

TIPOLOGIA RIPÍCOLA DE SISTEMAS FLUVIAIS PORTUGUESES

Francisca C. F. AGUIAR;

Doutora, ISA, Centro de Estudos Florestais, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, fraguiar@isa.utl.pt

Maria Teresa FERREIRA;

Professora Associada, ISA, Centro de Estudos Florestais, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, terferreira@isa.utl.pt

António ALBUQUERQUE;

Engenheiro Florestal, ISA, Centro de Estudos Florestais, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, aalbuquerque@isa.utl.pt

Patricia RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ;

Engenheira Florestal, ISA, Centro de Estudos Florestais, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, patri@isa.utl.pt

Resumo

Apresentam-se os resultados da definição e validação da tipologia ripícola, utilizando dados de 205 locais em condições ecológicas de referência (i.e., minimamente perturbados), amostrados na Primavera-Verão de 2004 e 2005. Este trabalho foi desenvolvido no sentido de dar resposta aos requisitos normativos da Directiva Quadro da Água da União Europeia 2000/60/EC, transposta para a Portugal pela Lei 58/2005 de 29 de Dezembro.

O tratamento de dados iniciou-se com uma classificação hierárquica, seguida da validação dos grupos biológicos obtidos por métodos não-paramétricos e por análise discriminante. Paralelamente, analisou-se a coerência entre a tipologia ripícola e a tipologia abiótica previamente estabelecida.

A vegetação fluvial reflectiu de forma significativa a tipologia hidrogeomorfológica, sobretudo em relação aos grandes grupos latitudinais e altitudinais: montanhoso, litoral, norte e sul. Os resultados da análise discriminante, com 85% de locais correctamente classificados por *cross-validation* e os resultados da análise de similaridades ilustraram a importância da componente ripária na ecologia dos rios portugueses. A resposta preditiva da vegetação fluvial a descritores ambientais, permitiu o reconhecimento de variações naturais abióticas, como áreas de calcários e a identificação de situações de perturbação correspondentes a locais desviantes das condições de referência. Por outro lado, a identificação de zonas de transição e a validação de enclaves tipológicos, como a Serra de S. Mamede e a Serra de Monchique representaram também um precioso contributo à tipologia nacional. Conclui-se que a flora fluvial revelou um elevado potencial na definição de tipologias de referência e indicou ser um bom elemento para determinação da qualidade ecológica.

Palavras-chave: plantas fluviais, DQA, tipologia, condições de referência, Portugal

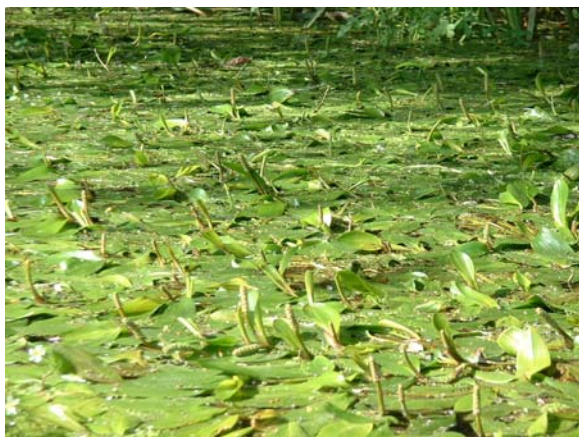
A Directiva Comunitária 2000/60/EC, transposta para Portugal pela Lei nº 58/2005 de 29 de Dezembro e complementada pelo Dec. Lei nº 77/2006 de 30 de Março, conhecida como Directiva-Quadro da Água da União Europeia (DQA), estabelece importantes linhas reguladoras de acção comunitária no domínio da política da água. Para a transposição da DQA, os Estados Membros da União Europeia necessitam efectuar a classificação das águas interiores, apoiados em elementos físico-químicos, hidrogeomorfológicos e biológicos. Esta classificação serve como base ao desenvolvimento de métodos de avaliação da qualidade ecológica das águas interiores para a posterior monitorização dirigida à obtenção/manutenção do “bom estado ecológico”. Em Portugal a definição tipológica abiótica de sistemas fluviais utilizou o Sistema B (DQA, Anexo II), a aproximação mais flexível das propostas na DQA, resultando na identificação inicial de 5 tipos regionais e 27 tipos fluviais (ALVES *et al.* 2003).

Os macrófitos são um dos elementos de qualidade para a classificação do estado ecológico preconizados na DQA (DQA, Anexo V), conjuntamente com os invertebrados bentónicos, fitobentos e fauna piscícola. Numerosos estudos comprovam a importância deste elemento biológico na funcionalidade dos ecossistemas aquáticos e a sua relação com os factores ambientais. Nas últimas décadas, o surgimento de legislação relacionada com a água, como a DQA na Europa, a “Clean Water Act” nos Estados Unidos e a “Australia’s Water Reform Framework”, na Austrália impulsionaram o estudo das comunidades de macrófitos, tanto na vertente tipológica, como na bioindicação do estado ecológico de águas superficiais. Em Portugal, apenas se conhecem estudos tipológicos de macrófitos, ao nível de pequenas regiões ou bacias, e a necessidade de implementação da DQA permitiu o desenvolvimento de estudos baseados em dados de macro-escala.

O presente estudo pretende dar resposta aos requisitos normativos da DQA relativos à definição de tipologia de rios. Baseou-se em amostragens de vegetação macrofítica, referindo-se a todas as plantas visíveis (embora não necessariamente identificáveis) a olho nu, e que se encontram dentro de água, e em solos e ambientes encharcados ou húmidos, no canal e no talude do sistema fluvial (WETZEL 2002). Considerou-se o uso lato do termo, ou seja, inclui o conjunto das plantas aquáticas propriamente ditas e a restante vegetação fluvial (incluindo a componente lenhosa). Do ponto de vista taxonómico, os macrófitos incluem os grupos vegetais carófitos, briófitos e plantas vasculares.

Consoante a ligação ao sistema aquático, distinguem-se vários grupos de macrófitos; alguns macrófitos apresentam tecido de suporte frágil, utilizando a coluna de água para se sustentarem e viverem, designando-se por hidrófitos; outros apresentam tipicamente parte do caule imerso e a restante parte emersa e designam-se por helófitos, tolerando períodos de submersão (Figura 1). No meio fluvial ocorrem ainda espécies associadas a ambientes e substratos húmidos designadas genericamente por higrófitos, e espécies terrestres adventícias. A galeria ribeirinha, ripária ou ripícola é composta por comunidades vegetais dominadas por um conjunto de espécies lenhosas (arbóreas, arbustivas e lianas) associadas ao corredor fluvial (Figura 2).

Este trabalho apresenta a tipologia biológica efectuada utilizando macrófitos e a sua contribuição para a definição e validação da tipologia fluvial no contexto da DQA, bem como a relação com a tipologia regional morfo-climática previamente definida e a caracterização da flora e vegetação em condições de referência.



(a) *Potamogeton* sp.



(b) *Typha* sp.

Figura 1 – Dois tipos de macrófitos: (a) Hidrófito (b) Helófito

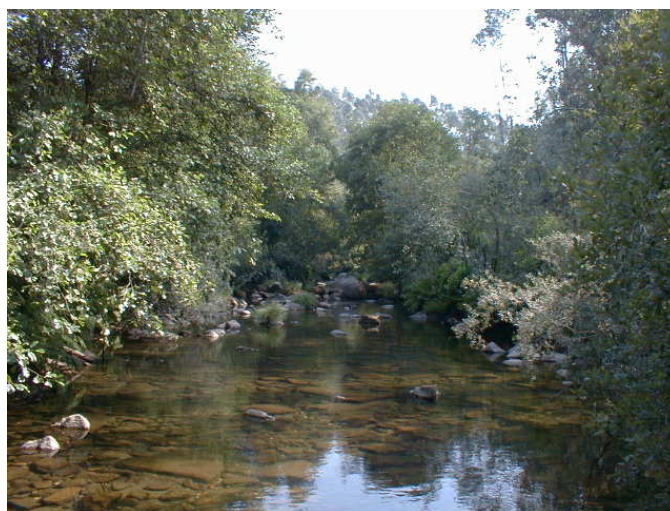


Figura 2 – Galeria ribeirinha dominada por amieiros.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo e amostragem

A tipologia fluvial abiótica pré-definida pelo Sistema B da DQA inclui 5 Tipos regionais morfo-climáticos – Norte (N), Sul (S), Alto Douro (D), Montanhoso (M), Litoral (L) - (Figura 3) e 27 Tipos fluviais baseados na mineralização e área da bacia de drenagem. Sobre estes Tipos foram eleitos 205 locais pouco perturbados. Este processo teve uma primeira fase de pré-selecção em gabinete baseada na ausência ou reduzida influência de pressões antropogénicas sobre os sistemas fluviais de acordo com o documento REFCOND¹, a partir dos dados disponíveis, apoiados pela análise de dados de

¹ REFCOND (2003) Guidance on establishing reference conditions and ecological status boundaries for inland surface waters. Working Group 2.3. EU Common Implementation Strategy (CIS) for the Water Framework Directive.

qualidade biótica quando existentes. Numa segunda fase foi confirmada a selecção através de campanhas de reconhecimento *in situ* (vide AGUIAR *et al.* 2006). Os locais amostrados foram posicionados num gradiente numérico colectivo de perturbação de acordo com nove variáveis de pressão desde a valoração 1 (condição próxima do “natural”, sem perturbação) a 5 (desvio máximo das condições “naturais” do sistema).

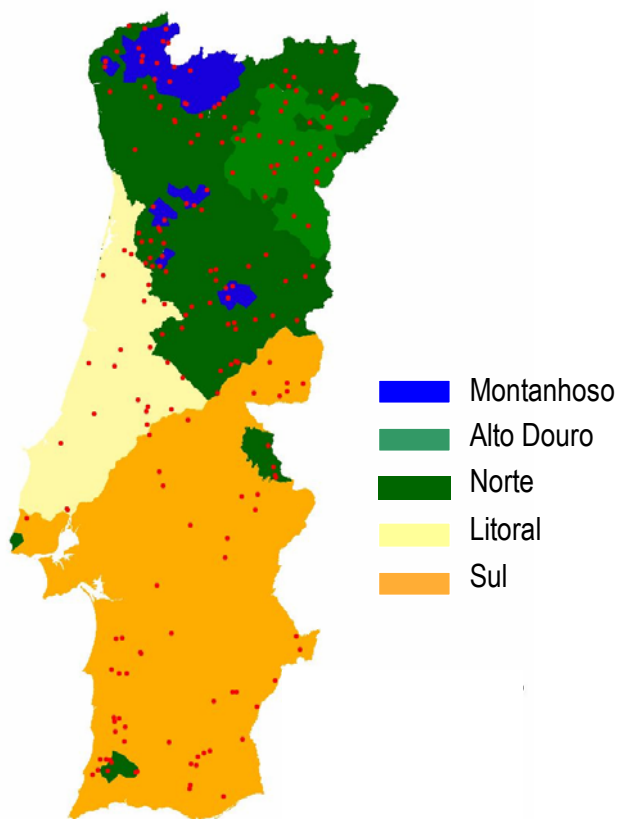


Figura 3 - Tipologia regional abiótica e posicionamento dos locais de referência.

A pressão humana global corresponde ao somatório destas valorações, no caso do macrófitos com uma amplitude de 9 a 45. O conceito de multipressão (ou *stress* global) obtido pela soma de valores semi-quantitativos cobrindo todos os tipos de pressões foi desenvolvido pelo projecto europeu FAME², e adoptado neste trabalho. Para efeitos da definição do universo dos locais de referência, aceitaram-se apenas os locais com pontuação “1” e “2” e apenas um “3” nas nove variáveis FAME.

O trabalho de campo decorreu na época de Primavera-Verão de 2004 (n=156 locais) e 2005 (n=49 locais). A metodologia de amostragem de macrófitos foi adaptada às condições específicas de sistemas fluviais mediterrâneos a partir da norma EN14184:2003 “Water Quality – Guidance for the surveying of aquatic macrophytes in running waters”, aprovada pelo Comité Européen de Normalization (CEN). Deste modo, considerou-se para a amostragem um troço de rio com 100 m de comprimento, e com as dimensões laterais a incluir a zona inundada no Inverno e cujo limite superior corresponde geralmente à área ocupada pela galeria ripícola. Esta área foi percorrida de jusante para montante em zigue-zague no canal e margens e anotadas as espécies observadas de macrófitos (excluindo as

² Development, Evaluation and Implementation of a Standardized Fish-based Assessment Method for the Ecological Status of European Rivers (FAME). FP5 Research Framework, EVK1-CT-2001-00094. <http://fame.boku.ac.at>

macroalgas). Numa observação posterior de montante para jusante, anotaram-se as espécies anteriormente não detectadas e, no fim, a abundância percentual de cada espécie na área do troço. Os briófitos foram recolhidos para identificação e a sua abundância estimada em relação ao troço e ao habitat dominante (rocha, troncos, ...). Da amostragem dos briófitos excluíram-se os briófitos epífitos que ocorrem a uma altura sobre a água superior à da zona de humectação (cerca de 1,5 m de altura). A identificação das espécies vasculares que não foram reconhecidas *in loco* foi efectuada no Herbário João Carvalho e Vasconcellos do Instituto Superior de Agronomia (LISI) e os briófitos no Herbário do Museu Nacional de História Natural da Universidade de Lisboa (LISU).

As variáveis ambientais de caracterização dos locais foram obtidas quer por consulta de informação em formato digital por cartas militares (e.g. altitude, distância à nascente, área da bacia de drenagem), quer no campo (condutividade, composição do substrato). As variáveis morfo-climáticas foram compiladas e cedidas pelo INAG.

2.2 Tratamento estatístico

A partir das fichas de campo, construiu-se uma matriz de abundâncias (espécies vs. locais) e realizou-se uma classificação utilizando o coeficiente de Bray-Curtis na matriz de similaridade e o método de agrupamento UPGMA, com recurso ao programa Numerical Taxonomy System, NTSYSpc (ROHLF, 1993). Os dados foram previamente transformados, tendo-se utilizado a dupla raiz quadrada, com o objectivo de aproximação à normalidade dos dados e igualdade de variâncias e para moderar a influência de valores extremos.

Os grupos biológicos obtidos, ou seja, os grupos provenientes da classificação e ecologicamente interpretáveis, foram sobrepostos ao mapa da tipologia regional abiótica, de modo a analisar a coerência entre a tipologia macrofítica e a abiótica. Após a localização geográfica dos locais de cada grupo biológico seguiu-se a validação estatística em duas etapas; a primeira consistiu na análise multidimensional não-paramétrica (NMS) e análise de similaridade entre grupos (ANOSIM), e a segunda numa análise discriminante (MDA). Dada a elevada correspondência entre a tipologia abiótica e a macrofítica, a designação dos grupos seguiu a da tipologia abiótica prévia. Por exemplo, um grupo biológico com dominância de locais do Tipo regional Sul será designado por “Grupo Sul” (Figura 4).

A NMS permite visualizar a associação relativa entre locais de amostragem de acordo com as respectivas comunidades macrofíticas, pelo que não apresenta eixos numéricos. A correspondência entre a matriz de similaridade e o gráfico é explicada pelo stress. Assim, valores de stress inferiores a 0,05 representam um ajustamento perfeito entre as distâncias reais e as distâncias nos eixos. Valores de stress superiores a 0,20 são críticos, devendo ser usada alguma cautela na interpretação dos resultados, enquanto os valores superiores a 0,30 não são de todo interpretáveis (CLARKE 1993). A NMS permitiu também comparar o posicionamento dos locais de 2004 e de 2005, de modo explorar a influência do ano de amostragem nos resultados.

A MDA foi realizada com forward selection das variáveis ambientais e observaram-se os valores da matriz original e da cross-validation (Figura 7). Recorreu-se ao programa PRIMER ver. 5.2.9 (PRIMER-E Ltd. 2001) para as análises não-paramétricas NMS e ANOSIM, e ao programa STATISTICA ver. 6.0 (StatSoft. Inc. 2001) e SPSS ver. 11.5 (SPSS Inc. 2002) para a MDA.

Matriz de similaridade: coeficiente de Bray-Curtis
Transformação: dupla raiz quadrada

Agrupamento: "Group Average"

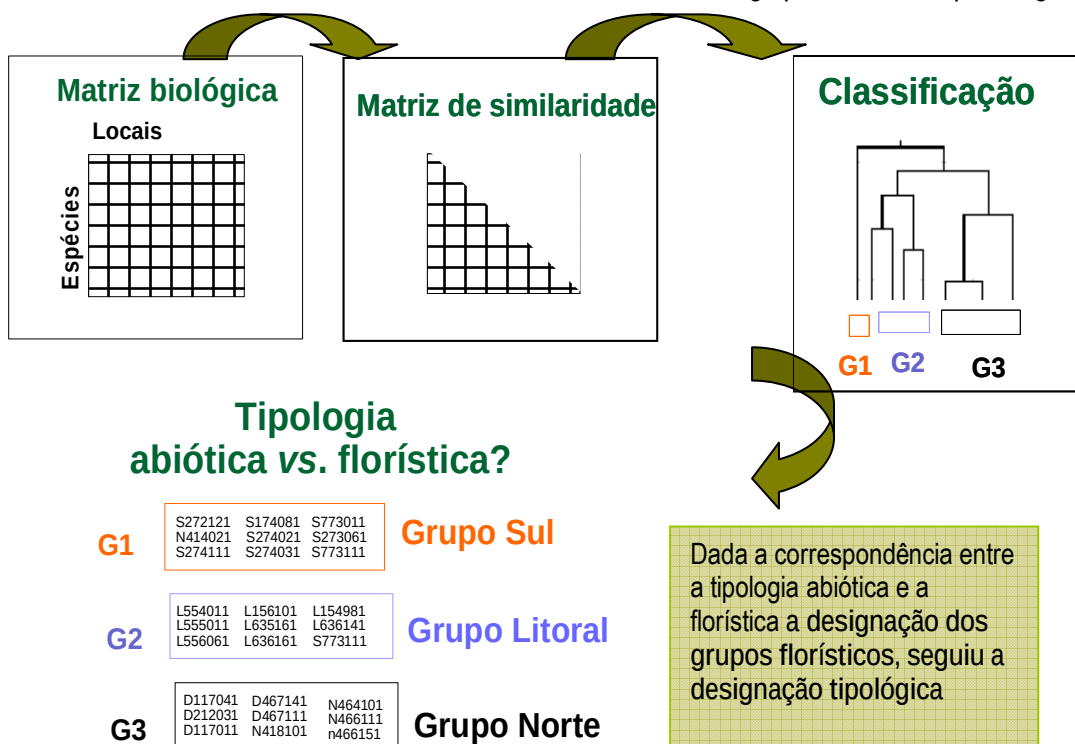


Figura 4 – Classificação e obtenção de grupos florísticos.

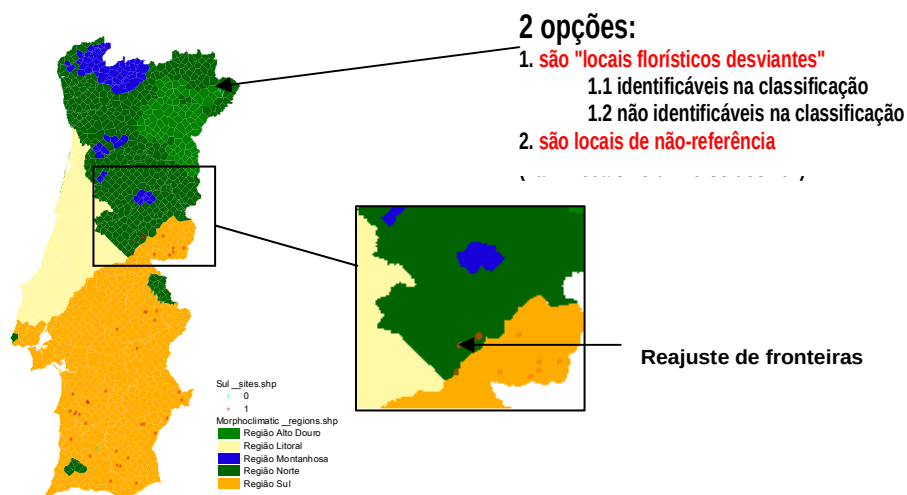


Figura 5 – Visualização geográfica dos grupos florísticos sobrepostos à tipologia abiótica e interpretação dos locais desviantes.

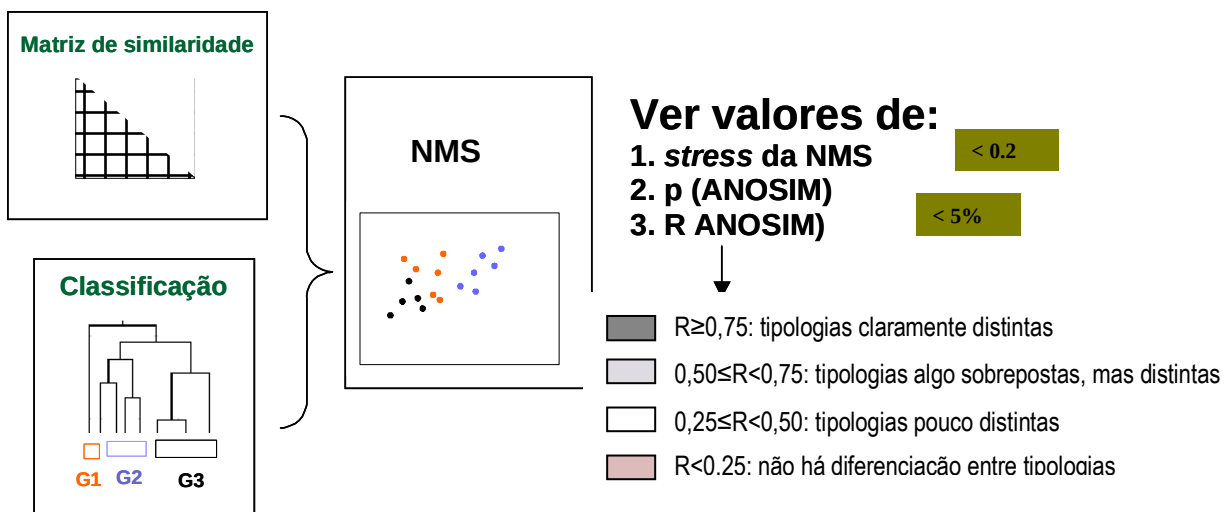


Figura 6 – Validação pelo teste de Análise de Similaridades (ANOSIM).

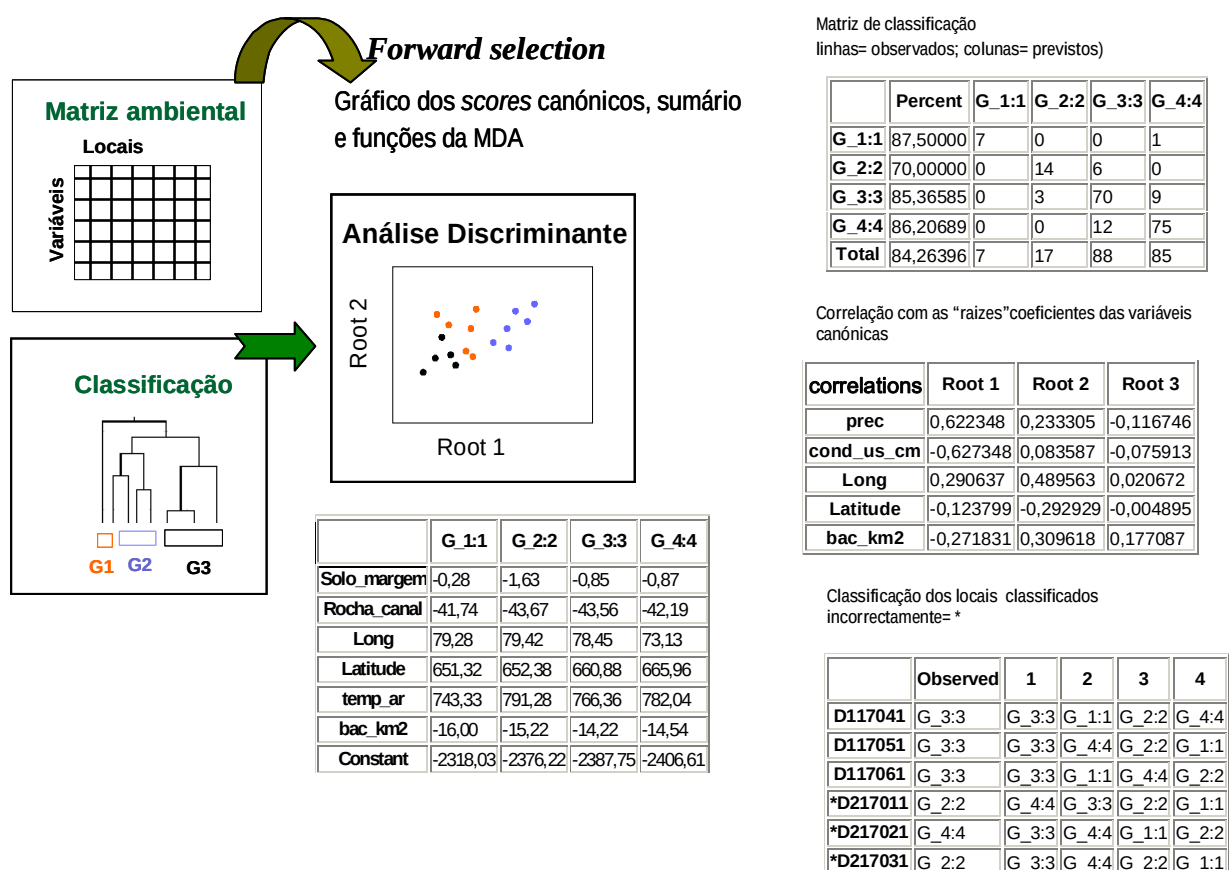


Figura 7 – Validação pela Análise Discriminante (MDA) e exemplificação dos out-puts.

3.1 Comunidade de referência

Foram identificadas mais de 950 espécies de macrófitos nos 205 locais de referência, das quais cerca de 84% são plantas vasculares, correspondendo a cerca de 1/4 da flora vascular existente em Portugal Continental. O grupo florístico dominante no corredor fluvial é de fâcies terrestre, com mais de quatro centenas de espécies, seguido dos higrófitos, enquanto os helófitos e hidrófitos estão representados por um número bastante inferior, atingindo apenas 10.6% do total de taxa recenseados. Em relação à flora briofítica, foram identificadas 167 espécies de musgos e hepáticas, na maioria higrófitas (Figura 8).

A riqueza média total, ou seja o número médio de espécies recenseadas por local é de 57.3 ± 13.7 , com um mínimo de 28 espécies e um máximo de 133 espécies. O número médio de espécies de hidrófitos e helófitos por local é muito variável (média de 8.2 ± 4.3), tal como a percentagem de cobertura, com valores extremos de 0.01% a 84.1% e média de 13.5 ± 14.6 .

A componente endémica é de expressão reduzida em relação ao total de taxa recenseados, dos quais mais de metade são espécies terrestres. A riqueza média por local em briófitos é de 4.9 ± 4.4 , com um máximo de 28 espécies. Em cerca de 14% dos locais não foram recenseados briófitos.

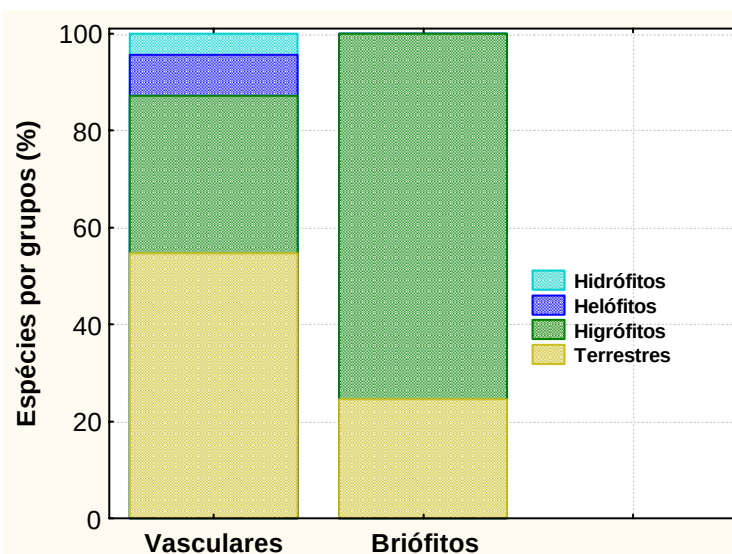


Figura 8 – Classificação das espécies recenseadas do corredor fluvial segundo a ligação ao meio aquático. A coluna da esquerda representa o total do elenco e a da direita a flora briofítica.

Foram recenseadas 148 espécies lenhosas (árvores, arbustos e lianas), das quais 46 são consideradas higrófitas. O número médio de espécies lenhosas por local foi de 10.1 (desvio-padrão= 3.2), variando de um mínimo de 2 a 20 espécies. As espécies arbóreas e arbustivas mais frequentes foram o amieiro (*Alnus glutinosa*), o freixo (*Fraxinus angustifolia*), borrazeira-negra (*Salix atrocinerea*), borrazeira-branca (*Salix salviifolia*), salgueiro-branco (*Salix alba*), sanguinho-de-água (*Frangula alnus*), pilriteiro (*Crataegus monogyna*), urze-branca (*Erica arborea*), sabugueiro (*Sambucus nigra*), choupo-negro (*Populus nigra*) e as lianas silva (*Rubus ulmifolius*) e hera (*Hedera hibernica*).

3.2 Tipologia ripícola

Os resultados apontam para 4 grupos coesos (Figura 9), que correspondem, de um modo geral, à tipologia regional morfo-climática - regiões Montanhosa, Litoral, Sul e Norte, com o Norte a incluir a região Alto Douro. Estes resultados foram validados estatisticamente, com a ANOSIM a apresentar um R sempre superior a 0.5 entre pares de grupos ($p=0.001$; stress da NMS=0.2) (Figuras 10 e 11).

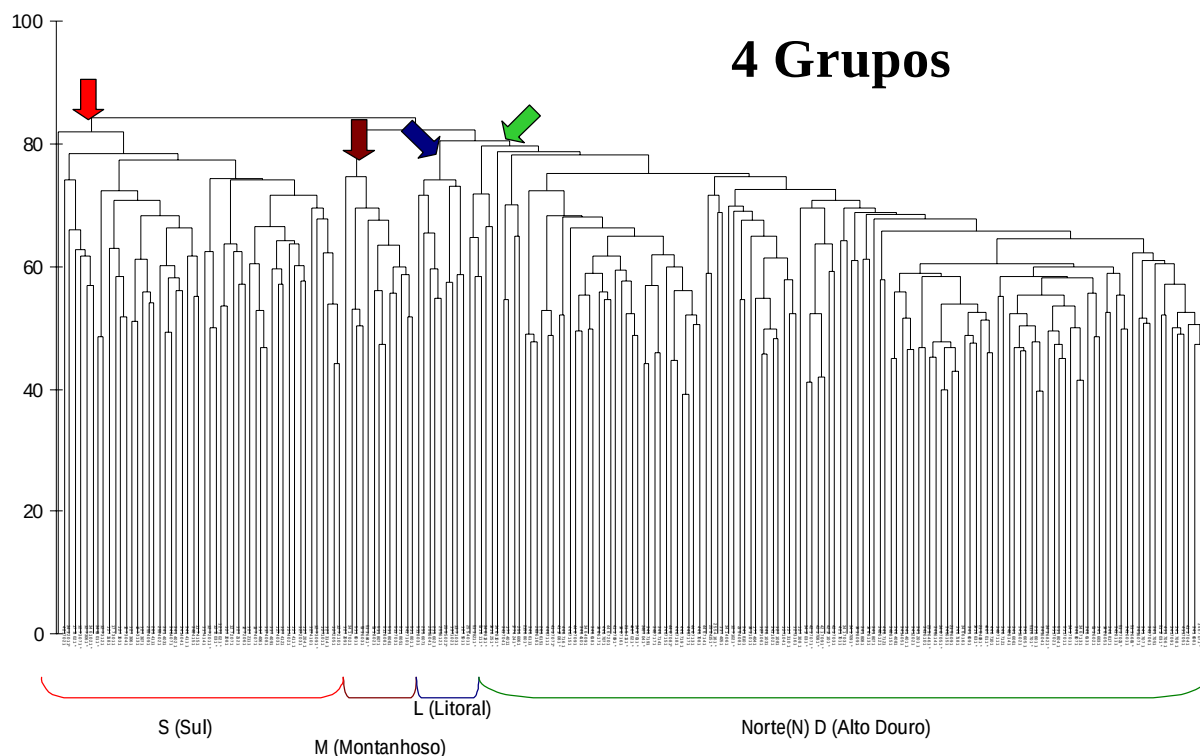


Figura 9 – Dendrograma de classificação dos locais de referência.

	M			
N	0.57**	N		
L	0.99**	0.53**	L	
S	0.98**	0.66**	0.52**	S

Figura 10 – Resultado da Análise de Similaridades (ANOSIM) para os 4 grupos ripícolas. M - Montanhoso, N - Norte, L - Litoral, S- Sul; ** $p=0.001$).

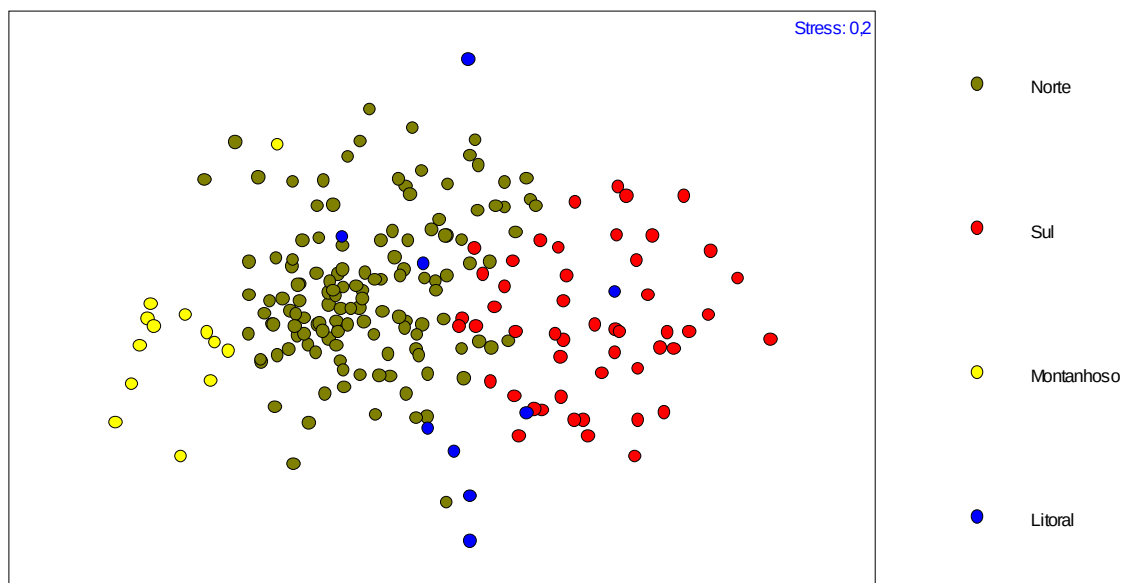


Figura 11 – Resultado gráfico da NMS.

A NMS permitiu ainda explorar a influência do ano de amostragem nos resultados, dado que se incluíram nesta análise 49 locais de referência amostrados em 2005, concluindo-se que o ano de amostragem não influenciou os tratamentos (Figura 12).

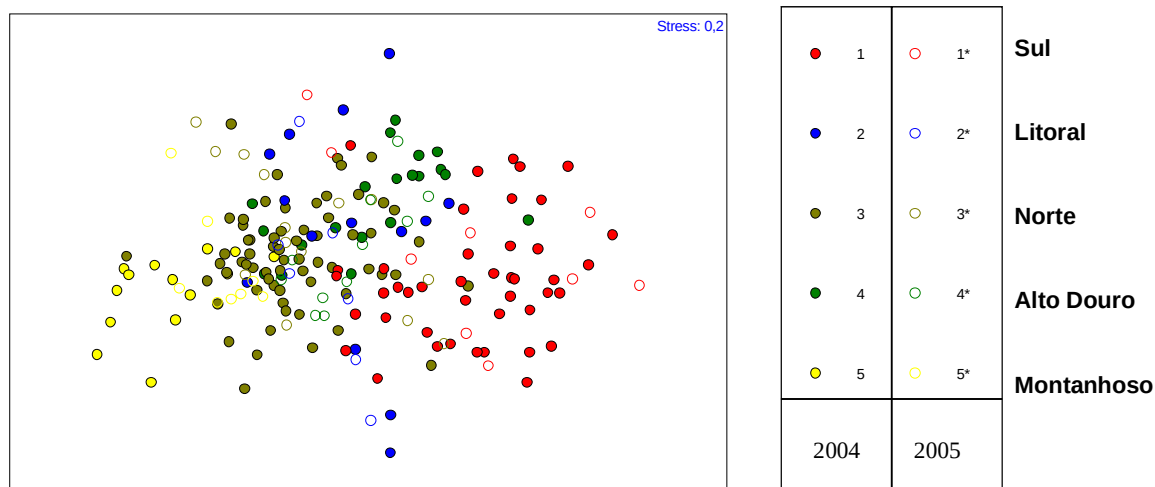


Figura 12 – Resultado gráfico da NMS com notação dos locais amostrados em 2004 e em 2005.

A Figura 13 apresenta o posicionamento geográfico dos locais por grupo biológico, sobrepostos com as regiões da tipologia regional abiótica. Na tipologia regional Sul foram identificadas zonas de fronteira ou correspondentes a um Tipo de transição entre Norte/Sul e Sul/Litoral. O tipo Norte penetra a sul na grande mancha Montanhosa, valida os enclaves Norte no Sul (Serra de Monchique e Serra de S. Mamede) e apresenta locais de fronteira com o Sul.

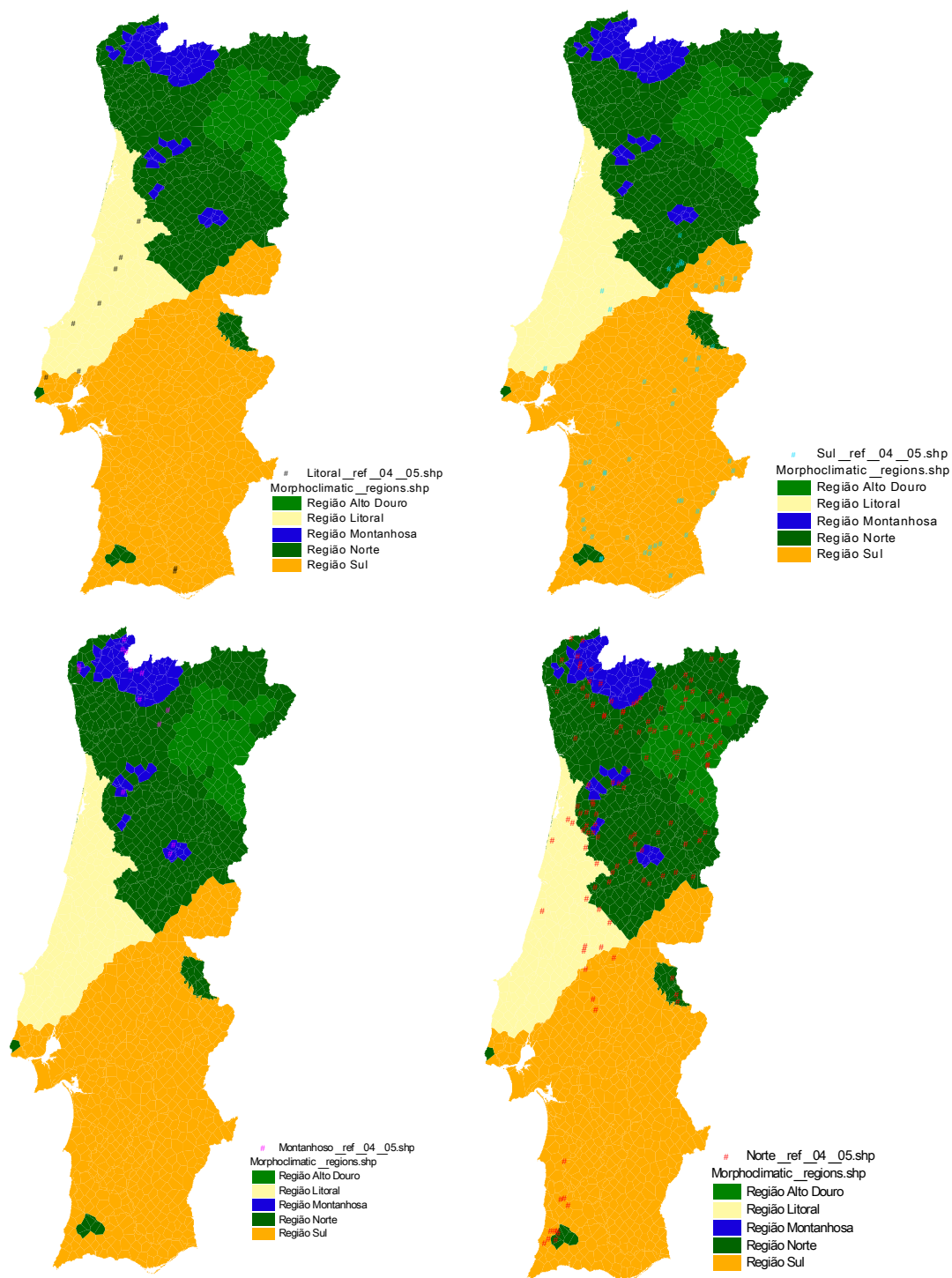


Figura 13 - Locais do Tipo ripícola Montanhoso (em cima, mapa da esquerda), Norte (em cima, mapa da direita), Litoral (em baixo, mapa da esquerda) e Sul (em baixo, mapa da direita) sobrepostos com a tipologia regional abiótica.

A MDA apresenta uma boa discriminação entre grupos da tipologia ripícola (Quadro 1), com valores de classificação correcta por *cross validation* de 78% para o grupo Sul, 77.8% para o grupo Litoral, 87.2% para o grupo Norte e 92.3% para o grupo Montanhoso (média de 85% *por cross validation* e 89% na original). As variáveis que discriminam os grupos são variáveis tipológicas e geográficas (área da bacia de drenagem, mineralização, altitude, longitude, latitude, regime permanente, precipitação e temperatura média anual, tipo geológico, condutividade e oxidabilidade) e variáveis de habitat (substrato rochoso no canal e elementos finos nas margens). A MDA e a visualização espacial dos grupos sobrepostos às regiões morfoclimáticas permitiu a identificação de locais em zonas de fronteira e locais desviantes devido a factores abióticos particulares, como por exemplo locais de elevada condutividade incluídos em zonas com condutividade mais baixa, como é o caso dos locais “Minas de Sto. Adrião” e “Fonte Benémola”.

A divisão do dendrograma a um nível hierárquico inferior permitiu a distinção de três grupos Norte, dois grupos Litoral, um grupo montanhoso e um ou dois grupos Sul. A MDA aponta para uma boa discriminação dos grupos, com valores médios de classificação correcta por *cross-validation* de 78.3% (83.3% na matriz original) e 75.4% (81.8% na matriz original), respectivamente para os 7 e 8 grupos (FERREIRA *et al.* 2007).

A tipologia nacional foi elaborada após conjugação dos resultados dos 4 elementos biológicos, por sobreposição dos respectivos mapas obtidos pelas classificações, obtendo-se 16 Tipos. Este processo incluiu ajustamentos com base pericial, e a definição *a priori* de um tipo calcário no Algarve, de um tipo correspondente aos Depósitos Sedimentares do Tejo e Sado, e dos Grandes Rios do Norte, Centro e Sul. A maior percentagem de locais correctamente classificados foi obtida pelos macrófitos (média de 85%) (ALVES *et al.* 2006).

Quadro 1 – Resultado da Análise Discriminante (matriz original e *cross validation*) para os 4 grupos da tipologia ripícola. Grupos: S – Sul, L – Litoral, N – Norte, M – Montanhoso.

Grupo observado			Grupo previsto				Total
			S	L	N	M	
Original	nº	S	44	3	3	0	50
		L	1	7	1	0	9
		N	10	1	119	3	133
		M	0	0	1	12	13
	%	S	88.0	6.0	6.0	0	100.0
		L	11.1	77.8	11.1	0	100.0
		N	7.5	0.8	89.5	2.3	100.0
		M	0	0	7.7	92.3	100.0
Cross-validation	nº	S	39	3	8	0	50
		L	1	7	1	0	9
		N	11	1	116	5	133
		M	0	0	1	12	13
	%	S	78.0	6.0	16.0	0	100.0
		L	11.1	77.8	11.1	0	100.0
		N	8.3	0.8	87.2	3.8	100.0
		M	0	0	7.7	92.3	100.0

4- CONCLUSÕES

Da análise dos resultados, resumem-se as conclusões mais importantes:

- Conclusões gerais

- a flora macrofítica revelou um elevado potencial para a definição de tipologias de referência e indicou ser um bom elemento para determinação da qualidade ecológica de sistemas fluviais;
- há uma elevada correspondência entre a tipologia florística e a regional abiótica, o que foi confirmado pelos gradientes ambientais, pela visualização do posicionamento geográfico dos grupos obtidos por classificação dos locais de referência e pelos resultados das análises discriminantes efectuadas, com elevada percentagem de locais correctamente classificados por grupo florístico;
- para além de reconhecer variações naturais abióticas, como zonas de calcários, os macrófitos permitiram identificar situações de perturbação (carga de nutrientes, condutividade elevada) e identificar zonas de transição/fronteira, que se vieram a revelar em novos tipos.

- Conclusões específicas

- permitiu a distinção de 4 Tipos regionais (Montanhoso, Norte, Litoral e Sul), com contornos semelhantes à tipologia abiótica.
- permitiu a distinção de 8 Tipos fluviais, entre eles a região de Alto Douro (média e grande bacia), os enclaves Norte no Sul (Serra de Monchique e S. Mamede), a bacia Sedimentar dos Rios Sado e Tejo, e um sub-tipo de transição (entre o Norte, Sul e Litoral);
- permitiu a identificação de *outliers* (falsas referências para uma dada região), uma vez que as comunidades florísticas revelaram uma boa resposta aos factores ambientais.
- permitiu a redefinição de fronteiras da tipologia abiótica, como por exemplo a redução da grande mancha Montanhosa e a expansão do sub-tipo da Serra de Monchique.

AGRADECIMENTOS

Ao INAG (Instituto da Água) pela disponibilização de meios para realização deste estudo e à Fundação para a Ciência e a Tecnologia pelo financiamento da bolsa de Pós-Doutoramento (SFRH/BPD/29333/2006) de Francisca C. Aguiar.

À Eng^a Teresa Vasconcelos, do Departamento de Protecção de Plantas e Fitoecologia do Instituto Superior de Agronomia pela colaboração na identificação das plantas vasculares no Herbário João Carvalho & Vasconcellos (LISI), à Doutora Cecília Sérgio e Dr^a Inês Silva do Herbário do Jardim Botânico Museu Nacional de História Natural da Universidade de Lisboa, pela colaboração na identificação da flora briofítica. Ao Luis Lopes pela ajuda no trabalho de campo e ao Eng.^o Paulo Pinheiro pela colaboração na organização e compilação de dados e pela elaboração das figuras georreferenciadas.

BIBLIOGRAFIA

AGUIAR, F.C.; FERREIRA, M.T.; RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, P.; ALBUQUERQUE, A.; SÉRGIO, C.; SANTOS, J.M. - Flora Macrofítica como Indicadora da Qualidade Ecológica de Sistemas Fluviais Portugueses. 8º Congresso da Água, Sede de Sustentabilidade, 13-17 Março 2006, Figueira da Foz (Portugal), editado em CD-ROM, 2006.

ALVES, M.H.; FIGUEIREDO, H., PÁDUA, J.; RAFAEL, M.T.; BERNARDO, J.M.; PINTO, P. - Directiva Quadro da Água. Aplicação do Sistema A e do Sistema B aos rios de Portugal Continental. Lisboa (Portugal), Instituto da Água, 2003.

ALVES, M.H.; BERNARDO, J.M.; CORTES, R.V.; FEIO, M.J.; FERREIRA, J.; FERREIRA, M.T.; FIGUEIREDO, H.; FORMIGO, N.; ILHÉU, M.; MORAIS, M.; PÁDUA, J.; PINTO, P.; RAFAEL, T. - Tipologias de rios em Portugal Continental no âmbito da Directiva Quadro. *8º Congresso da Água, Sede de Sustentabilidade*, 13-17 Março 2006, Figueira da Foz (Portugal), editado em CD-ROM, 2006.

CLARKE, K.R. - "Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure." *Australian Journal of Ecology*, 18, 1993, pp. 117 - 143.

FERREIRA, M.T.; AGUIAR, F.C.; RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, P.; ALBUQUERQUE, A. - Directiva Quadro da Água. Avaliação da Qualidade Ecológica das Águas Interiores com base no Elemento Macrófitos. Relatório Final. Contrato nº 2003/071/INAG. Lisboa (Portugal), Associação para o Desenvolvimento do Instituto Superior de Agronomia, 2007.

PRIMER-E. "Primer for Windows, version 5.2.9." Plymouth (Reino Unido), Primer- E Ltd., 2001.

ROHLF, F.J. - NTSYS-Pc, Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System, Version 1.80. Exeter Software, Setauket, NY, USA, 1993.

SPSS V11.5 - SPSS 11.5 for Windows and smart viewer. SPSS Inc. Chicago, USA, 2002.

STATSOFT, INC. - STATISTICA (data analysis software system), version 6. www.statsoft.com, 2001.

WETZEL, R. - Limnology: Lakes and rivers. Saunders Publishing. New-York, USA., 2002.