLASSE ARACHNIDA		
ORDEM TROMBIDFORMES		
Hydracarina n.i.		
CLASSE OSTRACODA		
Ostracoda n.i.		
CLASSE MALACOSTRACA		
ORDEM AMPHIPODA		
Família Aoridae		
<i>Leptocheirus pilosus</i> Zaddach, 1844		
Família Corophiidae		
<i>Corophium</i> sp.		
<i>Corophium acherusicum</i> Costa, 1851		
<i>Corophium orientale</i> Schellenberg, 1928		
Família Gammaridae		
<i>Gammarus</i> spp.		
Família Melitidae		
<i>Melita palmata</i> (Montagu, 1804)		
ORDEM ISOPODA		
Família Anthuridae		
<i>Cyathura carinata</i> (Krøyer, 1847)		
Família Gnathiidae		
<i>Paragnathia formica</i> (Hesse, 1864)		
Família Sphaeromatidae		
<i>Lekanesphaera hookeri</i> (Leach, 1814)		
<i>Lekanesphaera levii</i> (Argano & Ponticelli, 1981)		
<i>Lekanesphaera monodi</i> (Arcangeli, 1934)		
<i>Lekanesphaera rugicauda</i> (Leach, 1814)		
Isopoda n.i.		
ORDEM TANAIDACEA		
Família Leptocheliidae		
<i>Heterotanais oerstedii</i> (Kroyer, 1842)		
<i>Leptochelia savignyi</i> (Kroyer, 1842)		
ORDEM DECAPODA		
Família Atyidae		
<i>Atyaephyra desmarestii</i> (Millet, 1831)		
Família Cambaridae		
<i>Procambarus clarkii</i> (Girard, 1852)		
Família Crangonidae		
<i>Crangon crangon</i> (Linnaeus, 1758)		
Família Palaemonidae		
<i>Palaemonetes antennarius</i> (H. Milne-Edwards, 1837)		
Decapoda n.i.		

(continua)

(continuação)

	Zona Dulciaquícola	Zona Salobra
CLASSE MAXILLOPODA		
ORDEM SESSILIA		
Família Balanidae		
<i>Balanus improvisus</i> Darwin, 1854		
CLASSE INSECTA		
Ordem Odonata		
Família Coenagrionidae		
Coenagrionidae n.i.		
Ordem Ephemeroptera		
Família Baetidae		
Baetidae n.i.		
Família Caenidae		
Caenidae n.i.		
Família Leptophlebiidae		
Leptophlebiidae n.i.		
Ephemeroptera n.i.		
Ordem Plecoptera		
Família Nemouridae		
Nemouridae n.i.		
Plecoptera n.i.		
Ordem Hemiptera		
Família Corixidae		
Corixidae n.i.		
Ordem Megaloptera		
Família Sialidae		
Sialidae n.i.		
Ordem Coleoptera		
Família Gyrinidae		
Gyrinidae n.i.		
Família Dysticidae		
Dysticidae n.i.		
Família Scirtidae		
Scirtidae n.i.		
Ordem Diptera		
Família Simuliidae		
Simuliidae n.i.		
Família Ceratopogonidae		
Ceratopogonidae n.i.		
Família Chironomidae		
Chironomidae n.i.		
Família Athericidae		
Athericidae n.i.		
Família Tabanidae		
Tabanidae n.i.		
Família Empididae		
Empididae n.i.		

(continua)

(continuação)

	Zona Dulciaquícola	Zona Salobra
Família Dolichopodidae		
Dolichopodidae n.i.		
Família Ephydriidae		
Ephydriidae n.i.		
Família Limoniidae		
Limoniidae n.i.		
Ordem Trichoptera		
Família Hydroptilidae		
Hydroptilidae n.i.		
Família Ecnomidae		
Ecnomidae n.i.		
Família Hydropsychidae		
Hydropsychidae n.i.		
Família Polycentropodidae		
Polycentropodidae n.i.		
Família Psychomyiidae		
Psychomyiidae n.i.		
Família Leptoceridae		
Leptoceridae n.i.		
Família Sericostomatidae		
Sericostomatidae n.i.		
Trichoptera n.i.		
	Presença na zona dulciaquícola	Presença na zona salobra

ANEXO C

MODELO DO INQUÉRITO

INQUÉRITO: Caracterização geral da área de estudo

LOCAL: _____ DATA: _____

1. DADOS PESSOAIS/ACTIVIDADE PISCATÓRIA

1.1. Idade: _____ anos

1.2. Sexo: M F 1.3. É reformado? Sim Não

1.4. Localidade onde reside: _____

1.5. Profissão: _____

1.6. Nível de escolaridade:

Não sabe ler/escrever Sabe ler/escrever sem ter ido à escola 1º Ciclo 2º Ciclo 3º Ciclo Secundário Ensino Superior

1.7. Desde quando exerce a actividade da pesca: _____

1.8. A pesca é uma actividade:

Tempo-inteiro Part-time Sazonal Casual

1.9. Caso existam, quais as outras actividades?

Apanha Aquacultura Outra ligada à pesca Outra que não a pesca 1.10. Qual ou quais as épocas do ano preferenciais à prática da pesca? Estações do ano?
Durante a semana, feriados/fim-de-semana?

1.11. Qual ou quais as áreas em que costuma pescar?

Rio Estuário Ambas

1.12. Quais as espécies mais capturadas? Em que épocas e em que zonas?

Espécies	Épocas	Zona do Rio/Estuário

1.13. Utiliza algum tipo de isco?

Sim Não Qual ou quais? _____

1.13.1. Alguns dos iscos indicados é utilizado vivo?

Sim Não Qual ou quais? _____

1.14. Para além de espécies de peixes, que outras espécies costuma pescar? Lagostim-vermelho, caranguejos, camarões, ameijoas? Para comer ou como isco?

1.15. Sabe se existe ameijoas-asiática no Mira?

Sim Não Desde quando? _____

1.17. Costuma capturar esta espécie para consumo humano? E como isco? Se sim, com que tamanhos?

1.18. É uma espécie muito ou pouco abundante? Em que épocas do ano é mais abundante?

2. ACTIVIDADES DESENVOLVIDAS E UTILIZAÇÃO DA ÁGUA DO RIO

2.1. Sabe se há alguma actividade relacionada com a extracção de sedimento do leito do rio?

2.2. Tem verificado alterações na vegetação existente nas margens do rio, como corte?

2.3. Sabe se existe alguma conduta/esgoto a despejar directamente para o rio?

3. LEGISLAÇÃO E FISCALIZAÇÃO

3.1. Já foi abordado pelas autoridades fiscalizadoras durante a sua actividade?

Sim Não

3.2. Já foi multado?

Sim Não Por quê? _____

3.3. Tem em atenção as “boas práticas ambientais” (e.g. Não deitar lixo no rio/estuário)?

Sim Não

4. OPINIÃO EM RELAÇÃO AO PARQUE NATURAL DO SUDOESTE E COSTA VICENTINA

4.1. Acha que é importante ter uma área protegida? Acha que esta área deve ser protegida?

Sim Não Por quê? _____

4.2. Na sua opinião, quais as principais actividades, comportamentos ou factores que podem constituir ameaças para a área protegida?
