



INSTITUTO DE OCEANOGRAFIA
faculdade de ciências da universidade de lisboa

MONITORIZAÇÃO BIOLÓGICA DA ZONA DE INTERVENÇÃO DO PARQUE DAS NAÇÕES

ANO DE 2009



RELATÓRIO FINAL

FEVEREIRO DE 2009

EQUIPA TÉCNICA

A equipa técnica que participou na execução deste relatório pertence ao Instituto de Oceanografia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (IO/FCUL) e é constituída por:

- Prof. Doutora Maria José Costa (Coordenação)
- Prof. Doutora Isabel Caçador
- Prof. Doutor Pedro Raposo de Almeida
- Doutor José Lino Costa
- Mestre Gilda Silva
- Mestre Carla Azeda
- Mestre João Paulo Medeiros
- Mestre Ana Filipa Neto
- Dr. Bernardo Duarte
- Inês Gaspar
- Jamir Junior

Índice

1. INTRODUÇÃO	1
2. METODOLOGIA	3
2.1. VEGETAÇÃO DE SAPAL	3
2.1.1. EVOLUÇÃO DAS MANCHAS DE SAPAL	3
2.1.2. ACUMULAÇÃO DE METAIS PESADOS	4
2.2. COMUNIDADES ANIMAIS	4
2.2.1. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS	4
2.2.1.1. ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM E TRABALHO DE CAMPO	4
2.2.1.2. TRABALHO DE LABORATÓRIO	6
2.2.1.2.1. Granulometria dos sedimentos superficiais	6
2.2.1.2.2. Matéria orgânica total dos sedimentos superficiais	7
2.2.1.2.3. Macroinvertebrados bentônicos	7
2.2.1.3. TRATAMENTO DOS DADOS	8
3. RESULTADOS	13
3.1. VEGETAÇÃO DE SAPAL	13
3.1.1. EVOLUÇÃO DAS MANCHAS DE SAPAL	13
3.1.2. ACUMULAÇÃO DE METAIS PESADOS	14
3.1.3. ANÁLISE INTEGRADA	15
3.2. COMUNIDADES ANIMAIS	16
3.2.1. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS	16
3.2.1.1. SEDIMENTOS	16
3.2.1.1.1. Zona intertidal	16
3.2.1.1.2. Zona subtidal	17
3.2.1.2. ANÁLISE GLOBAL DAS COMUNIDADES	19
3.2.1.2.1. Zona intertidal	19
3.2.1.2.2. Zona subtidal	25
3.2.1.3. MÉTODO ABC	31
3.2.1.4. ÍNDICE BIÓTICO MARINHO	32
3.2.1.5. ANÁLISE INTEGRADA	34
4. CONCLUSÕES	36
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1. INTRODUÇÃO

Desde a primeira metade da década de 1990 que o Instituto de Oceanografia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa tem acompanhado a evolução da situação ambiental do espaço ribeirinho do Parque das Nações. Os estudos foram iniciados em 1994 com a caracterização da zona de implementação da Parque EXPO'98 e áreas adjacentes (Costa *et al.*, 1995a) e com o respectivo “Relatório de Avaliação de Impacto Ambiental” (Costa *et al.*, 1995b). Depois disso, a partir do Outono de 1996, tem vindo a ser efectuada a monitorização biológica do local, primeiro com o apoio da Parque EXPO'98 S.A. (Costa *et al.*, 1997; 1999; 2000a; 2001; 2002; 2003), e desde Junho de 2003 em colaboração com a Câmara Municipal de Lisboa (Costa *et al.*, 2004a; 2005a; 2006; 2007a; 2008; presente relatório).

Foram muitas as componentes analisadas durante as várias fases do estudo, como fitoplâncton, microfítobentos, algas macrófitas, vegetação halófitas, zooplâncton, macroinvertebrados bentónicos (no intertidal e subtidal), entomocenoses associadas à vegetação de sapal, peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos. No entanto, devido a condicionantes de ordem financeira, a partir de 2001 os trabalhos centralizaram-se sobretudo nos organismos mais informativos numa perspectiva de curta escala, como sejam a vegetação de sapal e os macroinvertebrados bentónicos estuarinos. A primeira, pela sua elevada sensibilidade e valor ecológico (Costa, 1999), e os segundos, por permitirem uma rápida detecção de situações de degradação do meio aquático (Pereira *et al.*, 1998). Assim, apesar de se reduzir o nível de precisão das análises, tornou-se possível continuar a acompanhar de forma expedita a evolução ambiental desta área. Em 2009, não só por causa de crescentes restrições orçamentais, mas também porque fazia todo o sentido que o respectivo programa de monitorização entrasse numa nova fase, de menor intensidade, uma vez que os impactos ambientais relacionados com o evento EXPO'98 ocorreram já há mais de uma década, manteve-se o estudo das componentes vegetação de sapal e macroinvertebrados bentónicos estuarinos, mas reduziu-se o número de amostragens efectuadas ao longo do ano.

No presente relatório, procurou-se evidenciar as principais conclusões resultantes da monitorização que tem sido efectuada ao longo do período em estudo, das duas componentes atrás referidas, dando-se particular destaque aos dados recolhidos no ano de 2009 e, conseqüentemente, à situação actual. Nesse sentido, a análise criteriosa das séries temporais obtidas até ao momento permitiu identificar, na medida do possível, quais as variações de índole natural e as originadas pela intervenção

humana, bem como o estado de conservação das comunidades estudadas no momento presente.

2. METODOLOGIA

2.1. VEGETAÇÃO DE SAPAL

2.1.1. EVOLUÇÃO DAS MANCHAS DE SAPAL

As zonas de sapal da região montante da área de estudo, ameaçadas durante os trabalhos de implementação do Parque das Nações, registaram uma acentuada recuperação após o fim das principais intervenções no terreno, deixando de estar sujeitas a impactos específicos depois de 2001. Pelo contrário, com o completar das obras e o início de uma crescente utilização por parte do público dos espaços de lazer, os sapais mais próximos destas áreas passaram a estar expostos a um maior risco de degradação. Tornou-se assim adequado iniciar uma monitorização atenta das zonas de sapal situadas junto aos locais mais frequentados pela população, em substituição daquelas estudadas até 2001, agora menos ameaçadas. Deste modo, a partir de 2002 passou-se a acompanhar a evolução dos sapais da região central da área de estudo (Figura 1). Estabeleceram-se então quatro transeptos no local, representativos da referida mancha de sapal, dois situados ao longo do “Caminho das Gaivotas” (*T1* e *T2*) (um de cada lado) e os outros dois localizados na margem do estuário, com orientação perpendicular àquela via (*T3* e *T4*).

De modo idêntico ao que tem acontecido desde 2002, para avaliar o possível impacto antrópico nestas zonas, durante 2009, determinou-se para cada um dos quatro transeptos fixos referidos, a cobertura das várias espécies presentes, de modo a permitir analisar a evolução da estrutura e função das respectivas manchas de sapal. O estudo efectuou-se através da comparação dos resultados obtidos para os mesmos transeptos nas diferentes épocas do ano e nos diferentes anos de estudo. A cobertura foi estimada através da projecção da área ocupada por essa espécie na área total de um transecto, com um metro de lado, perpendicular à linha de costa (Braun-Blanquet, 1979). Os resultados apresentados representam a cobertura relativa de cada espécie no transecto. Pelos motivos adiantados na introdução, em 2009 as amostragens desta componente foram realizadas somente na Primavera e no Outono, apresentando-se neste documento os resultados obtidos nesta última estação do ano, correspondente ao final da época de crescimento.

2.1.2. ACUMULAÇÃO DE METAIS PESADOS

As plantas de sapal são boas indicadoras da qualidade da água estuarina e da disponibilidade de metais pesados nos sedimentos que colonizam, e que através das marés podem passar para a coluna de água. A disponibilidade de metais pesados nos sedimentos de sapal foi avaliada através da determinação das concentrações de zinco (Zn), chumbo (Pb), cobre (Cu), cádmio (Cd), crómio (Cr), níquel (Ni) e cobalto (Co) nas partes aéreas e no sistema radicular de *Halimione portulacoides*, *Sarcocornia perennis* e *Sarcocornia fruticosa*, três espécies frequentes nas manchas de sapal adjacentes ao Parque das Nações. A metodologia utilizada para a determinação das concentrações destes metais pesados foi a descrita por Caçador *et al.* (2000).

2.2. COMUNIDADES ANIMAIS

2.2.1. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

2.2.1.1. ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM E TRABALHO DE CAMPO

Na sequência dos trabalhos efectuados em anos anteriores, para o estudo dos sedimentos e macroinvertebrados bentónicos da zona ribeirinha adjacente ao Parque das Nações, foram realizadas em 2009 amostragens para recolha de sedimentos em 23 estações, divididas por 7 transeptos perpendiculares à margem, incluindo 17 estações na zona intertidal e 6 na zona subtidal (Figura 1). A localização dos transeptos teve em conta os trabalhos realizados anteriormente, de modo a poder efectuar-se uma comparação entre os dados obtidos ao longo de todo o período de monitorização. Assim, foram mantidos os transeptos I, III, IV, V, VI, VII e VIII (Figura 1), já que, por imperativos logísticos, o transepto II teve de ser abandonado a partir do Verão de 1997. De igual modo, a estação A da zona subtidal também deixou de ser amostrada, uma vez que a partir da Primavera de 1998 tal se tornou impossível por motivos operacionais. Neste último ano, devido a trabalhos que estão a decorrer na zona da marina, não foi possível proceder à amostragem das estações intertidais 1, 2 e 3, tal como já havia sucedido em 2008.

Pelos motivos já referidos na introdução, em 2009 apenas foram efectuadas amostragens de macroinvertebrados bentónicos no Verão e no Outono. A escolha destas épocas para as recolhas foi determinada pela vantagem de evitar a maior instabilidade natural dos ecossistemas estuarinos portugueses no Inverno, devido a fenómenos intensos de pluviosidade, e o benefício de iludir a influência dos picos de

recrutamento de muitos organismos durante a Primavera, factores que frequentemente enviesam as análises de qualidade ambiental do meio aquático realizadas a partir das comunidades de macroinvertebrados bentónicos (Costa *et al.*, 2005). De facto, não sendo possível realizar mais do que duas amostragens num determinado ano, o Verão e o Outono (antes das primeiras chuvas) constituem as estações do ano ideais para analisar o impacto antropogénico nas comunidades de macroinvertebrados bentónicos, já que os factores de stress natural, que podem mascarar os impactos de origem antrópica, são mais reduzidos nesta altura.

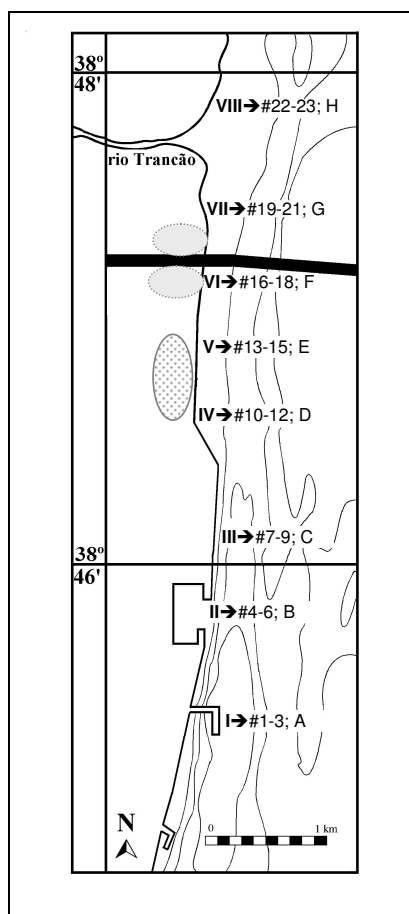


Figura 1 – Localização das áreas seleccionadas para o estudo da vegetação de sapal (● - até 2001; ● - de 2002 em diante) e dos transeptos (I a VIII) e estações de amostragem (1-23: zona intertidal; A-H: zona subtidal) estabelecidos para o estudo dos sedimentos estuarinos e dos macroinvertebrados bentónicos na zona ribeirinha do Parque das Nações.

De forma a poder cumprir os objectivos deste trabalho e efectuar uma correcta comparação com os dados obtidos previamente para este local, também a metodologia adoptada em 2009 para as recolhas foi semelhante à utilizada nos anos anteriores. Assim, as colheitas de sedimento foram realizadas a bordo de uma

embarcação, em preia-mar, utilizando para o efeito uma draga tipo van Veen (modelo Sousa Reis/LMG), com uma área de ataque de 0,05 m². Em cada estação foram efectuadas duas dragagens para análise da macrofauna bentónica e uma para sedimentologia.

As amostras de sedimento para o estudo da macrofauna foram guardadas em sacos de plástico, aos quais se adicionou formol diluído a 4%, corado com Rosa de Bengala e neutralizado com borato de sódio. As amostras recolhidas para o estudo da granulometria e teor em matéria orgânica foram congeladas, de modo a preservar as características do sedimento, sempre que o seu processamento imediato não foi possível.

2.2.1.2. TRABALHO DE LABORATÓRIO

2.2.1.2.1. Granulometria dos sedimentos superficiais

Em cada estação de colheita foi retirada uma amostra com cerca de 100 g de sedimento. Esta foi seca numa estufa a 60 °C, lavada em água doce e passada através de um crivo de 0,063 mm de malha, para remoção da fracção fina (vasa). O restante sedimento foi novamente seco e passado através de uma coluna de quatro crivos (2,000 mm, 0,500 mm, 0,250 mm e 0,063 mm) do tipo "AFNOR", e pesadas as correspondentes fracções individuais. Deste modo, as percentagens de cascalho e areia foram calculadas a partir das porções retidas nas seguintes malhas: > 2,000 mm, 0,063 - 2,000 mm, respectivamente. A fracção vasosa foi determinada por diferença, relativamente ao peso inicial da amostra. Todo este procedimento está representado na Figura 2.

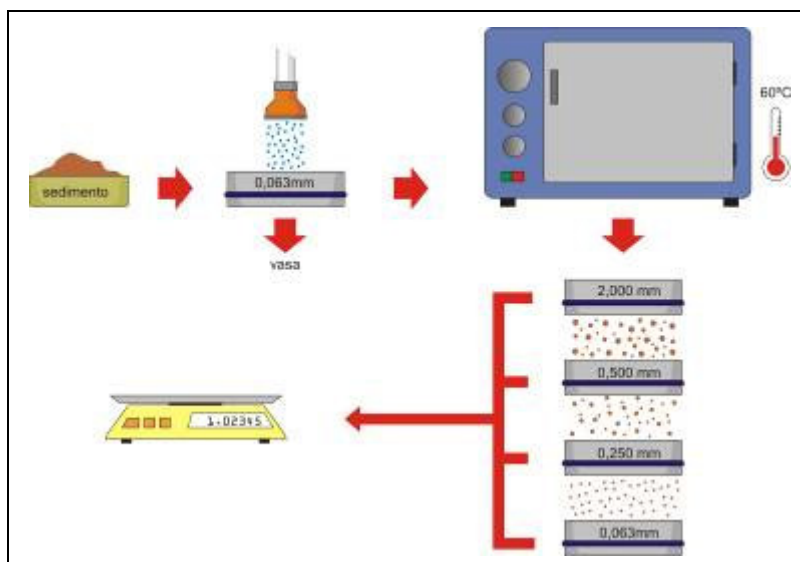


Figura 2 – Passos laboratoriais necessários para determinação da granulometria dos sedimentos.

2.2.1.2.2. Matéria orgânica total dos sedimentos superficiais

A matéria orgânica total (*MOT*) dos sedimentos foi determinada pela diferença entre o peso de uma amostra com cerca de 200 mg, seca numa estufa a 60 °C (*Ps*), e o peso da mesma após combustão numa mufla a 550 °C durante duas horas (*Pc*). Os teores em matéria orgânica foram expressos em valores percentuais, relativamente ao peso total da amostra, e calculados a partir da expressão:

$$MOT = \frac{Ps - Pc}{Ps} \times 100 .$$

2.2.1.2.3. Macroinvertebrados bentónicos

Para detecção dos macroinvertebrados bentónicos, o sedimento das respectivas amostras foi lavado sob um fluxo de água em laboratório, através de uma rede com 0,500 mm de malha. O material retido no crivo foi transferido para frascos de vidro e conservado em álcool a 70°, tendo-se procedido posteriormente à sua triagem, com auxílio de uma lupa binocular, para separação do material biológico. Os organismos foram, sempre que possível, identificados até ao nível específico e contados.

Com o objectivo de avaliar a biomassa relativa à macrofauna existente em cada uma das estações foi determinado o peso seco para cada *taxon*, sempre que a resolução da balança utilizada (0,0001 g) o permitiu. Este parâmetro foi obtido seguindo a técnica descrita por Rumohr (1999). Assim, o material foi colocado numa estufa a 60 °C durante 24 horas, para estabilização do peso seco orgânico, e pesado.

2.2.1.3. TRATAMENTO DOS DADOS

Dada a existência de uma vasta série temporal de dados relativamente às componentes de sedimentos e macroinvertebrados bentónicos (1996-2009), no presente relatório estes elementos não foram analisados numa perspectiva sazonal. Assim, optou-se antes por calcular para os vários parâmetros a estudar as médias dos valores observados ao longo dos anos. No entanto, por uma questão de comparabilidade, como em 2009 apenas se obtiveram amostras destas componentes no Verão e no Outono, essas médias foram determinadas, para todos os anos, recorrendo somente aos dados recolhidos nestas duas épocas. Uma vez que na maioria dos anos amostrados, e pelas razões referidas no ponto 2.2.1.1., não foi possível efectuar a recolha de material nas estações 4, 5 e 6 do intertidal e A e B do subtidal, estas foram retiradas da matriz de dados utilizada. Apesar de nas últimas três épocas de amostragem não terem sido recolhidas amostras nas estações 1, 2 e 3 do intertidal, estas ainda foram incluídas nas diferentes análises temporais.

Tendo em conta as vantagens e fragilidades das várias metodologias correntemente utilizadas nos trabalhos de monitorização das comunidades de macroinvertebrados bentónicos, a utilização conjunta de diversos métodos constitui actualmente a opção mais adequada para o seu estudo, sobretudo quando a área em análise se encontra simultaneamente sujeita a diferentes tipos de pressões antrópicas (Costa *et al.*, 2005b). Por esse motivo, foram empregues no presente trabalho as metodologias que, segundo os últimos autores, melhores resultados têm fornecido quando usadas conjuntamente.

Assim, para análise das comunidades de macroinvertebrados bentónicos e determinação do seu estado de conservação, calculou-se a densidade e biomassa dos organismos (ambas expressas pelo padrão de superfície de 0,05 m², que corresponde à área de ataque do instrumento de colheita utilizado) e ainda os parâmetros riqueza (número de *taxa*) e diversidade taxonómicas dessas comunidades. Os índices de diversidade são baseados no conceito de diversidade de um sistema e fornecem uma medida da composição específica de uma amostra ou de um ecossistema, baseados na riqueza taxonómica e na distribuição da abundância relativa dos indivíduos pelos diferentes *taxa* (Legendre & Legendre, 1984). No presente trabalho foi calculado o índice de diversidade de Shannon - Wiener (H'), através da seguinte expressão:

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i,$$

em que S é o número *taxa* presentes e p_i a proporção dos indivíduos do *taxon i* relativamente ao número total de indivíduos.

Para assegurar a comparabilidade matemática dos dados incluídos nas séries temporais utilizadas para a avaliação da evolução do estado das comunidades de macroinvertebrados, apenas foram considerados nos cálculos de riqueza e diversidade taxonómicas e de densidade e biomassa dos animais, os *taxa* que respeitaram os pressupostos de representatividade adequada em todas as amostras. Assim, foram excluídos os organismos para os quais o engenho de colheita utilizado não é adequado e os que são seres coloniais, impossíveis de individualizar. Além disso, para alguns grupos taxonómicos a precisão das identificações aumentou de forma notória ao longo do estudo, tendo sido, para a análise comparada, utilizado o nível taxonómico mais elevado. Sendo assim, e tal como tem vindo a acontecer desde 2004, em 2009 a riqueza taxonómica real apresentada difere da indicada com propósitos comparativos.

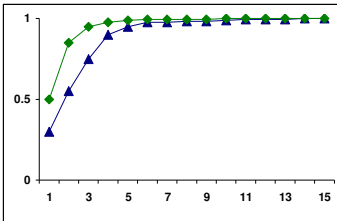
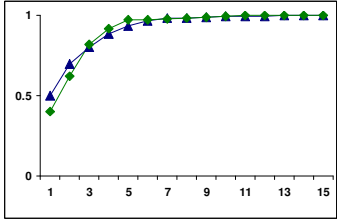
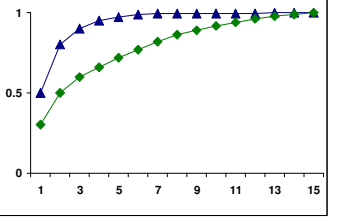
Os resultados obtidos pela análise daquelas medidas foram complementados pela aplicação do Método das Curvas *ABC* (*abundance-biomass comparison*), desenvolvido por Warwick (1986), e o cálculo do Índice Biótico Marinho (AMBI), proposto por Borja *et al.* (2000) e modificado por Muxika *et al.* (2005).

O método das curvas *ABC* parte do pressuposto, enunciado por Pearson & Rosenberg (1978), de que à medida que a degradação de um determinado local vai aumentando, os *taxa* oportunistas (de dimensão reduzida e elevada densidade) vão substituindo gradualmente os mais sensíveis (normalmente de maior tamanho e pouco abundantes). A aplicação desta metodologia permite averiguar a existência de situações de perturbação ambiental a partir da comparação da distribuição da frequência relativa do número de indivíduos dos *taxa* presentes numa determinada área com a distribuição da frequência relativa da biomassa dessas mesmas entidades. As curvas de biomassa e abundância resultantes fazem o escalonamento das entidades taxonómicas por ordem de importância em abcissas, e mostram a percentagem de cada uma em termos ponderais ou numéricos, numa escala cumulativa (% de dominância), nas ordenadas. Sob condições estáveis, quando a comunidade se aproxima do equilíbrio, a distribuição do número de indivíduos entre os *taxa* será mais homogénea que a distribuição da biomassa, mostrando a última grande dominância (Tabela IA). Em situações de perturbação moderada a desigualdade existente entre os indivíduos que dominam em termos ponderais e os que dominam numericamente é reduzida, não havendo razões para esperar diferenças entre as curvas de biomassa e as de abundância, que estão sempre próximas e se podem cruzar (Tabela IB). Quando a perturbação é elevada, as comunidades são dominadas numericamente por um ou mais *taxa* com adultos de pequenas dimensões, existindo

poucos indivíduos de entidades taxonómicas de maior tamanho, embora as últimas contribuam mais para a biomassa total da comunidade do que os primeiros, dominantes em número (Tabela IC). Para maior simplicidade na apresentação dos resultados será utilizado o valor da estatística de Warwick (W-Stat), disponibilizado pelo programa PRIMER 5 (Clarke, 1993), para defenir os três estados de perturbação indicados por este método. Os valores do W-Stat variam entre -1 e -0.1, para situações de elevada perturbação; entre -0.1 e +0.1, quando a perturbação é moderada; e entre +0.1 e +1, para situações de ausência de perturbação (Tabela I). No presente trabalho, nos casos em que o número de taxa registados foi inferior a quatro, o método não foi aplicado, considerando-se que tão baixa riqueza taxonómica é ela própria indicadora de um elevado estado de perturbação das comunidades.

Tabela I – Representação esquemática do estado de perturbação das comunidades de macroinvertebrados bentónicos, segundo o método das curvas ABC (adaptado de Warwick, 1986), e respectivo intervalo da estatística de Warwick (W-Stat) (Clarke, 1993).

◆ - biomassa; ▲ - abundância numérica.

	Gráfico	W-Stat	Grau de perturbação
A)	] +0,1, +1,0]	Ausência de perturbação
B)		[-0,1, +0,1]	Perturbação moderada
C)		[-1,0, -0,1[Perturbação elevada

ordenação de espécies

Também com o objectivo de avaliar o estado de perturbação das comunidades de macroinvertebrados bentónicos, foi utilizado o Índice Biótico Marinho (AMBI), desenvolvido especificamente com esse fim para os ambientes marinhos e posteriormente adaptado aos sistemas estuarinos (Borja *et al.*, 2000; Muxika *et al.*, 2005). Os pressupostos teóricos do modelo têm como base o paradigma de Pearson &

Rosenberg (1978), que descreve a resposta das comunidades bentónicas ao enriquecimento orgânico. O AMBI reconhece cinco grupos ecológicos, de acordo com os níveis de sensibilidade/tolerância a perturbações de origem antrópica, anteriormente definidos por Grall & Glémarec (1997), e de acordo com o julgamento dos próprios autores: *Grupo I (GI)* - espécies muito sensíveis ao enriquecimento orgânico; presentes em condições não perturbadas; *Grupo II (GII)* - espécies indiferentes ao enriquecimento orgânico; apresentam baixas densidades, com variações pouco significativas ao longo do tempo; *Grupo III (GIII)* - espécies tolerantes a um excessivo enriquecimento orgânico; ocorrem em condições normais, mas as suas populações são estimuladas pelo aumento dos teores de matéria orgânica; *Grupo IV (GIV)* - espécies oportunistas de 2ª ordem; proliferam em situações de desequilíbrio ligeiro a pronunciado; *Grupo V (GV)* - espécies oportunistas de 1ª ordem; proliferam em situações de desequilíbrio pronunciado. A lista dos *taxa* classificados em cada um dos grupos anteriores tem vindo a ser actualizada com base em estudos desenvolvidos por diversos autores e, apesar de privilegiar a identificação ao nível específico, propõe classificações para as entidades taxonómicas cuja identificação à espécie não seja praticável.

Com base na abundância relativa dos *taxa* presentes em cada colheita é calculado o índice AMBI, segundo a seguinte fórmula:

$$\text{AMBI} = \frac{[(0,0 \times \% \text{GI}) + (1,5 \times \% \text{GII}) + (3,0 \times \% \text{GIII}) + (4,5 \times \% \text{GIV}) + (6,0 \times \% \text{GV})]}{100}$$

Este valor de AMBI, que varia de forma contínua entre 0,0 e 7,0, permite estabelecer uma classificação do estado da comunidade bentónica e os respectivos níveis de perturbação dos locais (Tabela II). De facto, em função do estado das comunidades, são estabelecidas cinco classes de qualidade, enquadrando-se estas nas exigências da Directiva-Quadro da Água (2000/60/EC).

O cálculo do índice foi efectuado com a utilização do software AMBI 4.1 (*AZTI' Marine Biotic Index*), desenvolvido pelos autores e disponibilizado em www.azti.es. A lista de *taxa* associados a este método engloba presentemente 5600 entidades distintas, distribuídas pelos diferentes grupos. No entanto, alguns organismos identificados no presente trabalho não puderam ser utilizados por não constarem na referida lista e/ou não existirem dados suficientes sobre a sua tolerância/sensibilidade que permitissem inclui-los, para já, num dos grupos ecológicos pré-definidos.

Tabela II – Sumário da correspondência entre os valores do Índice Biótico Marinho (AMBI), o estado da comunidade bentónica e os níveis de perturbação ambiental das áreas marinhas e estuarinas (adaptado de Borja *et al.*, 2000 e Muxika *et al.*, 2005)

AMBI	Grupo Ecológico dominante	Estado da comunidade bentónica	Níveis de perturbação
$0,0 \leq \text{AMBI} < 0,2$	I	Normal	Perturbação ausente
$0,2 \leq \text{AMBI} < 1,2$		Empobrecido	
$1,2 \leq \text{AMBI} < 3,3$	III	Desequilibrado	Perturbação reduzida
$3,3 \leq \text{AMBI} < 4,5$		Transição para poluído	
$4,5 \leq \text{AMBI} < 5,0$	IV – V	Poluído	Perturbação moderada
$5,0 \leq \text{AMBI} < 5,5$		Transição para fortemente poluído	
$5,5 \leq \text{AMBI} < 7,0$	V	Fortemente poluído	Perturbação elevada
7,0	Azóico	Azóico	Perturbação extrema

O Índice Biótico Marinho é particularmente vocacionado para aferir alterações relacionadas com a introdução de cargas orgânicas no meio marinho, enquanto o Método das Curvas ABC é mais adequado para detectar outro tipo de modificações, como por exemplo o revolvimento do sedimento aquando da realização de operações de dragagem (Costa *et al.*, 2007b). Por esse motivo, a sua utilização conjunta tem a grande vantagem de possibilitar a identificação de diferentes impactos no meio estuarino e nas respectivas comunidades biológicas bentónicas.

Naturalmente, os dados referentes à riqueza e diversidade taxonómicas e à densidade e biomassa dos organismos foram igualmente importantes para confirmar o estatuto de preservação das comunidades, obtido mediante a aplicação do Método das Curvas ABC e do Índice Biótico Marinho.

3. RESULTADOS

3.1. VEGETAÇÃO DE SAPAL

3.1.1. EVOLUÇÃO DAS MANCHAS DE SAPAL

Analisando os resultados referentes aos povoamentos de sapal, o ano de 2009 mostrou que a espécie mais abundante na área de estudo continuou a ser *Sarcocornia fruticosa*, com valores de cobertura superiores a 85% nos quatro transeptos estudados (Figura 3). *Sarcocornia perennis*, *Halimione portulacoides* e *Polygonum maritimum* mantiveram índices de cobertura bastante inferiores, variando entre os 2% e os 29%. *Aster tripolium* continuou a reduzir a sua área de cobertura. Actualmente cobre apenas cerca de 2% da superfície de sapal analisada. *Juncus maritimus* surge de novo neste sapal em 2009, com uma pequena área de cobertura que mantém aproximadamente 5%. Esta espécie, pelo facto de ter surgido pela primeira vez apenas em 2008, continua a não ser incluída na Figura 3. *Halimione portulacoides* sofreu em 2009 uma ligeira diminuição na sua área de cobertura, no transecto T1, ao mesmo tempo que exibiu um ligeiro aumento no transecto T3. Analisando os resultados obtidos no estudo comparativo da evolução das áreas relativas de cobertura das diferentes espécies, pode concluir-se que as alterações verificadas na estrutura das manchas de vegetação de sapal adjacente ao Parque das Nações, durante o ano de 2009, à semelhança dos períodos anteriores, parecem devidas sobretudo à variabilidade interanual dos ecossistemas. Por outro lado, o aparecimento e manutenção de um povoamento de *Juncus maritimus* no local é claramente indicador de um abaixamento dos valores de salinidade do sedimento.

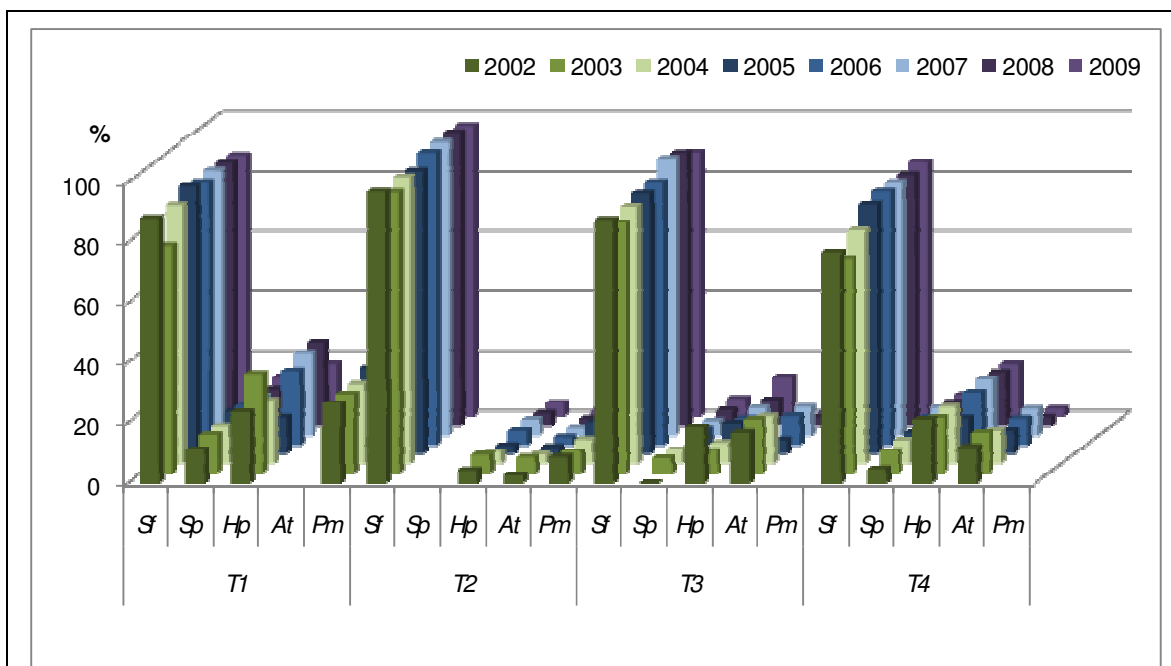


Figura 3 – Percentagem de cobertura de *Sarcocornia fruticosa* (Sf), *Sarcocornia perennis* (Sp), *Halimione portulacoides* (Hp) *Aster tripolium* (At) e *Polygonum maritimum* (Pm) ao longo dos transectos T1, T2, T3 e T4 realizados nas manchas de sapal do Parque das Nações de 2002 a 2009.

3.1.2. ACUMULAÇÃO DE METAIS PESADOS

Relativamente às concentrações de metais pesados nos tecidos das plantas de sapal da área de estudo, os níveis de Zn, Pb, Cu, Cd, Cr, Ni e Co determinados em 2009 foram significativamente inferiores ($p < 0,05$) aos obtidos nos anos anteriores, nomeadamente em 2005, 2006, 2007 e 2008 (Figura 4). Estes resultados apontam para uma melhoria na qualidade da água que banha este sapal, no que se refere à presença de metais pesados.

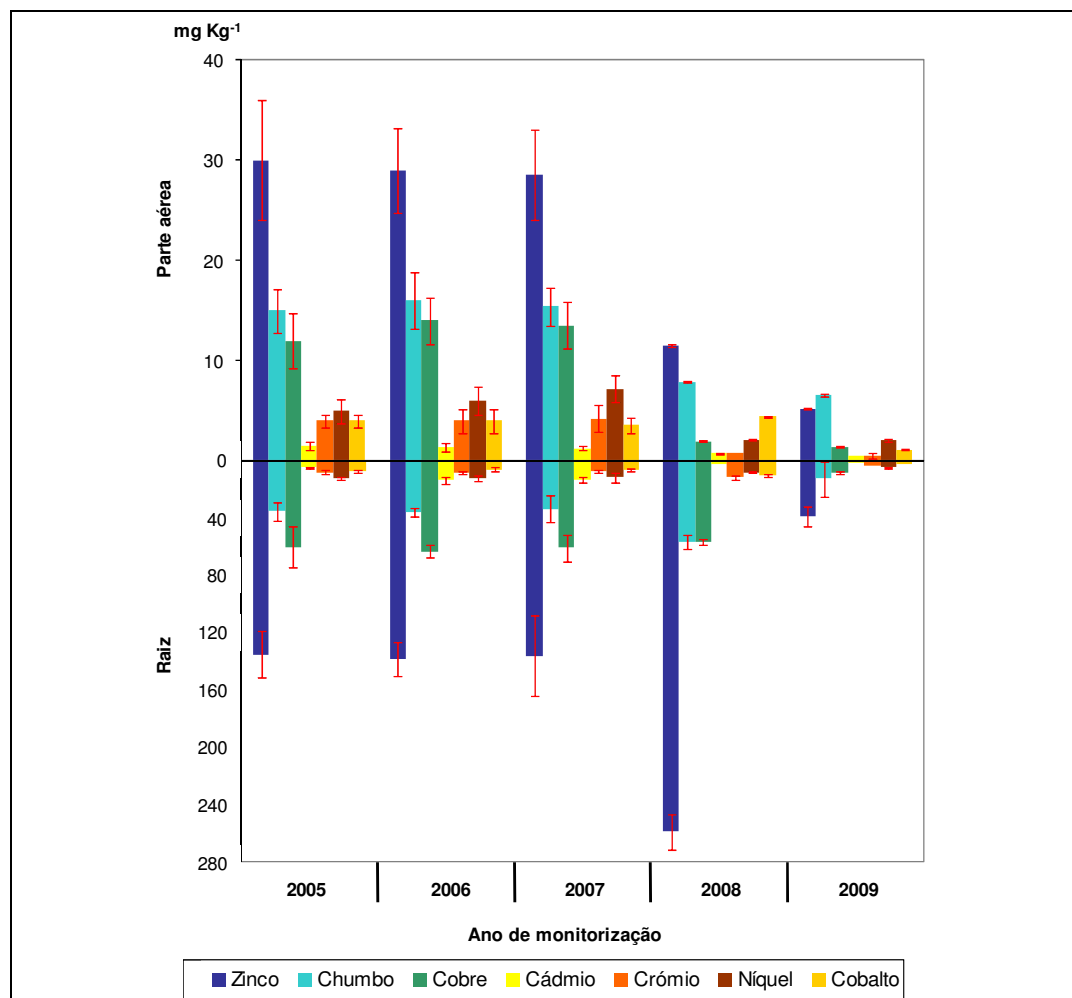


Figura 4 – Valores (média \pm desvio padrão) das concentrações de zinco, chumbo, cobre, cádmio, crómio, níquel e cobalto no sistema radicular e nas partes aéreas dos exemplares de *S. fruticosa* (n=3), *S. perennis* (n=3) e *H. portulacoides* (n=3) que colonizam as manchas de sapal investigadas na área de estudo, no Outono de 2005, 2006, 2007, 2008 e 2009.

3.1.3. ANÁLISE INTEGRADA

Tal como em anos anteriores, as reduzidas alterações verificadas em 2009 a nível da estrutura dos povoamentos de sapal da área de estudo parecem ter ficado a dever-se apenas à variabilidade interanual deste tipo de ecossistemas, e sobretudo a um abaixamento da salinidade das águas que banham o local. Além disso, nos últimos anos não se tem verificado qualquer avanço das plantas oportunistas que ocorrem na zona de fronteira destas manchas de sapal com o meio terrestre. Também não se verificaram impactos significativos nestas comunidades devido a problemas de pisoteio e introdução de lixos por parte dos visitantes do Parque das Nações. As concentrações de metais pesados determinados nos tecidos das plantas foram, regra

geral, baixas e inferiores às verificadas anteriormente. À excepção do zinco, os seus níveis são típicos de uma situação pré-industrial.

3.2. COMUNIDADES ANIMAIS

3.2.1. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

3.2.1.1. SEDIMENTOS

3.2.1.1.1. Zona intertidal

Seguindo a tendência geral desde sempre observada, em 2009 os sedimentos da zona intertidal da área de estudo continuaram a ser maioritariamente constituídos por vasa (Figura 5). Neste último ano pode mesmo dizer-se que toda a zona de entre-marés em análise apresentou fundos vasosos.

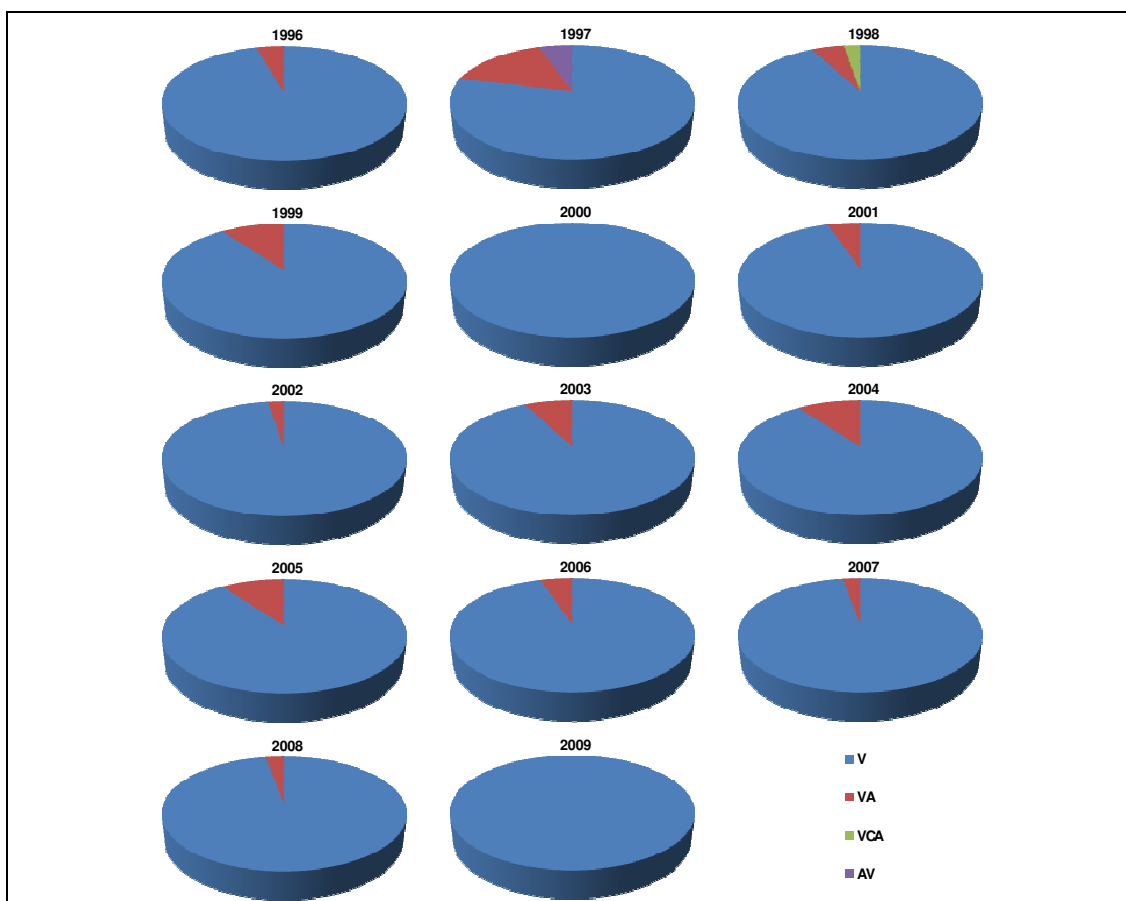


Figura 5 - Percentagem de cada tipo de sedimento (V - vasa; VA - vasa arenosa; VCA - vasa cascalho-arenosa; AV - areia vasosa) na zona intertidal do Parque das Nações nas épocas de Verão e Outono dos diferentes anos de monitorização (1996 - 2009).

Acompanhando a tendência para o substrato da zona continuar a exibir percentagens de elementos finos consistentemente superiores a 80%, também os teores de *MOT* no intertidal apresentaram sempre valores superiores a 5% (Figura 6), os quais podem ser considerados elevados e característicos de zonas sujeitas a fortes cargas orgânicas de origem antrópica, na medida em que vasas não poluídas comportam normalmente valores situados entre 0,5% e 5,0% (Hily, 1984). Neste último ano, contudo, verificou-se um ligeiro decréscimo neste parâmetro em relação a 2008.

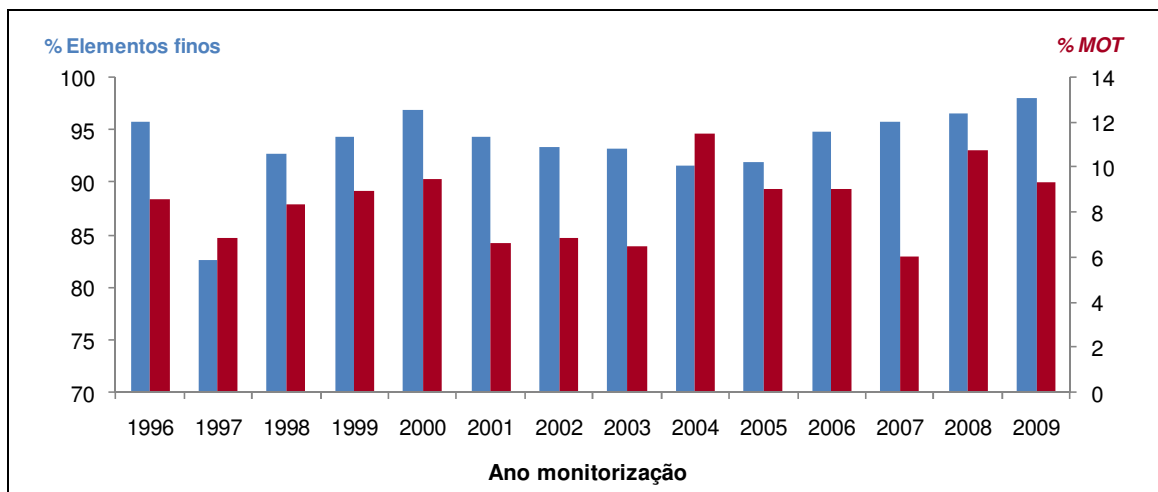


Figura 6 - Variação dos teores de matéria orgânica (*MOT*) e percentagem de elementos finos na zona intertidal do Parque das Nações nas épocas de Verão e Outono dos diferentes anos de monitorização (1996 - 2009).

3.2.1.1.2. Zona subtidal

Os sedimentos da zona subtidal da área de estudo sempre denotaram uma maior heterogeneidade composicional do que os seus homólogos do intertidal, tendo essa tendência sido particularmente visível durante a fase de implementação do Parque Expo'98, ou seja, antes de 1998 (Figura 7). No entanto, a partir desse momento, também aí se passou a verificar um domínio claro da fracção vasosa, que ainda hoje se mantém. Tal como no intertidal, também no subtidal os valores de *MOT* decresceram, em 2009, relativamente a 2008 (Figura 8). Esses teores de matéria orgânica mantêm-se, contudo, acima do limite de 5%, que marca a fronteira de ocorrência de poluição orgânica.

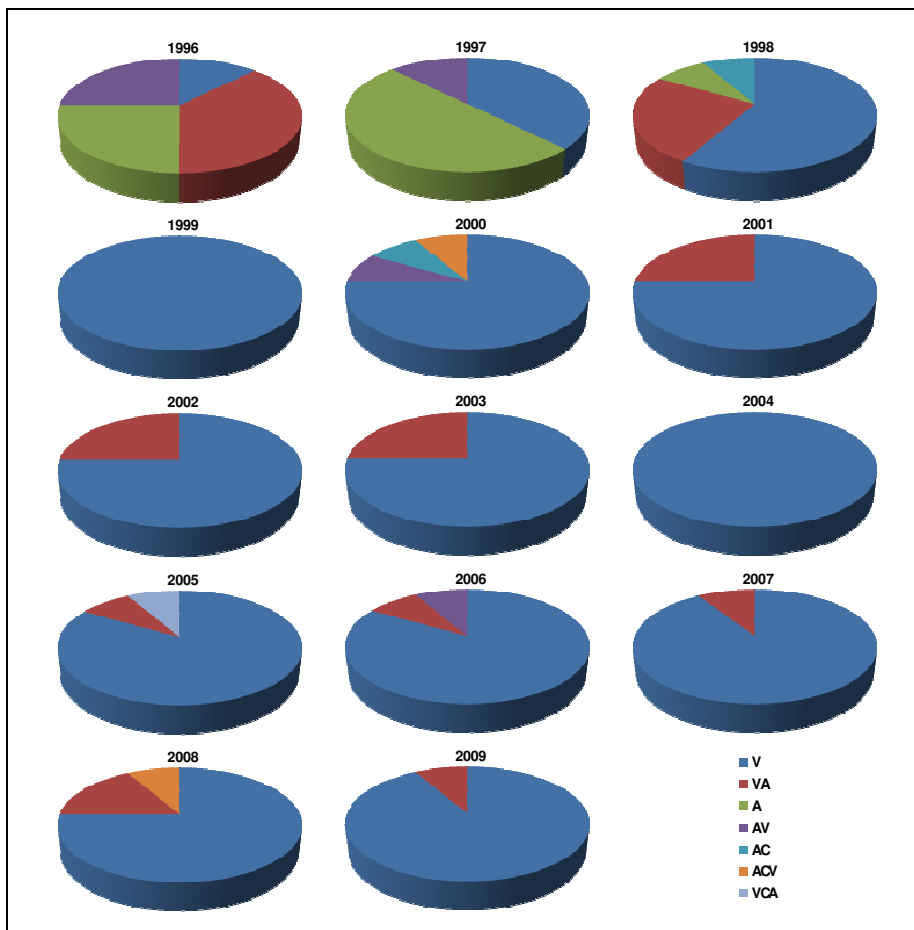


Figura 7 - Percentagem de cada tipo de sedimento (V - vasa; VA - vasa arenosa; A - areia; AV - areia vasosa; AC - areia cascalhenta; ACV - areia cascalho-vasosa; VCA - vasa cascalho-arenosa) na zona subtidal do Parque das Nações nas épocas de Verão e Outono dos diferentes anos de monitorização (1996 - 2009).

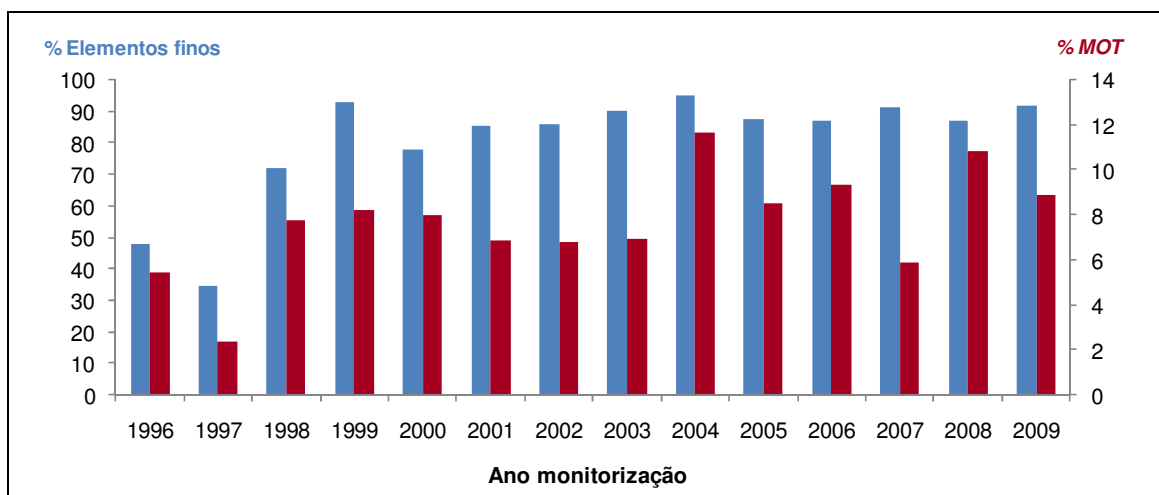


Figura 8 - Variação dos teores de matéria orgânica (MOT) e percentagem de elementos finos na zona subtidal do Parque das Nações nas épocas de Verão e Outono dos diferentes anos de monitorização (1996 - 2009).

3.2.1.2. ANÁLISE GLOBAL DAS COMUNIDADES

3.2.1.2.1. Zona intertidal

Durante o ano de 2009 recolheram-se na zona intertidal da área de estudo 6690 macroinvertebrados bentónicos, pertencentes a 59 entidades taxonómicas distintas (Tabela III). Os grupos melhor representados foram os anelídeos (22 *taxa*), seguidos dos artrópodes (17 *taxa*) e dos moluscos (13 *taxa*). De um modo geral, estes têm sido os grupos biológicos com maior riqueza taxonómica no local ao longo deste programa de monitorização, com 45, 35 e 25 *taxa*, respectivamente. No total, identificaram-se até ao momento 114 *taxa* distintos na zona intertidal da área de estudo, nas épocas de Verão e Outono, no entanto, apenas quatro deles [oligoquetas, o poliqueta *Streblospio shrubsolii* (Buchanan, 1890), o bivalve *Scrobicularia plana* (da Costa, 1778) e o gastrópode *Hydrobia ulvae* (Pennant, 1777)] surgiram em todos os anos de monitorização e 63 foram registados uma única vez durante todo o estudo nas referidas épocas.

Em 2009 observaram-se na zona de entre-marés do local 22 novos *taxa*. De facto, na região intertidal da área de estudo observou-se no último ano a continuação da tendência geral registada recentemente para um aumento na densidade e na riqueza taxonómica de macroinvertebrados bentónicos (Figura 9). Também o parâmetro diversidade registou, em 2009, um acréscimo relativamente a anos anteriores, só sendo inferior ao valor observado em 1999. A biomassa de macroinvertebrados bentónicos, contudo, apresentou um declínio considerável em relação a 2008, quando havia apresentado o nível mais elevado de todo o estudo. No entanto, este parâmetro manteve-se com um valor superior ao registado nos restantes anos.

Tabela III – Lista de *taxa* de macroinvertebrados bentónicos inventariados na zona intertidal do Parque das Nações nas épocas de Verão e Outono dos diferentes anos de monitorização (1996 - A; 1997 - B; 1998 - C; 1999 - D; 2000 - E; 2001 - F; 2002 - G; 2003 - H; 2004 - I; 2005 - J; 2006 - K; 2007 - L; 2008 - M; 2009 - N)

TAXA	ANOS
Filo PORIFERA	
Porifera n.i.	J
Filo CNIDARIA	
Classe Hydrozoa	
Hydrozoa n.i.	C,F,G,H,J
Classe ANTHOZOA	
Ordem Actinaria	
Família Actiniidae	
<i>Actinia equina</i> (Linnaeus, 1758)	E,K,N
<i>Bolocera tuediae</i> (Johnston, 1832)	N

(continua)

Tabela III (continuação)

TAXA	ANOS
Família Sagartiidae	
<i>Actinothoe sphyrodeta</i> (Gosse, 1858)	N
Filo NEMERTEA	
Nemertea n.i.	H,I,J,K,L,M,N
Filo NEMATODA	
Nematoda n.i.	C,G,J,K,L,N
Filo MOLLUSCA	
Classe GASTROPODA	
Ordem Vetigastropoda	
Família Skeneidae.	
<i>Dikoleps cutleriana</i> (Clark, 1848)	N
Ordem Hypsogastropoda	
Família Skeneopsidae.	
<i>Skeneopsis planorbis</i> (Fabricius O., 1780)	L
Família Hydrobiidae	
<i>Hydrobia ulvae</i> (Pennant, 1777)	A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N
Família Eulimidae	
<i>Melanella</i> sp.	J
Ordem Heterostropha	
Família Pyramidellidae	
<i>Eulimella acicula</i> (Philippi, 1836)	J
<i>Eulimella cerullii</i> (Cossmann, 1916)	N
<i>Eulimella</i> sp.	N
<i>Odostomia lukisi</i> Jeffreys, 1859	N
<i>Turbonilla lactea</i> (Linnaeus, 1758)	K,M,N
Ordem Cephalaspidea	
Família Retusidae	
<i>Retusa truncatula</i> (Bruguière, 1792)	M
Ordem Archaeopulmonata	
Família Ellobiidae	
Ellobiidae n.i.	K
Gastropoda n.i.	K
Classe BIVALVIA	
Ordem Nuculoida	
Família Nuculidae	
<i>Nucula nucleus</i> (Linnaeus, 1758)	K
<i>Nucula</i> sp.	N
Ordem Veneroida	
Família Kelliidae	
<i>Kellia suborbicularis</i> (Montagu, 1803)	N
Família Cardiidae	
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Poiret, 1789)	C,E,F,H,I,J,K,L,M,N
<i>Parvicardium ovale</i> (Sowerby G.B. II, 1840)	N
Família Montacutidae	
<i>Kurtiella bidentata</i> (Montagu, 1803)	M,N
Família Scrobiculariidae	
<i>Scrobicularia plana</i> (Da Costa, 1778)	A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N
Família Semellidae	
<i>Abra alba</i> (W. Wood, 1802)	K,M
<i>Abra tenuis</i> (Montagu, 1803)	J
Família Veneridae	
<i>Timoclea ovata</i> (Pennant, 1777)	M
<i>Venerupis senegalensis</i> (Montagu, 1803)	K
Ordem Myoida	
Família Corbulidae	
<i>Corbula gibba</i> (Olivi, 1792)	E,I,K,L,M,N

(continua)

Tabela III (continuação)

TAXA	ANOS
Família Pholadidae	
<i>Barnea candida</i> (Linnaeus, 1758)	K,M
Filo ANNELIDA	
Classe OLIGOCHAETA	
Oligochaeta n.i	A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N
Classe POLYCHAETA	
Ordem Phyllodocida	
Família Polynoidae	
<i>Harmothoe extenuata</i> (Grube, 1840)	M
<i>Harmothoe imbricata</i> (Linnaeus, 1767)	N
<i>Harmothoe impar</i> (Johnston, 1839)	K
<i>Harmothoe spinifera</i> (Ehlers, 1864)	N
<i>Harmothoe</i> sp.	N
<i>Malmgreniella lunulata</i> (Delle Chiaje, 1830)	K
Família Pholoididae	
<i>Pholoe inornata</i> Johnston, 1839	K,M,N
Família Sigalionidae	
<i>Sthenelais boa</i> (Johnston, 1833)	K,M
Família Phyllodocidae	
<i>Eteone picta</i> Quatrefages, 1865	L
Família Hesionidae	
<i>Ophiodromus flexuosus</i> (Delle Chiaje, 1825)	J
Família Syllidae	
<i>Exogone</i> sp.	J
<i>Parapionosyllis</i> sp.	K,M
<i>Sphaerosyllis</i> sp.	J,K
<i>Syllis gracilis</i> Grube, 1840	J,N
<i>Syllis</i> sp.	N
Syllidae n.i.	D
Família Nereididae	
<i>Nereis diversicolor</i> (O.F. Müller, 1776)	A,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N
Família Nephtyidae	
<i>Nephtys cirrosa</i> Ehlers, 1868	H,I,J
<i>Nephtys hombergii</i> Savigny, 1818	D,E,G,H,I,J,K,L,M,N
<i>Nephtys</i> sp.	E
Família Glyceridae	
<i>Glycera convoluta</i> Keferstein, 1862	N
Ordem Eunicida	
Família Eunicidae	
<i>Marphysa sanguinea</i> (Montagu, 1815)	A
Família Onuphidae	
<i>Diopatra neapolitana</i> Delle Chiaje, 1841	N
<i>Hyalinoecia</i> sp.	M
Família Dorvilleidae	
<i>Ophryotrocha puerilis</i> Claparède & Mecznirow, 1869	A
Ordem Spionida	
Família Spionidae	
<i>Boccardia redeki</i> (Horst, 1920)	N
<i>Polydora ciliata</i> (Johnston, 1838)	H,I,J,N
<i>Polydora ligni</i> Webster, 1879	M
<i>Polydora</i> spp.	A,B,C,D,E,F
<i>Pygospio elegans</i> Claparède, 1863	A,I
<i>Spio filicornis</i> (O. F. Müller, 1776)	K
<i>Streblospio shrubsolii</i> (Buchanan, 1890)	A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N
Ordem Cirratulida	
Família Cirratulidae	
<i>Aphelochaeta</i> sp.	G,H,I,J,K,L,M,N

(continua)

Tabela III (continuação)

TAXA	ANOS
<i>Cirratulus cirratus</i> (O.F. Müller, 1776)	G
<i>Tharyx</i> sp.	J,K,L,M,N
Cirratulidae n.i.	A,B,C,D,E,F,H,I
Ordem Cossurida	
Família Cossuridae	
<i>Cossura coasta</i> Kitamori, 1960	D,E,F,H,I,J,M,N
Ordem Capitellida	
Família Capitellidae	
<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)	H,J,K,L,N
<i>Heteromastus filiformis</i> (Claparède, 1864)	I,K,M,N
Capitellidae n.i.	A
Ordem Terebellida	
Família Pectinariidae	
<i>Pectinaria koreni</i> (Malmgren, 1866)	S,I,L,M,N
Família Ampharotidae	
<i>Ampharete acutifrons</i> (Grube, 1860)	J
<i>Melinna palmata</i> Grube, 1870	K,L,M
Família Terebellidae	
<i>Lanice conchilega</i> (Pallas, 1766)	K,M,N
Filo ARTHROPODA	
Classe ARACHNIDA	
Arachnida n.i.	N
Classe PYCNOGONIDA	
Família Phoxichilidiidae	
<i>Phoxichilidium femoratum</i> (Rathke, 1799)	N
Classe OSTRACODA	
Ostracoda n.i.	K
Classe MAXILLOPODA	
Maxillopoda n.i.	K,M
Classe MALACOSTRACA	
Ordem Mysida	
Família Mysidae	
<i>Mesopodopsis slabberi</i> (van Beneden, 1861)	J,K
<i>Neomysis integer</i> (Leach, 1814)	L,N
Ordem Amphipoda	
Família Ampeliscidae	
<i>Ampelisca serraticaudata</i> Chevreux, 1888	N
Família Aoridae	
<i>Unciola crenatipalma</i> (Bate, 1862)	J
Família Corophiidae	
<i>Corophium acherusicum</i> Costa, 1851	H,J,K,L
<i>Corophium minimum</i> Schiecke, 1979	J
<i>Corophium multisetosum</i> Stock, 1952	J
<i>Corophium orientale</i> Schellenberg, 1928	J,K,M,N
<i>Corophium</i> spp.	A,B,C,D,E,F,G,H,I
Família Hyalidae	
<i>Hyale</i> sp.	N
Família Ischyroceridae	
<i>Ericthonius punctatus</i> (Bate, 1857)	J,K,N
Família Melitidae	
<i>Melita palmata</i> (Montagu, 1758)	G,H
Família Stenothoidae	
<i>Stenothoe marina</i> (Bates, 1857)	I
Amphipoda n.i.	C
Ordem Isopoda	
Família Gnathiidae	
<i>Paragnathia formica</i> (Hesse, 1864)	J,K,L,N

(continua)

Tabela III (continuação)

TAXA	ANOS
Família Anthuridae	
<i>Cyathura carinata</i> (Kröyer, 1847)	C,D,F,I,J,K,L,M,N
Família Cirolanidae	
<i>Eurydice naylori</i> Jones & Pierpoint, 1997	J
Família Sphaeromatidae	
<i>Lekanesphaera monodi</i> (Arcangeli, 1934)	L
Família Idoteidae	
<i>Idotea neglecta</i> Sars, 1897	G
Ordem Cumacea	
Família Bodotriidae	
<i>Iphinoe tenella</i> Sars, 1878	K,N
Ordem Tanaidacea	
Família Leptocheliidae	
<i>Leptochelia savignyi</i> (Kroyer, 1842)	K
Ordem Decapoda	
Família Inachidae	
<i>Achaeus cranchii</i> Leach, 1817	J
Família Portunidae	
<i>Carcinus maenas</i> (Linnaeus, 1758)	I,J,K,L,N
<i>Liocarcinus holsatus</i> (Fabricius, 1798)	N
Família Crangonidae	
<i>Crangon crangon</i> (Linnaeus, 1758)	K,N
Classe INSECTA	
Ordem Diptera	
Família Psychodidae	
Psychodidae n.i. (larvas)	J,L
Família Ceratopogonidae	
Ceratopogonidae n.i. (larvas)	H,N
Família Chironomidae	
Chironomidae n.i. (larvas)	K,N
Família Dolichopodidae	
Dolichopodidae n.i. (larvas)	B,C,D,F,G,H,I,J,K,L,M,N
Família Ephydriidae	
Ephydriidae n.i. (larvas)	K
Diptera n.i.	L
Filo BRYOZOA	
Bryozoa n.i.	A,C,E,F,G,H,K,N
Filo ECHINODERMATA	
Classe STELLEROIDEA	
Família Amphiuridae.	
<i>Amphipholis squamata</i> (Delle Chiaje, 1828)	M
Amphiuridae n.i.	N
Total taxa	114

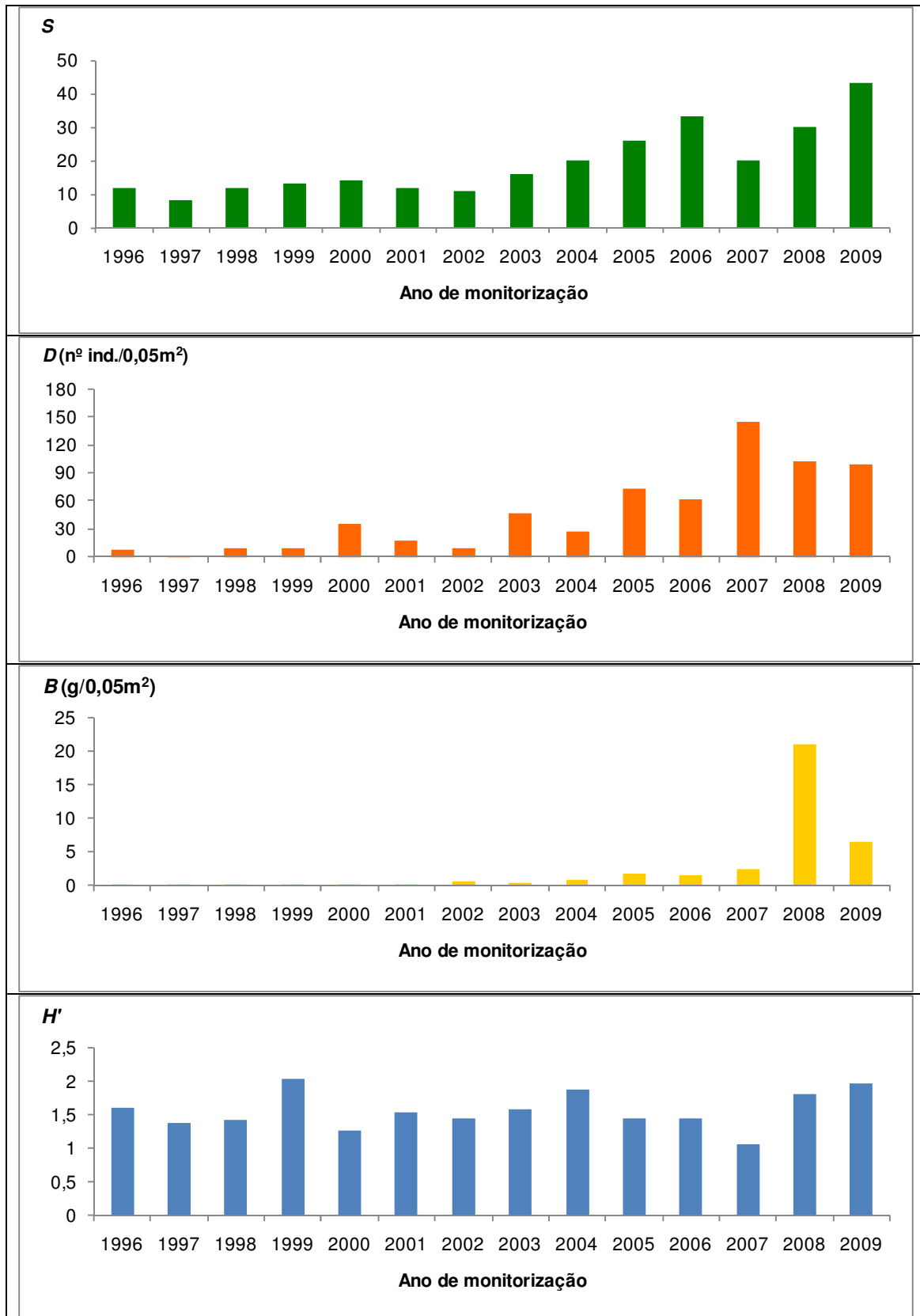


Figura 9 - Valores de riqueza taxonómica (*S*), densidade (*D*), biomassa (*B*) e diversidade (*H'*) de macroinvertebrados bentónicos na zona intertidal do Parque das Nações nas épocas de Verão e Outono dos diferentes anos de monitorização (1996 - 2009).

3.2.1.2.2. Zona subtidal

Durante o ano de 2009 recolheram-se na zona subtidal da área de estudo 817 macroinvertebrados bentónicos, pertencentes a 58 entidades taxonómicas distintas (Tabela IV). Tal como no intertidal, os grupos mais representados no subtidal foram os anelídeos (22 *taxa*), os artrópodes e os moluscos (ambos com 15 *taxa*). Durante este estudo foram identificados, nas épocas de Verão e Outono, 137 entidades taxonómicas distintas, com os anelídeos e os artrópodes a ascenderem a 44 *taxa*, cada, e com os moluscos a estarem representados por 28 *taxa*. Nas épocas consideradas, apenas o poliqueta *Streblospio shrubsolii* surgiu no local em todos os anos de monitorização e 55% do total de *taxa* foram observados num único ano.

Em 2009 registou-se na zona permanentemente emersa do local a presença de 20 novos *taxa*. Na realidade, seguindo um crescimento sustentado nos últimos anos, na região subtidal da área de estudo observou-se em 2009 um aumento da riqueza taxonómica e da biomassa de macroinvertebrados bentónicos (Figura 10). Também a diversidade manteve valores próximos dos registados após 2003, quando se iniciou uma tendência para o incremento deste parâmetro. Já a densidade de organismos apresentou um ligeiro declínio em relação aos dois anos anteriores, mas manteve-se com valores muito superiores aos verificados na generalidade do período de monitorização.

Tabela IV – Lista de *taxa* de macroinvertebrados bentónicos inventariados na zona subtidal do Parque das Nações nas épocas de Verão e Outono dos diferentes anos de monitorização (1996 - A; 1997 - B; 1998 - C; 1999 - D; 2000 - E; 2001 - F; 2002 - G; 2003 - H; 2004 - I; 2005 - J; 2006 - K; 2007 - L; 2008 - M; 2009 - N)

TAXA	ANOS
Filo CNIDARIA	
Classe HYDROZOA	
Hydrozoa n.i.	C,E,F,G,H,J,K,M,N
Classe ANTHOZOA	
Ordem Actinaria	
Família Actiniidae	
<i>Actinia equina</i> (Linnaeus, 1758)	F,J,L
Família Actinostolidae	
<i>Stomphia coccinea</i> (Müller, 1776)	N
Família Diadumenidae	
<i>Diadumene cincta</i> Stephenson, 1925	L
Filo NEMERTEA	
Nemertea n.i.	H,J,L,M,N
Filo NEMATODA	
Nematoda n.i.	C,D,E,F,G,H,J,K,L,M,N

(continua)

Tabela IV (continuação)

TAXA	ANOS
Filo MOLLUSCA	
Classe GASTROPODA	
Ordem Hypsogastropoda	
Família Rissoidae	
<i>Putilla</i> sp.	L
Família Hydrobiidae	
<i>Hydrobia ulvae</i> (Pennant, 1777)	F,G,H,J,K,L,M,N
Família Nassariidae	
<i>Nassarius reticulatus</i> (Linnaeus, 1758)	L
Ordem Heterostropha	
Família Pyramidellidae	
<i>Chrysallida interstincta</i> (Adams J., 1797)	L
<i>Chrysallida nanodea</i> (Monterosato, 1878)	N
<i>Turbonilla lactea</i> (Linnaeus, 1758)	N
Ordem Cephalaspidea	
Família Retusidae	
<i>Retusa truncatula</i> (Bruguère, 1792)	L
Ordem Pleurobranchomorpha	
Família Pleurobranchidae	
Pleurobranchidae n.i.	N
Classe BIVALVIA	
Ordem Nuculoida	
Família Nuculidae	
<i>Nucula nucleus</i> (Linnaeus, 1758)	L
<i>Nucula</i> sp:	N
Ordem Mytiloida	
Família Mytilidae	
<i>Modiolula phaseolina</i> (Philippi, 1844)	J,N
<i>Modiolus modiolus</i> (Linnaeus)	C,L
<i>Musculus costulatus</i> (Risso, 1826)	N
Ordem Ostreoida	
Família Anomiidae	
<i>Anomia ephippium</i> Linnaeus, 1758	J
Ordem Veneroida	
Família Kelliidae	
<i>Kellia suborbicularis</i> (Montagu, 1803)	N
Família Cardiidae	
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Poiret, 1789)	A,C,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N
Família Montacutidae	
<i>Kurtiella bidentata</i> (Montagu, 1803)	N
Família Scrobiculariidae	
<i>Scrobicularia plana</i> (Da Costa, 1778)	A,B,D,E,F,H,I,J,K,L,M,N
Família Semellidae	
<i>Abra alba</i> (W. Wood, 1802)	K,L,M
<i>Abra prismatica</i> (Montagu, 1808)	J
<i>Abra tenuis</i> (Montagu, 1803)	J
Família Tellinidae	
<i>Angulus squalidus</i> (Pulteney, 1799)	L
<i>Tellina tenuis</i> da Costa, 1778	J
Família Veneridae	
<i>Venerupis senegalensis</i> (Montagu, 1803)	H,J,K
<i>Ruditapes</i> sp.	N
Ordem Myoida	
Família Corbulidae	
<i>Corbula gibba</i> (Olivi, 1792)	F,G,H,J,K,L,M,N
Família Pholadidae	
<i>Barnea candida</i> (Linnaeus, 1758)	F,G,I,J,K,L,M,N

(continua)

Tabela IV (continuação)

TAXA	ANOS
Bivalvia n.i	C,F
Filo ANNELIDA	
Classe OLIGOCHAETA	
Oligochaeta n.i	C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N
Classe POLYCHAETA	
Ordem Phyllodocida	
Família Polynoidae	
<i>Eunoe nodosa</i> (Sars, 1861)	I
<i>Gattyana cirrhosa</i> (Pallas, 1766)	J
<i>Harmothoe extenuata</i> (Grube, 1840)	M
<i>Harmothoe imbricata</i> (Linnaeus, 1767)	N
<i>Harmothoe impar</i> (Johnston, 1839)	J,K
<i>Harmothoe spinifera</i> (Ehlers, 1864)	L,M,N
<i>Harmothoe</i> sp.	M
<i>Malmgreniella lunulata</i> (Delle Chiaje, 1830)	L
<i>Malmgreniella</i> sp.	N
Família Pholoididae	
<i>Pholoe inornata</i> Johnston, 1839	I,J,K,L,M,N
Família Phyllodocidae	
<i>Eteone picta</i> Quatrefages, 1865	L,M
<i>Eulalia</i> sp.	N
<i>Phyllodoce maculata</i> (Linnaeus, 1767)	L
Família Hesionidae	
<i>Ophiodromus flexuosus</i> (Delle Chiaje, 1825)	K
<i>Gyptis</i> sp.	N
Família Syllidae	
<i>Autolytus</i> sp.	B,C,J,K
<i>Exogone</i> sp.	J
<i>Parapionosyllis</i> sp.	J,L,N
<i>Sphaerosyllis</i> sp.	J,L,N
<i>Syllis garciai</i> (Campoy, 1982)	K,N
<i>Syllis gracilis</i> Grube, 1840	C,D,F,H,K,L,M,N
<i>Syllis parapari</i> San Martín & López, 2000	L
Syllidae n.i.	E
Família Nereididae	
<i>Eunereis longissima</i> (Johnston, 1840)	L
<i>Nereis diversicolor</i> (O.F. Müller, 1776)	C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N
Família Nephtyidae	
<i>Nephtys caeca</i> (Fabricius, 1780)	L
<i>Nephtys cirrosa</i> Ehlers, 1868	L,M
<i>Nephtys hombergii</i> Savigny, 1818	B,D,E,G,H,I,J,K,L,M,N
Ordem Eunicida	
Família Eunicidae	
<i>Lysidice ninetta</i> Audouin & Milne-Edwards, 1833	L
<i>Marphysa fallax</i> Marion & Bobretzky, 1875	K
<i>Marphysa sanguinea</i> (Montagu, 1815)	H
<i>Nematonereis unicornis</i> (Grube, 1840)	J
Família Onuphidae	
<i>Diopatra neapolitana</i> Delle Chiaje, 1841	K,N
Ordem Spionida	
Família Spionidae	
<i>Aonides oxycephala</i> (Sars, 1862)	K
<i>Polydora ciliata</i> (Johnston, 1838)	G,H,J,K,L,N
<i>Polydora ligni</i> Webster, 1879	M,N
<i>Polydora</i> sp.	A,B,C,D,E,F
<i>Streblospio shrubsolii</i> (Buchanan, 1890)	A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N

(continua)

Tabela IV (continuação)

TAXA	ANOS
Ordem Cirratulida	
Família Cirratulidae	
<i>Aphelochaeta</i> sp.	G,J,K,M,N
<i>Cirratulus cirratus</i> (O.F. Müller, 1776)	G
<i>Cirratulus filiformis</i> Keferstein, 1862	G
<i>Tharyx</i> sp.	J,K,L,M,N
<i>Chaetozone gibber</i> Woodham & Chambers, 1994	K
Cirratulidae n.i.	A,C,D,E,F,H,I
Ordem Cossurida	
Família Cossuridae	
<i>Cossura coasta</i> Kitamori, 1960	D,E,J,L,M,N
Ordem Capitellida	
Família Capitellidae	
<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)	M
<i>Heteromastus filiformis</i> (Claparède, 1864)	J,K,L
<i>Notomastus</i> sp.	H
Capitellidae n.i.	B
Ordem Terebellida	
Família Sabellariidae	
<i>Sabellaria alveolata</i> (Linnaeus, 1767)	F,H
Família Ampharatiidae	
<i>Ampharete acutifrons</i> (Grube, 1860)	J
<i>Melinna palmata</i> Grube, 1870	J,N
Família Terebellidae	
<i>Lanice conchilega</i> (Pallas, 1766)	F,G,H,J,K,L,M,N
Ordem Sabellida	
Família Serpulidae	
Serpulidae n.i.	F
Polychaeta n.i.	F
Filo ARTHROPODA	
Classe PYCNOGONIDA	
Ordem Pantopoda	
Família Nymphonidae	
<i>Nymphon gracile</i> Leach, 1814	J
Família Phoxichilidiidae	
<i>Anoplodactylus petiolatus</i> (Kroyer, 1844)	M
Pycnogonida n.i.	K
Classe MAXILLOPODA	
Ordem Sessilia	
Família Balanidae	
Balanidae n.i.	B
Maxillopoda n.i.	N
Classe MALACOSTRACA	
Ordem Mysida	
Família Mysidae	
<i>Mesopodopsis slabberi</i> (van Beneden, 1861)	J,M,L
<i>Neomysis integer</i> (Leach, 1814)	M
Mysida n.i.	J,K
Ordem Amphipoda	
Família Ampeliscidae	
<i>Ampelisca</i> sp.	M
Família Aoridae	
<i>Microdeutopus algicola</i> Della Valle, 1893	J
<i>Microdeutopus anomalous</i> (Rathke, 1843)	J
<i>Unciola crenatipalma</i> (Bate, 1862)	M
Família Corophiidae	
<i>Corophium acherusicum</i> Costa, 1851	G,I,J,K,L,N

(continua)

Tabela IV (continuação)

TAXA	ANOS
<i>Corophium aculeatum</i> Chevreux, 1908	J,M
<i>Corophium multisetosum</i> Stock, 1952	G,H,I
<i>Corophium orientale</i> Schellenberg, 1928	J LMN
<i>Corophium</i> sp.	A,C,D,E,F
Família Ischyroceridae	
<i>Ericthonius punctatus</i> (Bate, 1857)	I,J,N
Família Melitidae	
<i>Abludomelita gladiosa</i> (Bate, 1862)	M
<i>Abludomelita obtusata</i> (Montagu, 1813)	J,M,N
<i>Melita palmata</i> (Montagu, 1758)	G,H,M
Amphipoda n.i.	C,E,F
Ordem Isopoda	
Família Gnathiidae	
Gnathiidae n.i.	C
Família Anthuridae	
<i>Cyathura carinata</i> (Kröyer, 1847)	C EFGHIJKLMN
Família Idoteidae	
<i>Idotea emarginata</i> (Fabricius, 1793)	G,K,L
<i>Idotea</i> sp.	M
Família Sphaeromatidae	
<i>Lekanesphaera monodi</i> (Arcangeli, 1934)	N
<i>Sphaeroma serratum</i> (Fabricius, 1787)	J
Ordem Cumacea	
Família Bodotriidae	
<i>Bodotria scorpioides</i> (Montagu, 1804)	J
<i>Iphinoe tenella</i> Sars, 1878	J
<i>Iphinoe trispinosa</i> (Goodsir, 1843)	J
<i>Vaunthompsonia cristata</i> Bate, 1858	K
Ordem Decapoda	
Família Inachidae	
<i>Achaeus cranchii</i> Leach, 1817	N
<i>Macropodia rostrata</i> (Linnaeus, 1761)	J
<i>Macropodia</i> sp.	N
Família Callianassidae	
<i>Callianassa</i> sp.	N
Família Portunidae	
<i>Carcinus maenas</i> (Linnaeus, 1758)	F,G,H,I,J,K,L,N
<i>Liocarcinus holsatus</i> (Fabricius, 1798)	N
<i>Liocarcinus vernalis</i> (Risso, 1827)	F,L
Portunidae n.i.	F
Família Crangonidae	
<i>Crangon crangon</i> (Linnaeus, 1758)	J,L,M,N
Família Processidae	
<i>Processa</i> sp.	J
Classe INSECTA	
Ordem Diptera	
Família Psychodidae	
Psychodidae n.i. (larvas)	H,K
Família Dolichopodidae	
Dolichopodidae n.i. (larvas)	F,I,M,N
Filo BRYOZOA	
Bryozoa n.i.	B,C,D,E,F,G,H,J,K,M,N
Filo ECHINODERMATA	
Classe STELLEROIDEA	
Ordem Ophiuroidea	
Família Amphiuridae	
<i>Amphiura chiajei</i> Forbes, 1843	J
<i>Amphipholis squamata</i> (Delle Chiaje, 1828)	L,M,N

Total taxa

137

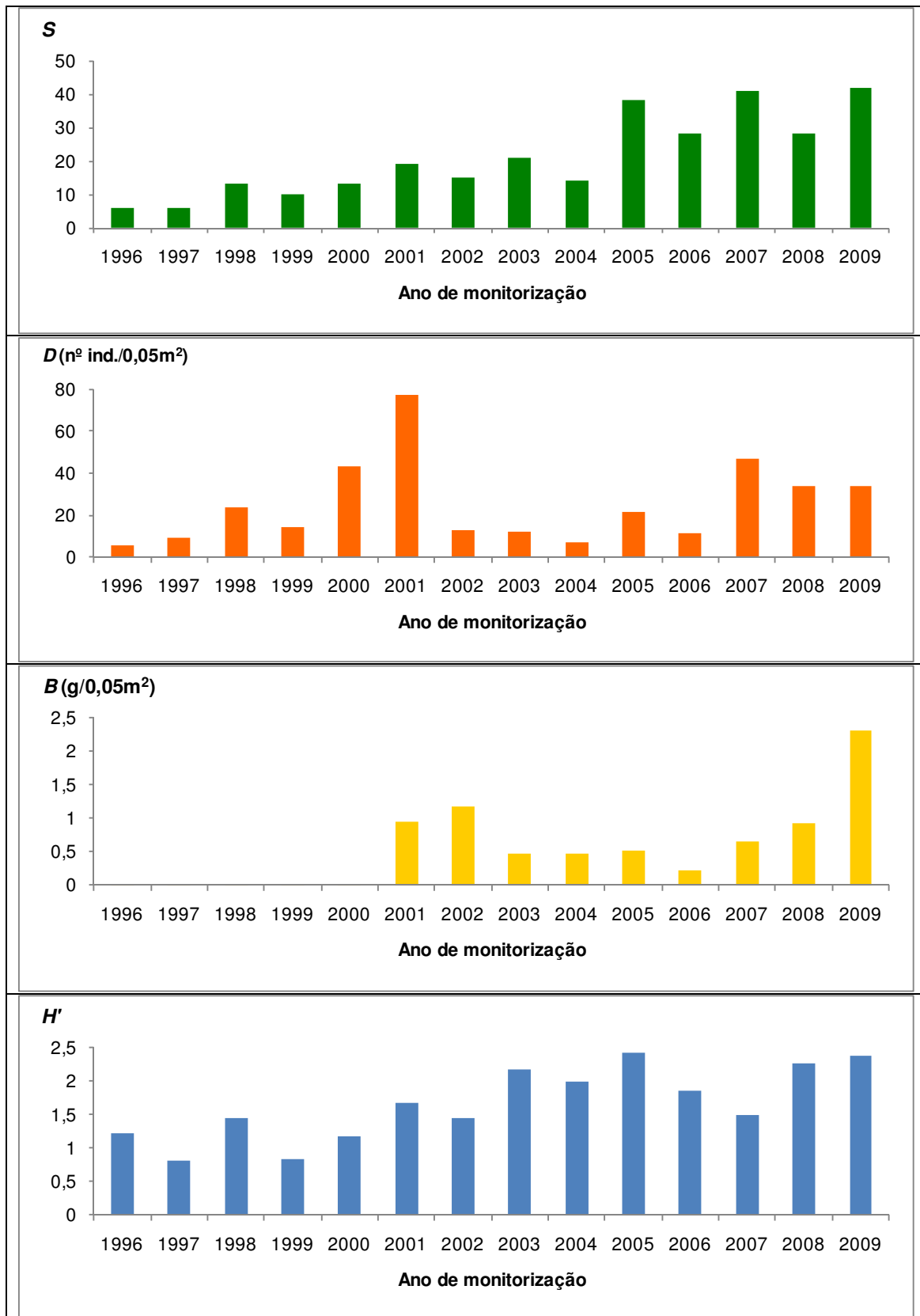


Figura 10 - Valores de riqueza taxonómica (S), densidade (D), biomassa (B) e diversidade (H) de macroinvertebrados bentónicos na zona subtidal do Parque das Nações nas épocas de Verão e Outono dos diferentes anos de monitorização (1996 - 2008).

3.2.1.3. MÉTODO ABC

A aplicação do método das curvas *ABC* com base na estatística de Warwick (*W-Stat*) às comunidades de macroinvertebrados bentónicos da região intertidal da área de estudo revelou em 2009 a manutenção da situação já verificada desde 2005, ou seja, a presença de indícios de perturbação moderada, o que revela uma inversão em relação ao padrão observado no período que medeou entre 2001 e 2004 (Figura 11). Pelo contrário, quando se aplica este método à região subtidal da área de estudo, as respectivas comunidades biológicas continuam a não denotar sinais de degradação, na senda do que acontece genericamente desde o ano de 2001 (Figura 12). No entanto, é de salientar que também no subtidal se tem vindo a observar, desde 2006, um declínio dos valores da estatística de Warwick, aproximando-se (ou igualando mesmo em 2007) daqueles que são típicos de uma situação com perturbação moderada.

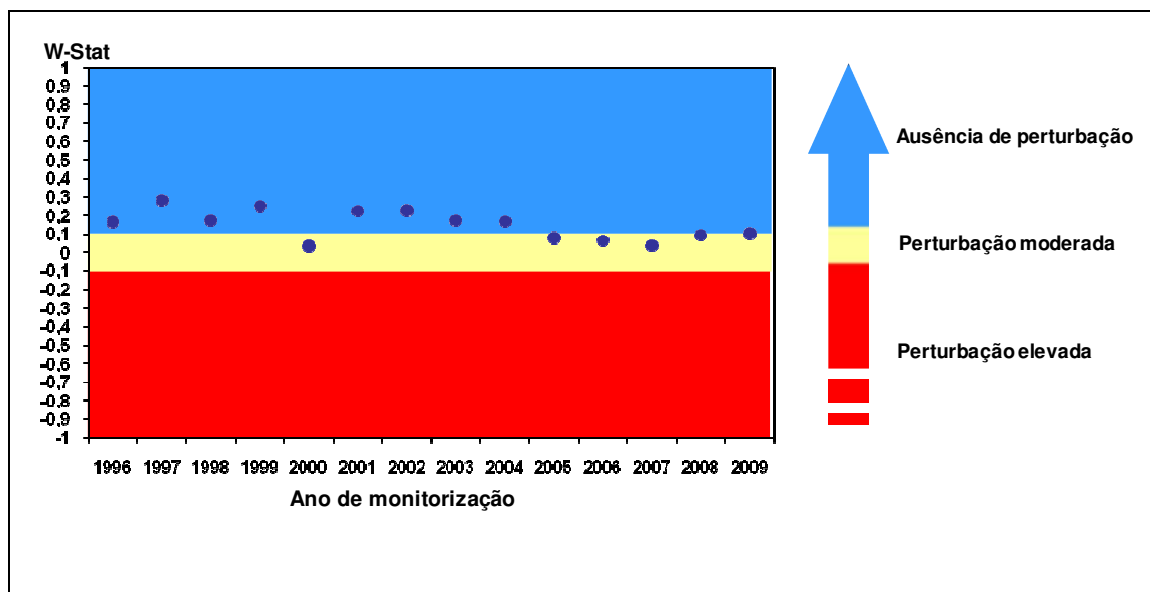


Figura 11 - Valores da estatística de Warwick (*W-Stat*) obtidos para as comunidades de macroinvertebrados bentónicos da zona intertidal do Parque das Nações nas épocas de Verão e Outono dos diferentes anos de monitorização (1996 - 2009).

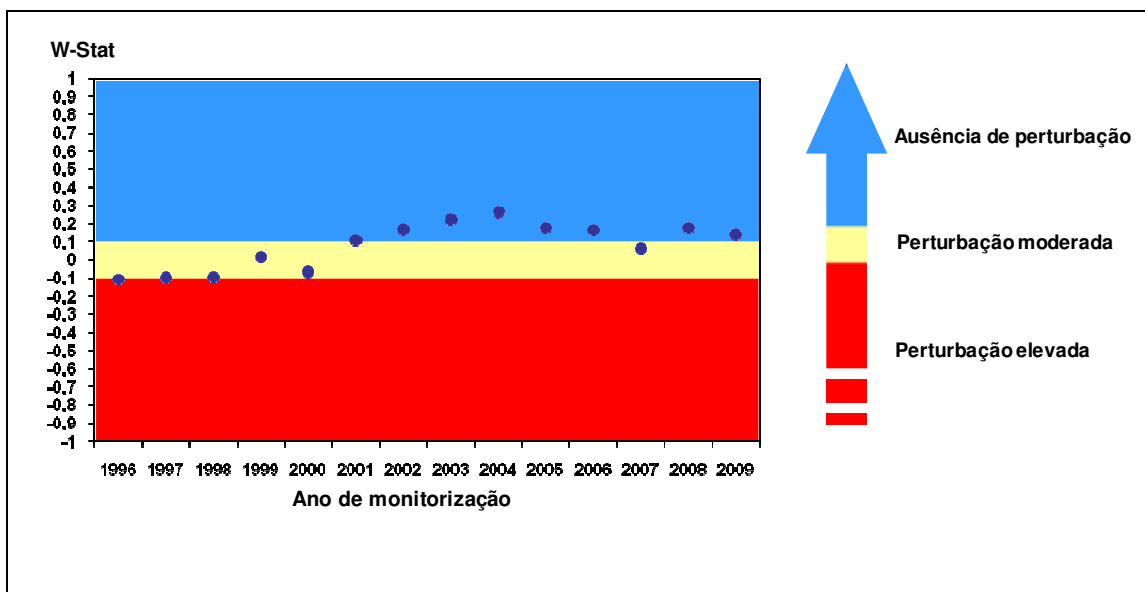


Figura 12 - Valores da estatística de Warwick (W-Stat) obtidos para as comunidades de macroinvertebrados bentónicos da zona subtidal do Parque das Nações nas épocas de Verão e Outono dos diferentes anos de monitorização (1996 - 2009).

3.2.1.4. ÍNDICE BIÓTICO MARINHO

A aplicação do Índice Biótico Marinho (AMBI) à região intertidal da área de estudo (Figura 13) revela que, durante o ano de 2009, as respectivas comunidades de macroinvertebrados bentónicos continuaram a apresentar características típicas de locais com perturbação reduzida, o que está de acordo com a tendência de melhoria do estado destas comunidades, encetada a partir de 2000 e mantida de forma razoavelmente sustentada desde 2003.

Utilizando a mesma metodologia de análise, também na região subtidal da área de estudo parece verificar-se em 2009 a tendência para manutenção do estado de conservação das comunidades de macroinvertebrados bentónicos, a qual era já bastante perceptível desde 1998 e de forma sustentada a partir de 2003, quando aquelas passaram a apresentar-se sempre com características típicas de zonas com perturbação reduzida (Figura 14). Também esta metodologia parece, contudo, indicar um estado maior de preservação das comunidades de macroinvertebrados bentónicos subtidais do que das suas homólogas intertidais.

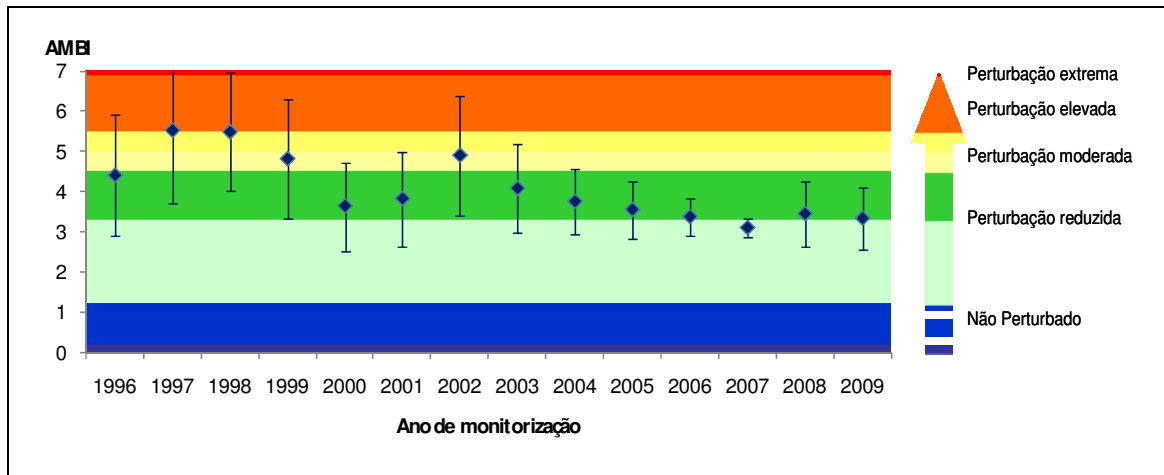


Figura 13 – Valores (média \pm desvio padrão) do Índice Biótico Marinho (AMBI) obtidos para as comunidades de macroinvertebrados bentónicos da zona intertidal do Parque das Nações nas épocas de Verão e Outono dos diferentes anos de monitorização (1996 - 2009).

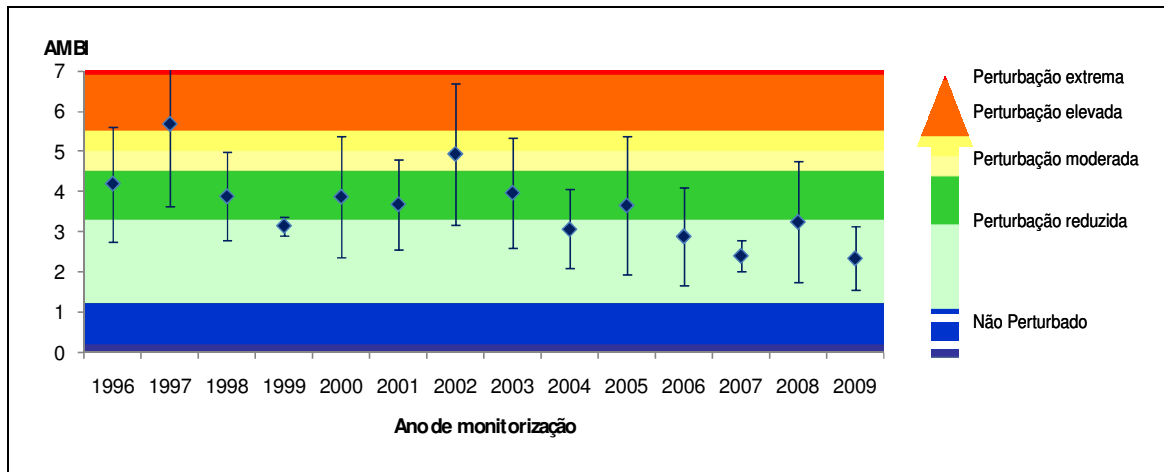


Figura 14 – Valores (média \pm desvio padrão) do Índice Biótico Marinho (AMBI) obtidos para as comunidades de macroinvertebrados bentónicos da zona subtidal do Parque das Nações nas épocas de Verão e Outono dos diferentes anos de monitorização (1996 - 2009).

O relativamente reduzido grau de perturbação verificado actualmente para as comunidades de macroinvertebrados bentónicos da área de estudo, quando analisadas através do AMBI, é tanto mais relevante, quanto se encontram dentro dos valores normalmente observados para comunidades estuarinas portuguesas (Costa *et al.*, 2004b; 2007c; Salas *et al.*, 2004). Tal situação poderá resultar do facto dos estuários estarem, regra geral, sujeitos à introdução de elevada carga orgânica de origem natural e antrópica, ou do referido índice ter sido primariamente desenvolvido para sistemas marinhos, e as espécies que colonizam os espaços salobros serem naturalmente mais tolerantes a elevadas variações ambientais e presença de

importantes cargas orgânicas, como resultado da sua adaptação a este tipo de meios altamente instáveis e sob forte influência continental (Costa *et al.*, 2004b). Neste contexto, os resultados obtidos em 2009 para as comunidades de macroinvertebrados bentónicos da área de estudo, mediante a aplicação da metodologia do AMBI, são indicadores de um estado de perturbação reduzido daquelas comunidades, podendo mesmo ser considerados bastante normais relativamente aos padrões característicos deste tipo de locais, sobretudo no caso da região subtidal.

3.2.1.5. ANÁLISE INTEGRADA

Ultrapassada a situação inicial de degradação ambiental da zona ribeirinha do Parque das Nações, devido às indústrias que aí existiam e às obras necessárias para a realização da EXPO'98, nos últimos anos tem-se assistido a uma melhoria consistente do estado de conservação das comunidades de macroinvertebrados bentónicos da zona ribeirinha do Parque das Nações, como o comprova o aumento generalizado da riqueza e diversidade taxonómicas, densidade e biomassa destes organismos, tanto no intertidal, como no subtidal. Em virtude do incremento destes parâmetros ser acompanhado de um abaixamento dos valores de AMBI, revelador de um maior domínio de espécies mais sensíveis a poluição orgânica, tudo indica que essa melhoria generalizada possa estar relacionada com um redução nas cargas orgânicas disponíveis para ser utilizadas por estes organismos. Deste modo, o razoável aumento da percentagem de matéria orgânica dos sedimentos locais nos últimos anos não deverá ter ficado a dever-se à introdução de matéria orgânica de origem antrópica facilmente incorporável nas cadeias tróficas estuarinas, mas antes a um incremento dos teores de matéria orgânica de origem natural, a qual se torna lábil para os invertebrados bentónicos apenas depois de um aturado processo de transformação pelos microorganismos existentes nos sedimentos. Apenas a estatística de Warwick parece revelar um nível de perturbação destas comunidades um pouco mais acentuado nos últimos tempos. Como o último método é considerado mais adequado para determinar impactos físicos no ecossistema, como os resultantes da realização de operações de dragagem, tudo indica que este tipo de constrangimentos ambientais tenha aumentado no local em tempos mais recentes, sobretudo na zona próxima da margem terrestre, onde os valores de *W* têm sido consistentemente menores.

Curiosamente, qualquer que seja a metodologia de análise utilizada, as comunidades de macroinvertebrados bentónicos do intertidal parecem sempre exibir um estado ligeiramente mais perturbado que as suas homólogas do subtidal. Embora parte

destas diferenças possa ter origem em constrangimentos metodológicos, porque os métodos de análise utilizados serão mais precisos no estudo das comunidades subtidais, normalmente mais estáveis que as intertidais, a consistência destes dados parece indicar que as pressões responsáveis por essa degradação suave poderá ter origem próxima da margem terrestre.

4. CONCLUSÕES

Os trabalhos de monitorização das comunidades biológicas do Parque das Nações e da zona ribeirinha adjacente revelaram em 2009 a manutenção de uma tendência de melhoria do seu estado de conservação. De facto, toda esta região, que inicialmente se encontrava muito degradada, fruto das inúmeras indústrias e infra-estruturas funcionalmente obsoletas aí localizadas e dos efluentes urbanos que drenavam directamente para o meio aquático, foi nos anos de 1996 a 1998 alvo de um extenso processo de requalificação ambiental, numa primeira fase para realização do evento EXPO'98 e depois disso com o intuito de transformar o Parque das Nações num dos principais pólos de atracção da população lisboeta e dos concelhos limítrofes. Naturalmente, embora muitos dos focos de perturbação anteriores tenham sido removidos durante esse período (transferência e encerramento de indústrias e outras actividades económicas, eliminação de esgotos e reestruturação do sistema de águas residuais, etc.), as obras para a realização da Exposição Mundial e implantação do Parque das Nações (às quais se devem juntar as referentes à construção da Ponte Vasco da Gama) acabaram por gerar novos impactos ambientais. A própria EXPO'98, com os seus largos milhares de visitantes durante todo o ano de 1998, terá contribuído de forma decisiva para tal situação. Por esse motivo, algumas das componentes biológicas investigadas ao longo do estudo de monitorização ambiental denotaram nesse triénio, por vezes, índices de degradação ainda superiores aos que se verificavam anteriormente.

A partir de 1999, finda a Exposição Mundial e a maioria das obras estruturantes do Parque das Nações e iniciado ou melhorado o funcionamento das ETAR's de Frielas, Beirolas e S. João da Talha (com a conseqüente eliminação de muitos esgotos não tratados que drenavam directamente para o rio Trancão e o estuário do Tejo), deu-se a melhoria gradual no estado de conservação das diversas comunidades biológicas.

Apesar da crescente pressão humana sobre a zona do Parque das Nações nos tempos mais recentes, os povoamentos de sapal monitorizados na área de estudo nos últimos anos continuam a não denotar impactos antrópicos significativos. De facto, não só a sua estrutura e dinâmica se têm mantido inalteráveis desde o início do século, como os respectivos níveis de contaminantes metálicos continuam muito baixos e decresceram ainda no último ano, reflectindo uma melhor qualidade das águas estuarinas que banham esta mancha de sapal. Concomitantemente, prossequindo uma tendência encetada no início do século, em 2009 as comunidades de macroinvertebrados bentónicos da área de estudo continuaram a exhibir níveis de

perturbação relativamente baixos, sobretudo no contexto estuarino. Naturalmente, o início do tratamento terciário e desinfecção dos efluentes da ETAR de Beirolas a partir de 2001, e o cumprimento mais cabal dos objectivos de qualidade no funcionamento desta infra-estrutura a partir de 2005 e, sobretudo, depois de 2007 (CML, dados não publicados), muito terão contribuído para esta situação. Pelo contrário, as obras que têm estado a decorrer na zona da marina e as dragagens realizadas frequentemente no local por motivos diversos, bem como a existência de ligações indevidas de águas residuais não tratadas aos colectores pluviais e de colectores não interceptados, cujas águas residuais são descarregadas no estuário sem tratamento prévio, poderão ajudar a explicar porque as comunidades de macroinvertebrados bentónicos da área não exibem um nível de recuperação superior. Só a manutenção deste programa de monitorização permitirá aferir se, mesmo com todas as melhorias realizadas a nível do funcionamento das ETARs que drenam águas residuais para a zona, as respectivas comunidades biológicas conseguirão recuperar para níveis próximos dos ideais, ou se as restantes pressões antrópicas que se fazem sentir no local são impeditivas do cumprimento desse desiderato final, se não forem elas próprias também controladas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Borja, A., J. Franco & V. Pérez. 2000. A Marine Biotic Index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Mar. Poll. Bull.*, **40**: 1100-1114.
- Braun-Blanquet, J. 1979. *Fitosociologia. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Ed. H. Blume, Madrid.
- Caçador, I., C. Vale & F. Catarino. 2000. Seasonal Variation of Zn, Pb, Cu and Cd concentrations in the Root-sediment System of *Spartina maritima* and *Halimione portulacoides* from Tagus estuary Salt Marshes. *Mar. Environ. Res.*, **49**: 279-290.
- Clarke, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Aust. J. Ecol.*, **18**: 117-143.
- Costa, J.L., H.N. Cabral, P.R. Almeida, I. Domingos, M.L. Chaves, P. Chainho & M.J. Costa. 2007c. A qualidade ecológica da água na avaliação de impacto ambiental. *Actas da 2ª Conferência Nacional de Avaliação de Impactos*: 143-152.
- Costa, M.J. 1999. *O estuário do Tejo*. Edições Cotovia, Lisboa.
- Costa, M.J., P.R. Almeida, J.L. Costa, C.D. Pereira, J.P. Salgado, C.M. Pestana, F. Jorge, G. Silva, I. Caçador, R. Melo, V. Brotas, J. Serôdio, J.A. Quartau, P. Simões & G. André. 1997. *Monitorização Biológica da Zona de Intervenção do Parque EXPO'98*. Relatório Final. SIA/FCUL, Lisboa.
- Costa, M.J., I. Caçador, P.R. Almeida, J.L. Costa & G. Silva. 2002. *Monitorização Biológica da Zona de Intervenção do Parque das Nações*. Relatório Final. IO/FCUL, Lisboa.
- Costa, M.J., I. Caçador, P.R. Almeida, J.L. Costa, G. Silva, V. Amaral & T. Pereira. 2003. *Monitorização Biológica da Zona de Intervenção do Parque das Nações*. Relatório Final. IO/FCUL, Lisboa.
- Costa, M.J., I. Caçador, P.R. Almeida, J.L. Costa, G. Silva & M.J. Correia. 2000a. *Monitorização Biológica da Zona de Intervenção do Parque das Nações*. Relatório Final. IO/FCUL, Lisboa.
- Costa, M.J., I. Caçador, P.R. Almeida, J.L. Costa, G. Silva & M.J. Correia. 2001. *Monitorização Biológica da Zona de Intervenção do Parque das Nações*. Relatório Final. IO/FCUL, Lisboa.

- Costa, M.J., I. Caçador, P.R. Almeida, J.L. Costa, G. Silva, M.J. Correia, T. Pereira, A. Rego, C. Azeda & J. Calado. 2006. *Monitorização Biológica da Zona de Intervenção do Parque das Nações*. Relatório Final. IO/FCUL, Lisboa.
- Costa, M.J., I. Caçador, P.R. Almeida, J.L. Costa, G. Silva, M.J. Correia, T. Pereira, A. Rego, C. Azeda & J. Calado. 2008. *Monitorização Biológica da Zona de Intervenção do Parque das Nações. Janeiro 2007 – Dezembro 2007*. Relatório Final. IO/FCUL, Lisboa.
- Costa, M.J., I. Caçador, P.R. Almeida, J.L. Costa, G. Silva, T. Pereira & M.J. Correia. 2004a. *Monitorização Biológica da Zona de Intervenção do Parque das Nações*. Relatório Final. IO/FCUL, Lisboa.
- Costa, M.J., I. Caçador, P.R. Almeida, J.L. Costa, G. Silva, M.J. Correia, T. Pereira, A. Rego, C. Azeda & J. Calado. 2007a. *Monitorização Biológica da Zona de Intervenção do Parque das Nações*. Relatório Final. IO/FCUL, Lisboa.
- Costa, M.J., I. Caçador, P.R. Almeida, J.L. Costa, G. Silva, T. Pereira, A. Rego, J. Calado & M.J. Correia. 2005a. *Monitorização Biológica da Zona de Intervenção do Parque das Nações*. Relatório Final. IO/FCUL, Lisboa.
- Costa, M.J., J.L. Costa, P.R. Almeida & J. Serôdio. 1995b. Avaliação de Impacto Ambiental (Flora e Fauna). Relatório Final. SIA/FCUL, Lisboa.
- Costa, M.J., J.L. Costa, H.N. Cabral, P.R. Almeida, I. Domingos, G. Silva, T. Pereira, P. Chainho & M.L. Chaves. 2005b. Dez Anos de Monitorização Ambiental no Instituto de Oceanografia. *Actas da I Conferência Nacional de Impactes Ambientais*: 103-112.
- Costa, M.J., J.L. Costa, M.L. Chaves & P.M. Chainho. 2004b. *Bases metodológicas para a análise da qualidade ecológica da água em rios e estuários portugueses. QUERE*. Relatório final. IO/FCUL, Lisboa.
- Costa, M.J., N.C. Lopes, J.L. Costa, H.N. Cabral, P.R. Almeida, A. Sousa, G. Silva, T. Pereira, A.L. Rego, J. Calado & C. Azeda. 2007b. A monitorização biológica no âmbito da instalação e operação da ETAR do Portinho da Costa (Concelho de Almada): resultados e ensinamentos dos estudos efectuados durante o período de 2001 a 2006. *Actas da II Conferência Nacional de Impactes Ambientais*: 228-235.
- Costa, M.J., L.S. Gordo, P.R. Almeida, J.L. Costa, G. Silva, I. Caçador & R. Melo. 1999. *Monitorização Biológica da Zona de Intervenção do Parque EXPO'98*. Relatório Final. IO/FCUL, Lisboa.

- Costa, M.J., M.T. Lopes, F. Catarino, R. Melo, C. Assis, J.L. Costa, P.R. Almeida, C.D. Pereira & J. Serôdio. 1995a. *Situação de Referência EXPO'98. Caracterização Biológica: Flora e Fauna*. Relatório final. SIA/FCUL, Lisboa.
- Grall, J. & M. Glémarec. 1997. Using Biotic Indices to estimate macrobenthic community perturbations in the Bay of Brest. *Est. Coast. Shelf Sci.*, **44**: 43-53.
- Hily, C. 1984. *Variabilité de la macrofaune benthique dans les milieux hyper-trophiques de la rade de Brest*. Tese de Doutoramento. Université de Bretagne Occidentale, Brest.
- Legendre, L. & P. Legendre. 1984. *Ecologie numerique 1. Le traitement multiple des donnés écologique*. 2^a Edição, Masson, Paris.
- Muxika, I., A. Borja & W. Bonne. 2005. The suitability of the Marine Biotic Index (AMBI) to new impact sources along European coasts. *Ecol. Indic.*, **5**: 19-31.
- Pearson, T.H. & R. Rosenberg. 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **16**: 229-311.
- Pereira, C.D., J.P. Salgado & M.J. Costa. 1998. Impacts resulting from the maintenance dredging works of the construction of the Vasco da Gama bridge (Tagus estuary, Portugal) on the macrozoobenthic invertebrate communities. pp. 21-25. *In: Seminário sobre dragagens, dragados e ambientes costeiros*. Associação Eurocoast-Portugal, Porto.
- Rumohr, H. 1999. Soft bottom macrofauna collection and treatment of samples (Revision of No. 8). *ICES Tech. Mar. Environ. Sci.*, **27**: 1-19.
- Salas, F., J.M. Neto, A. Borja & J.C. Marques. 2004. Evaluation of the applicability of a marine biotic index to characterize the status of estuarine ecosystems: the case of Mondego estuary (Portugal). *Ecol. Indic.*, **4**: 215-225.
- Warwick, R.M. 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthos communities. *Mar. Biol.*, **92**: 557-562.

