



RELATÓRIOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS

SÉRIE DIGITAL

**ANÁLISE COMPARATIVA DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE
FITOPLANCTÓNICA DOS ESTUÁRIOS DO DOURO, TEJO E SADO**

Maria Teresa Pereira Coutinho e Maria do Rosário Oliveira



2007

38



Os **RELATÓRIOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS DO IPIMAR** destinam-se a uma divulgação rápida de resultados preliminares de carácter científico e técnico, resultantes de actividades de investigação e de desenvolvimento e inovação tecnológica. Esta publicação é aberta à comunidade científica e aos utentes do sector, podendo os trabalhos serem escritos em português, em francês ou em inglês.

A **SÉRIE COOPERAÇÃO** destina-se, primordialmente, à divulgação de trabalhos realizados com países terceiros no âmbito de programas de cooperação.

A **SÉRIE DIGITAL** destina-se a promover uma consulta mais diversificada e expedita dos trabalhos na área da investigação das pescas e do mar.

Edição

IPIMAR
Avenida de Brasília
1449-006 LISBOA
Portugal

Corpo Editorial

Francisco Ruano - Coordenador
Aida Campos
Fátima Cardador
Irineu Batista
Manuela Falcão
Maria José Brogueira
Maria Manuel Martins
Rogélia Martins

Edição Digital

Anabela Farinha/Irineu Batista/Luís Catalan

As instruções para os autores estão disponíveis no “site” do IPIMAR w.w.w.ipimar.pt ou podem ser solicitadas aos membros do Corpo Editorial desta publicação.

Capa

Luís Catalan

ISSN

1645-863X

Todos os direitos reservados.

ANÁLISE COMPARATIVA DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÓNICA DOS ESTUÁRIOS DO DOURO, TEJO E SADO

Maria Teresa Pereira Coutinho e Maria do Rosário Oliveira

Departamento de Ambiente Aquático

INIAP-IPIMAR, Av. de Brasília, 1449-006 Lisboa

Email: tcout@pimar.pt

Recebido em 01.03.2007.

.Aceite em 22.06.2007

RESUMO

A fim de avaliar as variações da estrutura das comunidades fitoplanctónicas ao longo dos Estuários do Douro, Tejo e Sado, na época de maior produção- período de Verão - estudou-se, nestes sistemas, a composição específica, a abundância e a diversidade, em Julho de 2001 e Julho de 2004. Os resultados mostraram que o Estuário do Douro exibiu a produção mais elevada (15500 cél./mL), localizada na zona oligoalina. No Estuário do Sado, o máximo do fitoplâncton atingiu 6400 cél./mL e localizou-se na zona oligo-mesoalina. No Estuário do Tejo, o pico da densidade não ultrapassou 1400 cél./mL e correspondeu à zona de água doce. Estas proliferações foram dominadas por espécies diferentes - *Oscillatoria lemmermannii* (Cyanobacteria) no Douro, *Melosira moniliformis* (Bacillariophyceae) no Sado, e *Stephanodiscus hantzschii*, no Tejo. No que respeita à diversidade, verificou-se que os valores do Índice de Shannon-Wiener foram mais elevados no Estuário do Douro, a Riqueza específica foi superior no Estuário do Tejo e a Equitabilidade foi elevada nos três estuários. Embora a ocorrência de «blooms», na zona superior dos Estuários do Douro e Sado, aponte para a existência de problemas locais de eutrofização, os valores da diversidade e suas componentes indicam uma boa resiliência daqueles sistemas. As principais espécies responsáveis pela dissimilaridade entre as três comunidades foram *Gymnodinium* sp., *Plagioselmis* sp., *Thalassionema nitzschioides*, *Monoraphidium contortum* e *Cylindrotheca closterium*.

Palavras Chave: Fitoplâncton, Estrutura, Estuários Tejo, Sado, Douro.

ABSTRACT

Title: Analysis of phytoplankton community structure in Douro, Tejo and Sado estuaries (Portugal). Phytoplankton abundance, species composition and specific diversity were studied, in July 2001 and July 2004, in order to evaluate phytoplankton dynamics and structure along Sado, Tejo and Douro estuaries, during summer. Results showed that Douro estuary exhibited the highest production (15500 cells/mL) in the oligohaline zone. In Sado estuary the maximum phytoplankton density reached 6400 cells/ml in the oligo-mesohaline zone. In Tejo estuary, the highest density was found in the freshwater zone and was below 1400 cells/mL. These phytoplankton maxima were related to the dominant species such as *Oscillatoria lemmermannii* (Cyanobacteria), in Douro, *Melosira moniliformis* (Bacillariophyceae), in Sado, and *Stephanodiscus hantzschii*, in Tejo estuary. In what concerns specific diversity, values of Shannon-Wiener diversity index (H') were higher at Douro estuary, Species richness (S) was more elevated at Tejo estuary and Equitability (J') attained high and similar values in the three estuaries. Although, the occurrence of blooms in Sado and Douro upper zones point out to the existence of local episodes of eutrophy, the Shannon diversity index and its components (S and J') showed a good resilience of these systems. The species responsible for dissimilarity between the three communities were *Gymnodinium* sp., *Plagioselmis* sp., *Thalassionema nitzschioides*, *Monoraphidium contortum* and *Cylindrotheca closterium*.

Keywords: Phytoplankton structure, Tejo, Sado, Douro Estuaries.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

COUTINHO, M.T.P.; OLIVEIRA, R. , 2007. Análise Comparativa da Estrutura da Comunidade Fitoplanctónica dos Estuários do Douro, Tejo e Sado. *Relat. Cient. Téc. IPIMAR, Série digital* (<http://ipimar-iniap.ipimar.pt>), nº38, 15p.

INTRODUÇÃO

A estrutura das comunidades fitoplanctónicas dos ecossistemas sujeitos a pressão antropogénica, como a eutrofização, pode fornecer respostas esclarecedoras para o despiste e conhecimento da evolução de tais situações (Moncheva, 2001; O’Farrell, 2002; Álvarez-Góngora, 2006 e Directiva-Quadro da Água 2000/60/EC). Nesta perspectiva, o IPIMAR, desde 1989, tem sido solicitado a dar parecer ou a desenvolver estudos de fitoplâncton relacionados com a qualidade de água nestes estuários (Oliveira e Menezes, 1989; Oliveira, 1990; Moita e Vilarinho, 1999; Oliveira 2000; Coutinho, 2003; Oliveira e Coutinho, 2003, 2004). O presente trabalho reúne alguns desses resultados, de modo a efectuar um estudo comparativo em três estuários da costa portuguesa (Douro, Tejo e Sado), num período de verão, por ser o de maior desenvolvimento do fitoplâncton e o de maior incidência de “blooms”, normalmente relacionados com um aumento acentuado de nutrientes. Este estudo teve como objectivo conhecer os parâmetros de estrutura das comunidades dos três sistemas (abundância do fitoplâncton, espécies dominantes e indicadoras de eutrofização, diversidade, riqueza específica e equitabilidade) e, ainda, identificar a dissemelhança de estrutura entre as três comunidades, assim como as espécies discriminantes.

ÁREA DE ESTUDO

Os estuários do Douro, Tejo e Sado estão situados na costa ocidental portuguesa. As suas características hidrográficas determinam diferentes condições de escoamento dos caudais afluentes. Assim, o tempo médio de residência é inferior a dois dias no estuário do Douro, podendo ir até 3 semanas, no estuário do Tejo, e até um mês no estuário do Sado (Instituto da Água/Instituto Superior Técnico, INAG/IST). A salinidade é outro factor importante na distribuição e composição do fitoplâncton, estando a sua variabilidade relacionada com a amplitude de maré e com o caudal do rio. No estuário do Douro a influência da água doce prolonga-se pela zona inferior, enquanto nos estuários do Tejo e Sado apenas se faz sentir na zona superior.

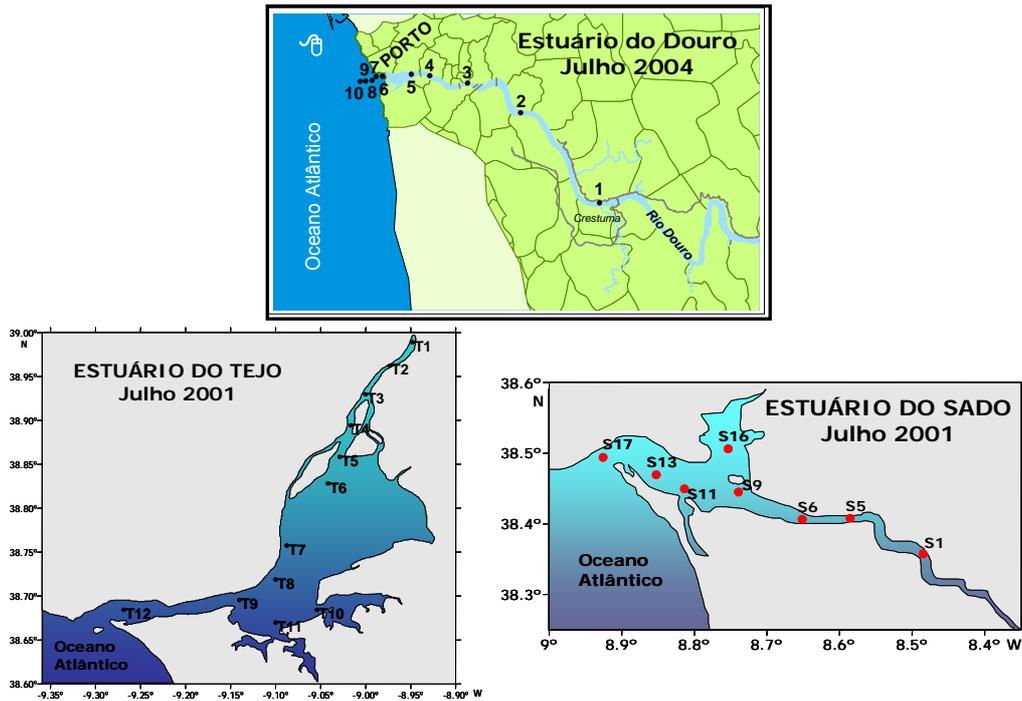


Figura 1 – Localização das estações de amostragem nos três estuários.

MÉTODOS

A amostragem foi realizada em Julho de 2001, nos estuários do Tejo e Sado, e em Julho de 2004, no estuário do Douro (Fig.1). As colheitas de água foram efectuadas à subsuperfície com uma garrafa tipo Niskin. A salinidade foi determinada com uma sonda Aanderaa e a classificação das zonas estuarinas, segundo a salinidade, foi feita de acordo com o Sistema de Venezia. As contagens de fitoplâncton foram efectuadas de acordo com Utermöhl (1958) e Lund *et al.*(1958). A sensibilidade do método prevê um limite inferior de detecção de 40 cél/L.

A diversidade específica foi calculada com base no índice de Shannon-Wiener (Shannon e Wiener, 1963) tendo sido também consideradas a Riqueza específica e a Equitabilidade (Pielou, 1975).

A fim de pôr em relevo a dissimilaridade de estrutura entre as comunidades fitoplanctónicas dos três ecossistemas, foi efectuada uma ordenação não paramétrica -MDS- com base numa matriz de similaridade (Bray Curtis), calculada sobre uma matriz de abundância das espécies com uma contribuição superior a 4%, da abundância do fitoplâncton total em cada amostra (Clarke e Warwick, 1994). Os quantitativos das espécies foram previamente transformados por raiz quarta para reduzir o peso das espécies muito abundantes e aumentar o contributo das

espécies menos abundantes, na análise. Esta análise multivariada foi complementada com a classificação hierárquica das amostras, pelo método de ligação média. Com o objectivo de determinar o grupo de espécies discriminantes entre os três estuários foi calculada a dissimilaridade média entre todos os pares de amostras dos três grupos e calculada a contribuição de cada espécie para aquela dissimilaridade entre cada dois estuários.

Na análise utilizou-se o programa PRIMER, vs 6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Abundância

No estuário do Douro a abundância fitoplanctónica variou entre 110 e 15500 células/mL (Fig.2). Este máximo, localizado na zona água doce-oligoalina, foi devido a um «bloom» de Cyanobacteria dominado por *Oscillatoria lemmermannii*. Nesta zona, as Chlorophyceae atingiram, também, o seu maior desenvolvimento, particularmente *Coelastrum microporum* e *C. reticulatum*. Nas zonas a jusante, o fitoplâncton passou a ser dominado pelas Bacillariophyceae, sendo as espécies mais abundantes *Skeletonema costatum* e *Pseudo-nitzschia grupo delicatissima*, acompanhadas por *Stephanodiscus hantzschii*.

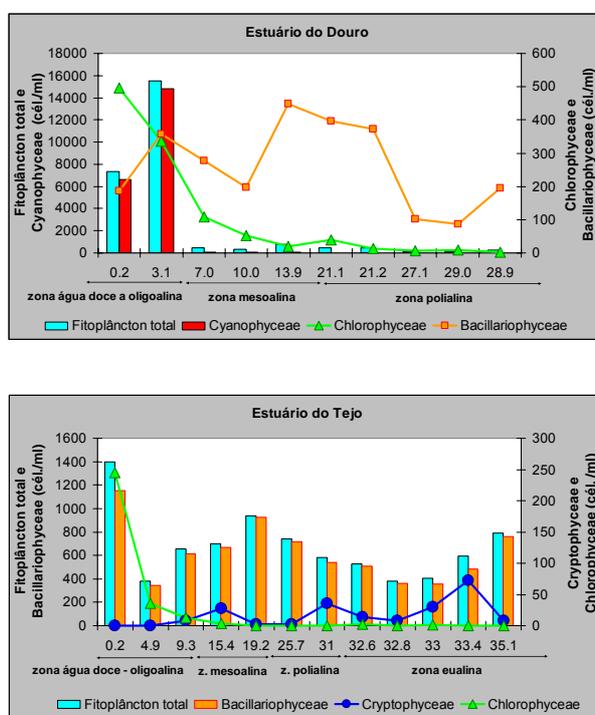


Figura 2 - Distribuição do Fitoplâncton e grupos taxonómicos mais abundantes ao longo do gradiente de salinidade no estuário do Douro e Tejo.

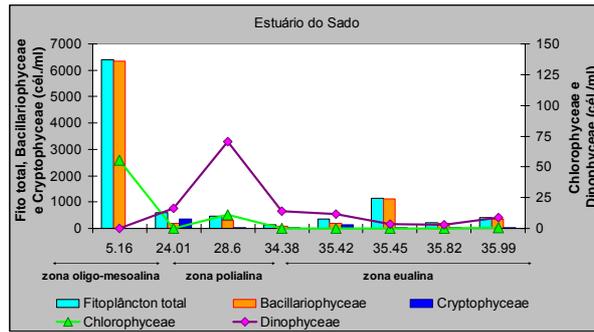


Figura 2 - Distribuição do Fitoplâncton e grupos taxonômicos mais abundantes ao longo do gradiente de salinidade no estuário do Sado.

Na zona mesoalina observou-se, ainda, um máximo secundário, para o qual concorreram, além das Bacillariophyceae, as Cryptophyceae (*Plagioselmis* sp.) e Prasinophyceae (*Nephroselmis* sp.). A localização da maior produção fitoplanctónica na zona água doce-oligoalina está de acordo com os valores de biomassa registados por Azevedo *et al.* (2006), neste estuário e, em particular, naquela zona.

No Estuário do Tejo (Fig.2) a densidade do fitoplâncton variou de 380 a 1400 células/mL, correspondendo o valor máximo à zona de água doce, relacionado com uma proliferação de *Stephanodiscus hantzschii*. As Bacillariophyceae foram o grupo dominante em todo o estuário, dando, ainda, origem a um outro máximo de abundância (940 células/mL) na zona polialina, onde se verificou a coexistência de espécies eualinas (*Lithodesmium undulatum*, *Leptocylindrus minimus*) e de espécies eurialinas (*Melosira moniliformis*, *Skeletonema costatum*). A dominância das Bacillariophyceae já tinha sido referida por outros autores, quer ao longo do estuário (Oliveira, 2000), quer na zona superior (Gameiro *et al.*, 2004). É de salientar que nos verões de 1989 e 1990, na zona superior do estuário (Vila Franca) ocorreram grandes “blooms” de Cyanobacteria, especialmente de *Microcystis aeruginosa*, que devido à sua toxicidade causaram elevadas mortalidades na ictiofauna da zona (Oliveira e Menezes, 1989; Oliveira, 1990). Dados de biomassa (clorofila *a*) obtidos em 1980 já tinham confirmado a existência de produções mais elevadas na zona de montante (Cabrita e Moita, 1995). De igual modo, o decréscimo de produção ao longo do estuário e as baixas densidades verificadas na zona inferior estão de acordo, também, com estudos anteriores, que apontam para uma baixa produção fitoplanctónica, nesta zona, devido à deficiência de luz, uma vez que os nutrientes registaram concentrações não limitantes do crescimento do fitoplâncton (Cabeçadas, 1999). Estes factos fariam supor um maior risco de eutrofização nas zonas de montante do estuário. No entanto, os estudos realizados de 1999 a 2004 (Oliveira e Coutinho,

2003, 2004) não voltaram a registar a ocorrência de “blooms” ou valores de clorofila *a* significativamente elevados (Gameiro, *et al.*, 2004). Apenas nos invernos muito pluviosos (Março 2001 e Fevereiro 2004) se observou a presença de Cyanobacteria, ao longo do estuário, arrastadas para jusante devido ao elevado caudal do rio. A abundância do grupo, no entanto, não ultrapassou 300 células/ml.

No Estuário do Sado (Fig.2), a abundância do fitoplâncton de Verão (110-6400 cél./mL) foi superior à do Estuário do Tejo, mas inferior à do Douro. A produção máxima ocorreu na zona oligo-mesoalina, devido a proliferações de *Stephanodiscus hantzschii* e *Melosira moniliformis*, sendo bastante superior à da zona eualina (1140 cél./mL), relacionada com populações de *Asterionellopsis glacialis* e *Skeletonema costatum*. As Bacillariophyceae foram, tal como no estuário do Tejo, o grupo dominante, seguidas das Cryptophyceae (*Plagioselmis* sp.) e Dinophyceae (formas nanoplanctónicas de *Gymnodinium* sp.). Estes dois grupos, embora com populações baixas, tiveram maior desenvolvimento que nos Estuários do Douro e Tejo e proliferaram, preferencialmente, no Canal de Alcácer. A dominância das Bacillariophyceae, no estuário, é referida desde 1967 (Sampayo, 1970) e a ocorrência de uma produção de fitoplâncton mais elevada, na zona do Canal, já tinha sido detectada em estudos realizados na década de noventa (Coutinho, 2003). No início da Primavera de 2000, verificou-se, também nesta zona, o aparecimento de um grande “bloom” de espécies daquele grupo (*Stephanodiscus hantzschii* e *Cyclotella meneghiniana*) que atingiu 170000 cél./mL. A ocorrência episódica destes “blooms” indica que o troço superior do estuário é já uma zona sensível, sujeita esporadicamente a episódios de eutrofia.

Diversidade

No estuário do Douro, os valores do Índice de Shannon (Fig. 3) foram elevados na maioria das estações (80% de H' >3.0 bits/cél.). Os valores mais baixos (0,8-1,0 bits/cél.) ocorreram na zona de água doce-oligoalina, estações D1 e D2, devido à dominância de um número reduzido de espécies de água doce, como *Oscillatoria lemmermannii* e *Microcystis pulvereae*, cuja proliferação fez diminuir a equitabilidade, e conseqüentemente, também, o índice de Shannon. A Riqueza específica (S) variou entre 21 espécies/amostra, na estação 10 (zona eualina) e 50 na estação 1 devido ao contributo de espécies de água doce, provenientes de montante. A Equitabilidade apresentou uma distribuição coincidente com H' , com 80% dos seus valores superiores a 0,5, excepto nas estações 1 e 2, onde se verificou o “bloom” das Cyanobacteria acima mencionadas.

No estuário do Tejo, os valores de diversidade específica foram menos elevados que os do Douro (67% de H' entre 2,0 e 3,0 bits/cél.), mas os valores mínimos não foram inferiores a 2,1 bits/cél. O valor mais elevado (3,6 bits/cél.) correspondeu à estação T6, na zona polialina, onde se registou uma abundância repartida por um grupo de espécies estuarinas.

A Riqueza específica, no estuário do Tejo, foi a mais elevada dos três estuários, com 75% dos valores de $S > 30$ espécies/amostra. O valor máximo (39) ocorreu na estação T6 e deveu-se, sobretudo, ao contributo de espécies estuarinas e marinhas. A Equitabilidade foi também elevada (75% dos valores de J' superiores a 0,50), em particular naquela estação, devido a uma distribuição mais regular dos indivíduos pelas espécies presentes.

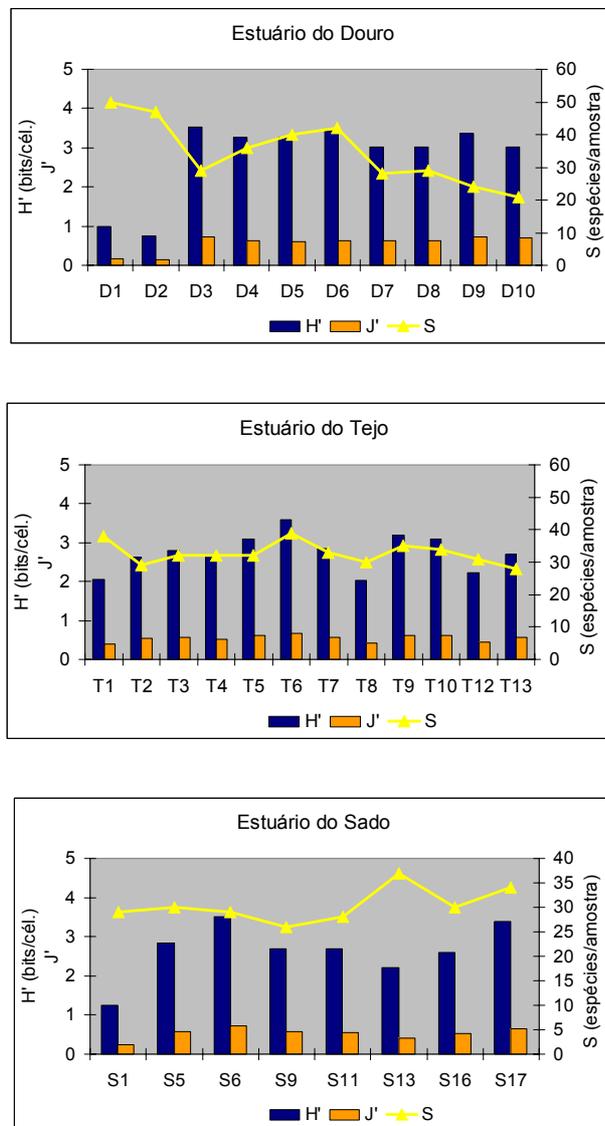


Figura 4 – Variação espacial do Índice de Shannon (H'), Equitabilidade (J') e Riqueza específica (S) nos estuários do Douro, Tejo e Sado.

No estuário do Sado 63% dos valores de H' situaram-se entre 2,0 e 3,0 bits/cél., tendo-se verificado apenas um valor inferior (1,3 bits/cél.) que ocorreu na estação S1, da zona oligo-mesoalina, e foi devido à forte dominância de *Melosira moniliformis* e de *Stephanodiscus hantzchii*. A Riqueza específica (S) apresentou apenas dois valores superiores a 30 espécies/amostra (37 e 34) na zona da baía, devido à influência oceânica e a um maior contributo de espécies marinhas naquela zona. A Equitabilidade apresentou 80% dos valores acima de 0,5, e o valor mais baixo ocorreu na zona oligoalina em resultado das proliferações já mencionadas, que ocorreram nesta zona do estuário.

Comparação entre os estuários

A comparação da estrutura das comunidades fitoplanctónicas dos três estuários foi também efectuada através da classificação hierárquica ou “clustering” (Fig. 4) e da ordenação por MDS (Fig 5), tendo como ponto de partida a matriz de similaridade (Bray Curtis) das amostras.

A ordenação separou três conjuntos, correspondentes aos três estuários, evidenciados pelos “clusters” obtidos ao nível de similaridade de 30%. A separação dos blocos faz-se no eixo dos X que está relacionado com a abundância média relativa do fitoplâncton dos estuários.

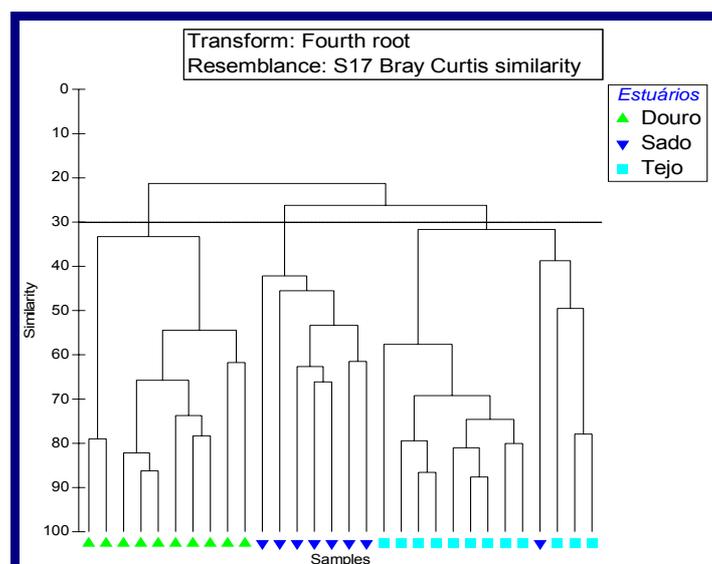


Figura 4 – Dendrograma das amostras dos estuários do Douro, Tejo e Sado, em Julho de 2001 e Julho 2004.

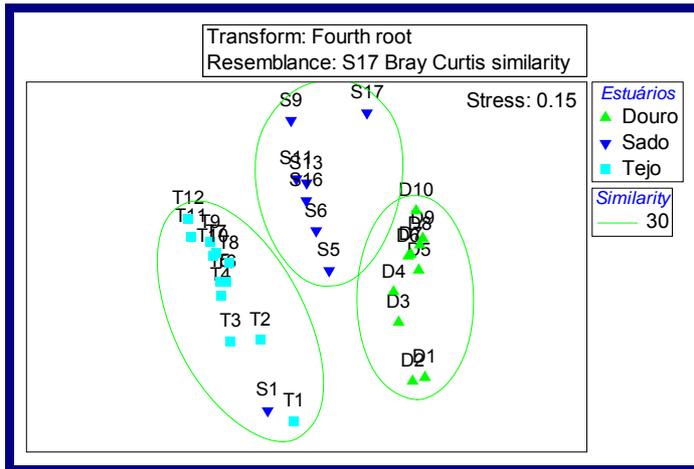


Figura 5 – Ordenação por MDS das amostras dos estuários do Douro, Tejo e Sado, em Julho de 2001 e Julho de 2004.

A ordenação efectuada apenas sobre as amostras das zonas meso-poli-eualinas acentuou a separação dos conjuntos (Fig. 6) e as diferenças de estrutura da comunidade fitoplanctónica de cada estuário, uma vez que, com a eliminação das amostras da zona de água doce-oligoalina, foram retiradas algumas espécies comuns aos três sistemas.

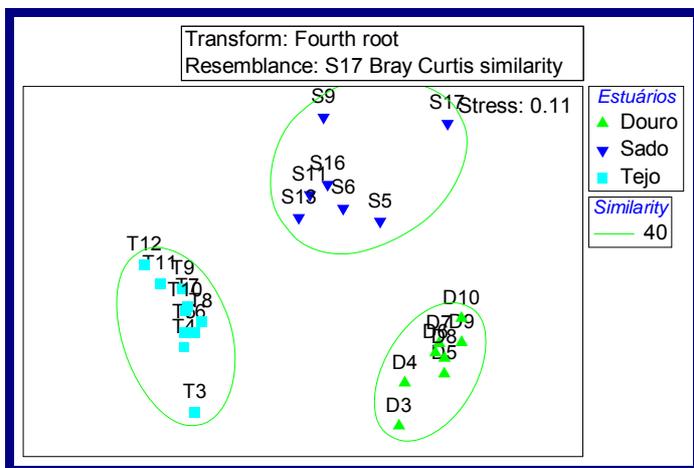


Figura 6 – Ordenação por MDS das amostras das zonas meso-poli-eualinas dos três estuários.

A sobreposição da salinidade separou as amostras das zonas de menor para maior salinidade, segundo o eixo dos Y, e de forma semelhante para cada estuário, conforme se mostra na Figura 7.

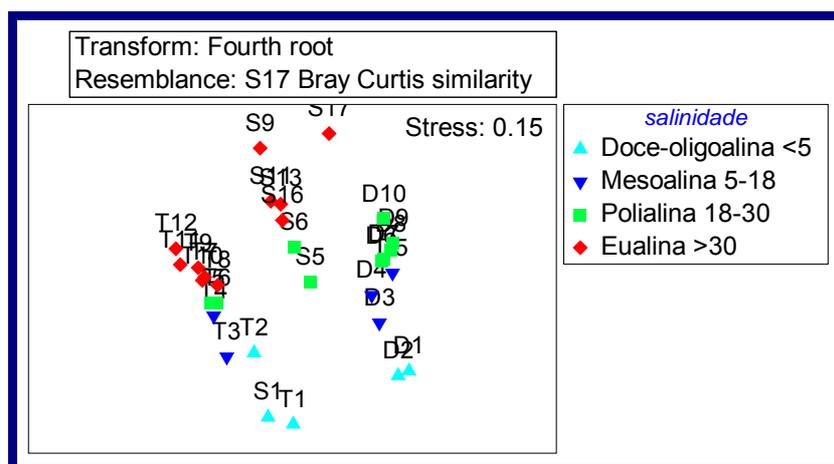


Figura 7 – Ordenação das amostras com sobreposição da salinidade.

Com a análise MDS efectuada sobre a matriz de similaridade das espécies fitoplanctónicas (Tab.1), a ordenação obtida distinguiu três grupos de espécies correspondentes aos três estuários, semelhantes aos obtidos através da ordenação das amostras e respectivo dendrograma (Fig. 8).

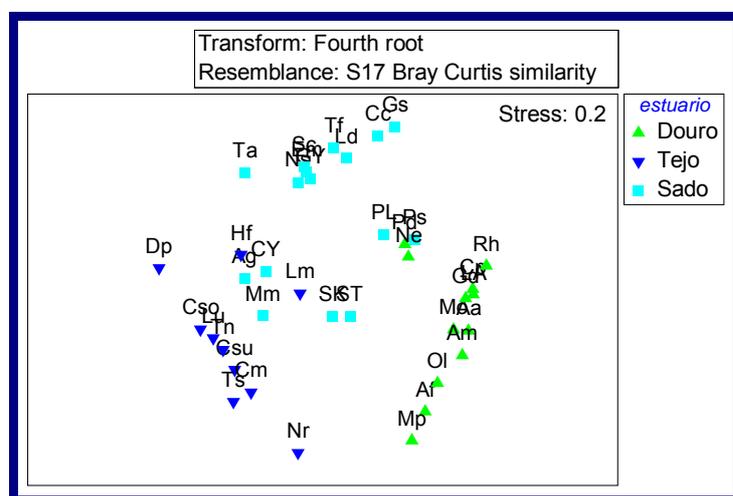


Figura 8 – Ordenação por MDS das espécies do fitoplâncton dos três estuários em Julho de 2001-04. (As abreviaturas correspondem às espécies que constam da Tabela 1).

Tabela 1 – Espécies com abundância $\geq 4\%$ do fitoplâncton dos três estuários. (Abreviaturas a negrito).

<i>Amphidinium</i> sp. Am	<i>Lithodesmium undulatum</i> Lu
<i>Asterionella formosa</i> Af	<i>Melosira moniliformis</i> Mm
<i>Asterionellopsis glacialis</i> Ag	<i>Microcystis pulvere</i> Mp
<i>Aulacoseira ambigua</i> Aa	<i>Monoraphidium contortum</i> Mo
<i>Cerataulina pelagica</i> Cp	<i>Navicula</i> sp. Ns
<i>Chaethoceros curvisetus</i> Cc	<i>Navicula rhyncocephala</i> Nr
<i>Chaethoceros socialis</i> Cso	<i>Nephroselmis</i> sp. Ne
<i>Chaethoceros subtilis</i> Csu	<i>Oscillatoria lemmermannii</i> OI
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Cm	<i>Plagioselmis</i> sp. PL
<i>Cylindrotheca closterium</i> CY	<i>Pseudo-nitzschia</i> grupo <i>delicatissima</i> Pd
<i>Detonula pumila</i> Dp	<i>Pseudo-nitzschia</i> grupo <i>seriata</i> Ps
<i>Eutreptiella marina</i> Em	<i>Rhodomonas salina</i> Rh
<i>Guinardia delicatula</i> Gd	<i>Scrippsiella</i> sp. Sc
<i>Guinardia striata</i> Gs	<i>Skeletonema costatum</i> SK
<i>Gymnodinium</i> sp. GY	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> ST
<i>Hillea fusiformis</i> Hf	<i>Teleaulax acuta</i> Ta
<i>Lauderia annulata</i> La	<i>Thalassionema nitzschioides</i> Tn
<i>Leptocylindrus danicus</i> Ld	<i>Thalassiosira</i> sp. Ts
<i>Leptocylindrus minimus</i> Lm	<i>Thalassiosira fallax</i> Tf

Depois de calculada a dissimilaridade média entre os estuários e a contribuição de cada espécie, foram seleccionadas as espécies discriminantes que mais consistentemente contribuíram para aquela dissimilaridade:

Tejo-Sado: *Gymnodinium* sp., *Plagioselmis* sp., *Thalassionema nitzschioides*.

Tejo-Douro: *Monoraphidium contortum*, *Cylindrotheca closterium*, *Thalassionema nitzschioides*.

Sado-Douro: *Monoraphidium contortum*, *Cylindrotheca closterium*, *Gymnodinium* sp.

CONCLUSÕES

- Nos três estuários, a produção máxima, no período de Verão, ocorreu na zona água doce-oligoalina.
- A produção mais elevada verificou-se no estuário do Douro e, a menor, no estuário do Tejo.
- O desenvolvimento de “blooms” de Verão nos estuários do Douro (Cyanobacteria) e Sado (Bacillariophyceae) é indicador de situações pontuais de eutrofização. No entanto, os valores do Índice de Shannon e, sobretudo, da Equitabilidade revelaram uma boa resiliência daqueles ecossistemas no período de estudo.

- No estuário do Tejo não foram detectadas proliferações elevadas daqueles grupos algológicos e as Cyanobacteria provenientes de montante, registaram densidades baixas.
- A existência de três comunidades fitoplanctónicas bem individualizadas, nos estuários estudados, foi bem evidenciada através das técnicas de análise multivariada utilizadas.
- As principais espécies responsáveis pela dissemelhança entre as três comunidades foram *Gymnodinium* sp., *Plagioselmis* sp., *Thalassionema nitzschioides*, *Monoraphidium contortum* e *Cylindrotheca closterium*.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pelo projecto P.O. MARE “Caracterização Ecológica da Zona Costeira” N°22-05-01-FDR-00015. Agradecemos a M. Nogueira, A. P. Oliveira, C. Gonçalves, V. Franco e A. M. Correia o trabalho efectuado nos estuários referente à colheita das amostras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVAREZ-GÓNGORA, C.; HERRERA-SILVEIRA, J. A., 2006. Variations of phytoplankton community structure related to water quality trends in a tropical karstic coastal zone. *Marine Pollution Bulletin*, 52: 48-60.

AZEVEDO, I. C.; DUARTE, P. M.; BORDALO, A. A., 2006. Pelagic metabolism of the Douro estuary (Portugal). Factors controlling primary production. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 69: 133-146.

CABEÇADAS, L., 1999. Phytoplankton production in Tagus estuary (Portugal). *Oceanologica Acta*, 22: 51-65.

CABRITA, M. T., MOITA, M. T., 1995. Spatial and temporal variation of physico-chemical conditions and phytoplankton during a dry year in the Tagus estuary (Portugal). *Netherlands Journal of Aquatic ecology*, 29: 323-332.

CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M., 1994. Change in marine communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. PRIMER-E Ltd, Plymouth, U.K.

COUTINHO, M. T. P., 2003. Comunidade fitoplânctónica de Estuário do Sado. Estrutura, Dinâmica e Aspectos Ecológicos. Dissertação para Investigador Auxiliar. INIAP/IPIMAR, 328 p.

DIRECTIVA QUADRO DA ÁGUA 2000/60/EC. INAG, 2005. <http://dqa.inag.pt/dqa> .

INAG/IST: <http://www.maretec.mohid.com>.

GAMEIRO, C.; CARTAXANA, P.; CABRITA, M. T.; BROTAS, V., 2004. Variability in chlorophyll and phytoplankton composition in an estuarine system. *Hydrobiologia*, 525: 113-124.

LUND, J. W.; KIPLING, C.; LE CREN, E. D., 1958. The Inverted Microscope Methods of Counting. *Hydrobiologia*, 11: 143-170.

MOITA, M. T.; VILARINHO, M. G., 1999. Checklist of phytoplankton species off Portugal: 70 years of studies. *Portugaliae Acta Biol., Sér. B, Sist.*, 18: 5-50.

MONCHEVA, S.; GOTSIS-SKRETAS, O.; PAGOU, K.; KRASSTEV, A., 2001. Phytoplankton blooms in Black Sea and Mediterranean coastal ecosystems subjected to anthropogenic eutrophication: similarities and differences. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 53: 281-295.

O'FARRELL, I.; LOMBARDO, R. J.; PINTO, P. T.; LOEZ, C., 2002. The assessment of water quality in the lower Luján River (Buenos Aires, Argentina): phytoplankton and algal bioassays. *Environmental pollution*, 120: 207-218.

OLIVEIRA, R., 1990. Exame biológico das amostras de água do troço de Alhandra, estuário do Tejo. Relatório interno, INIP.

OLIVEIRA, R., 2000. Fitoplâncton. *In: Qualidade Ambiental dos Estuários do Tejo e Sado*. INIAP/IPIMAR. pp. 8-9.

OLIVEIRA, R.; MENEZES, J. 1989. Mortalidade de peixes no estuário do Tejo. Relatório interno, INIP.

OLIVEIRA, R.; COUTINHO, M. T. P., 2003. Fitoplâncton. *In: Caracterização Ecológica dos Sistemas Estuarinos Tejo e Sado e Zona Costeira Adjacente*. INIAP/IPIMAR. pp. 31-35.

OLIVEIRA, R.; COUTINHO, M. T. P., 2004. Fitoplâncton. *In: Caracterização Ecológica dos Sistemas Estuarinos Tejo e Sado e Zona Costeira Adjacente*. INIAP/IPIMAR. pp. 11-18.

PIELOU, E.C., 1975. Ecological diversity. Wiley Interscience, New York, 165 p.

SAMPAYO, M. A. M., 1970. Diatomáceas do Estuário do Sado. Estudo Qualitativo e Quantitativo; Variações sazonais. *Notas e Estudos do Inst. Biol. Marit.* 39, 104 p.

SHANNON, C. E.; WIENER, N., 1963. The Mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, London, 360 p.

UTERMÖHL, H., 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton- Methodic. *Int. Ver. Theor. Limnol. Verh.*, 9: 1-3.