

## **Relatório técnico sobre o Programa de Monitorização dos Ecossistemas Terrestre e Estuarino na Envolveinte à CTRSU de S. João da Talha**

**Fevereiro de 2011**

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

### **1. Introdução**

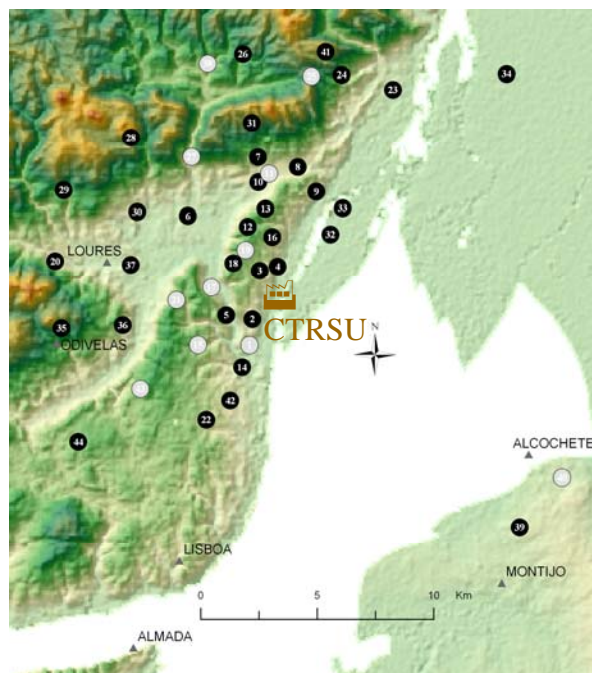
A monitorização ambiental desempenha um papel fundamental no contexto da avaliação de impacto ambiental, permitindo acompanhar a evolução dos ecossistemas e inventariar e descrever as possíveis alterações decorrentes da implementação do projecto.

A monitorização biológica dos ecossistemas terrestre e estuarino da envolveinte 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 epifítica, aves, fitoplâncton, zooplâncton, macroinvertebrados e ictiofauna).

## 2. Flora epifítica

A monitorização das comunidades criptogâmicas (briófitos e líquenes) epifíticas na zona envolvente à Central de Tratamento de Resíduos Sólidos e Urbanos (CTRSU) de São João da Talha, efectuada durante o ano de 2010, permitiu estudar 33 estações das 44, seleccionadas durante o primeiro ano de biomonitorização, antes da CTRSU iniciar a sua actividade (Fig. 1). As características destas estações de amostragem da flora epifítica foram igualmente integradas em Sistemas de Informação Geográfica e numa base de dados, que tem sido anualmente actualizada.



**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, 2008, 2009 e 2010.

A metodologia adoptada para a monitorização das comunidades criptogâmicas epifíticas seguiu exactamente os mesmos critérios dos anos anteriores. Em cada estação, a área de amostragem correspondeu sempre que possível a um mínimo de 10 árvores de *Olea europaea* L. onde se analisou a composição, vitalidade e área de cobertura das diferentes espécies criptogâmicas. Nas estações 32 e 33 devido à inexistência de árvores da espécie *Olea europaea* foram amostrados mióporos (*Myoporum acuminatum* R. Br.), e na estação 20 o carvalho português (*Quercus faginea* Lam.). Em cada local de amostragem

identificou-se e registou-se, numa ficha de campo, o total de *taxa* presentes assim como o valor de sociabilidade (Si) e vitalidade (Vi) para cada *taxon*, de acordo com as escalas quantitativas de Bento-Pereira & Sérgio (1983).

A área ocupada por cada colónia de briófito ou líquene numa área previamente marcada (220 cm<sup>2</sup>), no forófito seleccionado, em cada uma das estações de amostragem, foi representada numa folha de acetato. Nesse forófito foram inicialmente colocados identificadores adequados, de modo a permitir o reconhecimento da árvore seleccionada e facilitar a colocação do acetato em cada ano de monitorização. Esta metodologia tem permitido monitorizar a dinâmica das populações de briófitos e líquenes ao longo dos anos e a evolução da diversidade global destas comunidades na área em estudo.

Na totalidade das 33 estações foram identificados, em 2010, 67 taxa de líquenes e 25 taxa de briófitos (23 musgos e 2 hepáticas).

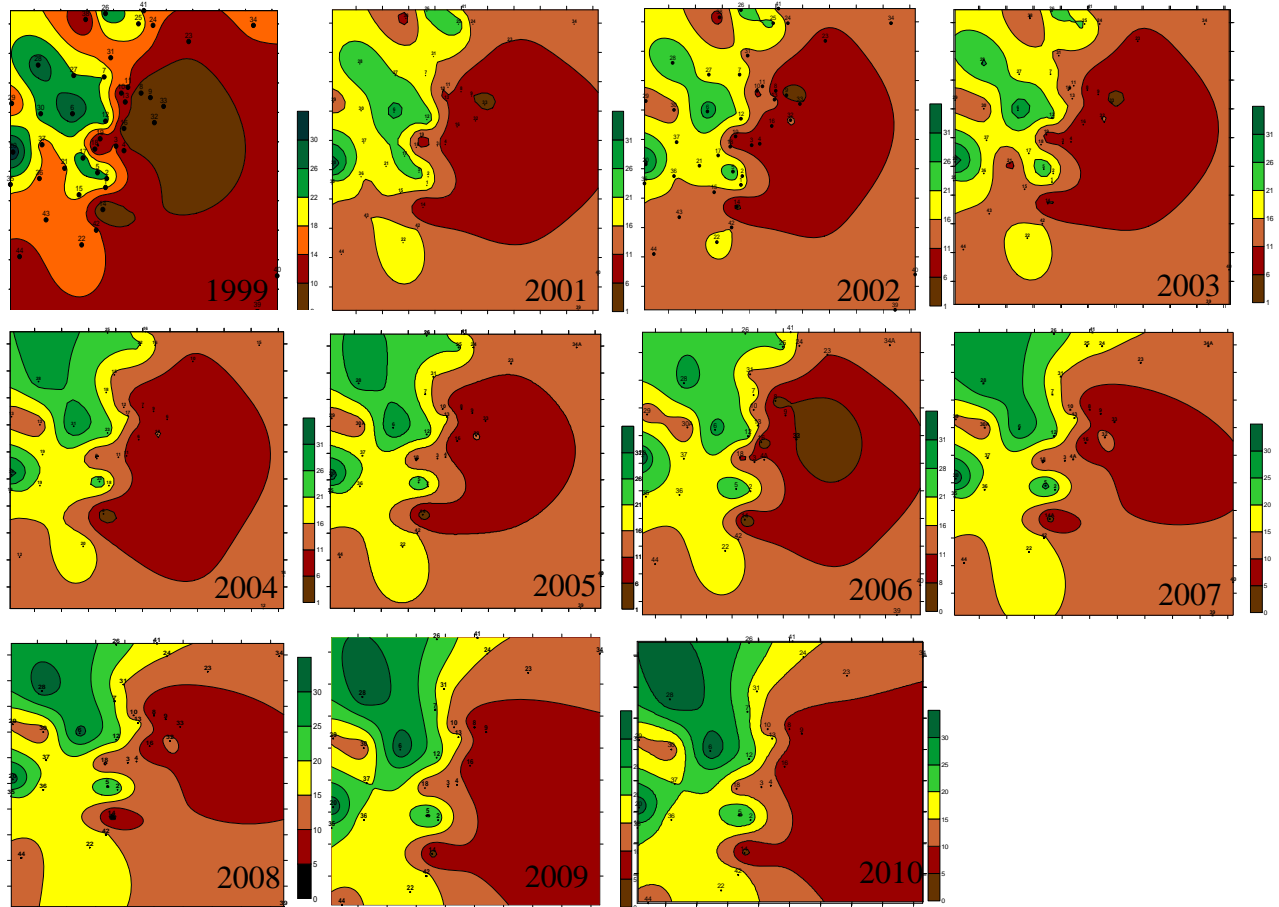
Em cada local de amostragem, a Riqueza Florística (RF), que representa o número de *taxa* existente em cada estação de monitorização, manteve-se relativamente constante em relação aos anos anteriores. Verificou-se apenas um ligeiro aumento da Riqueza Florística nas estações 8, 16, 18/18B, 28 e 42. Pelo contrário, na estação 34A, verificou-se um ligeiro decréscimo. Na totalidade de resultados obtidos pode-se inferir que a estação mais pobre em termos florísticos foi a 14A com apenas 3 espécies, enquanto as estações 6, 20 e 28 correspondem às mais diversificadas com 34 espécies.

No que se refere aos valores do Índice de Pureza Atmosférica (IPA), que engloba a presença e a cobertura da totalidade das colónias de uma dada espécie, as variações observadas, mais uma vez, não foram significativas. Verificou-se um aumento de IPA em 11 estações, um ligeiro decréscimo em 3 estações, e em 19 estações o valor de IPA se manteve constante. Tal como se verificou nos últimos anos, o valor de IPA mais elevado corresponde à estação 20 com 11.9, em contrapartida, o valor mais baixo é de 0.6 e corresponde à estação 14A.

### 2.1. Análise da zonação de regiões isocontaminadas

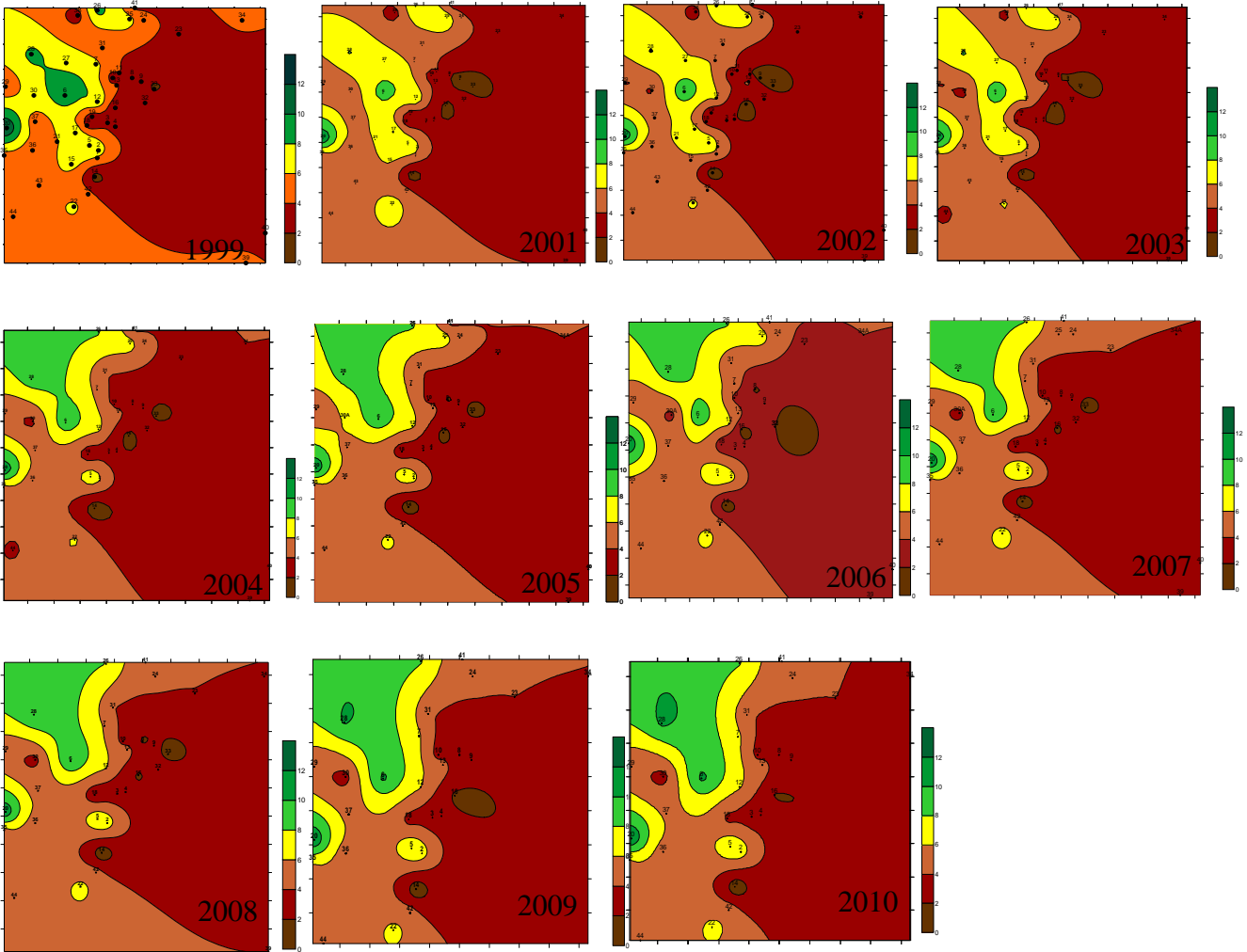
Na figura 2 pode visualizar-se a evolução da zonação das classes da Riqueza Florística (RF), ao longo dos 12 anos de monitorização das comunidades criptogâmicas epifíticas

(briófitos e líquenes) na zona envolvente à Central de Tratamento de Resíduos Sólidos e Urbanos (CTRSU) de São João da Talha.



**Figura 2.** Evolução do padrão de distribuição da zonação de classes de RF para cada estação de amostragem entre 1999 e 2010.

Por sua vez, na figura 3 pode visualizar-se a evolução da zonação das classes do Índice de Pureza Atmosférica ao longo dos 12 anos de monitorização das comunidades criptogâmicas epifíticas (briófitos e líquenes) na zona envolvente à Central de Tratamento de Resíduos Sólidos e Urbanos (CTRSU) de São João da Talha.



**Figura 3.** Evolução do padrão de distribuição da zonação de classes de IPA para cada estação de amostragem entre 1999 e 2010.

Como foi referido anteriormente, ao longo dos anos de monitorização tem-se assistido a ligeiras oscilações anuais dos valores de Riqueza Florística (Figura 2). No entanto, os desvios observados entre os diferentes anos de monitorização, no que diz respeito às regiões com valores de RF mais elevados (a verde) e às regiões com valores de RF mais baixos (a castanho), parecem pouco significativos. As alterações registadas nos últimos anos podem estar associadas à redução do número de estações de amostragem, o que contribui para que as linhas isocontaminadas apresentem ligeiras modificações as quais não estão relacionadas com o agravamento da qualidade ambiental na área de estudo. No

entanto, existe uma tendência clara para que as regiões com valores de RF mais elevados (a verde) predominem especialmente a NW da CTRSU, entre as regiões de Loures e Bucelas. Apesar dos valores de RF terem subido em 5 estações, descido em 1 e mantido o seu valor em 27 estações durante o ano de 2010, as alterações observadas referem-se na sua maioria a um único taxon, sendo por isso consideradas pouco significativas.

Tal como se verifica para a zonação de RF, também a zonação de IPA na região envolvente à CTRSU (Figura 3) revelou pequenas oscilações durante os anos de monitorização. Estes valores foram igualmente influenciados pela redução do número de estações de estudo, no entanto, este factor parece não afectar tanto a zonação do IPA comparativamente com a de RF. As zonas a verde, com um IPA mais elevado predominam a NW da CTRSU, tal como foi verificado no mapeamento da RF. As estações de monitorização com IPA mais elevado correspondem assim às zonas mais distantes das unidades industriais, de aglomerados urbanos e das principais vias de tráfego apresentando ainda pequenos redutos de vegetação semi-natural e muitas vezes a cotas também mais elevadas.

## 2.2. Análise da presença/ausência de alguns grupos funcionais

Foi dada especial atenção aos grupos funcionais, isto é, um grupo de organismos que responde da mesma forma a determinadas variáveis ambientais ou mesmo a um determinado impacte. Os briófitos e líquenes podem assim agrupar-se em grupos funcionais, resultantes das diferentes formas e estratégias de vida que adoptam face ao ambiente envolvente.

### *Líquenes fruticulosos*

Os líquenes fruticulosos são os que apresentam uma elevada sensibilidade às alterações ambientais, sendo os primeiros a revelar os indícios dessas alterações através da redução da cobertura, frequência e também da fertilidade, podendo mesmo deixar de existir quando as condições se agravam (Basel, 1985; Carvalho *et al.*, 2002).

Dado que a região envolvente à CTRSU corresponde a uma área bastante humanizada e industrializada, estes líquenes não se observam na maioria das estações de monitorização, o que indica por si só, uma baixa Riqueza Florística e um baixo Índice de Pureza

Atmosférico na maioria dos locais. Os valores mais elevados foram registados nas estações 6, 20 e 28 a que correspondem igualmente os maiores valores de RF e de IPA. Em 2010 observou-se um aumento de cobertura de líquenes fruticulosos na estação 6, e um decréscimo nas estações 7 e 35.

#### *Líquenes foliáceos*

Este grupo de líquenes é considerado medianamente sensível a alterações ambientais. Na área de estudo este grupo funcional revela uma ocorrência considerável, estando presente na maioria das estações.

Em 2010 ocorreram alterações na cobertura por parte dos líquenes foliáceos em 6 estações (3, 7, 8, 16, 28 e 35). Nas estações 3, 8 e 35 verificou-se um aumento de apenas uma unidade, enquanto nas estações 16 e 28 aumentou em duas unidades e três unidades na estação 7. Tal como ocorreu nos anos anteriores, as estações 6 e 20 apresentam uma incidência mais elevada de líquenes foliáceos. Nas estações 14A e na 44 continua-se a verificar a inexistência deste grupo funcional de líquenes.

#### *Líquenes crustáceos*

Os líquenes crustáceos compreendem as espécies mais tolerantes às alterações ambientais. São organismos pioneiros, isto é, organismos que possuem a capacidade de colonizar novos substratos, neste caso o ritidoma das árvores.

No ano 2010 foram observadas alterações de cobertura em apenas 2 estações de monitorização. Deste modo, na estação 4 a cobertura passou de 10 em 2009 para 13 em 2010, e na estação 8 a cobertura passou de 10 em 2009 para 11 em 2010. É de realçar que as estações onde a incidência de líquenes crustáceos é mais elevada (12 e 24), não correspondem às estações com maior Índice de Pureza Atmosférica e de Riqueza Florística (6, 20 e 28). Tal evidência parece estar relacionada com o facto dos líquenes crustáceos estarem em contacto directo com o ritidoma dos forófitos, sendo este grupo funcional o que mais resiste a alterações da qualidade ambiental, apresentando uma maior distribuição. Os líquenes crustáceos ocorrem em todas as locais de amostragem, desde a estação com maior RF (estação 20) até à que apresenta menor RF (estação 14A), sendo os únicos organismos que podem ser encontrados nos forófitos da estação 14A.

### *Musgos*

Tal como se observou para os líquenes, os musgos revelaram pequenas oscilações de cobertura ao longo de 2010. Assim, registaram-se pequenas oscilações de cobertura em 11 estações de monitorização, das quais 6 estações representam um ligeiro aumento e nas restantes 5, um ligeiro decréscimo.

Salienta-se que estas oscilações não são representativas de qualquer agravamento da qualidade ambiental na área de estudo, mas são o resultado da própria dinâmica natural destas comunidades que são igualmente influenciadas pelas condições climáticas.

### *Hepáticas*

As hepáticas incluem a maioria das espécies de briófitos com uma elevada sensibilidade à poluição atmosférica e a alterações no habitat. No entanto, ao longo de 2010 ocorreu apenas alteração numa única estação de amostragem, a estação 35, onde uma só espécie apresentou menor cobertura.

### 2.3. Zonas de qualidade ambiental da região envolvente à CTRSU

Tal como se tem verificado ao longo dos 12 anos de monitorização, procedeu-se à avaliação da qualidade ambiental na região envolvente à CTRSU. A qualidade ambiental nestas zonas foi classificada como Fraca, Intermédia e, por fim, Boa. Esta classificação é efectuada recorrendo apenas aos valores do Índice de Pureza Atmosférica, uma vez que ponderam quer a ocorrência de uma espécie quer a sua cobertura (Tabela 1).

Em 2010 não se verificaram alterações na classificação das zonas de qualidade ambiental nas diferentes estações de monitorização, comparativamente aos anos anteriores pois as oscilações detectadas nos valores de IPA não foram significativas.



**Tabela 1.** Zonas de qualidade ambiental da área em estudo para 2010.

Zonas de qualidade do ar	Fraca IPA ≤ 4	Intermédia 4 < IPA < 8	Boa IPA ≥ 8
Estações de amostragem	3; 4B; 8; 9; 10; 14A; 16; 18B; 23; 30A; 32; 33; 34A; 39	2; 5; 7; 12; 13; 22; 24; 29; 31; 35; 36; 37; 41; 42; 44	6; 20; 26; 28
Espécies dominantes	<i>Orthotrichum diaphanum</i> <i>Syntrichia laevipila</i> (com gemas) <i>Diploicia canescens</i> <i>Lecanora</i> spp. <i>Physcia tenella</i> <i>Xanthoria parietina</i> <i>Schimatomma 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>	<i>Cryphaea heteromalla</i> (fértil) <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.

#### *Qualidade Ambiental Fraca*

As zonas de monitorização onde se observa um Índice de Pureza Atmosférico inferior ou igual a 4 são classificadas como possuindo Qualidade Ambiental Fraca. Normalmente, estas estações coincidentes com as estações que possuem menor Riqueza Florística. Nesta classe encontram-se as estações 3, 4B, 8, 9, 10, 14A, 16, 18B, 23, 30A, 32, 33, 34A e 39 nas quais dominam espécies bastante resistentes à poluição atmosférica, como é o caso dos musgos *Orthotrichum diaphanum* Brid e *Syntrichia laevipila* Brid.

#### *Qualidade ambiental intermédia*

Nesta classe englobam-se todas as estações que apresentaram um Índice de Pureza Atmosférico entre 4 e 8, abrangendo assim 15 estações de monitorização (2, 5, 7, 12, 13, 22, 24, 29, 31, 35, 36, 37, 41, 42 e 44). Nestas estações predominam briófitos como: *Homalothecium sericeum* (Hedw.) B., S. & G., *Pterogonium gracile* (Hedw.) Sm. e *Zygodon rupestris* (Hartm.) Milde., bem como a hepática *Frullania dilatata* (L.) Dum. Nas espécies de líquenes dominam *Candelariella xanthostigma* (Ach.) Lettau, *Hyperphyscia adglutinata* (Florke) Mayrh. et Poelt, *Hypocenomyce stoechadiana* Abbassi Maaf et Roux, *Parmelia caperata* (L.) Ach., *Parmotrema reticulatum* (Taylor)

M. Choisy e *Pertusaria* spp. Todas estas espécies normalmente não apresentam reprodução sexuada, sendo a reprodução assegurada na sua maioria por dispersão de pequenas porções do talo. Nestes locais as espécies não revelam normalmente grande cobertura mas apresentam geralmente elevada frequência, o que se traduz num elevado esforço de colonização.

#### *Qualidade ambiental boa*

É a classe que inclui as estações com uma maior Riqueza Florística e com um Índice de Pureza Atmosférica superior ou igual a 8, pelo que abrange um reduzido número de estações (6, 20, 26 e 28). Nesta classe dominam espécies de musgos como *Cryphaea heteromalla* (Hedw.) Mohr, *Homalothecium sericeum* (Hedw.) B., S. & G., *Leptodon smithii* (Hedw.) Web. & Mohr., *Leucodon sciuroides* (Hedw.) Schwaegr., *Pterogonium gracile* (Hedw.) Sm (fértil) , espécies de hepáticas como *Radula lindenbergiana* Gott. ex C. Hartm. e espécies de líquenes como *Ramalina fastigiata*, *Ramalina obtusata*, *Ramalina canariensis*, entre outros. Estas espécies são assim frequentes em locais com continuidade ecológica, com uma boa qualidade ambiental, apresentando-se normalmente com elevada cobertura e frutificadas.

#### *Conclusões*

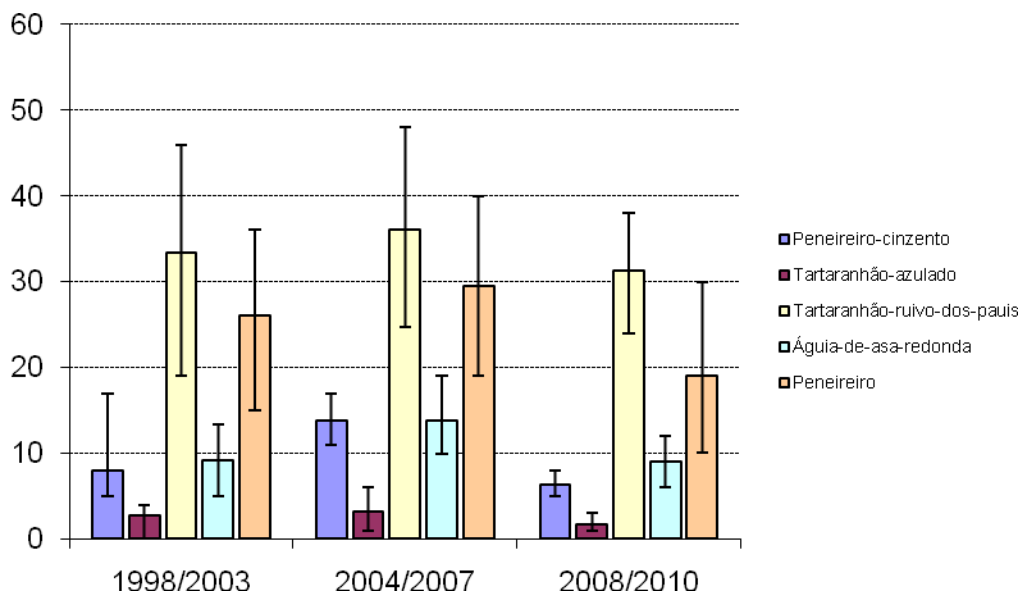
As alterações que foram detectadas nas estações de monitorização da flora epifítica criptogâmica durante o ano de 2010, não podem ser atribuídas a uma degradação das condições ambientais da área de estudo, mais concretamente da qualidade do ar. Parecem sim resultar da variabilidade climática e de uma dinâmica natural, normal destes organismos. A realidade da área envolvente à CTRSU é muito distinta do que ocorre em muitas cidades europeias, onde existem os chamados “desertos liquénicos” devido à inexistência total destas comunidades de plantas.

### 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 estão presentemente em curso).



**Figura 4.** Contagens das aves de rapina mais comuns no transecto T3 na época de Dezembro/ Janeiro. As barras indicam os valores médios e as barras indicam os valores máximos e mínimos de cada espécie. Os dois primeiros gráficos dizem respeito a tetraénios; o terceiro gráfico agrupa apenas os dados de 3 anos (2008/09 a 2010/11).

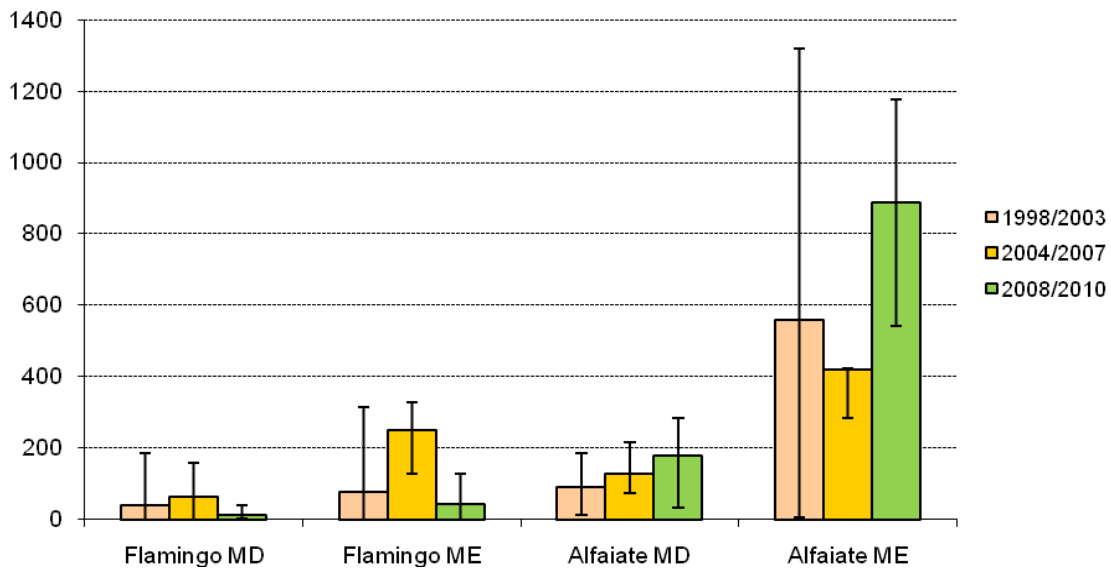
O gráfico revela que a comunidade de aves de rapina que inverte no PNET se tem mantido muito semelhante ao longo de todo o programa de monitorização, apesar de uma grande variabilidade interanual. O mesmo padrão foi registado para as cinco espécies mais comuns no estuário durante o Inverno nos últimos três anos. Quatro destas espécies - tartaranhão-ruivo-dos-pauis, peneireiro, peneireiro-cinzento e águia-de-asa-redonda - são residentes no nosso país, estando assim expostas durante todo o ano às condições locais. Os resultados apontam assim para uma manutenção dos efectivos, com flutuações

interanuais, com a possível excepção do peneireiro-cinzento, cujos efectivos terão diminuído ligeiramente no último triénio.

### 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 alfaiates censados no estuário nos meses de Dezembro e Janeiro durante o programa de monitorização. MD – margem direita; ME – margem esquerda. As barras indicam os valores médios e as barras indicam os valores máximos e mínimos. Em cada gráfico as duas primeiras barras dizem respeito a tetraénios; a terceira barra agrupa apenas os dados de 3 anos (2008/09 a 2010/11).

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. Nos meses de Dezembro e Janeiro dos dois últimos anos não foi observado nenhum flamingo nos sectores de contagem. Esta situação pode corresponder a uma chegada mais tardia das aves invernantes, ou pode também estar relacionada com a diminuição da concentração de fitoplâncton nos últimos dois anos, que pode levar as aves a procurar regiões mais produtivas. No entanto, sabe-se também que esta espécie continua a frequentar outras regiões do estuário, pelo que esta será uma situação a acompanhar.

#### **4. Fitoplâncton e Zooplâncton**

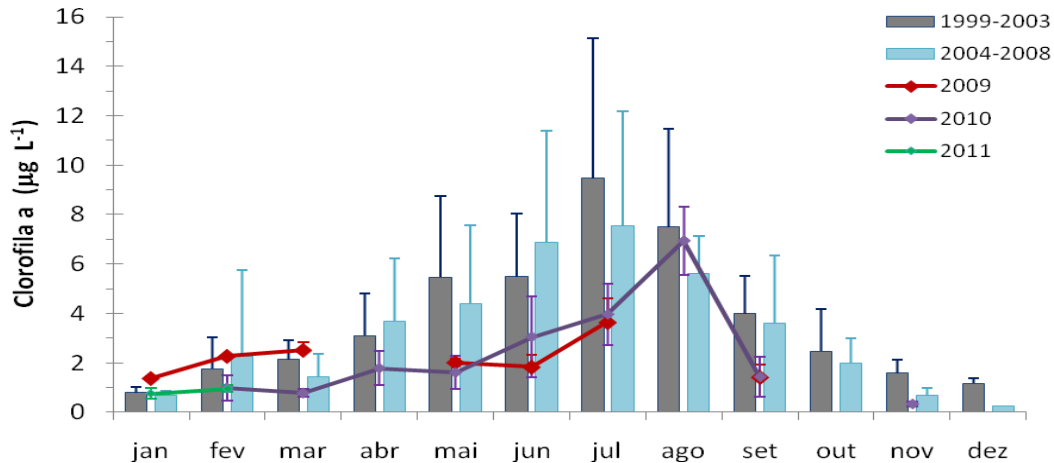
O fitoplâncton é considerado uma comunidade chave nos ecossistemas estuarinos, dado que responde rapidamente a alterações ambientais. O seu crescimento depende da luz, dos nutrientes e da estabilidade da coluna de água. No estuário do Tejo, os nutrientes como os nitratos e silicatos chegam ao estuário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

A recolha de amostras para o estudo do Fitoplâncton foi efectuada em situação de maré morta, em preia-mar, no início da vazante, nas 3 estações situadas na área envolvente à CTRSU. Nos primeiros anos do projecto as colheitas eram mensais, nos anos mais recentes foram reduzidas para um total entre 6 a 10 colheitas por ano.

No presente relatório comparam-se os valores obtidos durante o ano de 2010 e primeiros meses de 2011, com a série referente à primeira fase do estudo (quinquénio 1999-2003), a série correspondente à segunda fase do estudo, (2004-2008) e o ano de 2009.

A biomassa do fitoplâncton no Estuário do Tejo, representada pela concentração em clorofila *a* na coluna de água durante os anos de 2009-2011 apresenta valores semelhantes aos quinquénios anteriores. 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 2008; ano de 2009; 2010 e 2011.

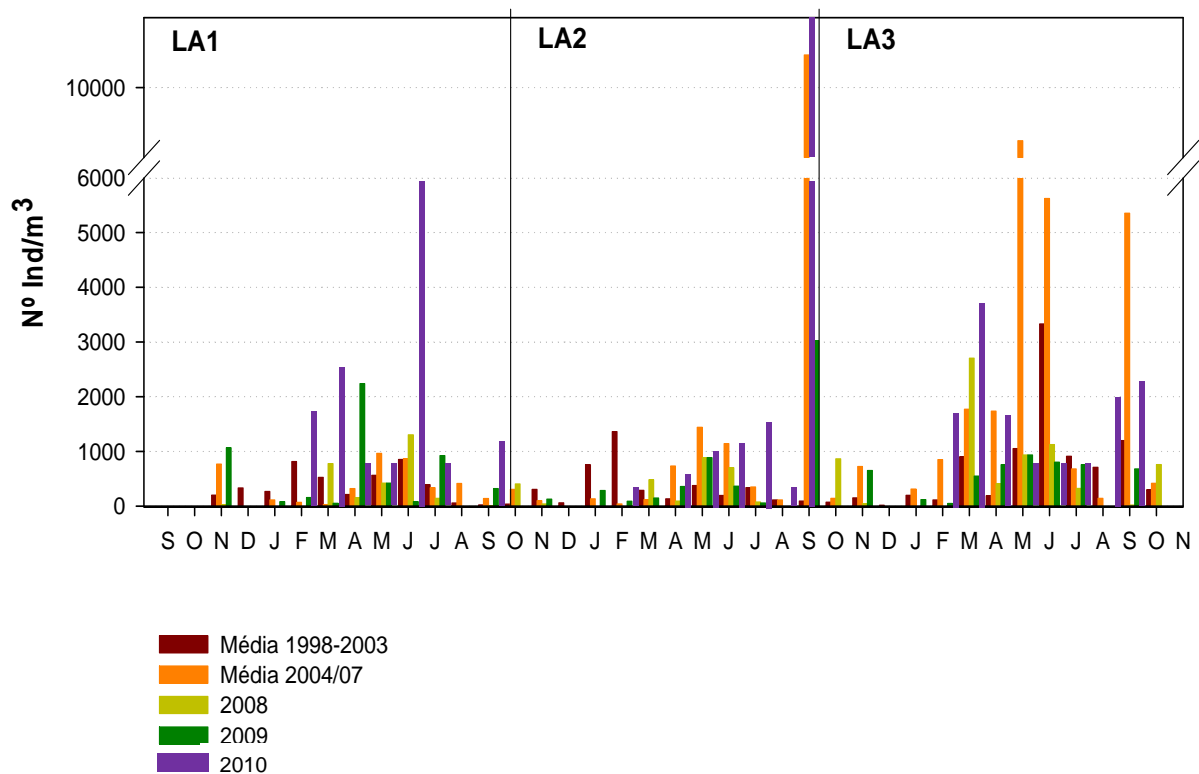
Na figura 7 observa-se a variação da densidade de zooplâncton ao longo de todos os anos de amostragem. As barras castanhas representam a média do primeiro período de amostragem (1998 – 2003), as laranja a média do segundo período (2004 – 2007), as barras amareladas os valores do ano de 2008, as barras verdes os do ano de 2009, e as barras roxas os do ano de 2010.

Observando-se o gráfico em geral, a LA3 é a que apresenta as densidades de zooplâncton mais elevadas e a estação LA2 é a que apresenta valores mais baixos de densidade, não ultrapassando em média os 1500 ind/m<sup>3</sup>. 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 o 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.

As densidades observadas em 2008 são coincidentes com a média. Nas estações LA2 e LA3 foram observados 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 Cirripedia e os Harpacticoida. O ano 2009 acompanha a tendência dos anos anteriores, observando-se um ligeiro aumento das densidades em relação ao ano anterior. Os grupos que contribuíram para os picos de densidade observados foram os Calanoida e os Cirripedia. Em 2010 houve um novo aumento das densidades de zooplâncton total, justificado essencialmente pela grande abundância de organismos Calanoida e Cirripedia. No início do ano (Fevereiro, Março) a presença de Cladocera e Rotifera foi bastante significativa. Os maiores picos de densidade observados durante todos os anos de amostragem foram essencialmente devidos aos grupos Calanoida, Harpacticoida e Cirripedia, o que significa que estes grupos são os mais importantes em termos de abundância e biomassa nesta zona do estuário do Tejo.

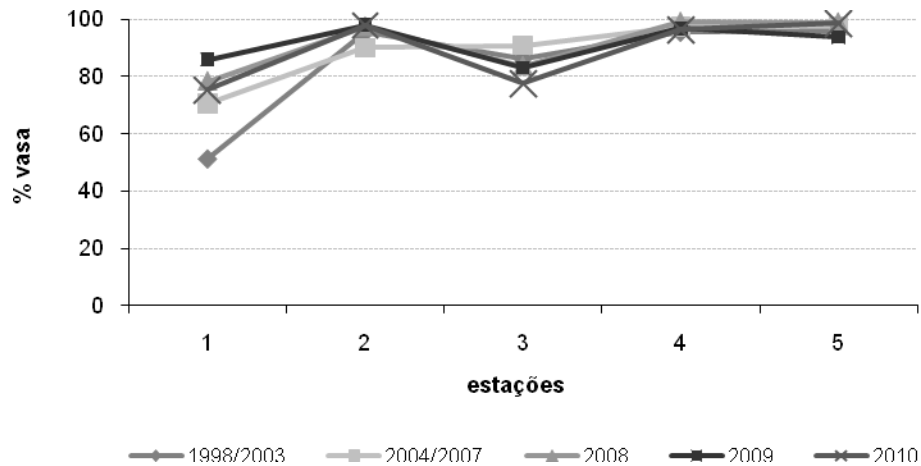
### Densidade do Zooplâncton Total



**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 2008, 2009 e 2010.

## 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 2010 com o dos anos de 2009 e 2008 e 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 2, 4 e 5 (situadas na Cala Norte) são as que apresentam menores flutuações, tendo um teor de vasa que ultrapassa sempre os 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, encontrando-se os valores de 2010 acima da média dos dois períodos de monitorização 1999/2003 e 2004/2007 mas inferiores aos de 2008 e 2009. Na segunda, assiste-se a uma diminuição dessa componente registando os valores de 2010 os mais baixos da série de dados, com valores inferiores a 80%. Estas variações do tipo de substrato evidenciam a forte dinâmica estuarina que é mais acentuada fora da Cala Norte.

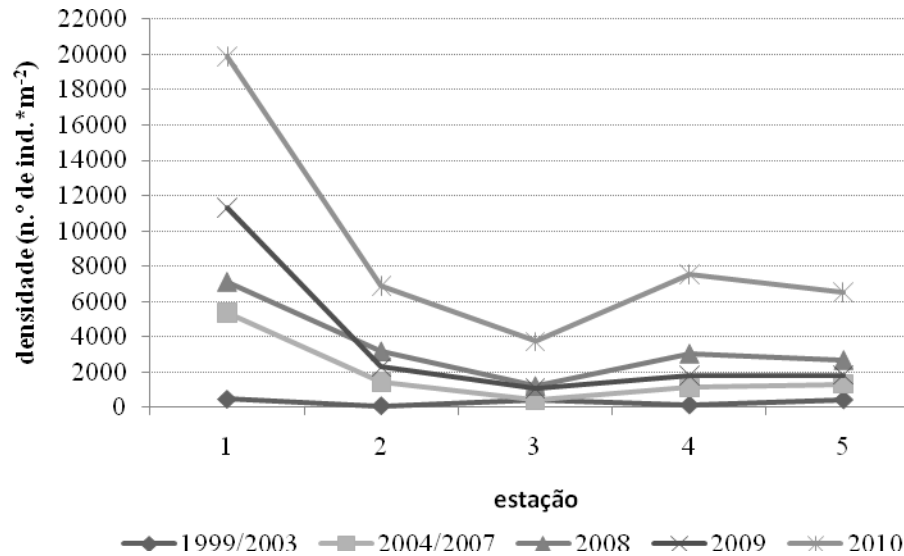


**Figura 8.** Comparação do teor de vasa determinado em 2010 em cada uma das estações amostradas com a média dos valores obtidos durante o período de 1998 a 2003, 2004 a 2007, 2008 e 2009.

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



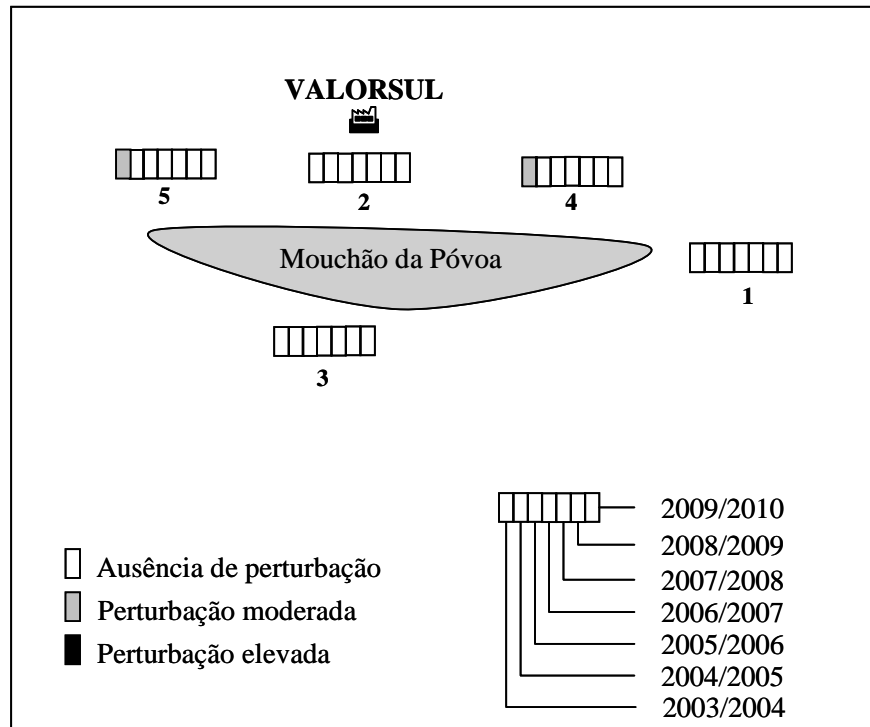
das espécies *Streblospio shrubsolii* e *Hediste diversicolor*, conotadas por preferirem ambientes ricos em matéria orgânica e apresentarem uma boa resistência a diversos tipos de distúrbios. Estes poliquetas alimentam-se de partículas depositadas no substrato, destabilizando os sedimentos coesivos do mesmo, por alterar o tamanho das partículas e aumentar o conteúdo em água.



**Figura 9.** Comparação da densidade de endofauna determinada em 2010 em cada uma das estações amostradas com a média dos valores obtidos durante o período de 1998 a 2003, 2004 a 2007 e nos anos de 2008 e 2009.

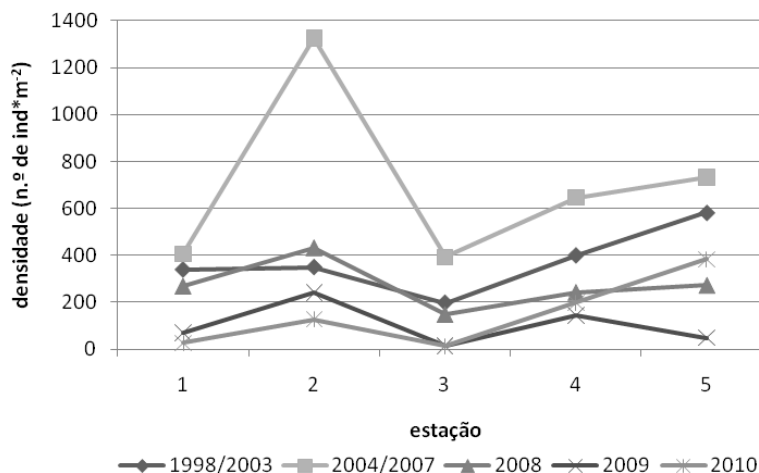
O estado de perturbação das comunidades tem sido avaliado através do método ABC (Abundance and Biomass Comparison, Warwick, 1986). De uma maneira geral, sempre que os valores de biomassa são superiores aos de densidade, então a comunidade encontra-se num estado de não perturbação. É precisamente esta 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. shrebsolii* e *H. diversicolor* e dos Oligochaeta (cf. Relatório anual de Outubro de 2010), dados que devem ser tomados em consideração numa avaliação global do estado de perturbação das comunidades.



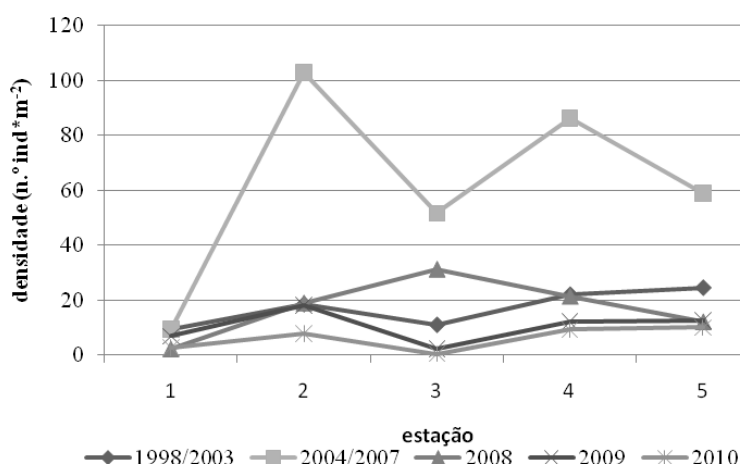
**Figura 10.** Comparação do estado de degradação de cada estação de amostragem entre os anos de 2003e 2010.

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 2010, relativamente aos anos de 2008 e 2009 e à média dos dois períodos anteriores de monitorização, 1998/2003 e 2004/2007. O ano de 2010 registou dos valores mais baixos de todo o período de monitorização, especialmente nas estações fora da cala norte (1 e 3) onde o substrato tem apresentado uma maior componente arenosa, tendência que se tem registado nos últimos anos.



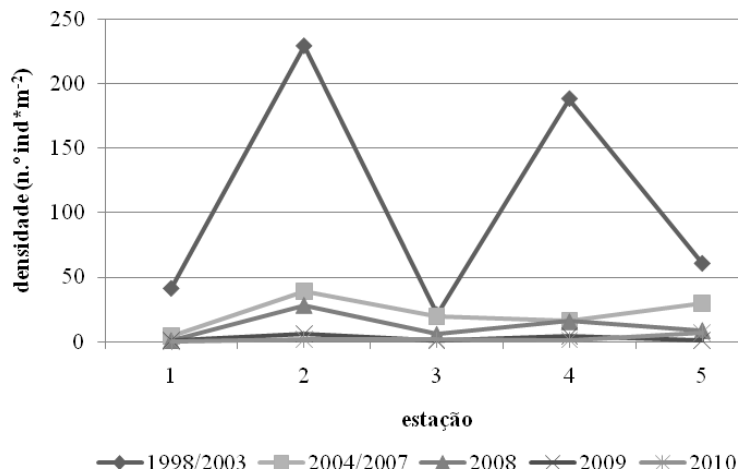
**Figura 11.** Comparação da densidade do camarão-mouro *Crangon crangon* em 2010 em cada uma das estações amostradas com a média dos valores obtidos durante o período de 1998 a 2003, 2004 a 2007 e nos anos de 2008 e 2009.

A densidade do caranguejo-verde *Carcinus maenas* está representada na figura 12. O ano de 2010 apresentou densidades particularmente baixas relativamente a anos anteriores e, em particular nas estações 1 e 3. Esta tendência de ocorrência das maiores densidades nas estações da Cala Norte tem-se mantido desde o início da monitorização com pequenas exceções. Neste contexto, apenas em 2008 ocorreu uma elevada densidade desta espécie na estação 3 e provavelmente explicável pelo aumento do teor de vasa ocorrido nesse ano naquela estação.



**Figura 12.** Comparação da densidade do caranguejo-verde *Carcinus maenas* determinada em 2010 em cada uma das estações amostradas com a média dos valores obtidos durante o período de 1998 a 2003, 2004 a 2007 e nos anos de 2008 e 2009.

A comunidade ictílica tem sido dominada por uma espécie, o caboz-da-areia, *Pomatoschistus minutus*, cujo valor da densidade por estação de amostragem se encontra representado na figura 13. Em 2010, e com excepção da estação 5, registaram-se os valores mais baixos de todo o período de monitorização, embora esta tendência para baixas densidades tenha vindo a acentuar-se desde 2004.

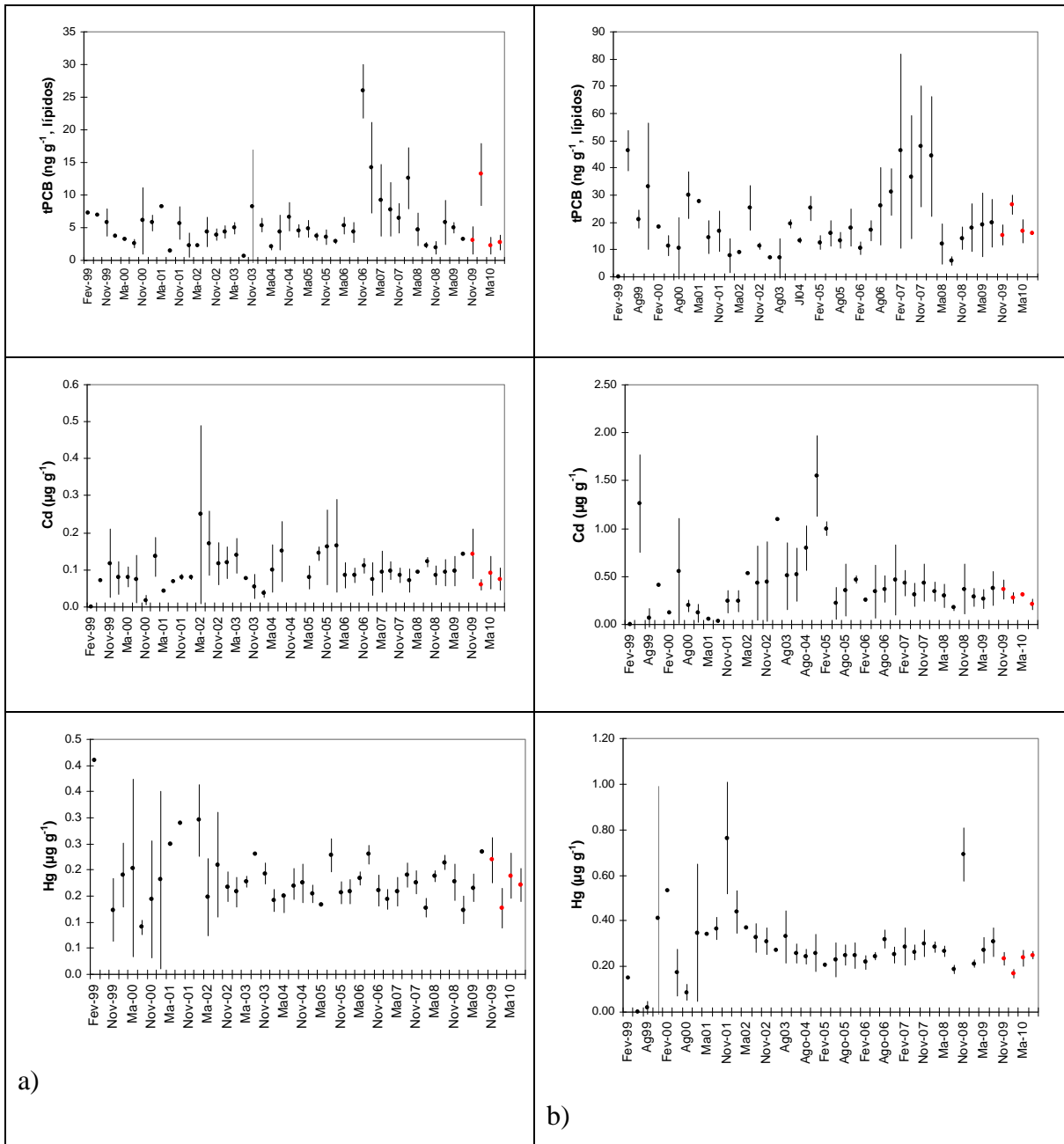


**Figura 13.** Comparação da densidade do caboz-da-areia, *Pomatoschistus minutus* determinada em 2010 em cada uma das estações amostradas com a média dos valores obtidos durante o período de 1998 a 2003, 2004 a 2007 e nos anos de 2008 e 2009.

## 6. Contaminantes

### 6.1. organoclorados e metais

As concentrações de compostos organoclorados (bifenilos policlorados (tPCB)) estão dentro da média 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 14, mostra que os teores determinados em 2010 são dos mais baixos de toda a série temporal e abaixo dos níveis admissíveis para consumo humano.



**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 2010.

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.

### 6.2. dioxinas e furanos

Os teores de dioxinas e furanos encontram-se ainda a ser analisados por um laboratório independente certificado pela Comissão Europeia.

## **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 Lichenological* **82**: 175-185.

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