

VALORSUL

valorizar os resíduos, monitorizar o ambiente



Programa de Monitorização dos Ecossistemas
Terrestre e Estuarino na Envolvente
à CTRSU de S. João da Talha
2008



VALORSUL

valorizar os resíduos, monitorizar o ambiente



Programa de Monitorização dos Ecossistemas
Terrestre e Estuarino na Envoltente
à CTRSU de S. João da Talha
2008

M. Sim-Sim, L. S. Gordo, V. Brotas,
M. J. Boavida, A. M. Ferreira, C. Garcia,
A. M. Neves, B. Paulo e R. Rebelo





I. Introdução

A monitorização ambiental desempenha um papel fundamental no contexto da avaliação de impacto ambiental, permitindo acompanhar a evolução dos ecossistemas e inventariar e descrever as possíveis alterações decorrentes da implementação do projecto.

A monitorização biológica dos ecossistemas terrestre e estuarino da envolvente à CTRSU teve como objectivo, no seu primeiro ano de trabalho, a criação de uma situação de referência que permitisse a comparação com os dados a obter nos anos seguintes e já durante a fase de exploração do empreendimento. Neste contexto procurou-se estabelecer o programa de recolha de dados que melhor permitisse equacionar os efeitos sobre o ecossistema em vários descritores que vêm sendo avaliados desde 1998: flora epífita, flora vascular e aves (ambiente terrestre); fitoplâncton, zooplâncton, algas macrófitas, vegetação halófitas, macroinvertebrados e ictiofauna (ambiente estuarino).

No presente trabalho apenas serão apresentados os resultados de um número reduzido de componentes (flora epífita, aves, fitoplâncton, zooplâncton, macroinvertebrados e ictiofauna).



2. Flora Epifítica

O seguimento da vegetação epifítica na região envolvente à Central de Tratamento de Resíduos Sólidos e Urbanos de São João da Talha (CTRSU), durante o ano de 2008, baseou-se em 33 estações de amostragem, do conjunto das 44 estações inicialmente seleccionadas (Figura 1). As estações encontram-se georreferenciadas, permitindo uma utilização em Sistemas de Informação Geográfica.

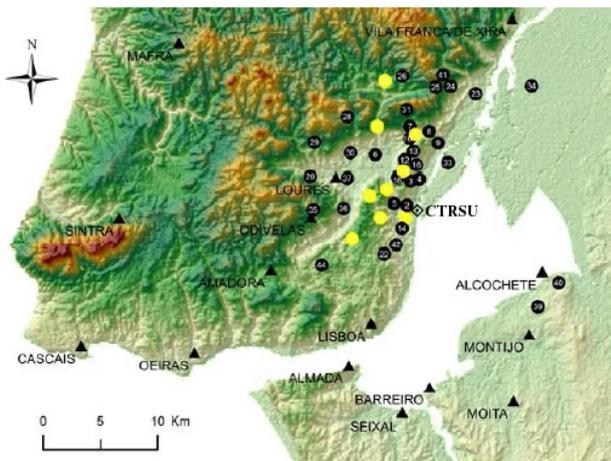


Figura 1. Localização dos levantamentos de flora epifítica na área envolvente à CTRSU da Valorsul. ● Estações de monitorização biológica da flora epifítica. ● Estações não monitorizadas nos anos de 2006, 2007 e 2008.

A metodologia utilizada na análise das comunidades de briófitos e líquenes que se desenvolvem sobre o ritidoma de oliveiras (*Olea europaea* L.) foi exactamente igual à adoptado em anos anteriores. Deste modo, em cada área de amostragem foram avaliadas a cobertura e a vitalidade de briófitos e líquenes, de 10 oliveiras. Na estação 20, a ausência de *Olea europaea*, levou à selecção de outra espécie de forófito, o carvalho português (*Quercus faginea* Lam.) e nas estações 30 e 32 à de mióporos (*Myoporum acuminatum* R. Br.).

Assinalou-se numa ficha de campo o valor sociabilidade (Si), e de vitalidade (Vi), de cada taxa amostrado de acordo com as escalas quantitativas (Bento-Pereira & Sérgio, 1983). Adicionalmente, seleccionou-se em cada estação de monitorização um forófito, no qual se tem monitorizado a área ocupada por cada espécime ou colónia de briófito ou líquene, numa área rectangular de 220 cm², recorrendo para isso a uma folha de acetato. Deste modo é possível avaliar a dinâmica das populações de briófitos e líquenes, além da evolução da diversidade global na região estudada.

Em 2008 foram identificados, nas 33 estações 90 taxa distintos, 23 de briófitos (21 musgos e 2 hepáticas) e 67 taxa de líquenes. Os valores de Riqueza Florística que representam o número total de taxa (espécies), mantiveram-se constantes em 23 estações, aumentaram em 4 estações e diminuíram em 6.

Os valores de IPA (Índice de Pureza Atmosférica) revelaram maiores oscilações em relação ao ano de 2007. Assim, verificou-se um decréscimo em 16 estações enquanto 8 revelaram um ligeiro aumento e, 9 mantiveram o mesmo valor. O valor de IPA mais elevado correspondeu novamente à estação 20, tendo diminuído de 11,7 para 11,6 entre 2007 e 2008. O valor mais baixo correspondeu à estação 14, mantendo-se o IPA constante entre 2007 e 2008 (IPA= 0,6). Nestas duas estações ocorrem respectivamente as comunidades mais diversificadas e as mais pobres, a que correspondem os valores de Riqueza Florística de 33 e 3 (RF= 33, RF= 3), respectivamente.

O decréscimo dos valores de IPA em 16 estações está relacionado principalmente com uma diminuição na cobertura de briófitos, por oposição a um aumento na cobertura de alguns líquenes, especialmente nos grupos com estratégias de colonização muito rápidas.

2.1. Análise da zonação de regiões isocontaminadas

A zonação de regiões isocontaminadas, presente nas figuras 2 e 3 foram efectuadas com base nos valores de Riqueza Florística e no Índice de Pureza Atmosférica determinados em 2008. A cartografia dos valores de RF e de IPA, recorreu ao programa SURFER, versão 8.0.

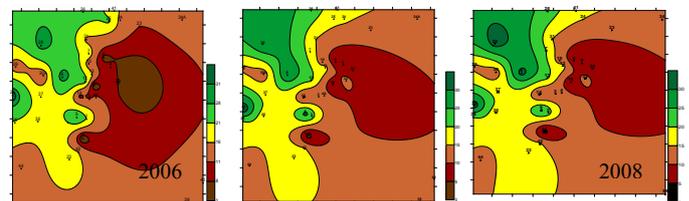


Figura 2. Evolução do padrão de distribuição da zonação de classes de RF para cada estação de amostragem em 2006, 2007 e 2008.

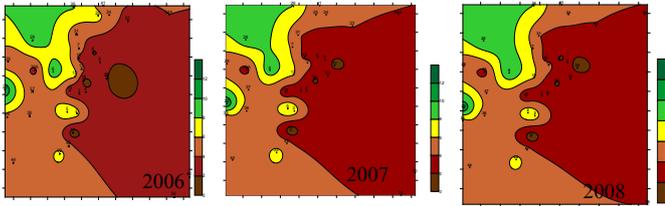


Figura 3. Evolução do padrão de distribuição da zonação de classes de IPA para cada estação de amostragem em 2006, 2007 e 2008

Desde o início do estudo de monitorização que se têm observado variações anuais nos valores de Riqueza Florística (Figura 2). As regiões com valores de RF mais elevados (a verde), assim como as regiões com valores de RF mais baixos (a castanho), apresentem uma distribuição semelhante relativamente ao ano anterior. Observa-se, no entanto, um acréscimo nas áreas correspondentes a RF mais elevado, especialmente as que se localizam a NW da CTRSU, e um decréscimo nas áreas com RF mais baixo. As oscilações nos valores de RF são reduzidas, uma vez que apenas traduzem o aumento do número total de espécies em 4 estações, e o decréscimo em 6 estações, de um total de 33 estações de monitorização.

A zonação de IPA, não revela alterações no mapeamento das diferentes classes (Figura 3), no entanto registaram-se ligeiras oscilações nos valores de IPA em 16 estações, traduzidas por um pequeno decréscimo, enquanto em 8 estações, os valores de IPA aumentaram e 9 estações mantiveram esses mesmos valores. O aumento verificado corresponde a um acréscimo da área de mancha verde, correspondente às zonas de melhor qualidade ambiental, mais distantes das unidades industriais e das principais vias de tráfego.

2.2. Análise da presença/ausência de alguns grupos funcionais

Como em anos anteriores, as coberturas dos diversos grupos de organismos que ocorrem sobre *Olea europaea*, *Myoporum acuminatum* e *Quercus faginea* nas estações de monitorização, foram examinadas individualmente. Avaliou-se a cobertura de musgos, hepáticas e líquenes (distinguindo-se fruticulosos, foliáceos e crustáceos).

Líquenes fruticulosos

Os líquenes deste grupo funcional são os menos frequentes

na área de estudo. Revelam uma menor área de cobertura, sendo igualmente os primeiros a demonstrarem alterações na vitalidade incluindo a fertilidade e respectiva área de ocupação uma vez que apresentam, na sua maioria, uma maior sensibilidade a alterações ambientais (Basel, 1985; Carvalho et al., 2002). Os valores mais elevados correspondem às estações com maior diversidade e melhor qualidade ambiental (RF e IPA mais elevados), nomeadamente as estações 20 e 28.

Registou-se apenas um decréscimo na cobertura de líquenes fruticulosos em 2 estações (estações 6 e 24), as restantes mantiveram-se constantes.

Líquenes foliáceos

A evolução na cobertura dos líquenes foliáceos foi igualmente monitorizada durante o ano de 2008. Este grupo de líquenes é considerado medianamente sensível a alterações ambientais. Nele se incluem espécies foliáceas da aliança *Lobarion pulmonariae* actualmente em regressão na Europa, típica de zonas com uma qualidade ambiental elevada.

Em 2008 ocorreram pequenas alterações em colónias de *Xanthoria parietina*, um líquene foliáceo pioneiro com uma dinâmica de colonização bastante rápida, o que o distingue dos restantes líquenes foliáceos, de crescimento mais lento.

Líquenes crustáceos

Este grupo de líquenes inclui as espécies mais tolerantes a alterações ambientais. São os líquenes crustáceos que predominam em toda a região de estudo, sendo mais abundantes nas estações em que a qualidade ambiental é mais pobre.

Durante o ano de 2008 verificaram-se alterações de cobertura em apenas 4 estações; uma estação revelou um aumento dos valores de cobertura, enquanto as restantes 3 estações demonstraram um ligeiro decréscimo na cobertura de líquenes crustáceos.

Registou-se um pequeno aumento no líquene *Diploicia canescens* (Dickson) Massal (estação 4), o qual é bastante resistente a alterações da qualidade do ar.



Musgos

Em várias estações ocorreram alterações de cobertura durante 2008. Verificaram-se aumentos de cobertura em 6 estações, enquanto 13 registaram um decréscimo na sua cobertura. Estas oscilações parecem estar associadas à própria dinâmica natural destas comunidades, não indicando nenhum agravamento da qualidade ambiental na área em análise.

Hepáticas

As hepáticas são de entre os briófitos, um grupo bastante sensível às alterações ambientais, nomeadamente à poluição atmosférica.

Em 2008 verificaram-se alterações de cobertura em 2 estações (2 e 3), embora pouco significativas.

2.3. Zonas de qualidade ambiental da região envolvente à CTRSU

Em consequência da monitorização realizada em 2008, foi possível distinguir novamente diferentes zonas de qualidade ambiental, considerando as 33 estações de monitorização (Tabela 1). Tendo por base os valores do Índice de Pureza Atmosférica (IPA) foram identificadas 3 zonas de qualidade ambiental: Fraca, Intermédia e Boa.

Em 2008 a estação 44 transitou de Fraca para a categoria Intermédia e a estação 23 transitou de Intermédia para Fraca, por fim a estação 5 transitou de uma Boa para Intermédia. Estas alterações resultam de pequenas oscilações nos valores de IPA, não sendo por isso significativas.

Qualidade ambiental fraca

É a classe onde ocorrem as estações com menor Riqueza Florística (RF) e Índice de Pureza Atmosférica (IPA) inferior ou igual a 4. É o caso das estações 14A; 33; 16; 8; 9; 18; 3; 4; 10; 30A; 32; 34A; 23 e 39.

Nesta classe dominam espécies bastante resistentes à poluição atmosférica, como é o caso dos líquenes crustáceos *Diploicia canescens* (Dickson) Massal, o musgo *Tortula laevispila* (Brid.) Schwaegr. e *Orthotrichum diaphanum* Brid. As espécies pertencentes a este grupo são as mais comuns em troncos de árvores de grandes zonas urbanas com elevada poluição.

Qualidade ambiental intermédia

Nesta classe integram-se as estações que apresentam um índice de Pureza Atmosférica (IPA) entre 4 e 8, sendo a classe de qualidade ambiental mais frequentada por espécies epifíticas, na zona em estudo. Inclui as estações 31, 41, 29, 44, 36, 13, 24, 42, 37, 35, 7, 12, 22, 2, 5 e diversas espécies de briófitos e líquenes. Entre os briófitos salientam-se *Homalothecium*

Zonas de qualidade do ar	Fraca IPA ≤ 4	Intermédia 4 < IPA < 8	Boa IPA ≥ 8
Estações de amostragem	14A; 33; 16; 8; 9; 18; 3; 4; 10; 30A; 32; 34A; 23; 39	31; 41; 29; 44; 36; 13; 24; 42; 37; 35; 7; 12; 22; 2; 5	26; 6; 28; 20
Espécies dominantes	<i>Orthotrichum diaphanum</i> <i>Tortula laevispila</i> (com gemas) <i>Diploicia canescens</i> <i>Lecanora</i> spp. <i>Physcia tenella</i> <i>Xanthoria parietina</i> <i>Schismatomma decolorans</i>	<i>Homalothecium sericeum</i> (estéril) <i>Pterogonium gracile</i> (estéril) <i>Zygodon rupestris</i> <i>Frullania dilatata</i> <i>Candelariella xanthostigma</i> <i>Hyperphyscia adglutinata</i> <i>Hypocenomyce stoechadiana</i> <i>Parmelia caperata</i> <i>Parmotrema reticulatum</i> <i>Pertusaria</i> spp. <i>Physcia adscendens</i> Aparecimento de espécies de <i>Ramalina</i> sp.	<i>Cryphaea heteromalla</i> <i>Homalothecium sericeum</i> (fértil) <i>Leptodon smithii</i> <i>Leucodon sciuroides</i> <i>Pterogonium gracile</i> (fértil) <i>Radula lindenbergiana</i> Espécies de <i>Parmelia</i> sp. Várias espécies de <i>Ramalina</i> sp.

Tabela 1. Zonas de qualidade ambiental da área em estudo para 2008.



sericeum (Hedw.) B., S. & G., Pterogonium gracile (Hedw.) Sm. e Zygodon rupestris (Hartm.) Milde, além de alguns líquenes foliáceos como Parmelia caperata (L.) Ach., Parmotrema reticulatum (Taylor) M. Choisy e Physcia adscendens (Fr.) H. Olivier e líquenes fruticulosos como é o caso do género Ramalina, com estruturas reprodutivas ausentes.

Nesta classe as espécies não revelam normalmente elevadas coberturas, pelo contrário apresentam normalmente elevadas frequências, com numerosos talos de pequenas dimensões, traduzindo um elevado esforço colonizador.

Qualidade ambiental boa

Nesta classe incluem-se as estações com uma maior riqueza florística (RF) e com um Índice de Pureza Atmosférico (IPA) superior ou igual a 8. Em 2008 são classificadas neste grupo as estações 26, 6, 28 e 20. Em relação ao ano 2007, esta classe perdeu a estação 5 que, apesar de transitar para uma classe de qualidade inferior, encontra-se no limite superior da mesma. Nesta classe dominam líquenes fruticulosos como Ramalina fastigiata (Pers.) Ach., Ramalina obtusata (Arnold) Bitter, Ramalina canariensis Steiner, entre outros. E também espécies de musgos como Cryphaea heteromalla (Hedw.) Mohr, Homalothecium sericeum (Hedw.) B., S. & G., Leptodon smithii (Hedw.) Web. & Mohr. e Pterogonium gracile (Hedw.) Sm., bem como a hepática Radula lindenberiana Gott. ex C. Hartm.. As espécies mencionadas são frequentes em locais com boa qualidade ambiental, encontrando-se normalmente com elevadas coberturas estruturas reprodutivas bem diferenciadas.



3. Vertebrados Terrestres

3.1. Transectos Terrestres

Os trabalhos de monitorização da fauna de vertebrados dos ecossistemas terrestres contemplam actualmente a monitorização da comunidade de aves de rapina diurnas em áreas do Parque Natural do Estuário do Tejo (PNET) próximas da CTRSU.

A figura 4 apresenta os resultados das contagens das cinco espécies de aves de rapina mais comuns no PNET nos meses de Dezembro/ Janeiro desde o início dos trabalhos de monitorização (as contagens de Fevereiro/ Março decorrerão durante as próximas duas semanas).

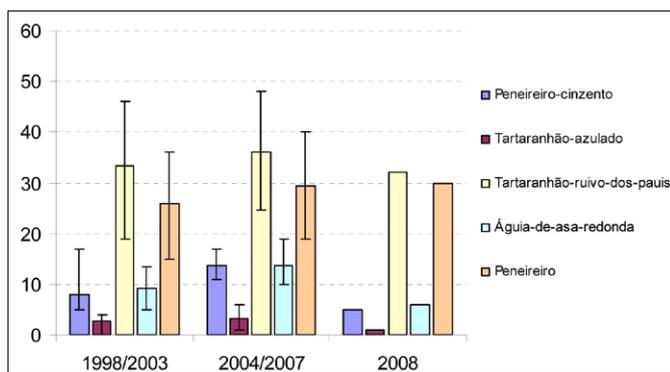


Figura 4. Contagens das aves de rapina mais comuns no transecto T3 na época de Dezembro/ Janeiro. As barras largas indicam os valores médios e as barras estreitas indicam os valores máximos e mínimos de cada espécie nos dois primeiros períodos de amostragem. Os valores de Dezembro de 2008/ Janeiro de 2009 referem-se às contagens reais.

No Inverno de 2008/09, os números de aves de rapina presentes nas lezírias do PNET foram semelhantes ou um pouco inferiores aos registados nos dois primeiros períodos de monitorização. As quatro espécies mais abundantes no estuário durante o Inverno (tartaranhão-ruivo-dos-pauis, peneireiro, peneireiro-cinzento e águia-de-asa-redonda) são espécies residentes no nosso país, estando assim expostas durante todo o ano às condições locais. Os resultados apontam para uma manutenção dos efectivos, com flutuações interanuais.

3.2. Sectores de contagem de avifauna estuarina

As contagens são efectuadas em dois grupos de sectores - três sectores próximos da CTRSU (margem direita) e dois sectores situados na região menos intervencionada e com menor perturbação humana do PNET (margem esquerda).

A figura 5 mostra os efectivos médios de duas espécies muito conspícuas e de interesse conservacionista, que se alimentam nas areias e vasas intermareais do estuário - o flamingo, *Phoenicopterus ruber* e o alfaiate, *Recurvirostra avosetta* - censados nas duas margens do estuário ao longo do programa de monitorização.

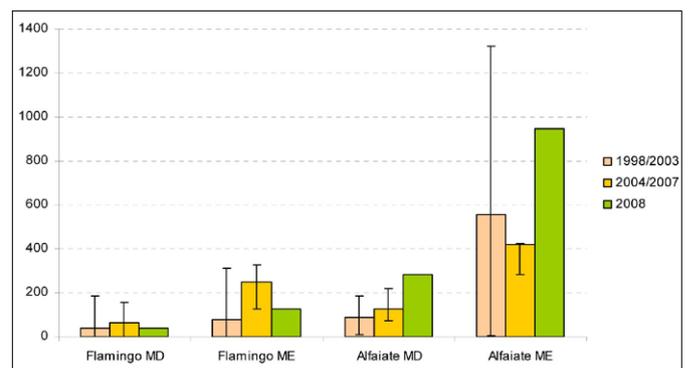


Figura 5. Número de flamingos e alfaiaetes censados no estuário nos meses de Dezembro e Janeiro durante o programa de monitorização. MD – margem direita; ME – margem esquerda. As barras largas indicam os valores médios e as barras estreitas indicam os valores máximos e mínimos nos dois primeiros períodos de amostragem. Os valores de Dezembro de 2008/ Janeiro de 2009 referem-se às contagens reais.

Ambas as espécies apresentam efectivos mais elevados na margem esquerda, a menos intervencionada do estuário. As flutuações interanuais são nestas espécies muito mais marcadas que para as rapinas censadas no transecto terrestre, o que está relacionado com as variações interanuais na qualidade dos vários locais de invernada na Europa do Sul, por onde as populações destas aves se dispersam em cada Inverno. De um modo geral, as variações observadas na margem direita do estuário (nas regiões mais próximas da CTRSU) acompanham as observadas na margem esquerda. Por exemplo, em Dezembro de 2008 e Janeiro de 2009, os efectivos de alfaiaetes censados no estuário foram os segundos mais elevados desde o início do programa de monitorização. Este aumento foi verificado tanto na margem direita como na margem esquerda. Do mesmo modo, houve uma ligeira diminuição do número de flamingos em ambas as margens neste último ano.



4. Fitoplâncton e Zooplâncton

O fitoplâncton é considerado uma comunidade chave nos ecossistemas estuarinos, dado que responde rapidamente a alterações ambientais. O seu crescimento depende da luz, dos nutrientes e da estabilidade da coluna de água. No estuário do Tejo, os nutrientes como os nitratos e silicatos chegam ao estuário principalmente por via fluvial, enquanto os fosfatos são renovados através da ressuspensão dos sedimentos.

A recolha de amostras para o estudo do Fitoplâncton tem sido efectuada mensalmente em situação de maré morta, em preia-mar, no início da vazante, nas 3 estações situadas na área envolvente à CTRSU.

No presente relatório comparam-se os valores obtidos durante o ano de 2008, com a série referente à primeira fase do estudo (quinquénio 1999-2003), e com a série correspondente à segunda fase do estudo, (2004-2007).

Ao longo do ano de 2008, os valores de biomassa do fitoplâncton no Estuário do Tejo, representados pela concentração em clorofila *a* na coluna de água, seguem um padrão sazonal com valores mais elevados nos meses de Primavera/Verão e mais baixos no Inverno (ver Figura 6), tal como nos anos anteriores, o que está relacionado com as características hidrológicas do Estuário. As Diatomáceas continuam a ser o grupo taxonómico dominante, enquanto os grupos taxonómicos potencialmente causadores de fenómenos de “blooms” nocivos, isto é, os Dinoflagelados e as Cianobactérias, mantêm-se em concentrações reduzidas.

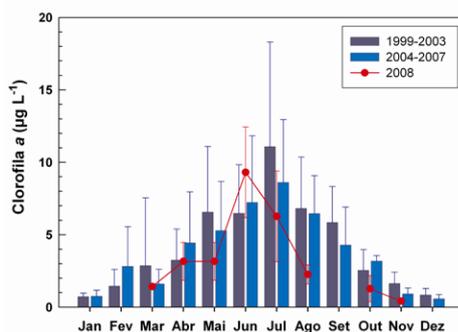


Figura 6. Evolução anual da concentração em clorofila *a* (índice de biomassa para o fitoplâncton). Os valores correspondem à média das três estações (LA1-LA3) e para os períodos 1999 a 2003, 2004 a 2007 e para o ano de 2008.

Na figura 7, observa-se a variação da densidade de zooplâncton ao longo de todos os anos de amostragem. As barras castanhas

representam a média dos primeiro período de amostragem (1998 – 2003), as laranjas, a média do segundo período (2004 – 2007) e as barras verde os valores para o ano de 2008. Nos primeiros cinco anos podemos observar que a comunidade de zooplâncton apresenta poucos picos de densidade, e que estes são mais frequentes entre os meses de Fevereiro e Junho, sendo as densidades em geral mais baixas durante o Outono e Inverno.

No segundo período de amostragem podemos observar grandes picos de densidade principalmente nas estações LA2 e LA3 e nos meses de Maio, Junho e Setembro.

Observando-se o gráfico em geral, parece existir um aumento dos picos de densidade de zooplâncton da estação LA1 para a LA3 (esta última é a que apresenta as densidades de zooplâncton mais elevadas), sendo a LA2 uma estação intermédia.

De facto, a estação LA1 é a que apresenta valores mais baixos de densidade, não ultrapassando em média os 1500 ind/m³. Nesta estação, as densidades observadas em 2008 são coincidentes com a média. Nas estações LA2 e LA3, as densidades observadas em 2008 foram também coincidentes com a média, apesar de ser observado alguns picos mais evidentes nos meses de Setembro (LA2) e Maio, Junho e Setembro (LA3). Em 2008 observaram-se densidades ligeiramente mais elevadas devido à presença de dois grupos de zooplâncton, os Cirripeda e os Harpacticoida. É ainda de notar que os maiores picos de densidade observados durante todos os anos de amostragem foram essencialmente devidos a estes três grupos de zooplâncton, e alguns também aos náuplios de Copépodes, o que significa que estes grupos são os mais importantes em termos de abundância e biomassa nesta zona do estuário do Tejo, tendo os restantes uma contribuição mais esporádica na comunidade.

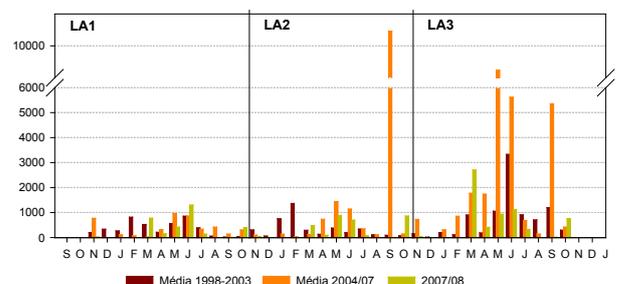


Figura 7. Comparação da variação da densidade de Zooplâncton ao longo do ano, nas três estações de amostragem (LA1, LA2, e LA3) entre os primeiros cinco anos de amostragem (média 1998-2003), os quatro anos seguintes (média 2004-2007) e o ano de 2007/08



5. Macroinvertebrados e Ictiofauna

As comunidades de macroinvertebrados bentônicos são extremamente influenciadas pelo tipo de substrato existente pelo que é fundamental analisá-lo. A figura 8 mostra a comparação do teor de vasa encontrado em 2008 com a média dos dois períodos de monitorização anteriores (1999/2003 e 2004/2007) e para as várias estações de amostragem. Pode constatar-se que as estações 4 e 5 (situadas na Cala Norte) não apresentam grandes flutuações do teor de vasa que ultrapassa sempre os 95%. A estação 2, situada em frente à CTRSU, mostra também pequenas flutuações apresentando o teor de vasa superior a 90%. As estações 1 e 3, situadas fora da Cala Norte, registaram a maior variabilidade: na primeira nota-se uma tendência para um aumento da componente vasosa desde 1999 até ao presente (os valores de 2008 estão muito próximos dos 80%); na segunda assiste-se a uma diminuição dessa componente para valores também próximos dos 80%. Estas variações do tipo de substrato evidenciam a forte dinâmica estuarina que é mais acentuada fora da Cala Norte.

A comunidade endofaunística tem vindo a apresentar, desde 1999 e em média, um aumento da densidade (Figura 9). Este aumento é particularmente evidente na estação 1 que apresenta um sedimento mais diversificado, ou seja, com menor componente vasosa. Tal como em anos anteriores, a comunidade foi dominada por poliquetas, particularmente das espécies *Streblospio shrubsolii* e *Hediste diversicolor*, conotadas por preferirem ambientes ricos em matéria orgânica e apresentarem uma boa resistência a diversos tipos de distúrbios. Estes poliquetas alimentam-se de partículas depositadas no substrato, destabilizando os sedimentos coesivos do mesmo, por alterar o tamanho das partículas e aumentar o conteúdo em água.

O estado de perturbação das comunidades tem sido avaliado através do método ABC (Abundance and Biomass Comparison, Warwick, 1986). De uma maneira geral, sempre que os valores de biomassa são superiores aos de densidade, então a comunidade encontra-se num estado de não perturbação. É precisamente esta situação que se tem verificado nas estações de amostragem desde 2003, ano em que ocorreram duas situações de perturbação moderada (estações 4 e 5) como está exemplificado na figura 10. No entanto convém realçar que os elevados valores de biomassa são obtidos pela presença de uma espécie (e não por várias como seria desejável se estivéssemos face a uma comunidade em condições normais de equilíbrio) de bivalves que só por si representa sempre mais de 90% deste parâmetro. Por outro lado, o número de

espécies presentes na zona é baixo e a comunidade é dominada por espécies de grande resistência à poluição como é o caso dos poliquetas *S. shrubsolii* e *H. diversicolor* e dos *Oligochaeta* (cf. Relatório anual de Outubro de 2008), dados que devem ser tomados em consideração numa avaliação global do estado de perturbação das comunidades.

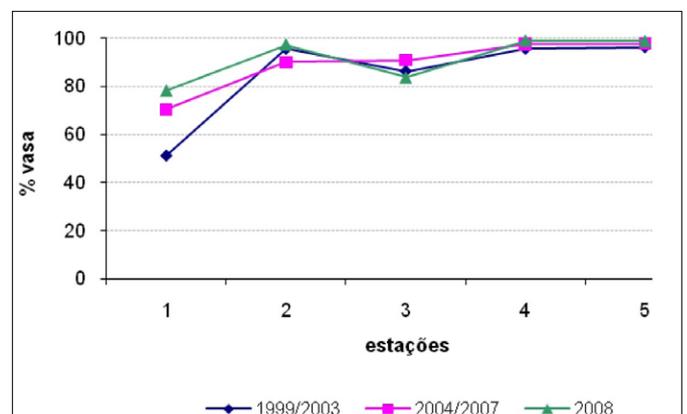


Figura 8. Comparação do teor de vasa determinado em 2008 em cada uma das estações amostradas com a média dos valores obtidos durante o período de 1998 a 2003 e 2004 a 2007.

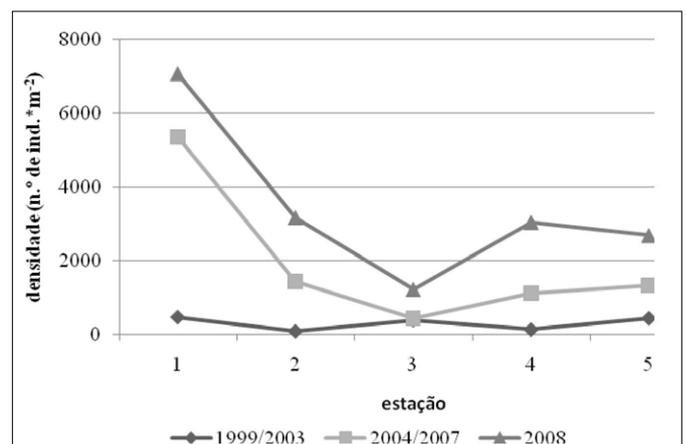


Figura 9. Comparação da densidade de endofauna determinada em 2008 em cada uma das estações amostradas com a média dos valores obtidos durante o período de 1998 a 2003 e 2004 a 2007.



A comunidade epifaunística tem sido dominada por duas espécies de crustáceos decápodes: o camarão-mouro, *Crangon crangon* e o caranguejo-verde *Carcinus maenas*. A figura 11 apresenta a comparação da densidade do camarão-mouro por estação de amostragem determinada para 2008, relativamente à média dos dois períodos anteriores de monitorização, 1998/2003 e 2004/2007. O ano de 2008 registou os valores mais baixos de todo o período de monitorização. Mantém-se, no entanto, a tendência do padrão registado nos últimos anos, ou seja, para os valores mais baixos se situarem nas estações fora da Cala Norte (1 e 3), onde o substrato tem apresentado uma maior componente arenosa, e os mais elevados nas restantes, com particular incidência na estação 2.

A densidade do caranguejo-verde *Carcinus maenas* está representada na figura 12. O ano de 2008 apresentou densidades particularmente baixas (em particular nas estações 1 e 5) próximas das verificadas no período entre 1998 e 2003. De salientar ainda a densidade relativamente elevada verificada na estação 3, contrariamente ao que vinha a acontecer (as maiores densidades a ocorrer na Cala Norte - estações 2, 4 e 5), mas explicável pelo aumento do teor de vasa ocorrido neste ano naquela estação.

A comunidade icítica tem sido dominada por uma espécie, o caboz-da-areia, *Pomastoschistus minutus*, cujo valor da densidade por estação de amostragem se encontra representado na figura 13. Em 2008 registaram-se os valores mais baixos de todo o período de monitorização, mantendo-se, no entanto, a tendência para a densidade mais elevada se situar na estação 2.

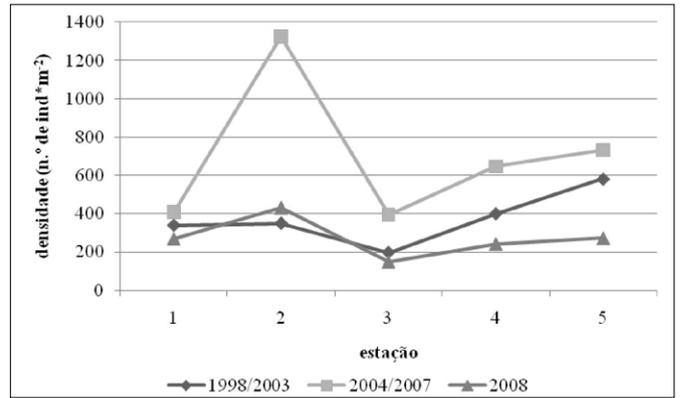


Figura 11. Comparação da densidade do camarão-mouro *Crangon crangon* determinada em 2008 e em cada uma das estações amostradas, com a média obtida nos dois períodos anteriores de monitorização de 1998 a 2003 e de 2004 a 2007.

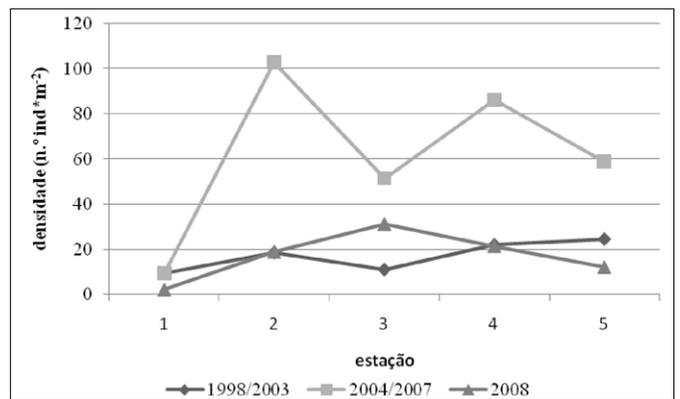


Figura 12. Comparação da densidade do caranguejo-verde *Carcinus maenas* determinada em 2008 e em cada uma das estações amostradas, com a média obtida nos dois períodos anteriores de monitorização de 1998 a 2003 e de 2004 a 2007.

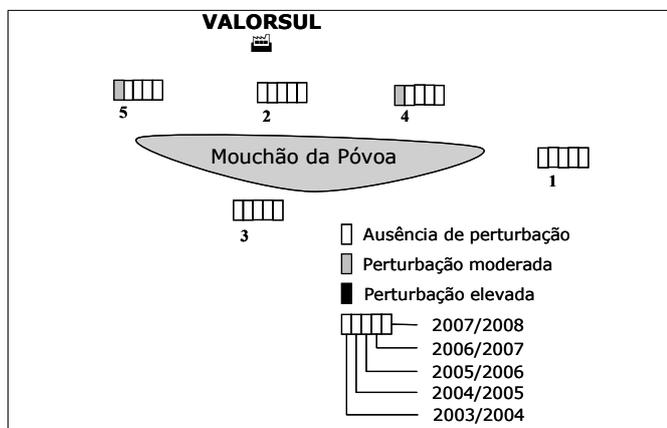


Figura 10. Comparação do estado de degradação de cada estação de amostragem entre os anos de 2003 e 2008.

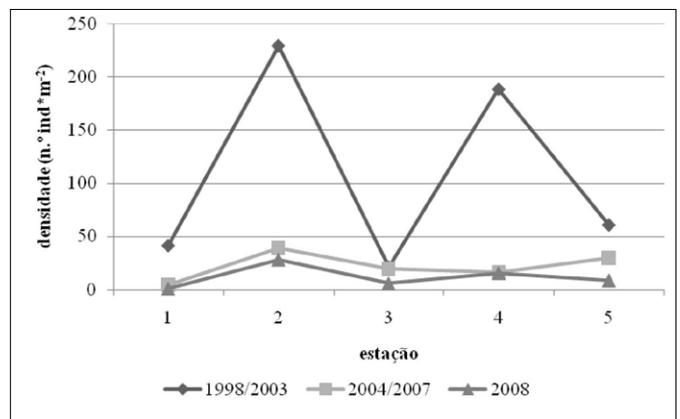


Figura 13. Comparação da densidade do caboz-da-areia, *Pomastoschistus minutus* determinada em 2008 e em cada uma das estações amostradas, com a média obtida nos dois períodos anteriores de monitorização de 1998 a 2003 e de 2004 a 2007.



6.1. Organoclorados e Metais

As concentrações de compostos organoclorados (bifenilos policlorados (tPCB)) estão acima da gama de valores encontrados na monitorização que tem vindo a ser realizada desde 1999 (Figura 14). O facto dos valores mais elevados ocorrerem nas amostragens de Outono e Inverno, sugere que tais valores podem resultar de escorrências das margens para o estuário. Convém, no entanto, referir que estes valores estão muito abaixo dos níveis admissíveis para consumo humano. Relativamente aos metais, a evolução temporal das concentrações de cádmio (Cd) e mercúrio (Hg), presente na figura 15, mostra que os teores encontrados estão dentro

da gama de valores encontrados na monitorização que tem vindo a ser realizada desde 1999.

Saliente-se que, algumas variações podem estar relacionadas com os factores fisiológicos dos organismos, tais como diferenças entre espécies, variações intraespecíficas entre indivíduos, idade, diferentes estado de maturação sexual. No entanto, para as variações encontradas, não se pode por de parte alterações na biodisponibilidade ambiental dos contaminantes que podem provir de fontes difusas ou activas provenientes das várias unidades industriais existentes.

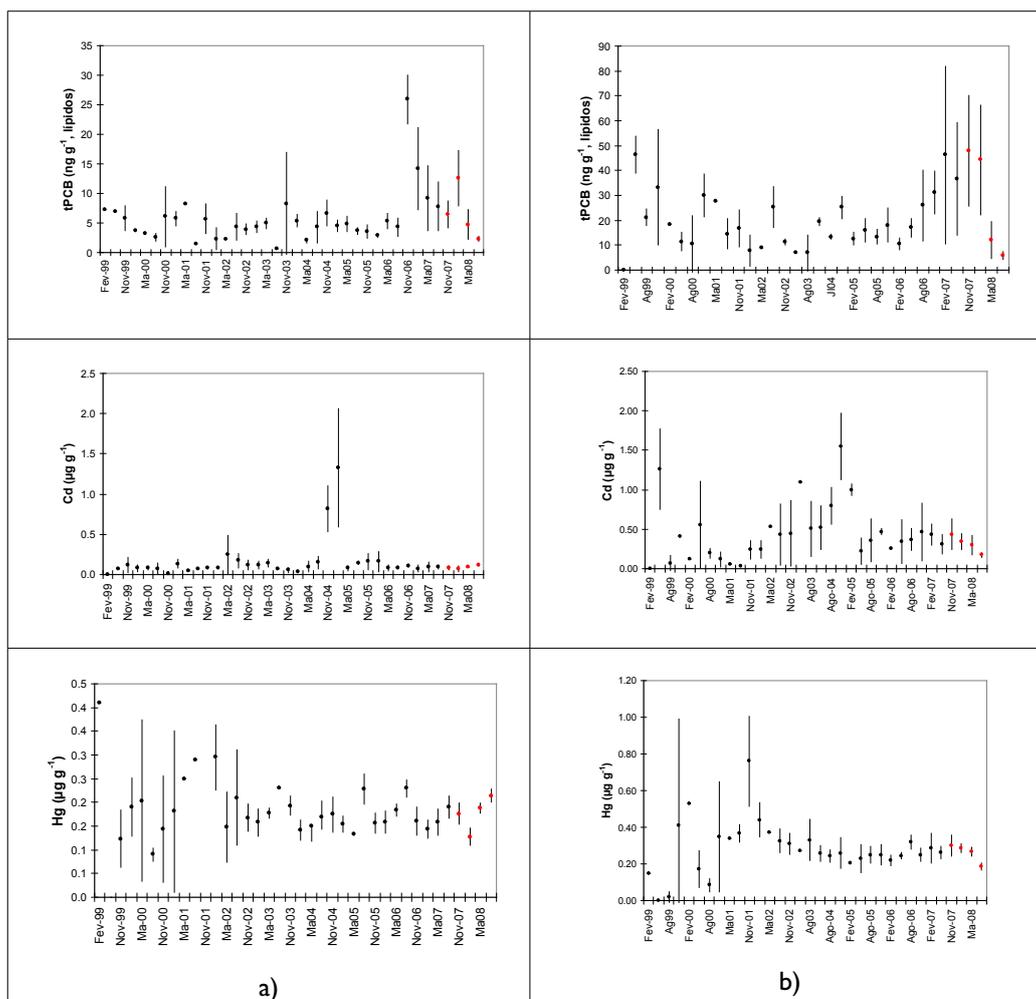


Figura 14. Concentrações de bifenilos policlorados (tPCB), cádmio (Cd) e mercúrio (Hg) no camarão-mouro *Crangon crangon* (a) e no caranguejo-verde *Carcinus maenas* (b) capturados entre 1999 e 2008.



6.2. Dioxinas e Furanos

A análise dos teores de dioxinas e furanos foi realizado por um laboratório independente certificado pela Comissão Europeia. No caso das plantas, foi analisado o líquene fruticulososo, *Evernia prunastri* (L.) Ach., por períodos exposição de 6 meses e 1 ano de material transplantado.

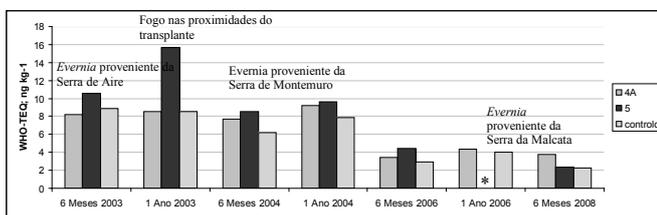


Figura 15. Concentração de dioxinas e furanos na área de estudo utilizando um biomonitor transplantado.

Como se pode observar na Figura 15, existem diferenças na composição de dioxinas e furanos para o material vegetal proveniente de diferentes localidades (Serra de Aire e Candeeiros,

Serra de Montemuro e Serra da Malcata), onde à partida se admitiu que não existiriam fontes destes compostos. Verificou-se, no entanto, que os transplantes provenientes de diferentes localidades apresentavam teores distintos de dioxinas e furanos. Assim, optou-se pelo material originário da Serra da Malcata, por apresentar os valores menores para estes compostos.

A estação 5 (Fábrica da Manteiga - Sacavém) tem revelado os valores mais elevados de dioxinas e furanos, em todas as análises efectuadas, com excepção do período de exposição entre Março e Setembro de 2008 em que é possível observar um decréscimo significativo dos valores, sendo pouco superiores ao próprio controlo.

Para a fauna (Figura 16), foi analisada a rã-verde *Rana perezi* (fauna terrestre), o camarão-mouro *Crangon crangon*, o caranguejo-verde *Carcinus maenas* e o caboz-da-areia *Pomatoschistus minutus*, estas últimas três espécies pertencentes à fauna estuarina.

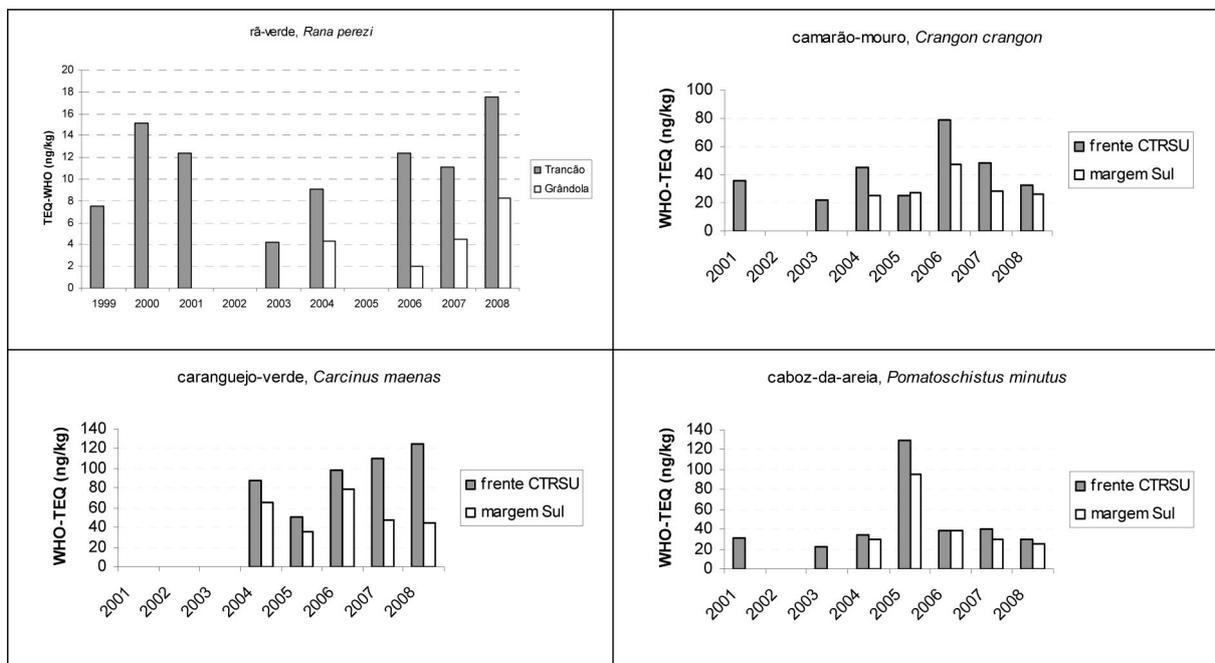


Figura 16. Teores de dioxinas e furanos determinados na rã-verde, no camarão-mouro, no caranguejo-verde e no caboz-da-areia.



No caso da rã-verde, os valores para a população do Trancão apresentam alguma flutuação em torno de uma média de 11,16 ng kg⁻¹, e têm sido sempre bastante superiores aos valores obtidos para a população de Grândola, que flutuaram em redor de uma média de 4,745 ng kg⁻¹. Em 2008, verificou-se um aumento nestes teores nas duas regiões, tendo sido registados os valores máximos desde o início do programa de monitorização. A causa deste aumento é desconhecida, mas dada a sua ocorrência simultânea no Trancão e em Grândola, deverá estar relacionada com algum factor que actue a uma escala pelo menos regional.

Embora na literatura não tenham sido encontrados valores de referência para anfíbios, o teor base de dioxinas determinado em ratos não submetidos a fontes poluidoras foi de 4 ng kg⁻¹ (U.S. E.P.A., 1989). Este valor de referência é muito próximo do encontrado na população de Grândola pelo que se pode aceitar esta população como indicadora de uma região não poluída. Pelo contrário, os valores determinados na população do rio Trancão sugerem que estes indivíduos têm sido sujeitos a fontes poluidoras persistentes, com emissões que não têm diminuído, mas que também não têm aumentado, com a possível excepção deste último ano.

Uma análise global da fauna estuarina (Figura 16) mostra que as espécies de crustáceos apresentam, em regra, valores superiores aos determinados nos peixes. Com efeito, no camarão-mouro, e após uma tendência crescente dos teores de dioxinas presentes no músculo de 2003 a 2006, verificou-se, a partir desta data uma diminuição progressiva dos teores de dioxinas até 2008, ano que registou um valor próximo mas inferior ao ocorrido em 2004. Os teores observados em indivíduos capturados na margem sul, região menos intervencionada, mantiveram a mesma tendência, com um aumento de 2004 a 2006, seguido de um decréscimo até 2008 mas foram muito inferiores (entre 20 e 40%) aos registados frente à CTRSU. O caranguejo-verde registou os mais elevados teores de dioxinas e furanos determinados nas três espécies estudadas. A análise comparativa dos últimos cinco anos revela uma tendência crescente de 2005 a 2008, tendência que não se verifica nos indivíduos capturados na margem sul, os quais mostram uma evolução semelhante ao camarão-mouro com um aumento de 2004 a 2006, seguido de um decréscimo até 2008. Relativamente ao caboz-da-areia, e se exceptuarmos o valor extraordinariamente elevado determinado em 2005, os teores de dioxinas e furanos têm mostrado uma tendência para alguma estabilidade à volta de um valor médio inferior a 40 ng

kg⁻¹, embora em 2008, os teores encontrados nesta espécie tenham sido dos mais baixos de toda a série de dados.

Em resumo, embora os valores encontrados na fauna terrestre e estuarina se enquadrem dentro da amplitude de valores registados para outras espécies em áreas intervencionadas e sujeitas a fontes poluidoras, convém realçar que algumas destas espécies (rã-verde e crustáceos) podem ser objecto de consumo humano e têm apresentado teores de dioxinas acima dos valores de referência enquadrados pela legislação comunitária relativa às substâncias e produtos indesejáveis na alimentação animal.



7. Referências Bibliográficas

Basel B. 1985 – Lichens as indicators of air pollution (zone scales of Geneva). *Cellular and Molecular Life Sciences (CMLS)* 41 (4): 534 – 535.

Bento-Pereira F. & C. Sérgio 1983. Líquenes e briófitos como bioindicadores da poluição atmosférica - II Utilização de uma escala quantitativa para Lisboa. *Revista de Biologia* 12: 297-312.

Carvalho P., Figueira R., Jones M., Sérgio C., Sim-Sim M. & Catarino F. 2002 - Dynamics of epiphytic lichen communities in an industrial area of Portugal. *Bibliotheca Lichenologica* 82: 175-185.

U.S. Environmental Protection Agency. (1989) Interim procedures for estimating risks associated with exposures to mixtures of chlorinated dibenzo-p-dioxins and -dibenzofurans (CDDs and CDFs) and 1989 update. U.S. Environmental Protection Agency, Risk Assessment Forum, Washington, DC; EPA/625/3-89/016.

Warwick, R. M. 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Mar. Biol.* 92: 557-562