

EXERCÍCIO DE INTERCALIBRAÇÃO EM MASSAS DE ÁGUA FORTEMENTE MODIFICADAS – ALBUFEIRAS, NO ÂMBITO DA DIRECTIVA QUADRO DA ÁGUA

João PÁDUA

Biólogo M.Sc, Universidade de Évora, 7000 Évora, Portugal padua@inag.pt

João M. BERNARDO

Biólogo Ph.D, Universidade de Évora, 7000 Évora, Portugal jmb@uevora.pt

Maria Helena ALVES

Engª Ambiente, M.Sc, Instituto da Água, Av. Almirante Gago Coutinho, 30, 1049-066 Lisboa, Portugal helenalves@inag.pt

A Directiva Quadro da Água (DQA) estabelece a realização do Exercício de Intercalibração com o objectivo de garantir que a fronteira de qualidade ecológica Bom/Razoável seja coerente com as definições normativas da DQA e comparáveis entre os Estados-Membros. O Exercício é desenvolvido por Grupos Geográficos de Intercalibração (GIGs), em tipos de massas de água comuns. O GIG Mediterrânico, com Portugal, Espanha, Itália, Chipre, Malta e Roménia, considerou 3 tipos de albufeiras, adoptando o enriquecimento em nutrientes como pressão e fitoplâncton como elemento biológico de qualidade. Portugal participou nos tipos L-M7 e L-M5.

Os Estados-Membros estabeleceram uma rede de Intercalibração, com albufeiras representativas da interpretação nacional da fronteira Bom/Razoável por tipo. Escassez de dados e divergências metodológicas no GIG, obrigaram a aplicar métodos e métricas comuns. Os membros do GIG recolheram dados em 4 campanhas no Verão de 2005 nas albufeiras da rede de Intercalibração e Máximo Potencial Ecológico ou *Best Available*.

Os tipos foram agregados e separados em *deep arid siliceous* e *deep wet siliceous* por critérios hidromorfoclimáticos. Por limitações estatísticas, apenas o segundo tipo foi intercalibrado com métricas sensíveis à pressão.

A fronteira Bom/Razoável foi definida pelo percentil 95 dos valores obtidos nas albufeiras da rede de intercalibração para métricas de biomassa (clorofila *a* 6,7 mg/m³; biovolume total 1,9 mm³/l) e percentil 90 para métricas de composição (% biovolume Cianobactérias 9,2 %; Índice de Catalan 10,6). Com dados de monitorização definiu-se um intervalo de valores de fronteira para a clorofila *a*, contemplando a variabilidade inter-anual (6,7 a 9,5 mg/m³).

Palavras-Chave: DQA, Exercício de Intercalibração; Albufeiras; Qualidade ecológica, Fitoplâncton

1. INTRODUÇÃO

A Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro de 2000 (DQA), transposta para a ordem jurídica nacional através da Lei nº58/2005, de 29 de Dezembro, e do Decreto-Lei nº77/2006, de 30 de Março, estabelece que os Estados-Membros protegerão, melhorarão e recuperarão todas as massas de águas de superfície, com o objectivo de alcançar um bom estado das águas de superfície, ou no caso das massas de água fortemente modificadas ou artificiais, o bom potencial ecológico (GEP), em 2015 (Artigo 4º, DQA).

O estado ecológico de uma massa de água superficial é expresso através do “desvio ecológico” (ou “rácio de qualidade ecológica”), na designação anglo-saxónica *Ecological Quality Ratio* (EQR), relativamente às condições de referência. O estado ecológico de referência é um estado no presente ou no passado que corresponde à ausência de pressões antropogénicas significativas e sem que se façam sentir os efeitos da industrialização, urbanização ou intensificação da agricultura, ocorrendo apenas pequenas alterações físico-químicas, hidromorfológicas e biológicas. No que se refere às massas de água fortemente modificadas, que resultam de alterações físicas derivadas da actividade humana e que adquiriram um carácter substancialmente diferente, estas não podem atingir o bom estado sem que o seu uso seja alterado, como é o caso das albufeiras. Neste caso, o estado ecológico de referência é entendido como o *Máximo Potencial Ecológico* (MEP) (WFD CIS, 2003b).

O Máximo Potencial Ecológico é relativo a um tipo, sendo este constituído por todas as massas de água com características geográficas e hidrológicas relativamente homogéneas, relevantes para a determinação das condições ecológicas. A agregação em tipos permite que sejam correctamente definidas as condições de referência e que sejam comparáveis as classificações da qualidade ecológica entre as massas de água que o compõem. Na definição dos seus sistemas de classificação das massas de água fortemente modificadas cada Estado-Membro deverá dividir a escala de qualidade ecológica em quatro classes, desde o mau potencial ecológico, até bom ou superior.

A DQA estabelece a realização de um Exercício de Intercalibração, com o objectivo de garantir que as fronteiras de qualidade ecológica *Excelente/Bom* e *Bom/Razoável*, sejam coerentes com as definições normativas da DQA e comparáveis entre os Estados-Membros. No caso das massas de água fortemente modificadas apenas é obrigatório reportar a fronteira *Bom/Razoável*.

O Exercício de Intercalibração é realizado no âmbito de Grupos Geográficos de Intercalibração (GIGs), constituídos por Estados-Membros que compartilham tipos comuns de massas de água (WFD CIS, 2003a). No caso das albufeiras, Portugal está incluído no GIG Mediterrânico, conjuntamente com Espanha, Grécia, Itália, França, Chipre e Roménia. Neste GIG foram identificados 3 tipos (Quadros 1 e 2), tendo Portugal participado activamente no Exercício para os tipos designados por L-M7 e L-M5 (WFD CIS, 2004), já que o tipo L-M8 não existe em Portugal Continental.

A definição da fronteira *Bom/Razoável* é efectuada para cada tipo considerando todas as pressões que afectam as massas de água e os elementos biológicos de qualidade que a ela respondem. A ausência de programas de monitorização para todos os elementos biológicos de qualidade na generalidade dos GIG's limitou a realização do Exercício a determinadas pressões e a alguns elementos biológicos para os quais se dispunha de informação.

Atendendo à disponibilidade de informação, o Exercício de Intercalibração no GIG Mediterrânico centrou-se apenas na pressão antrópica enriquecimento em nutrientes, e no conseqüente processo de eutrofização. O elemento biológico analisado foi Fitoplâncton considerando os indicadores biomassa, composição e abundância.

Quadro 1 - Tipos de Intercalibração do GIG Mediterrânico

Tipo	Caracterização	Altitude (m)	Profundidade Média (m)	Geologia	Área (km ²)	Alcalinidade (meq/L)
L-M5	Albufeiras profundas, grandes, siliciosas e de baixa altitude	< 200	> 15*	Silicioso	> 0,5	< 1
L-M7	Albufeiras profundas, grandes, siliciosas e de média altitude	200 – 800	> 15*	Silicioso	> 0,5	< 1
L-M8	Albufeiras profundas, grandes, calcárias e de média altitude	200 – 800	> 15*	Calcário	> 0,5	> 1

* Albufeiras com profundidade média inferior a 15 m poderiam ser incluídas, caso o número de massas de água com profundidade média superior a 15 m fosse reduzido.

Quadro 2 – Distribuição dos Tipos de Intercalibração entre os países que integram o GIG Mediterrânico

Tipo	Chipre (CY)	Grécia (GR)	França (FR)	Itália (IT)	Portugal (PT)	Espanha (ES)	Roménia (RO)
L-M5			+		+	+	
L-M7		+		+	+	+	+
L-M8	+		+	+		+	+

A primeira fase do Exercício de Intercalibração teve início em 2003 e terminou em Dezembro de 2007. Em 2003-2004, foi estabelecida uma rede de locais constituída por, pelo menos, 2 locais que representassem a interpretação de cada Estado Membro da fronteira *Bom/Razoável* para cada tipo, publicada em Setembro de 2005 (Decisão da Comissão 2005/646/CE). O exercício propriamente dito começou em 2005 e terminou em Dezembro de 2007, aguardando-se a publicação dos resultados. O Exercício de Intercalibração será prolongado até 2011, com uma segunda fase centrada nos restantes elementos biológicos de qualidade e na tradução dos resultados obtidos para os sistemas de classificação dos Estados-Membros.

Neste trabalho descrevem-se sumariamente os procedimentos e resultados obtidos na primeira fase do Exercício de Intercalibração, com especial ênfase no trabalho efectuado em Portugal.

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada no GIG Mediterrânico seguiu as indicações do grupo de trabalho europeu responsável pela coordenação do Exercício de Intercalibração (*Common Implementation Strategy Working Group A – Ecological Status*) e que se encontra descrita nos documentos *Guidance Document No. 6 – Towards a guidance on establishment of the intercalibration network and the process on the intercalibration exercise* (CIS WFD, 2003a) e *Guidance Document No. 14 – Guidance on the Intercalibration Process 2004-2006* (CIS WFD, 2005b).

A opção de intercalibração e procedimentos adoptados pelo GIG Mediterrânico, para o elemento biológico de qualidade fitoplâncton, encontram-se descritos em relatórios entregues à Comissão Europeia, de acesso público (EC JRC, 2007¹). Nesta primeira fase todos os países participaram no Exercício de Intercalibração.

Em 2003/2004 os Estados-Membros estabeleceram, com procedimentos próprios, uma rede de intercalibração com albufeiras representativas da interpretação nacional da fronteira Bom/Razoável para cada tipo definido. Em Portugal, a selecção de albufeiras foi efectuada recorrendo às características dos aproveitamentos e dados de monitorização disponíveis no Sistema Nacional de Recursos Hídricos (SNIRH). Adoptou-se a fronteira da meso-eutrofia (OCDE, 1982; INAG, 2002) como valor guia para seleccionar as albufeiras.

As condições de referência, ou máximo potencial ecológico, foram estabelecidas com base nas directrizes descritas no documento *Guidance on establishing reference conditions and ecological status class boundaries in inland surface waters* (CIS WFD, 2005a). Os critérios definidos incidiram sobretudo na análise espacial, como o uso de solo na bacia de drenagem, na análise das séries de dados físico-químicos disponíveis e análise pericial, nomeadamente quanto às pressões de pesca e navegação.

Em 2005, devido à escassez de dados e inexistência em cada Estado-Membro de sistemas de classificação em conformidade com as definições normativas da DQA, o GIG Mediterrânico optou pela implementação de procedimentos de classificação comuns a todos os Estados-Membros, como proposto no *Guidance Document No. 14* (CIS WFD, 2005b). Esta opção baseia-se na normalização de procedimentos, mediante um acordo quanto à escolha das métricas, estratégia de amostragem, metodologias laboratoriais e definição das condições de referência e fronteiras de qualidade. No GIG Mediterrânico a opção traduziu-se numa campanha de amostragem realizada por cada um dos membros do GIG no Verão de 2005. Nesta campanha, foram contempladas albufeiras da rede de intercalibração e em condições de referência, tendo sido utilizados métodos comuns de amostragem e análise laboratorial.

A selecção das métricas que melhor descrevessem os indicadores composição, abundância e biomassa e a sua relação com as pressões foi efectuada recorrendo a informação publicada e estudos desenvolvidos para a região mediterrânica (De Hoyos *et al.*, 2005). A validação das métricas seleccionadas, a determinação do seu valor nas condições de referência e o estabelecimento das fronteiras de qualidade Bom/Razoável, foram realizados a partir dos dados obtidos na campanha efectuada.

Após a campanha de amostragem, a tipologia foi revista com o recurso a critérios morfoclimáticos e hidrológicos, de modo a aumentar o seu significado ecológico e a reduzir a heterogeneidade dentro de cada tipo. Os tipos L-M5 e L-M7 foram agregados e separados em *deep arid siliceous* e *deep wet siliceous*. Devido ao reduzido número de albufeiras, apenas os tipos *deep wet siliceous* e L-M8 foram intercalibrados.

Os valores de referência e a fronteira Bom/Razoável foram definidos por descritores estatísticos, como mediana e percentis, aplicados aos resultados obtidos na campanha de 2005. Para a métrica concentração de clorofila *a*, foi calculado um coeficiente de variabilidade inter-anual e definido um intervalo de valores de referência e de valores de fronteira Bom/Razoável, sustentado nas séries de dados de monitorização disponíveis em Espanha, Portugal e Itália.

¹http://circa.europa.eu/Public/irc/jrc/jrc_ewai/library?l=/milestone_reports/milestone_reports_2007/lakes/mediterranean_gig&vm=detailed&sb=Title

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Registo dos locais em Portugal Continental para a Rede de Intercalibração

Para o processo de selecção de massas de água para a rede de intercalibração, e de um total de 135 albufeiras, apenas foram consideradas as com um tempo de exploração superior a 5 anos e com séries extensas de dados de monitorização, nomeadamente de fitoplâncton sob a forma de concentração de clorofila *a*. Deste universo de albufeiras, apenas 25 preenchem os requisitos dos tipos de intercalibração, 8 do tipo L-M7 e 16 do tipo L-M5 (Figura 1).

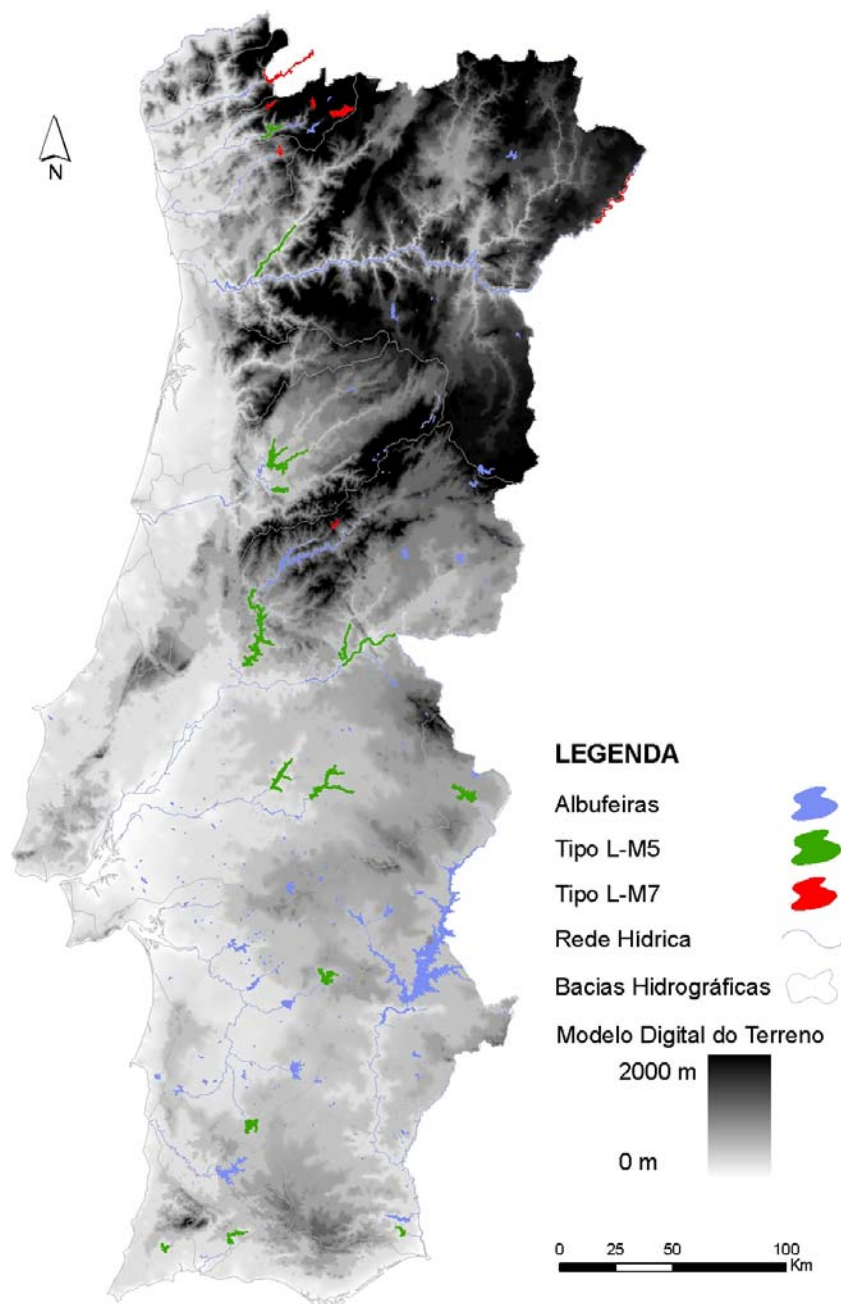


Figura 1 - Albufeiras indexadas aos tipos L-M7 e L-M5 de intercalibração

Para as albufeiras retidas em cada tipo, foi efectuada uma análise da homogeneidade considerando as variáveis alcalinidade, temperatura, precipitação, regime de exploração e tempo de residência. Este procedimento permitiu reagrupar as albufeiras de acordo com afinidades hidrológicas, climáticas e geológicas. O tipo L-M5 foi decomposto em dois sub-grupos (L-M5 Norte e L-M5 Sul) e os empreendimentos a fio de água foram eliminados, pois apresentam tempos de residência da água baixos, de 2 a 6 dias (Gil & Fernandes, 1997), a albufeira da Caniçada foi associada ao Tipo L-M7 por afinidade química da água e geográfica, e a albufeira do Arade foi eliminada por localizar-se imediatamente a jusante da albufeira do Funcho. Deste modo, obtiveram-se 3 grupos homogêneos de albufeiras (Quadro 3).

Quadro3 - Albufeiras identificadas por tipo após a análise de homogeneidade

Tipo L-M7	Tipo L-M5Norte	Tipo L-M5Sul
Alto Lindoso	Castelo do Bode	Bravura
Alto Rabação	Fronhas	Caia
Guilhofrei	Torrão	Maranhão
Paradela	Aguieira	Santa Clara
Santa Luzia	Pracana	Montargil
Vilarinho da Furnas		Monte da Rocha
Caniçada		Beliche
		Funcho
		Alvito

O critério para a selecção das albufeiras para a rede de intercalibração foi inicialmente estabelecido com base na classificação do estado trófico desenvolvida pelo INAG (2002) e posteriormente, em consonância com a abordagem efectuada por Espanha, com base na classificação do estado trófico da OCDE (1982). O valor de concentração de clorofila *a* que corresponde à fronteira da meso-eutrofia (8 mg/m³) foi utilizado como valor guia, ajustado em função das características do tipo de albufeiras tendo em consideração o acréscimo de produtividade em resposta ao aumento de temperatura, alcalinidade ou tempo de residência (Margaleaf, 1980; Wetzel, 1983; Horne & Goldman, 1994).

As albufeiras de cada tipo foram ordenadas pelos valores médios anuais de concentração de clorofila *a* e seleccionadas para a rede de intercalibração as que apresentavam um valor próximo de 8 mg/m³, considerando para o sul valores ligeiramente superiores e para o norte valores ligeiramente inferiores. Para o tipo L-M7 foram seleccionadas as albufeiras da Caniçada e do Alto Lindoso. As albufeiras da Aguieira, de Fronhas e da Pracana foram seleccionadas para o tipo L-M5 Norte e o tipo L-M5 Sul ficou representado pelas albufeiras de Monte da Rocha, Maranhão e Montargil. No Quadro 4 apresentam-se algumas das características das albufeiras seleccionadas para a rede de intercalibração.

Quadro 4 - Características das albufeiras seleccionadas para a rede de intercalibração

Tipo	Albufeira	Bacia	Altitude (m)	Volume (hm ³)	Profundidade Média (m)	Área (ha)	Condutividade (µS/cm)	Dureza (mg/L)	Alcalinidade (meq/L)
L-M7	Caniçada	Cavado	162	159,3	23,12	689	22	3,80	0,09

	Alto Lindoso	Lima	338	390,0	36,38	1072	36	6,12	0,14
L-M5Norte	Fronhas	Mondego	134	62,1	11,61	535	51	11,08	0,21
	Pracana	Tejo	114	111,9	20,35	550	88	22,21	0,45
	Aguieira	Mondego	125	423,0	21,15	2000	83	17,30	0,29
L-M5Sul	Monte da Rocha	Sado	137	102,8	9,34	1100	224	75,73	-
	Maranhão	Tejo	130	205,4	10,48	1960	289	122,42	-
	Montargil	Tejo	80	164,3	10,00	1646	129	44,33	-

3.2. Definição das condições de referência

Os critérios adoptados na identificação das albufeiras representativas das condições de referência, ou na sua ausência, aquelas que constituíam as situações de menor pressão antrópica, designadas por *Best Available*, foram: mais de 50 % da área da bacia de drenagem ocupada com áreas naturais ou semi-naturais e área ocupada por agricultura intensiva inferior a 20 %; ausência de albufeiras a montante; alteração de nível da água anual reduzido ou moderado (0 a 20 m); ausência de florescências de cianobactérias; reduzida pressão de pesca e navegação; valores de concentração de clorofila *a* e fósforo total na gama da oligo-mesotrofia (OCDE, 1982). Os critérios utilizados pelos restantes membros do GIG Mediterrânico foram similares.

Em Portugal, foi identificada a albufeira de Vilarinho das Furnas como situação de referência para o tipo L-M7, dado que a respectiva bacia drenante tem ocupação de solo natural ou semi-natural, não existem fontes poluidoras e as concentrações de nutrientes e clorofila *a* das séries históricas de dados estão na gama da oligotrofia. Para o conjunto de albufeiras do tipo L-M5 Norte, a albufeira de Castelo de Bode é a que está sujeita a menor pressão antrópica, apresentando concentrações de nutrientes e clorofila *a* inferiores aos determinados para as restantes albufeiras deste tipo, pelo que constitui o *Best Available*. A albufeira de Santa Clara representa a situação de menor pressão antrópica no L-M5 Sul. A bacia de drenagem tem 50% de ocupação natural ou semi-natural, com um número reduzido de fontes poluidoras identificadas, e com concentrações relativamente baixas de nutrientes e de clorofila *a* nas séries de dados de monitorização.

3.3. Opção de Intercalibração

A opção de intercalibração tomada pelo GIG Mediterrânico obrigou à realização de uma recolha adicional de dados por todos os membros, de 3 a 4 campanhas de amostragem em cada albufeira no Verão de 2005. No total foram amostradas 37 albufeiras da rede de intercalibração e 11 albufeiras representativas das condições de referência ou *Best Available*.

Em Portugal foram amostradas 9 albufeiras com uma frequência mensal, sendo 3 do tipo L-M7 e 6 do tipo L-M5, incluindo a generalidade das albufeiras da rede de intercalibração e as representativas do *Máximo Potencial Ecológico* ou do *Best Available*. As albufeiras contempladas na campanha de amostragem em Portugal foram: Vilarinho das Furnas, Alto Lindoso, Caniçada, Aguieira, Fronhas, Castelo do Bode, Maranhão, Monte da Rocha e Santa Clara.

Os elementos registados foram a cota e o volume, e os amostrados foram o fitoplâncton e os elementos físico-químicos de suporte: temperatura, oxigénio dissolvido, condutividade, pH, fósforo total, nitratos, azoto amoniacal, azoto total e a profundidade de Secchi.

O fitoplâncton foi obtido de uma amostra integrada, composta equitativamente por sub-amostras colhidas com garrafa de Van Dorn de metro a metro num total da coluna de água equivalente a 2,5xProfundidade de Secchi, o que corresponde aproximadamente à zona eufótica. Os parâmetros determinados foram a concentração de clorofila *a*, a composição, abundância e biovolume fitoplanctónico.

Foram determinados os perfis de temperatura, oxigénio dissolvido, condutividade e pH com o auxílio de uma sonda multiparamétrica. Os nutrientes fósforo total, nitrato, azoto amoniacal e azoto total foram determinados em amostras colhidas na zona eufótica e no hipolimnion de cada albufeira.

Com base na bibliografia e num estudo desenvolvido em 33 albufeiras espanholas (Quadro 5) (De Hoyos *et al.*, 2005), foram seleccionadas as métricas que demonstram concordância com as definições normativas da DQA, apresentando valores de correlação elevados (>0,7) com a concentração de fósforo total. Para o parâmetro biomassa foram eleitas as métricas concentração de clorofila *a* e o biovolume total, enquanto que para a composição e abundância foram escolhidas a percentagem de biovolume de cianobactérias e o Índice de Catalan (IGA) (Catalan *et al.*, 2003) (Equação 1).

Quadro 5 - Correlações entre métricas de fitoplâncton e fósforo total em 33 albufeiras espanholas (De Hoyos *et al.*, 2005)

Métrica	r	r ²	F	p	Desvio Padrão
Biomassa					
Clorofila <i>a</i>	0,858	0,736	83,8	0	0,055
Biovolume	0,881	0,777	104,94	0	0,051
Composição e Abundância					
% biovolume Cyanophyceae	0,747	0,559	38,08	<0,01	0,072
% biovolume Bacillariophyceae	-0,311	0,097	3,22	0,082	0,103
% biovolume Chrysophyceae	-0,250	0,062	2,00	0,167	0,105
% biovolume Chlorococcales	0,167	0,028	0,87	0,358	0,107
% biovolume Dinophyceae	-0,161	0,026	0,80	0,376	0,107
Chrysophyceae/ Cyanophyceae	-0,387	0,149	4,90	0,034	0,102
Índice de Barbe (Barbe <i>et al.</i> , 2003)	0,600	0,360	16,93	<0,01	0,086
Índice de Catalan (IGA)	0,910	0,828	144,82	0	0,045

$$IGA = \frac{1 + 0,1 \times Cr + 2 \times (Dc + Chc) + 3 \times Vc + 4 \times Cia}{1 + 2 \times (D + Cnc) + Chnc + Dnc} \quad (1)$$

em que:

- D – Dinophyceae
- Cnc – Chrysophyceae não coloniais
- Chnc – Chlorococcales não coloniais
- Dnc – Bacillariophyceae não coloniais
- Cr – Cryptophyceae
- Cc – Chrysophyceae coloniais
- Dc - Bacillariophyceae coloniais
- Chc - Chlorococcales coloniais
- Vc – Volvocales coloniais
- Cia - Cyanophyceae

3.4. Revisão dos tipos de intercalibração

A primeira análise à base de dados do GIG Mediterrânico confirmou a inexistência de diferenças significativas entre o tipo L-M5 e L-M7, optando-se por agrupar os dois tipos.

Contudo, como atrás foi referido, constatou-se uma elevada heterogeneidade climática e hidrológica dentro do tipo L-M5, que se traduz em diferentes respostas ao enriquecimento em nutrientes (Ferreira, 2002; Ferreira e Godinho, 2002). De realçar que Pádua (2007) descreveu diferenças significativas entre as respostas ao enriquecimento em nutrientes para as albufeiras localizadas no Norte e no Sul de Portugal Continental (Figura 2), com uma maior produção de clorofila *a* por unidade de fósforo total no Sul do país.

Em consequência, após a agregação dos tipos L-M5 e L-M7, optou-se por dividir as albufeiras do GIG Mediterrânico de acordo com critérios climáticos e tempo de residência em *deep arid siliceous* e *deep wet siliceous* (Figura 3). O tipo *deep arid siliceous* agregou as albufeiras localizadas em regiões com temperatura média anual superior a 15 °C, precipitação média anual inferior a 800 mm e tempo de residência superior a 7 meses. As albufeiras pertencentes a este tipo são, maioritariamente, exploradas para fins agrícolas ou abastecimento. O tipo *deep wet siliceous* engloba empreendimentos hidroeléctricos, localizados em regiões com temperatura média anual inferior a 15 °C, precipitação média anual superior a 800 mm e tempo de residência da água inferior a 7 meses. Para ambos os tipos apenas foram consideradas as albufeiras com área de drenagem inferior a 20 000 km², de modo a não considerar empreendimentos a fio de água localizados no curso principal dos rios internacionais, cujo funcionamento limnológico não é comparável ao das restantes albufeiras.

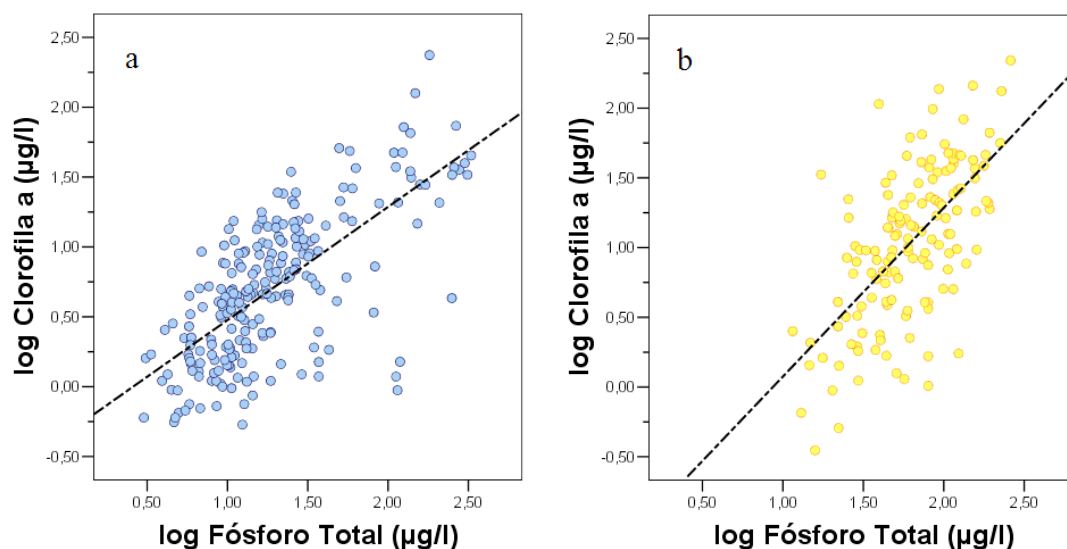


Figura 2 - Regressões lineares simples entre o \log_{10} Fósforo Total e o \log_{10} Concentração Clorofila *a* para albufeiras localizadas no Norte ($r^2=0,48$) (a) e no Sul ($r^2=0,40$) (b) de Portugal Continental (Pádua, 2007)

Após este reagrupamento de albufeiras, devido ao reduzido número de albufeiras do tipo *deep arid siliceous* e aos consequentes constrangimentos estatísticos, apenas os tipos *deep wet siliceous* e L-M8 foram intercalibrados.

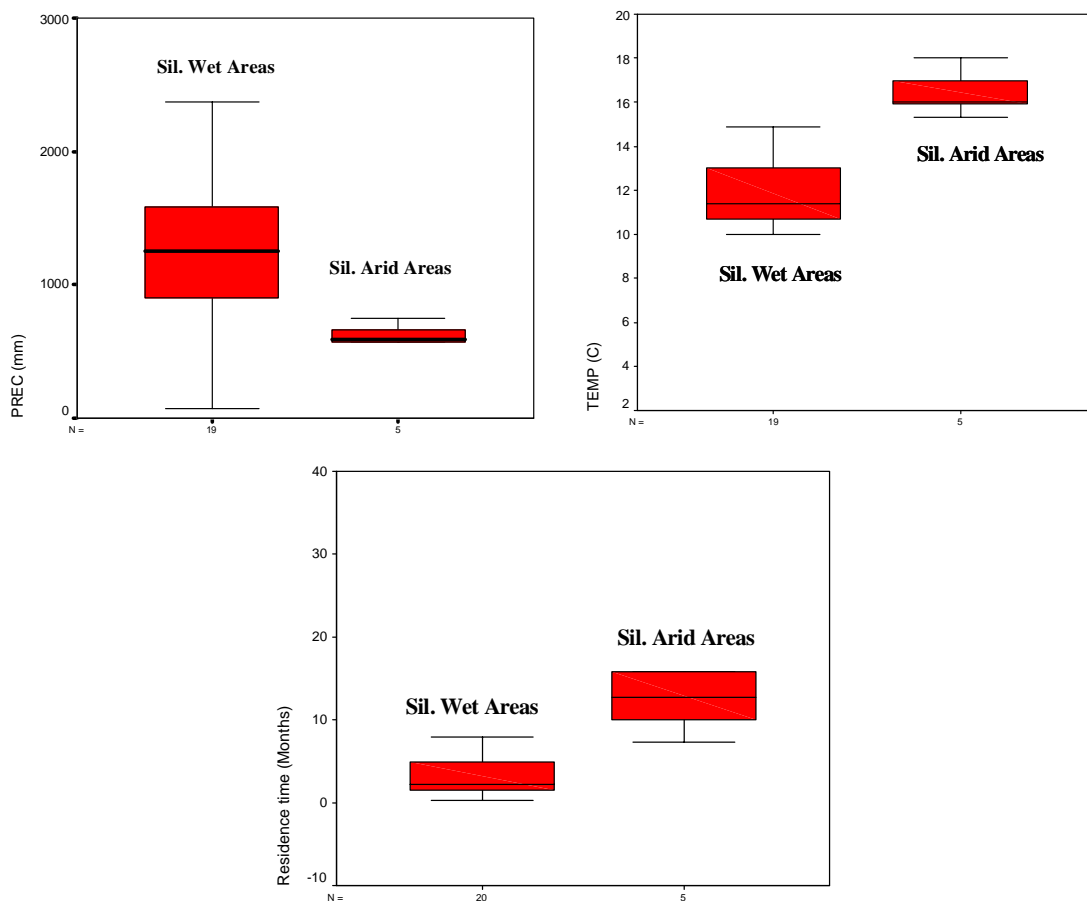


Figura 3 - Distribuição dos valores de temperatura média anual (°C), precipitação média anual (mm) e tempo de residência (meses) para as albufeiras dos tipos *deep arid siliceous* e *deep wet siliceous* amostradas no Verão de 2005.

3.5. Determinação dos valores de referência para as métricas seleccionadas

O valor de referência de cada tipo para cada métrica seleccionada foi definido como a mediana da distribuição dos valores médios obtidos na campanha de 2005 para as albufeiras consideradas como de referência ou *Best Available*. Para o tipo *deep wet siliceous* a informação utilizada e o valor de referência encontra-se no quadro 6.

Quadro 6 - Valor de referência e valores médios obtidos no Verão de 2005 para as métricas concentração de clorofila *a* (mg/m³), biovolume total (mm³/l), percentagem de biovolume de cianobactérias e índice de Catalan obtidos nas albufeiras de referência para o tipo *deep wet siliceous*

Albufeira	País	Clorofila <i>a</i> (mg/m ³)	Biovolume Total (mm ³ /l)	% Biovolume Cianobactérias	Índice de Catalan
Tehnití Limni Tavropou	Grécia	1,10	0,36	0,00	0,11
Vilarinho das Furnas	Portugal	0,74	0,07	1,17	0,76
Castelo do Bode	Portugal	1,37	0,27	0,00	0,02
Salime	Espanha	3,73	0,69	0,00	0,63
La Ribera	Espanha	2,61	2,28	0,00	0,11

Valores de referência	1,40	0,36	0	0,61
-----------------------	------	------	---	------

3.6. Estabelecimento da fronteira Bom/Razoável para as métricas seleccionadas

A fronteira Bom/Razoável para cada tipo e métrica foi estabelecida como um percentil da distribuição dos valores obtidos na campanha de 2005 para as albufeiras da rede de intercalibração (Quadro 7). O percentil 95 foi definido como valor de fronteira para as métricas concentração de clorofila *a* e biovolume total. Para as métricas de composição e abundância, percentagem de biovolume total e índice de Catalan, optou-se pelo percentil 90 da distribuição dos valores obtidos na campanha de 2005 para as albufeiras de intercalibração. No quadro 8 são apresentados alguns resultados sob a forma de valores médios do Verão de 2005 obtidos em albufeiras da rede de intercalibração do tipo *deep wet siliceous* localizadas em Portugal.

Quadro 7 - Fronteira Bom/Razoável definidas para os tipos *deep wet siliceous* e L-M8 para as métricas concentração de clorofila *a* (mg/m³), biovolume total (mm³/l), percentagem de biovolume de cianobactérias e índice de Catalan.

Tipo	Clorofila <i>a</i> (mg/m ³)	Biovolume Total (mm ³ /l)	% Biovolume Cianobactérias	Índice de Catalan
<i>Deep wet siliceous</i>	6,70	1,90	9,20	10,60
L-M8	4,20	2,10	28,50	7,73

Quadro 8 - Valores médios das métricas concentração de clorofila *a* (mg/m³), biovolume total (mm³/l), percentagem de biovolume de cianobactérias e índice de Catalan obtidos no Verão de 2005 para as albufeiras da rede de intercalibração do tipo *deep wet siliceous* localizadas em Portugal.

Albufeira	País	Clorofila <i>a</i> (mg/m ³)	Biovolume Total (mm ³ /l)	% Biovolume Cianobactérias	Índice de Catalan
Aguieira	Portugal	28,1	8,77	0,4	0,8
Fronhas	Portugal	3,5	0,39	11,4	0,5
Alto Lindoso	Portugal	3,3	0,40	0,0	0,2
Caniçada	Portugal	8,0	0,84	0,0	12,0

3.7. Estabelecimento de um intervalo de valores como fronteira Bom/Razoável

As condições ambientais nas albufeiras tendem a sofrer flutuações erráticas, rápidas e de grande magnitude. Este carácter estocástico é amplificado na região mediterrânica, onde a variabilidade inter-anual é elevada. Os valores de referência e de fronteira Bom/Razoável foram definidos com o recurso a dados de apenas um ano, sendo valores fixos que não consideram a variabilidade inter-anual.

De modo a solucionar esta questão, foi adicionado um intervalo de variabilidade inter-anual aos valores determinados, com base em séries de dados de clorofila *a* disponibilizados pelos membros do GIG. Para os dados compilados, e retirando as albufeiras eutróficas e hipereutróficas, o coeficiente de variação da série temporal de cada albufeira foi determinado, como a razão entre o desvio padrão e o valor médio. A mediana da distribuição do coeficiente de variação foi calculada para 21 albufeiras do tipo *deep wet siliceous*, dados de Portugal e Espanha, e para 23 albufeiras do tipo L-M8, dados de Itália e Espanha.

O valor de “variabilidade inter-anual” obtido foi de 0,45, o qual foi utilizado para estabelecer o intervalo inter-anual considerando que os valores médios de concentração de clorofila *a* podem variar 45 %. Deste modo, e apenas considerando o acréscimo de 45 % nos valores fixos determinados, encontram-se no quadro 9 os intervalos de valores a considerar para a concentração de clorofila *a*.

Quadro 9 - Valores de referência e fronteira Bom/Razoável definidos para os tipos *deep wet siliceous* e L-M8 para a concentração de clorofila *a* (mg/m³), considerando a variabilidade inter-anual.

Tipo	Clorofila <i>a</i> (mg/m ³)	
	Referência	Bom/Razoável
<i>Deep wet siliceous</i>	1,40 – 2,00	6,70 - 9,50
L-M8	1,80 – 2,60	4,20 - 6,00

A inexistência de séries extensas de dados de composição, abundância e biovolume impossibilitou a aplicação do mesmo procedimento às restantes métricas intercalibradas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objectivo principal do Exercício de Intercalibração é assegurar a comparabilidade dos sistemas de avaliação dos diferentes Estados-Membros. No caso do GIG Mediterrânico, a comparabilidade é totalmente garantida, uma vez que o trabalho desenvolvido não envolve a comparação entre diferentes métodos de avaliação, mas sim o desenvolvimento de um método comum normalizado quando aos procedimentos de amostragem e de laboratório, métricas e fronteiras de qualidade.

Durante a primeira fase não foi possível concluir o Exercício de Intercalibração de acordo com o que estava inicialmente previsto, nomeadamente no que diz respeito aos restantes elementos biológicos de qualidade e aos tipos de albufeiras definidos. Este facto, generalizado ao nível de todos os Grupos Geográficos de Intercalibração, levou ao prolongamento deste processo até 2011.

Na segunda fase, o Exercício será alargado a outros tipos de albufeiras e aos elementos biológicos de qualidade Fauna Piscícola e Invertebrados Bentónicos. Para o elemento biológico de qualidade Fitoplâncton, serão implementados intervalos de variabilidade inter-anual para as métricas biovolume total, percentagem de biovolume de cianobactérias e índice de Catalan, e definidas as regras para a sua utilização no âmbito da monitorização.

Os resultados obtidos no Exercício de Intercalibração, nomeadamente os valores da fronteira Bom/Razoável, serão publicados numa decisão da Comissão Europeia sob a forma de métricas e de EQRs. Estes resultados terão carácter vinculativo, sendo obrigatória a sua transposição e aplicação no sistema de monitorização nacional. Os dados de monitorização recolhidos nos próximos anos serão utilizados para aferir e robustecer estatisticamente os resultados obtidos pelo GIG Mediterrânico.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBE, J. ; LAFONT, M. ; MALLET, L. ; MOUTHON, J. ; PHILIPPE, M. ; VEY, V. (2003). “Actualisation de la méthode de diagnose rapide des plans d’eau. Analyse critique des indices de qualité des lacs et propositions d’indices de fonctionnement de l’écosystème lacustre”. Cemagref, Agence de l’Eau. 108pp.



CATALAN, J.; VENTURA, M.; MUNNÉ, A.; GODÉ, L (2003). “Desenvolupament d’un índex integral de qualitat ecológica i regionalització ambiental dels sistemes lacustres de Catalunya”. Agència Catalana del Agua. Barcelona. 177 pp.

Decisão da Comissão de 17 de Agosto de 2005 relativa ao estabelecimento dos sítios que constituirão a rede de intercalibração, em conformidade com a Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho (2005/646/CE). Jornal Oficial das Comunidades Europeias de 19 de Setembro de 2005. L 243, p.48.

Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Outubro de 2000, que estabelece um Quadro de Acção Comunitária no Domínio da Política da Água. Jornal Oficial das Comunidades Europeias de 22 Dezembro de 2000. L 327, p.72.

EUROPEAN COMMISSION JOINT RESEARCH CENTRE (EC JRC) (2007). “Mediterranean GIG – Lakes, Phytoplankton”. WFD intercalibration technical report. 41pp, 26.11.07.

FERREIRA, M.T (2002). “Estado trófico de albufeiras”, in Ecossistemas Aquáticos e Ribeirinhos. Ecologia, Gestão e Conservação, 11.1-11.12, editado por I.Moreira, M.T.Ferreira, R.Cortes, P.Pinto e P.R.Almeida, INAG, Lisboa.

FERREIRA, M.T.; GODINHO, F. (2002). “Comunidades biológicas de albufeiras”, in Ecossistemas Aquáticos e Ribeirinhos. Ecologia, Gestão e Conservação, 10.1-10.25, editado por I.Moreira, M.T.Ferreira, R.Cortes, P.Pinto e P.R.Almeida, INAG, Lisboa.

GIL, L.; FERNANDES, J.N. (1997). “Classificação Trófica das Albufeiras Exploradas pela EDP”. Recursos Hídricos, 18, 2, Julho, 43-51.

DE HOYOS, C.; SERRANO, M.L.; FLÜGGE, S. (2005). “Phytoplankton as a biological indicator to assess the ecological status”. In *Actas do Congresso da American Society of Limnology and Oceanography*, Santiago Compostela (Espanha), 19-24 Junho.

HORNE, A.J.; GOLDMAN, C.R. (1994). *Limnology*. 2ª ed. McGraw- Hill, Inc., New York, 576pp.

INAG (2002). *Aplicação da Directiva Relativa ao Tratamento das Águas Residuais Urbanas em Portugal*. Instituto da Água. 22 pp.

MARGALEF, R. (1980). *Ecologia*. Omega Ed., Barcelona, 951pp.

OCDE (1982). *Eutrophication of Waters. Monitoring, Assessment and Control*. Organization for Economic Co-operation and Development, Paris. 154pp.

PÁDUA, J. (2007). “Type-specific relationships between eutrophication and phytoplankton indicators in Portuguese reservoirs”. *Dissertação de Mestrado em Gestão de Recursos Naturais*. Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa. 67pp.

Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH) <http://snirh.inag.pt/>

WETZEL, R. (1993). *Limnologia*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 905pp





WFD CIS (2003a). “Guidance document No 6 – Towards a guidance on establishment of the intercalibration network and the process on the intercalibration exercise.” Working Group 2.5 – Intercalibration. 53 pp.

WFD CIS (2003b). “Guidance document No 10 - River and lakes – Typology, reference conditions and classification systems”. Working Group 2.3. 87 pp.

WFD CIS (2004). “Overview of common Intercalibration types”. ECOSTAT WG 2.A. DRAFT Version 5.1 38 pp.

WFD CIS (2005a). “REFCOND Guidance – Guidance on establishing reference conditions and ecological status class boundaries for inland surface waters”. 93pp.

WFD CIS (2005b). “Guidance document No 14 - Guidance on the intercalibration process 2004-2006”. ECOSTAT WG 2.A 26 pp.