

Biodiversidade de sistemas lóticos: definição de metas para a gestão ambiental nos Açores

Raposeiro, P.¹, A. Costa² e V. Gonçalves³

^{1,2,3} *CIBIO, Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos - Pólo Açores*

^{1,2,3} *Universidade dos Açores, Departamento de Biologia, Rua Mãe de Deus, 58, 9500-801 Ponta Delgada, Açores, Portugal. Tel. +351 296650100; Fax: +351 296650101*

E-mail: ¹ raposeiro@notes.uac.pt; ² accosta@notes.uac.pt; ³ vgoncalves@notes.uac.pt

RESUMO:

Nos Açores, a biodiversidade foi desde cedo fonte de interesse científico particularmente evidente por parte dos naturalistas europeus do séc. XIX e.g. Drouet (1858, 1861) e Morelet (1860). Desde então, a biodiversidade dos sistemas lóticos não foi objecto de investigação por ventura em consequência das suas características particulares que os tornam à primeira vista desprovidos de interesse. Os cursos de água do Arquipélago são de pequena dimensão pelo que se designam de ribeiras. Apresentam regimes torrenciais, baixa heterogeneidade espacial e baixa diversidade de habitats que limitam o potencial de estabelecimento de macroinvertebrados e diatomáceas. Vários trabalhos de (e.g. Gonçalves et al., 2004; Hughes & Malmqvist, 2005) têm vindo recentemente a contribuir para o conhecimento da biodiversidade Macaronésica destes ecossistemas e permitiram a identificação de locais com elevado valor ecológico (sítios de referência), muitos deles localizados em Sítios de Interesse Comunitário (SIC) e Zonas de Protecção Especial (ZPE) e por isso abrangidos pelas Directiva 92/43/CEE (Habitats), Rede Natura 2000 e pela Directiva Quadro da Água (DQA). Os padrões de qualidade ecológica definidos para os locais de referência assim determinados, constituirão as metas de qualidade a atingir para os cursos de água dentro da mesma categoria, só passíveis de ser alcançadas através de medidas de gestão ambiental.

INTRODUÇÃO

A importância da água é hoje em dia cada vez mais evidente, enquanto componente fundamental do ecossistema global. A nossa existência e as nossas actividades económicas dependem totalmente deste recurso. Todavia, a água é um recurso limitado. A influência directa do Homem sobre o ambiente e a pressão sobre os recursos naturais são na actualidade um facto inegável. Os ecossistemas aquáticos vêm sofrendo uma série de impactos antropogénicos que alteram o seu funcionamento, tornando-se óbvio que estes sistemas têm de ser protegidos.

A biodiversidade entendida em todas as suas formas e/ou componentes tem vindo a ser um aspecto de importância crescente, em planos de gestão ambiental e/ou territorial. Já nos meados do século XIX, a biodiversidade dos Açores foi foco de interesse científico por parte dos naturalistas europeus (*e. g.* Drouet, 1858; Morelet, 1860), não tendo sido a Fauna e Flora nas massas de água uma excepção, embora o interesse pelo biota aquático tenha ficado muito aquém do demonstrado pelo terrestre.

O Arquipélago dos Açores é particularmente rico em massas de água interiores de superfície, devido à geomorfologia vulcânica e às condições edafoclimáticas que prevalecem em altitude. As águas superficiais lóticis de regime permanente existem apenas nas ilhas de Santa Maria, São Miguel, São Jorge, Faial e Flores sendo alimentadas por lagoas ou por nascentes de maior caudal existentes no interior das ilhas e, no caso de São Jorge, pelas nascentes da costa Norte. Estas desempenham um papel fundamental na dinâmica hidrológica do Arquipélago, uma vez que funcionam como reserva estratégica, bem como suporte de vida. De facto, os cursos de água do Arquipélago não têm grandes dimensões (maior curso de água – 29 km), pelo que se designam de ribeiras (equiparáveis aos de 1ª e 2ª ordem dos sistemas continentais). Apresentam regimes torrenciais, baixa heterogeneidade espacial e baixa diversidade de habitats que limitam o estabelecimento de macroinvertebrados e diatomáceas. O isolamento associado a estas características potencia a ocorrência de espécies endémicas, mas só muito recentemente, a biodiversidade destes sistemas voltou a ser alvo de estudos mais aprofundados em consequência das exigências impostas pela Directiva Quadro da Água (DQA).

A DQA (European Parliament & Council of the European Union, 2000) estabelece um cronograma de implementação para os Estados membros no domínio da política da água. Trata-se de uma iniciativa primordial na protecção dos ecossistemas aquáticos e sistemas adjacentes, uma vez que estabelece que seja atingido o “bom estado” das águas de

superfície em 2015. Com a aprovação da DQA concretiza-se o conceito de “avaliação do estado ecológico”, abordagem que revoluciona o anterior sistema de classificação da qualidade das águas. O conceito de “estado ecológico” permite ultrapassar as limitações impostas pelas análises físico-químicas (pontuais), uma vez que as comunidades biológicas (temporais) traduzem as alterações ambientais num período mais amplo.

Segundo o Anexo II da DQA é necessário identificar e caracterizar as condições de referência para cada tipo de massa de água. As condições de referência são definidas na DQA como o estado dos ecossistemas aquáticos na ausência de qualquer influência antrópica significativa. O “estado ecológico” das águas superficiais é definido com base em parâmetros biológicos (constituem a base de avaliação da qualidade da água, sendo usados como indicadores da sua qualidade ecológica), hidromorfológicos e físico-químicos (são os elementos que suportam os elementos biológicos, pois englobam factores abióticos que condicionam as suas comunidades). O estado ecológico actual é obtido por comparação com o "estado ecológico de referência", estabelecendo um "rácio de qualidade ecológica".

As comunidades bentónicas são dependentes da produtividade primária e secundária, pelo que acabam por revelar perturbações que ocorrem inicialmente a um nível mais baixo. Os organismos que as constituem, sendo fundamentalmente sedentários, não conseguem escapar a alterações ambientais adversas, e exibem diversos graus de tolerância à poluição acumulando essa informação ao longo do tempo. Actualmente, já se encontram bem definidas as características estruturais, fisiológicas e comportamentais dos organismos que reflectem alterações qualitativas do meio aquático (Johnson *et al.*, 1993), bem como as vantagens da utilização destas comunidades como indicadoras da qualidade ecológica da água (Alba-Tercedor, 1996). Assim a utilização das comunidades biológicas como indicadoras da água vem permitir uma avaliação integrada dos efeitos dos poluentes e outras perturbações presentes no sistema aquático (Metcalf-Smith, 1994).

Trabalhos de Gonçalves *et al.* (2005, 2006a, 2006b), Gonçalves & Ector (2006), Marques & Gonçalves (2004), Raposeiro & Costa (2004a, 2004b, 2005) e Cymbron (2005, 2006) têm vindo a contribuir para o conhecimento da biodiversidade Macaronésica e têm permitido a identificação de locais com elevado valor ecológico (sítios de referência), muitos deles localizados em Sítios de Interesse Comunitário (SIC) e Zonas de Protecção Especial (ZPE) e também abrangidos pelas Directiva 92/43/CEE (Habitats), Rede Natura 2000 e pelos planos programas de restauração da DQA.

Os padrões de qualidade ecológica definidos para os locais de referência constituirão as metas de qualidade a atingir para os cursos de água dentro da mesma categoria. Com efeito, estas só serão alcançadas através de medidas de gestão ambiental, passando muitas delas pelo estabelecimento de condicionantes às actividades desenvolvidas nas respectivas bacias hidrográficas.

METODOLOGIA

Em 2004, foi amostrado um total de 34 estações em 15 ribeiras, localizadas em três ilhas do Arquipélago dos Açores (Figura 1).

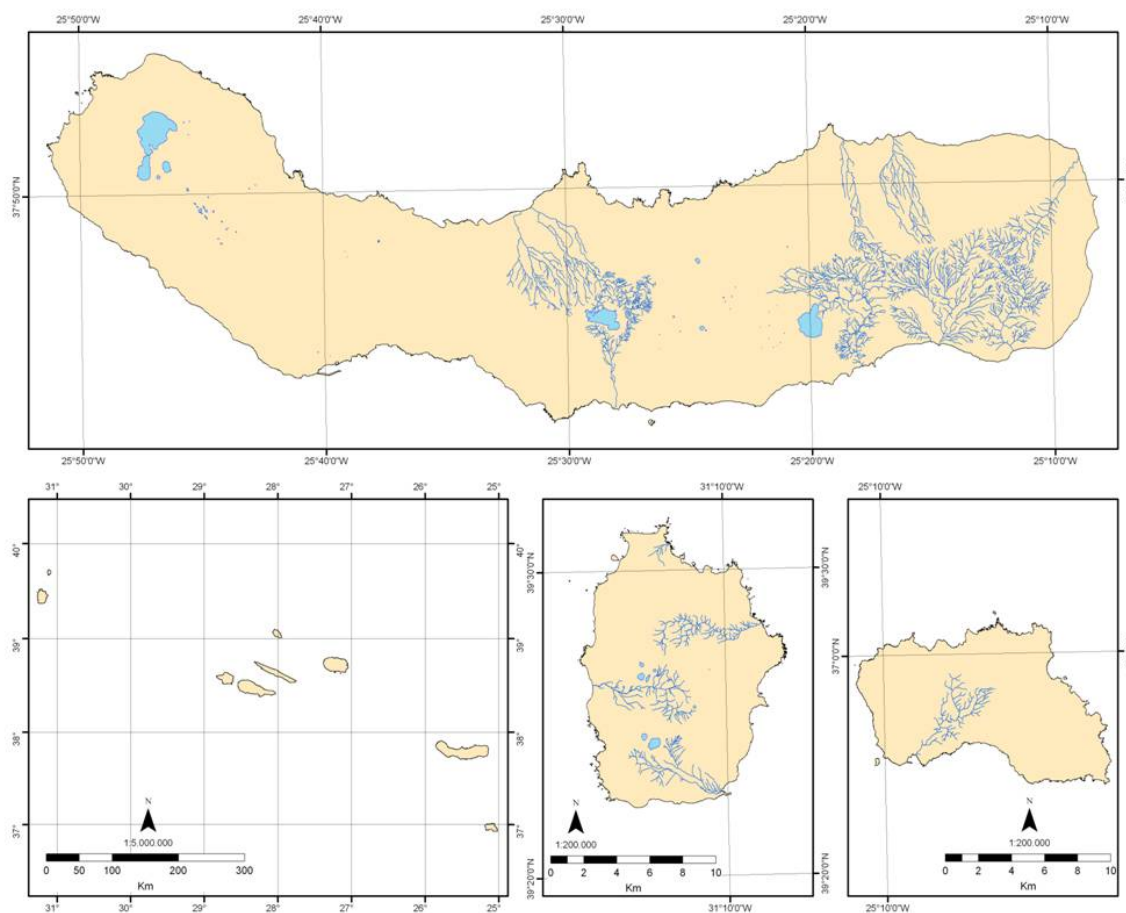


Figura 1 – Distribuição das ribeiras amostradas pelas ilhas do Arquipélago dos Açores

Os dados físico-químicos correspondentes a estas ribeiras resultam dos trabalhos efectuados pelo INOVA – Instituto de Inovação Tecnológica dos Açores (*e.g.* INOVA, 2005).

Para a amostragem da comunidade das diatomáceas bentónicas foram recolhidas diatomáceas epilíticas através da raspagem de pelo menos 5 pedras (Prygiel e Coste, 2000). Para a sua identificação e enumeração realizaram-se preparações definitivas de acordo com a técnica descrita por Germain (1981), utilizando o tratamento químico com ácido nítrico (HNO_3 a 65 %, V/V) a quente e montagem em NAPHRAX (Norton Biological Supply).

Na ordenação das diatomáceas bentónicas é adoptada a classificação de Krammer e Lange-Bertalot (1986).

As comunidades de macroinvertebrados bentônicos foram amostradas usando a técnica semi-quantitativa “kick-sampling” (Hughes & Furse, 2001). Complementarmente foram exploradas pedras imersas de cada local e removidos os organismos bentônicos aí presentes, por escovagem.

Para o cálculo dos índices biológicos utilizou-se o software OMNIDIA 4.2 para a componente das diatomáceas bentônicas, e o AQEM para os macroinvertebrados. Os valores das classes dos índices encontram-se na Tabela I.

Tabela I – Classes de qualidade da água em função do valor dos índices aplicados às diatomáceas bentônicas (IBD e IPS) e macroinvertebrados bentônicos (IBMWP)

Diatomáceas	IBD,IPS<5	5≤IBD,IPS<9	9≤IBD,IPS<13	13≤IBD,IPS<17	17≤IBD,IPS
Macroinvertebrados	<15	16-35	36-60	61-100	>101
Qualidade da água	Má	Medíocre	Razoável	Boa	Excelente
Cores	Vermelho	Laranja	Amarelo	Verde	Azul

Das estratégias possíveis para a análise de dados ecológicos optámos à semelhança de Field et al. (1982), pela procura de padrões entre as variáveis biológicas e posterior interpretação em termos ambientais. O processo analítico seguiu na generalidade as recomendações de Gray et al. (1988) para um protocolo universal de investigação de perturbações das comunidades estudadas que inclui: i) descrever padrões de estrutura de comunidades e testar diferenças entre locais (MDS; ANOSIM; ANOVA), ii) estabelecer os grupos e/ou espécies responsáveis pelas diferenças verificadas (ANOVA e SIMPER). Para tal utilizou-se o software PRIMER 6.0 (Clarke & Gorley, 2006). As correlações entre os índices biológicos e as variáveis ambientais foram calculados utilizando o software SPSS vs. 12.

RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um total de 99 *taxa* pertencente a 27 géneros foi identificado na componente das diatomáceas bentónicas, sendo esta comunidade dominada principalmente por dois géneros *Nitzschia* e *Navicula*.

A análise multidimensional com base na abundância das diatomáceas bentónicas (Figura 2) evidência uma nítida separação entre as comunidades das ilhas. As comunidades da ilha de Santa Maria encontram-se no topo do diagrama, a comunidade da ilha das Flores distribui-se no meio do diagrama, enquanto que a comunidade da ilha de São Miguel está presente na parte inferior deste. Ao efectuar uma análise de similaridade ANOSIM realizada entre os grupos definidos pelo nMDS revelou que existe diferença significativa na composição de espécies entre estes grupos (ANOSIM $r = 0,477$; $P = 0,001$; 999 permutações).

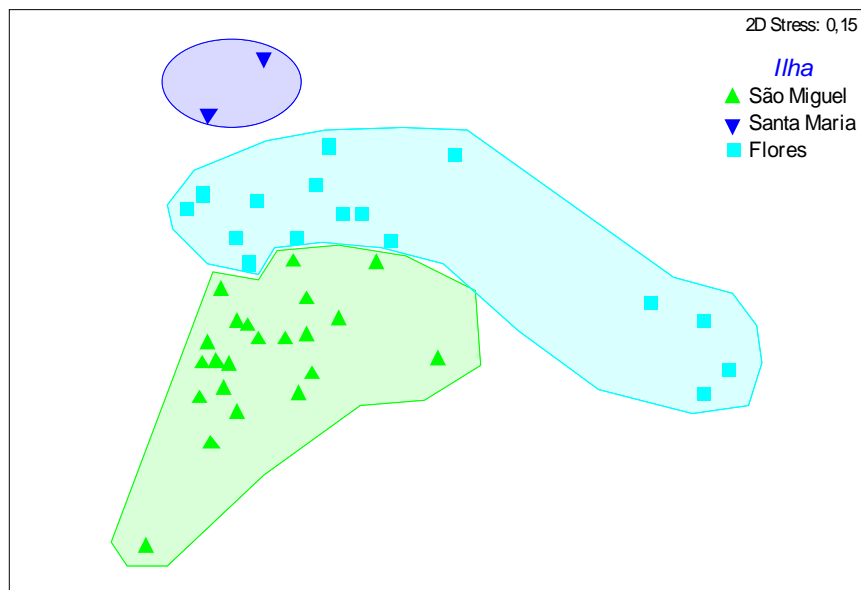


Figura 2 – Agrupamento das ribeiras amostradas através da análise MDS com a componente de diatomáceas bentónicas

Em relação a componente dos macroinvertebrados bentónicos foi identificado um total de 46 *taxa* sendo estes maioritariamente Orthocladinae e *Dugesia* sp.

Tal como na análise multidimensional efectuada na comunidade de diatomáceas, também a realizada com base na abundância relativa dos macroinvertebrados (Figura 3) evidência uma separação entre as ilhas das Flores e São Miguel (ANOSIM $r = 0,601$; $P = 0,001$; 999 permutações).

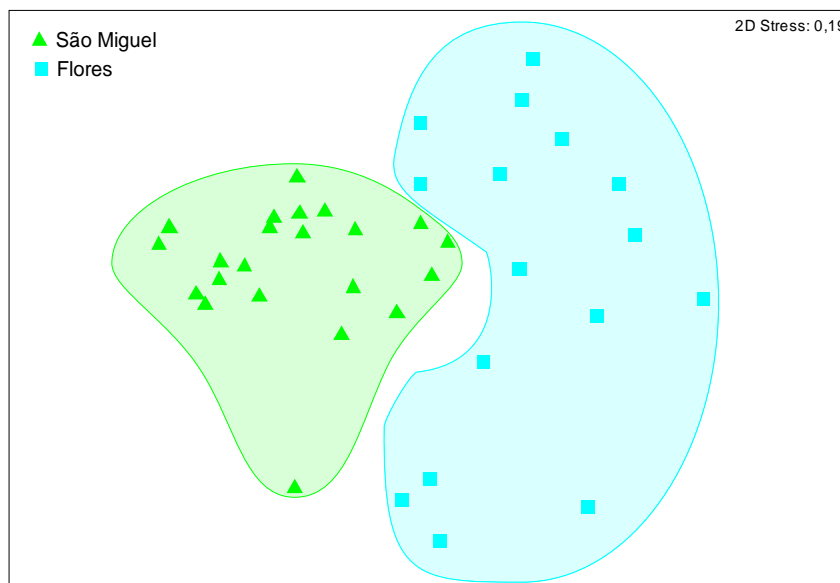


Figura 3 – Agrupamento das ribeiras amostradas através da análise MDS com a componente de macroinvertebrados bentónicos

Verificou-se que a sensibilidade dos índices aplicados nestes sistemas insulares não é clara pois dão indicações que não parecem corresponder à realidade. Enquanto os índices aplicados às diatomáceas bentónicas variam entre as classes de excelente excelente nos montantes das ribeiras Grande (São Miguel); Badanela (Flores) e Grande (Flores) e medíocre no caso das fozes da e.g. Ribeira Grande, Seca em São Miguel e da Ribeira Seca e Fazenda nas Flores; o índice aplicado aos macroinvertebrados coloca apenas a Ribeira de São Francisco em Santa Maria na classe de águas contaminadas, colocando a maioria das estações amostradas na classe das águas muito contaminadas ou fortemente contaminadas (Tabela II).

Ao efectuar uma análise de correlações entre os valores dos índices biológicos calculados para cada componente verifica-se os índices da componente das diatomáceas bentónicas apresenta correlações significativas ($p < 0,05$) com pH, condutividade eléctrica, nitrito, nitrato, cloreto, sulfato, fósforo (Tabela II). Os macroinvertebrados têm correlações significativas ($p < 0,05$) entre os sólidos suspensos, nitrito, nitrato e fósforo, ferro (Tabela III).

As comunidades biológicas estudadas (diatomáceas e macroinvertebrados bentónicos) permitiram identificar três grupos distintos de ribeiras, característicos de cada uma das ilhas. Parece ser óbvio que o factor latitude é bastante importante na distribuição das comunidades no arquipélago dos Açores.

Tabela II – Locais amostrados e calculo dos valores dos índices biológicos (Diatomáceas – IBD, IPS; Macroinvertebrados – IBMWP, IASPT)

Ilha	Ribeira	Local	IBD	IPS	IBMWP	IASPT
São Miguel	Guilherme	RGU1	14,3	16,5	22	3,7
		RGU2	14,8	11,2	30	3,8
	Caldeirões	RC1	11,9	7,8	11	3,7
		RC2	14,5	9,7	16	3,2
		RC3	13,3	7,4	27	3,9
	Salga	RSG1	14,1	10,1	25	3,6
		RG1	20	19,9	6	3
	Grande	RG2	7,1	7	26	3,7
		RG3	6,7	6,2	12	3
	Seca	RSC	8,4	5,5	2	2
	Praia	RP	13,2	8,8	18	6
	Quente	RQ1	10,7	6,2	27	3,9
		RQ2	12,5	7,3	26	3,7
		RQ3	12,3	6,3	9	3
		RQ4	7,2	7,6	3	1,5
	Pelâmes	RPL	12	8,3	18	3,6
	Povoação	RPV1	11,6	7	18	3,6
		RPV2	10,9	6,3	18	3,6
		RPV3	12,7	9,7	7	2,3
		RPV4	7,9	6,4	27	3,9
Faial da Terra	RFT1	12,9	13,4	41	3,7	
	RFT2	10,7	7,2	23	3,8	
Santa Maria	São Francisco	RSF1	10,2	13,5	37	4,1
		RSF2	10,9	11,5	44	3,7
		RSF3	5,7	5,3	42	3,8
Flores	Badanela	RB1	20	19,2	36	5
		RB2	9,9	11	18	4,5
	Grande	RGR1	20	19,1	19	4,25
		RGR2	14,3	11,2	32	4,5
		RGR3	13,9	12,6	19	4,5
	Seca	RS1	11,2	6,3	28	4
		RS2	12,6	6,8	7	3,5
	Fazenda	RZ1	10,5	13	15	4
RZ2		7,8	7,4	10	3,80	

Ao efectuar uma análise de correlações entre os valores dos índices biológicos calculados para cada componente verifica-se que a componente das diatomáceas bentónicas tem correlações significativas ($p < 0,05$) entre pH, condutividade eléctrica, nitrito, nitrato, cloreto, sulfato, fósforo com os índices (Tabela I). Os macroinvertebrados têm correlações significativas ($p < 0,05$) com os sólidos suspensos, nitrito, nitrato e fósforo, ferro (Tabela III).

Tabela III – Correlações entre as variáveis FQ e os índices biológicos [p<0,05(*); p<0,01 (**)].

	Diatomáceas		Macroinvertebrados	
	IPS	IBD	IBMWP	IASPT
pH	-0,357(*)	-0,27707	-0,01068	-0,26037
Cond. Elect.	-0,485(**)	-0,605(**)	-0,10368	-0,21032
Sol. Suspensos	-0,2721	-0,1647	-0,362(*)	-0,418(**)
Amónio	-0,315(*)	-0,17171	-0,09671	-0,28758
Nitrito	-0,347(*)	-0,384(*)	-0,19764	-0,327(*)
Nitrato	-0,373(*)	-0,1806	-0,12137	-0,20131
Cloreto	-0,429(**)	-0,690(**)	-0,12923	-0,19119
Sulfato	-0,15681	-0,445(**)	0,02983	-0,02977
Fósforo Total	-0,452(**)	-0,452(**)	-0,13956	-0,29784
Ferro	-0,01878	-0,09126	-0,458(**)	-0,581(**)

Esta situação torna-se bastante óbvia pela observação da Figura 4, onde podemos ver que o gradiente de qualidade das águas dado pelo indicador biológico diatomáceas, sob a forma do índice IPS, tem uma correspondência clara com os teores de fósforo das respectivas massas de água excelente nos montantes das ribeiras Grande (São Miguel); Badanela (Flores) e Grande (Flores): As actividades potenciadoras da presença de fosfatos na água (i.e. causadoras de processos de contaminação orgânica e eutrofização) têm um reflexo causal bastante visível ao nível da composição das comunidades fitobentónicas.

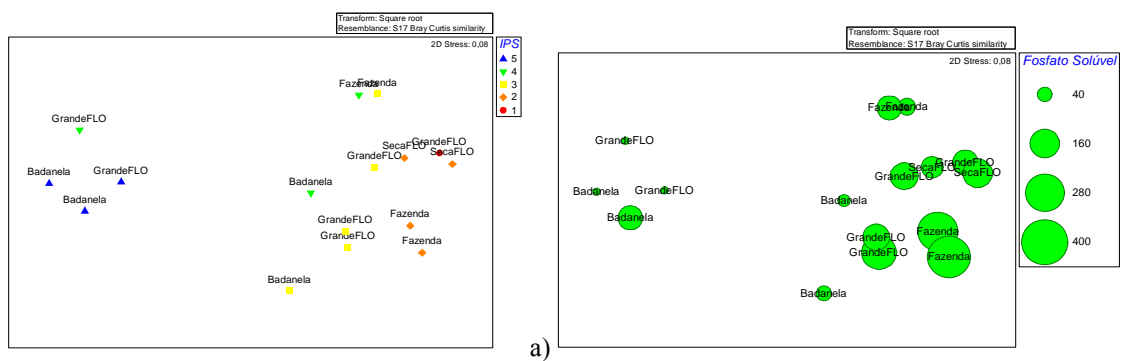


Figura 4 – Sobreposição de a) índice biológico IPS e b) concentração de fósforo solúvel no nMDS da componente de diatomáceas bentónicas.

Ao realizar o mesmo exercício com um indicador de qualidade calculado a partir da composição das comunidades de macroinvertebrados bentónicos (Figura 5), verificamos uma clara relação inversa entre a concentração em metais pesados e os índices de qualidade de água.

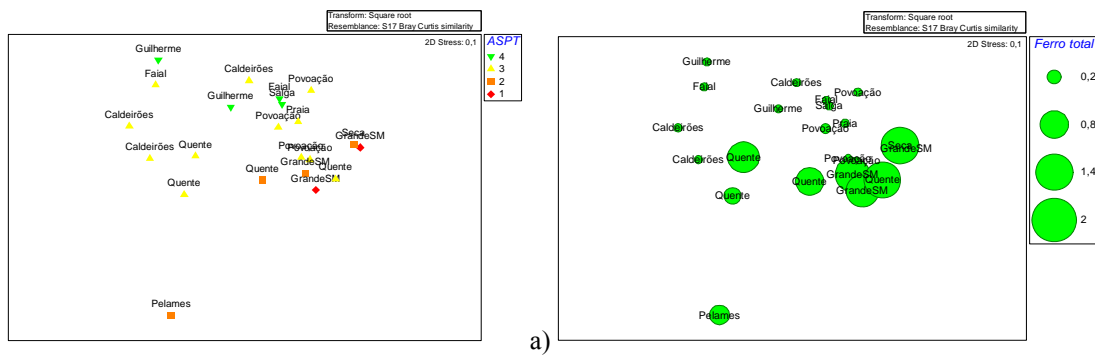


Figura 5 – Sobreposição de a) índice biológico IASPT e b) concentração de Ferro total no nMDS da componente de macroinvertebrados bentónicos.

Assim parece haver uma resposta na composição das comunidades de macroinvertebrados à contaminação por metais. Podemos assim dizer que os dois componentes biológicos, em estudo, nos dão indicações diferentes mas complementares relativamente à qualidade da água, o que simultaneamente nos poderá dar indicações sobre os fenómenos em curso nas bacias causadores das alterações observadas.

O estudo e compreensão destes sistemas são também indispensáveis para o estabelecimento de um sistema de referências que indique as metas a atingir do ponto de vista da comunidade prístina dos locais.

Este trabalho tem vindo a contribuir para um maior conhecimento da biodiversidade α e β dos Açores já que permitiu alargar o conhecimento sobre a existência e distribuição de inúmeras espécies no Arquipélago, e bem como sobre os vários ecótipos existentes no Arquipélago. De facto, os estudos de taxonomia em curso já permitiram a referenciação de novas espécies e.g. Malhão *et al* (*in press*) e Raposeiro *et al* (*in prep.*) e prevê-se um aumento da lista de espécies conhecidas no Arquipélago bem como se prevê a descoberta de novos endemismos.

Assim, não só a biodiversidade surge como uma aplicação directa na gestão ambiental nos Açores, mas uma necessidade de avaliação e monitorização destes sistemas tem vindo a contribuir para o enriquecimento da biodiversidade α e β deste Arquipélago.

O aprofundamento do conhecimento nestas áreas é primordial para uma correcta caracterização das massas de água a nível regional e só serão alcançadas através de medidas de gestão ambiental, passando muitas delas pelo estabelecimento de condicionantes às actividades desenvolvidas nas respectivas bacias hidrográficas. Trabalhos realizados por Hughes (2005) falam da problemática da aplicação da DQA nos sistemas da Macaronésia. De facto, a ameaça sobre as comunidades biológicas causadas pela degradação ambiental já se verifica em muitos sistemas macaronésicos. Estudos

efectuados sobre a fauna aquática das ilhas Canárias (Malmqvist et al. 1993, Nilsson et al. 1998), demonstram o desaparecimento de comunidades e espécies Macaronésicas (redução de biodiversidade e aumento de espécies oportunistas e tolerantes) pela redução, modificação e degradação dos cursos de águas.

Assim para se atingirem as metas propostas na DQA, será necessário; i) desenvolver uma estratégia que inclua por um lado uma adaptação dos indicadores biológicos ao carácter insular do arquipélago para o que é necessário ainda um grande esforço do ponto de vista científico para compreender o funcionamento destes ecossistemas, ii) testar a sua aplicabilidade no arquipélago e iii) validar a sua utilização para os objectivos propostos pela DQA para o que é necessário a sua aceitação na comunidade técnico-científica. É importante relacionar a qualidade ecológica das águas com os indicadores ambientais, incluindo usos do solo nas respectivas bacias e de alguns parâmetros físico-químicos mais específicos, nomeadamente metais pesados que devido ao carácter vulcânico das ilhas possam estar a mascarar alguns resultados observados. Neste ponto poder-se-ão tomar decisões ao nível da gestão das actividades com impacto negativo nos ecossistemas que não são indispensáveis para de uma forma consciente garantir de uma forma sustentada a boa qualidade do bem comum que são os recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

ALBA-TERCEDOR, 1996. Actas del IV Simposio del agua en Andalucía (SIAGA) 2: 203-213.

CLARKE, K. R. & R. N. GORLEY, 2006. PRIMER v6: User manual/tutorial., PRIMER-E , Plymouth, UK 115 pp.

CYMBRON R., PACHECO D., GONÇALVES V., CABRAL M., CRUZ J. V., RAPOSEIRO P., COSTA A.C., MARQUES, H. DOMINGOS, M., NUNES, J. C., & R. COUTINHO 2005. Monitorização da qualidade das águas interiores das ilhas de Santa Maria e São Miguel da Região Autónoma dos Açores. In ITC - Instituto Tecnológico de Canarias & Cabildo de Lanzarote (eds), Técnicas e métodos para a gestão sustentável da água na Macaronésia Islas Canarias: 295-334.

CYMBRON R., PACHECO D., GONÇALVES V., CABRAL M., CRUZ J. V., RAPOSEIRO P., COSTA A.C., MARQUES, H. DOMINGOS, M., NUNES, J. C., & R. COUTINHO 2006. Monitorização da qualidade das águas superficiais das ilhas de Santa Maria e São Miguel da Região Autónoma dos Açores. 8 Congresso da Água - Figueira da Foz (Cd-rom) 1-19.

DROUËT, H. 1858 Rapport A sa majesté le Roi de Portugal sur un voyage d'exploration Scientifique aux îles Açores Exécuté par MM. Arthur Morelat et Henri Drouët Mémoire Soc. Acad. Troyes. Bouquot, Imprimeur-Libraire, 22:1-33

DROUËT, H., 1861. Éléments de la faune açoréene. Baillere et Fils. Paris. 245pp.

EUROPEAN PARLIAMENT & THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy, Official Journal of the European Communities 327: 1-72.

FIELD, J., K. CLARKE & R. WARWICK, 1982. A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns. Marine Ecology Progress Series 8:37-52.

GERMAIN H. 1981. Flore des Diatomées Diatomophycées. Société Nouvelle des Editions Boubées: Paris.

GONÇALVES, V., A. COSTA, P. RAPOSEIRO, H. MARQUES, 2005. Caracterização Biológica das Massas de Águas Superficiais das ilhas de São Miguel e Santa Maria. Ponta Delgada, 5 de Janeiro. CCPA. Departamento de Biologia.

GONÇALVES, V. & ECTOR, L. 2005. Nouvelles données pour la connaissance des diatomées d'eau douce des Açores. 24ème Colloque de l'Association des Diatomistes de Langue Française (ADLaF), Bordeaux, França.

GONÇALVES, V., A. COSTA, P. RAPOSEIRO, H. MARQUES, V. MALHÃO, 2006a. Caracterização Biológica das Massas de Águas Superficiais das ilhas das Flores e Pico. Ponta Delgada, Março. CCPA. Departamento de Biologia.

GONÇALVES V., RAPOSEIRO P., COUTO, A.I., COSTA, R.M., ROCHA, F., WATTIEZ, X., CAMMAERTS, D., AZEVEDO, J.M.N. 2006b. Contribuição para a caracterização das águas interiores de superfície da ilha do Pico. Rel. Com. Dep. Biol., 34 93-105

GRAY, J., M. ASCHAN, M. CARR, K. CLARKE, R. GREEN, T. PEARSON, R. ROSENBERG & R. WARWICK 1988. Analysis of community attributes of the benthic macrofauna of Frierfjord/Langesundfjord and in a mesocosm experiment. Marine Ecology Progress Series 46:151-165.

HUGHES, S. J. 2005. Application of the water framework directive to Macaronesian freshwater systems. Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy, 105B, 3, pp. 185-193.

HUGHES, S. J. & M. T. FURSE, 2001. Development of a biotic score for the assessment of the ecological quality of the rivers and streams of Madeira, Arquipelago - Life and Marine Sciences Supplement 2: 19-32.

HUGHES, S.J. & B. MALMQVIST 2005. Atlantic Island freshwater ecosystems: challenges and considerations following the EU Water Framework Directive. *Hydrobiologia*, 544, 289-297.

KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. 1986. Bacillariophyceae, 1: Naviculaceae. Pp 1-876. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (Eds.) *Die Süßwasserflora von Mitteleuropa*. G. Fischer, Stuttgart.

JOHNSON, R. K., T. WIEDERHOLM & D. M. ROSENBERG, 1993. Freshwater biomonitoring using individual organisms, populations, and species assemblages of benthic macroinvertebrates. In D. M. ROSENBERG & V. H. RESH (eds), *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. Kluwer, London: 40-158.

MALHÃO, V., P. RAPOSEIRO & A. C. COSTA (in press). The family THE DUGESIIDAE: new records for the Azorean Archipelago. *Limnetica*

MALMQVIST, B., A. N. NILSSON, M. BAEZ, P. D. ARMITAGE & J. BLACKBURN, 1993. Stream macroinvertebrate communities in the island of Tenerife., *Arch. Hydrobiol.* 128: 209-235.

MARQUES, H. & GONÇALVES, V. 2004. Diatomáceas bentónicas das ribeiras de São miguel e Santa Maria (Açores): resultados preliminares. II Congresso Ibérico de Limnologia, Porto.

METCALFE-SMITH, J., 1994. Biological water-quality assessment of rivers. Use of macroinvertebrates communities. In P. Calow & G. Petts (eds), *The rivers handbook* Blackwell Scientific Publications, Oxford: 144-169.

MORELET, A., 1860. Notice sur l' Histoire Naturelle des Açores suivie d'une description des mollusques terrestres de cet archipel, 214 pp, J. B. Baillièrre et Fils, Paris

NILSSON, A. N., B. MALMQVIST, M. BAEZ, J. H. BLACKBURN & P. D. ARMITAGE, 1998. Stream insects and gastropods in the island of Gran Canaria (Spain), *Annls Limmol.* 34: 413-435.

PRYGIEL, J. & COSTE, M. 2000. Guide Méthodologique pour la mise en oeuvre de l'Indice Biologique Diatomées. France, Agences de l'Eau.

RAPOSEIRO, P. & A. COSTA, 2004a. Macroinvertebrados bentónicos de ecosistemas dulciaquícolas dos Açores: dados preliminares. Xii Congreso de la asociación española de limnología/IV Congresso Ibérico de Limnologia (Abstract).

RAPOSEIRO, P. & A. COSTA, 2004b. Freshwater macroinvertebrate communities from the Azores Fauna and Flora of the Atlantic islands p.40 (Abstract).

RAPOSEIRO P., & A. C. COSTA, 2005. Assessing the ecological status of Azorean freshwaters: limitations of benthic macro-invertebrate based indices. Internacional symposium on Assessing the ecological status of rivers, lakes and transitional waters, 59. (Abstract)

RAPOSEIRO P., COSTA, A. C. & A.M. FRIAS (in prep) Fresh-water molluscs of the Azores: a reappraisal.