



Modelação matemática como ferramenta de diagnóstico da gestão da eutrofização

Aplicação nas albufeiras de Pocinho, Vale do Gaio, Pracana e Maranhão

Henrique Coelho



INAC - Sessão Técnica "A Eutrofização em Sistemas Aquáticos" - 29 de Junho de 2006

Índice

- Objectivos
- Eutrofização
- Dados e classificação das albufeiras
- Cargas afluentes
- Modelação
 - Modelo CE-QUAL-W2
 - Descrição das aplicações e seu racional
 - Aplicação ao Pocinho
 - Aplicações às outras albufeiras
- Conclusões



INAC - Sessão Técnica "A Eutrofização em Sistemas Aquáticos" - 29 de Junho de 2006

Objectivos do estudo

- Classificar as albufeiras de Pocinho, Pracana, Maranhão, Vale do Gaio, Roxo e Alqueva de acordo com a legislação em vigor em Portugal,
- Perceber quais os processos e as cargas que são responsáveis pelo nível trófico da albufeira,
- Implementar um modelo de Qualidade da água nas albufeiras e proceder à sua verificação,
- Caracterizar o estado de referência,
- Distinguir a origem das cargas e quantificar cargas intenas,
- Determinar a TMDL (Total Maximum Daily Load) para cada albufeira e
- Determinar o tempo de recuperação da albufeira, uma vez implementada a TMDL

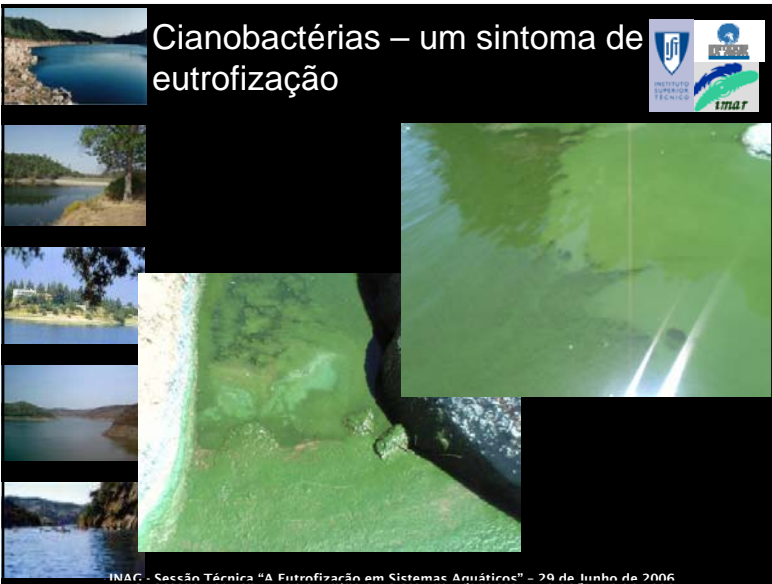
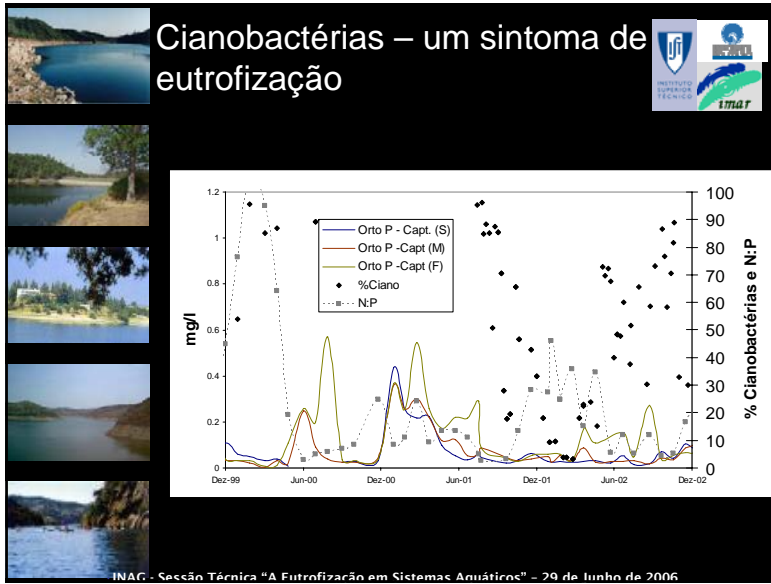
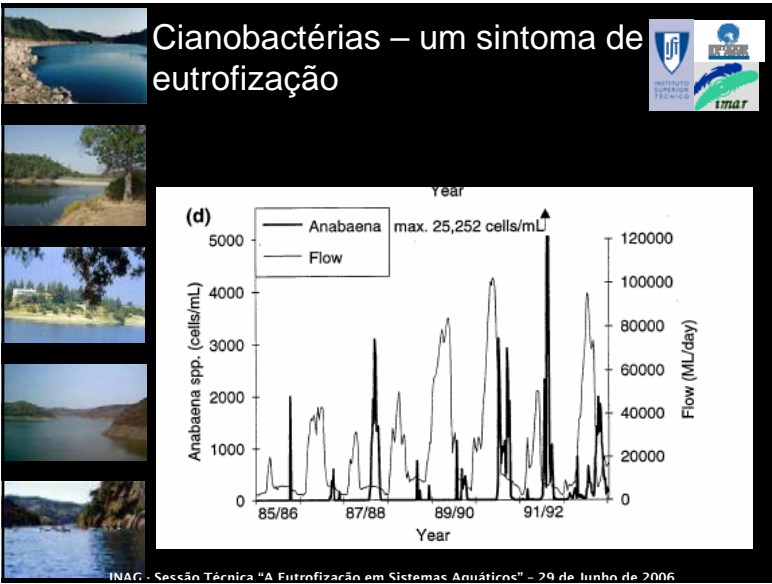
INAC - Sessão Técnica "A Eutrofização em Sistemas Aquáticos" - 29 de Junho de 2006

Eutrofização Critério de classificação

CLASSIFICAÇÃO INAG	OLIGOTRÓFICO	MESOTRÓFICO	EURÓFICO
FósforoTotal (mg P/m ³)	< 10	10 – 35	> 35
Clorófila a (mg/m ³)	< 2,5	2,5 – 10	> 10
Oxigénio Dissolvido (% saturação)			< 40


INAC - Sessão Técnica "A Eutrofização em Sistemas Aquáticos" - 29 de Junho de 2006



Classificação das albufeiras de acordo com os dados

Albufeira do Maranhão				
Ano	Nitrato (mg/l)	Fosfato (mg/l)	Fósforo Total (µg/l)	Clorofila-a (µg/l)
1999-2000	1,6	0,07	70	7,4
2000-2001	0,8	0,06	50	4,3
2001-2002	1,5	0,07	60	5,3
2002-2003	1,2	0,07	40	4,5
<i>Global</i>	<i>0,9</i>	<i>0,06</i>	<i>56</i>	<i>5,2</i>


INAC - Sessão Técnica "A Eutrofização em Sistemas Aquáticos" - 29 de Junho de 2006



Classificação das albufeiras de acordo com os dados

INAC - Sessão Técnica "A Eutrofização em Sistemas Aquáticos" - 29 de Junho de 2006


Albufeira de Vale do Gaio				
Ano	Nitrato (mg/l)	Fosfato (mg/l)	Fósforo Total (µg/l)	Clorofila-a (µg/l)
1994-95	0,4	0,23	200	19,2
2000-2001	1	0,12	140	10
2001-2002	0,6	0,2	150	14,9
2002-2003	1,7	0,27	220	9,3
<i>Global</i>	<i>0,8</i>	<i>0,2</i>	<i>180</i>	<i>13,6</i>



Classificação das albufeiras de acordo com os dados

INAC - Sessão Técnica "A Eutrofização em Sistemas Aquáticos" - 29 de Junho de 2006

Albufeira do Pocinho				
Ano	Nitrato (mg/l)	Fosfato (mg/l)	Fósforo Total (µg/l)	Clorofila-a (µg/l)
2000-2001	3,5	0,12	41	4,3
2001-2002	3,0	0,15	33	5,1
2002-2003	5,1	0,05	87	3,1
2003-2004	5,6	0,07	79	4,3
<i>Global</i>	<i>3,8</i>	<i>0,11</i>	<i>47</i>	<i>4,3</i>




Classificação das albufeiras de acordo com os dados

INAC - Sessão Técnica "A Eutrofização em Sistemas Aquáticos" - 29 de Junho de 2006

De Pracana sabemos apenas que as médias geométricas de TP em 2000 e 2003 são 100 e 50 µg/l, respectivamente.

Qualquer uma das 4 albufeiras se encontra eutrofizada de acordo com pelo menos um dos critérios.



Cargas afluentes

INAC - Sessão Técnica "A Eutrofização em Sistemas Aquáticos" - 29 de Junho de 2006

- As cargas afluentes às albufeiras foram determinadas recorrendo a todo o tipo de dados existentes:
 - Dados dos rios (sempre que possível) .
 - Dados sobre a bacia com a metodologia da OSPAR.
- Pocinho (só medidas em Barca D'Alva)
- Vale do Gaio - só OSPAR
- Pracana – OSPAR e dados do rio Ocreza
- Maranhão – OSPAR e dados na rib. Raia

Cargas afluentes

	OSPAR (zona monitorizada)		OSPAR (toda a bacia)		Dados do rio	
	N (ton/ano)	P (ton/ano)	N (ton/ano)	P (ton/ano)	N (ton/ano)	P (ton/ano)
Pracana	578	111	760	131	502	134
Maranhão	573	69	3086	177	430	59
V. do Gaio	-	-	656	66	-	-
Pocinho	-	-	-	-	30421	2002

Na albufeira do Pocinho estima-se que 87% das cargas de P e N tenham origem em Espanha

INAC - Sessão Técnica "A Eutrofização em Sistemas Aquáticos" - 29 de Junho de 2006

Estratégia de Modelação nas Albufeiras

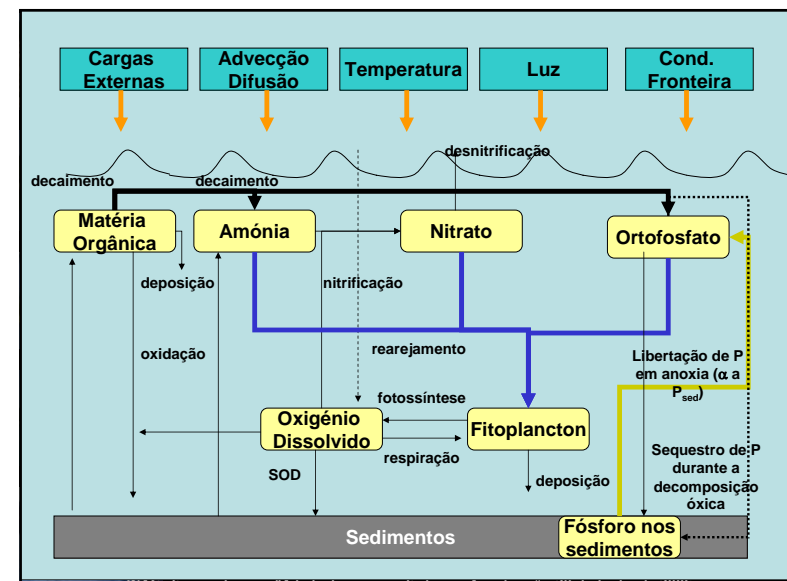
- Estado de Referência
 - Usando todas as estimativas de cargas possíveis.
 - Pocinho (só medidas em Barca D'Alva)
 - Vale do Gaio - só OSPAR
 - Pracana - OSPAR e dados do rio Ocreza
 - Maranhão - OSPAR e dados na rib. Raia
- Eliminação de cargas (N e P)

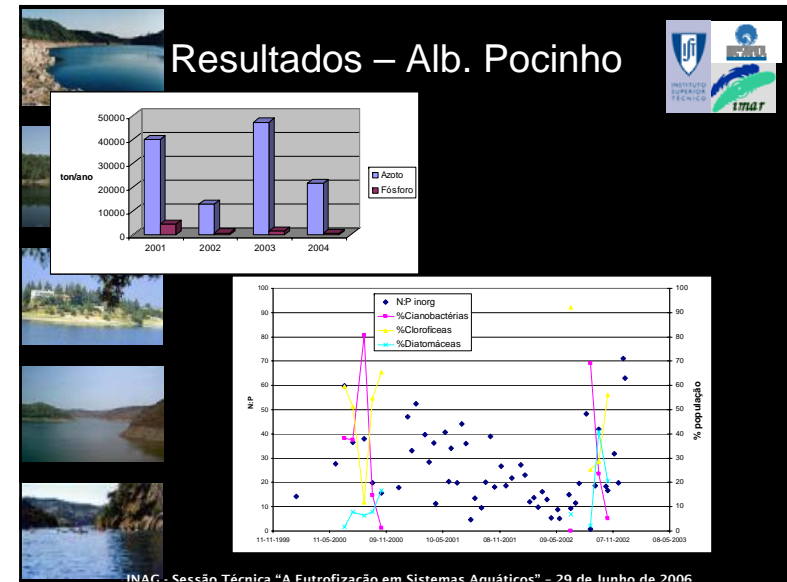
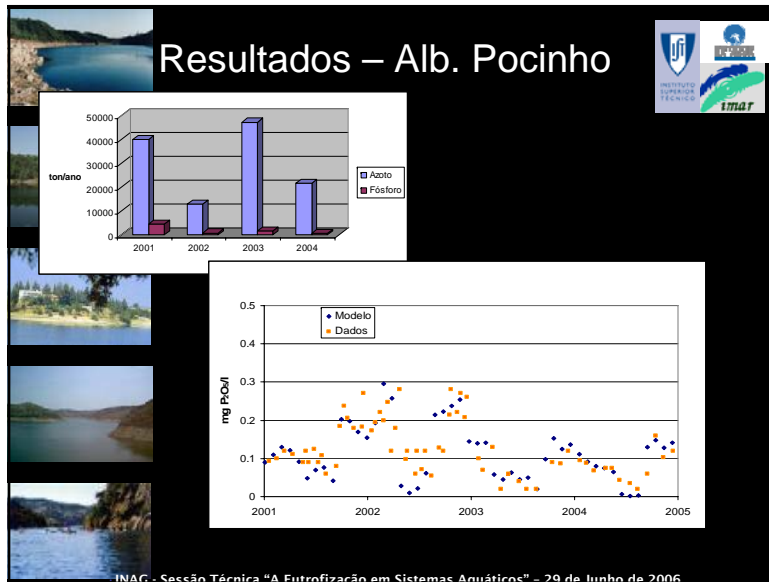
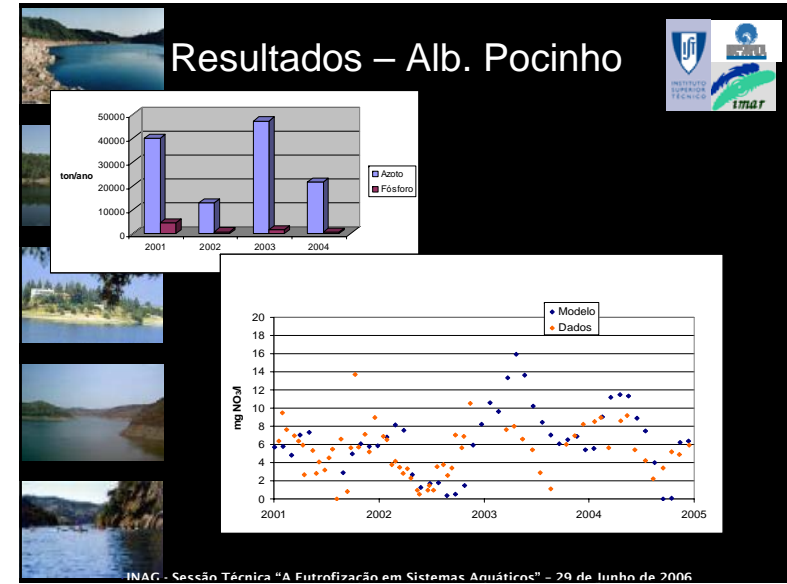
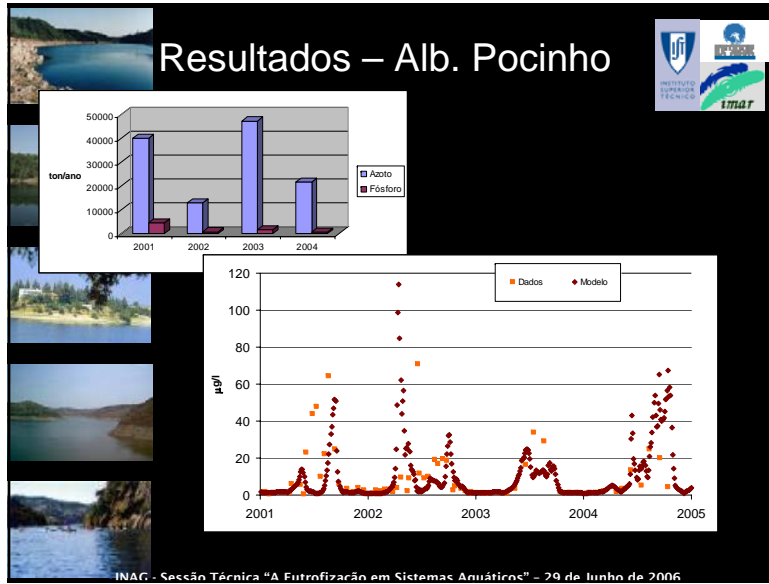
INAC - Sessão Técnica "A Eutrofização em Sistemas Aquáticos" - 29 de Junho de 2006

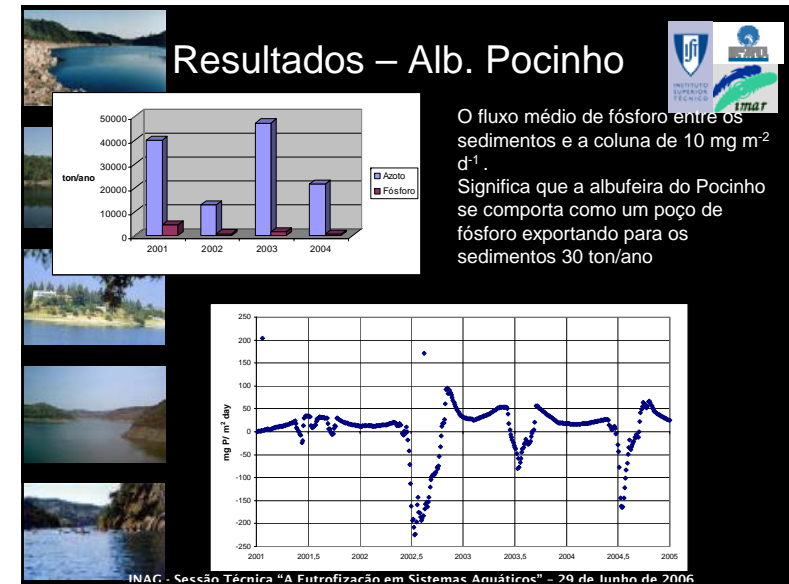
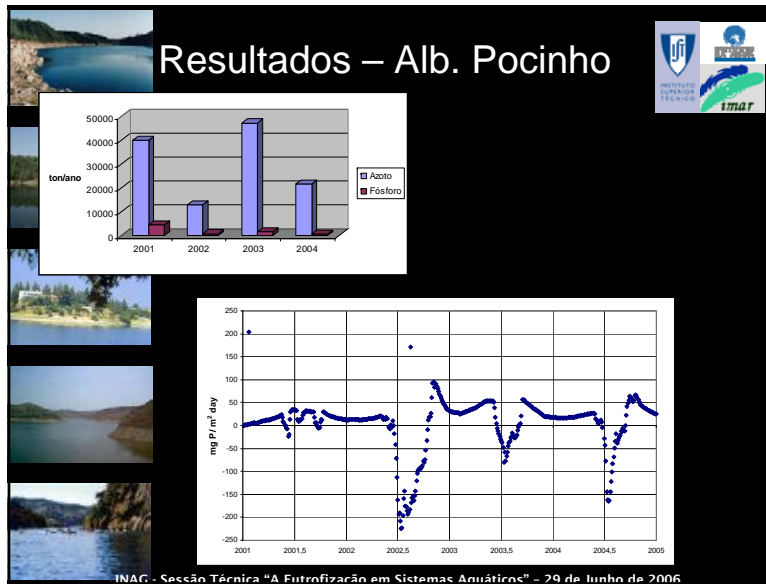
Eliminação de cargas

- Partindo da condição inicial (não eutrofizado) e reduzindo imediatamente as cargas
- Partindo da simulação de referência e eliminando posteriormente as cargas
 - Deve permitir avaliar o tempo de resposta à redução de cargas

INAC - Sessão Técnica "A Eutrofização em Sistemas Aquáticos" - 29 de Junho de 2006







Albufeira Pocinho - estatística

Parâmetro	Média Aritmética	Média Geométrica
	Modelo (dados entre 2001 a 2004)	Modelo (dados entre 2001 a 2004)
NH ₄	0.1 (0.08)	0.08 (0.058)
NO ₃	6.3 (5.2)	4.4 (3.8)
P ₂ O ₅	0.11 (0.12)	0.08 (0.11)
P _{total}	0.11 (0.08)	0.05 (0.047)
Chl-a	9.7 (10)	4.25 (4.3)

Parâmetro	Erro Médio Absoluto	RMSE	RMSE (Rio Tualatim, 1991) – Aplicação realizada pelo USGS.
Temperatura	0.79 °C	1.11 °C	0.7 °C
Clorofila – a	5.1 µg/l	8.5 µg/l	13 µg/l
Ortofosfato	0.03 mg/l	0.05 mg/l	0.04 mg/l
Nitrato	2.08 mg/l	2.62 mg/l	3.21 mg/l
Azoto Amoniacal	0.04 mg/l	0.08 mg/l	0.04 mg/l

INAC - Sessão Técnica "A Eutrofização em Sistemas Aquáticos" - 29 de Junho de 2006


Hipotética redução de carga no Pocinho

- Assume-se 10% no azoto e 50% no fósforo (corresponderia a uma redução de cargas urbanas em Espanha) ou;
- Saucelle nunca tem uma [P] que produza uma média geométrica superior a 35 µg/l

		Dados	Estado Referência	Redução de Cargas	Saucelle em bom estado trófico
Chl-a (µg l ⁻¹)	Média aritmética	10	9.7	6.5	8.6
	Média geométrica	4.3	4.25	4.0	3.6
TP (µg l ⁻¹)	Média aritmética	80	110	56	43
	Média geométrica	47	50	30	28

INAC - Sessão Técnica "A Eutrofização em Sistemas Aquáticos" - 29 de Junho de 2006


Hipotética redução de carga no Pocinho



	Fósforo Total µg/l (média aritmética)	Fósforo Total µg/l (média geométrica)	Clorofila-a µg/l (média aritmética)	Clorofila-a µg/l (média geométrica)
Villacampo	233	203	30.2	27.3
Miranda do Douro	165	154	31.1	13
Picote	-	-	12.1	6
Bemposta	-	-	10.2	4.2
Aldeavilla	142	136	12.1	10.6
Saucelle	124	118	9.6	8.6
Pocinho	60	33	9.9	5.4

INAC - Sessão Técnica "A Eutrofização em Sistemas Aquáticos" - 29 de Junho de 2006


Resultados para Vale do Gaio, Pracana e Maranhão



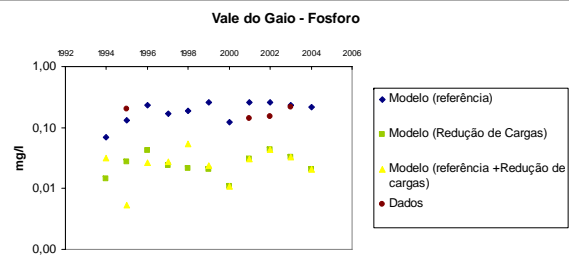
	Redução de N	Redução de P
Maranhão	24%	60%
Pracana	57%	79%
Vale do Gaio	53%	84%
Pocinho	10%	50%

INAC - Sessão Técnica "A Eutrofização em Sistemas Aquáticos" - 29 de Junho de 2006

Resultados para Vale do Gaio, Pracana e Maranhão



Vale do Gaio - Fosforo



INAC - Sessão Técnica "A Eutrofização em Sistemas Aquáticos" - 29 de Junho de 2006

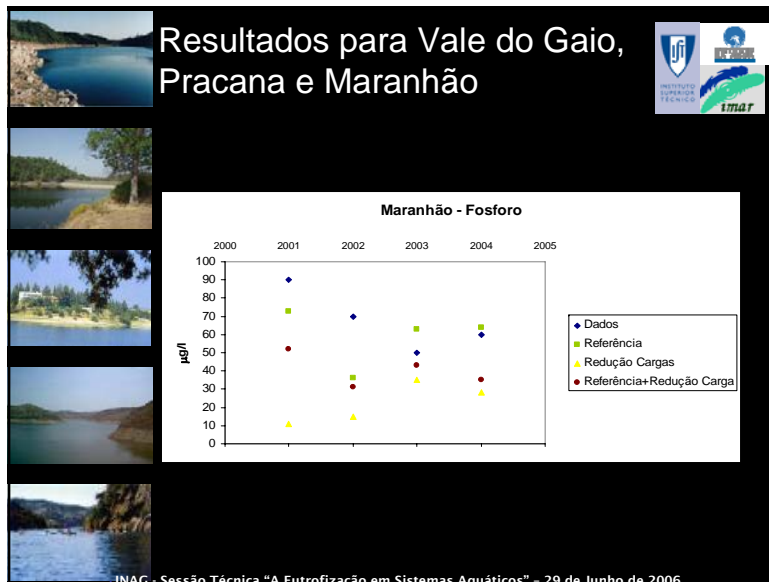
Resultados para Vale do Gaio, Pracana e Maranhão



Pracana - Clorofila-a



INAC - Sessão Técnica "A Eutrofização em Sistemas Aquáticos" - 29 de Junho de 2006



- ## Conclusões
-
-
- Foi demonstrado que todas as albufeiras estão eutrofizadas com base em pelo menos um dos critérios
 - Foi demonstrado que a metodologia é válida, visto que:
 - As cargas estimadas com a metodologia da OSPAR apresentam uma boa concordância com as cargas calculadas com base nos dados dos rios.
 - O modelo aplicado às albufeiras reproduz com sucesso os processos quer do ponto de vista quantitativo, quer do ponto de vista qualitativo.
- INAC - Sessão Técnica "A Eutrofização em Sistemas Aquáticos" - 29 de Junho de 2006

- ## Conclusões
-
-
- Nos casos da albufeira do Pocinho, Vale do Gaio e Maranhão as reduções de P inicialmente propostas (50%, 84% e 60%, respectivamente) são, de acordo com o modelo, suficientes para "baixar" o estado trófico das albufeiras.
 - Os tempos de resposta são relativamente baixos: 1 ano no Pocinho e 5 anos em Vale do Gaio.
 - Sem extensão da simulação do Maranhão não é possível encontrar esse tempo de resposta. No entanto os resultados sugerem que este será da mesma ordem de grandeza de Vale do Gaio
- INAC - Sessão Técnica "A Eutrofização em Sistemas Aquáticos" - 29 de Junho de 2006

- ## Conclusões
-
-
- Em Pracana a redução de P proposta (79%) não é suficiente para "baixar" o estado trófico.
 - No entanto o tempo de resposta será da ordem dos 2 a 3 anos.
 - Verificou-se que com uma redução de 90% os valores obtidos já permitem classificar a albufeira como não eutrofizada.
- INAC - Sessão Técnica "A Eutrofização em Sistemas Aquáticos" - 29 de Junho de 2006



FIM