

Plano da Bacia Hidrográfica da Lagoa das Sete Cidades (Açores) Compatibilização entre sistema produtivo e ambiente¹

João PORTEIRO²
Helena CALADO²

Secção de Geografia do Departamento de Biologia
Universidade dos Açores

Rua Mãe de Deus, Apartado 1422, 9501-801 PONTA DELGADA (PORTUGAL)
Tel.: +351.296650479 Fax: +351.296650100 e-mail: geografia@notes.uac.pt

Margarida PEREIRA²

e-Geo – Centro de Estudos de Geografia e Planeamento Regional
Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa
Avenida de Berna, 26-C, 1069-061 LISBOA (PORTUGAL)

Tel.: +351.217933519 Fax: +351.21797759 e-mail: ma.pereira @fcsb.unl.pt

Resumo

A eutrofização das lagoas dos Açores é um grave problema ambiental da região, indissociável do sistema produtivo ancorado na agro-pecuária com fins industriais (fileira do leite). As características físicas do território (climáticas, geomorfológicas e hidrológicas), aliadas às condições de desenvolvimento daquela actividade (ruptura com os métodos de produção tradicionais, alargamento das pastagens para parcelas sem aptidão, arroteamento da floresta endémica, incremento do encabeçamento e aplicação excessiva de fertilizantes inorgânicos) provocaram uma carga excessiva de nutrientes nos planos de água e os ecossistemas demonstraram incapacidade de regeneração. As medidas minimizadoras para debelar as consequências, desencadeadas pela Administração, não se revelaram promissoras.

Em 1998, a Universidade dos Açores defende o Plano de Ordenamento da Bacia Hidrográfica das Sete Cidades como estratégia de actuação. O caderno de encargos do plano fixa-lhe como objectivos fundamentais viabilizar a lagoa como reserva estratégica de água e diversificar a base económica local. Procurando garantir a prossecução daqueles objectivos, sem comprometer a sobrevivência da comunidade residente ou alterar o sistema produtivo local, o plano avança com um conjunto de propostas de que se relevam a redução da área de pastagens, em particular nos terrenos mais vulneráveis, em favor da reflorestação, e a construção de uma infra-estrutura hidráulica receptora de parte das escorrência. Dado o desconhecimento da capacidade de reacção do ecossistema lagunar, a implementação das acções é acompanhada por uma estrutura de monitorização

¹ No âmbito do Projecto “Classificação das Lagoas dos Açores Modelos de Gestão de Bacias Hidrográficas - POCTI/ GEO/42554/2002 (FCT)”.

² Os autores foram responsáveis pelo estudo desenvolvido pela Universidade dos Açores (1998) e integraram a equipa do Plano de Ordenamento da Bacia Hidrográfica da Lagoa das Sete Cidades (2003/2004).

que, em função dos resultados alcançados, determina, ou não, a adoção de medidas mais restritivas.

Palavras-chave: eutrofização, lagoa, plano de ordenamento, bacia hidrográfica.

Abstract

Lakes eutrophization it's a severe environmental problem in the Azorean islands. Due to a combination of different factors: production system of cattle raising (milk production), physical landscape characteristics (climatic, geomorphologic and hydrological) and the development conditions of the activity (traditional rupture; intensification of production; endemic forest endangerment; and inorganic fertilizers excessive application) gives rise to an excessive load of nutrients on water plans and incapacity for ecosystems regeneration. The position of Public Administration in what concerns minimizing measures were not promising.

The University of the Azores supported Sete Cidades Watercatchment Spatial Plan as a strategic intervention in 1998. To make the lake a strategic water reserve and expand the local economy were the fundamental objectives stapled established. In order to find guaranties to those objectives prosecution, without compromising the carry on of the resident community, or change dramatically the local production system, the plan bring forward several proposals. Some of the most important proposals are: cattle area reduction (especially on vulnerable fields) that leads to reforestation; hydraulic infrastructure construction that ensures the spilling reception and the natural barriers implementation. The action implementation is attended by a monitoring structure due to the reaction unknown of the lake ecosystem capabilities. A more restrictive measures adoption can be made based on the monitoring results

Keywords: eutrophization, lake, spatial plan, watercatchment.

Résumé

L'eutrophisation des lacs pose un grave problème environnemental aux Açores, indissociable du système de production industrielle agro-pastorale (filère du lait). Les caractéristiques physiques du territoire (climatiques, géomorphologiques et hydrologiques), alliées aux modes de développement de cette activité (rupture avec les méthodes de production traditionnelle, élargissement des pâturages à des parcelles non adaptées, défrichage endémique de la forêt, augmentation des têtes de bétail et utilisation excessive d'engrais chimiques) ont induit une trop grande concentration d'aliments dans les plans d'eau et les écosystèmes se sont montrés incapables de se régénérer. Les mesures minimalistes mises en place par les pouvoirs publics pour pallier les effets négatifs se sont révélées être peu efficaces. En 1998, l'Université des Açores présente le Plan d'Aménagement du Bassin Hydrographique de Sete Cidades comme stratégie

d'action. Le cahier des charges du plan fixe comme objectifs fondamentaux de faire du lac une réserve stratégique d'eau et de diversifier la base économique locale. Pour atteindre ces objectifs sans fragiliser la communauté résidente ni porter atteinte au système de production local, le plan propose notamment la réduction des aires de pâturages, en particulier dans les terrains vulnérables, favorisant ainsi le reboisement de la forêt, et la construction d'une infrastructure hydraulique visant à recueillir une partie des eaux usées. En raison de la méconnaissance quant à la capacité de réaction de l'écosystème des lacs, la mise en pratique des actions s'accompagne d'une structure d'évaluation en continu chargée de déterminer, le cas échéant, l'adoption de mesures plus restrictives.

Mots-clés: eutrophisation, lac, plan d'aménagement, bassin hydrographique.

1. Introdução

O artigo mostra como o incremento de determinadas actividades económicas podem originar problemas ambientais, sobretudo em ecossistemas frágeis. Tendo como referência o território da bacia hidrográfica da lagoa das Sete Cidades, apresenta as causas que concorrem para a eutrofização da lagoa, enfatizando as condições de exploração da agro-pecuária; expõe os fundamentos das soluções assumidas pelo plano de ordenamento, conciliando objectivos ambientais (combater a eutrofização) e sócio-económicos (viabilizar a permanência da comunidade local).

2. O problema da eutrofização

Em regiões insulares, isoladas e distantes dos espaços continentais, as condicionantes biofísicas, em particular os recursos naturais disponíveis (limitados) e a fragmentação do território (dispersão geográfica), determinam a capacidade de atingirem e manterem um patamar de desenvolvimento sustentado. Da abundância e representatividade dos recursos endógenos (renováveis), a par das restrições tecnológicas, depende o grau de diversificação da base económica. Neste aspecto, observa-se uma tendência generalizada para que os sistemas produtivos das ilhas assentem em ciclos de especialização, que consomem mas posteriormente degradam os recursos de que dependem, existindo períodos de recessão, alternados com momentos de prosperidade (Beller *et al.*, 1990).

Os Açores enquadram-se nestas apreciações, produzidas no âmbito do “*Interoceanic Whorkshop on Sustainable Development and Environmental Management of Small Islands*”, promovido pela UNESCO (1986). A história económica do arquipélago é marcada pelo fenómeno “monocultura colonial de exportação”, caracterizado pela sucessão de ciclos produtivos a que correspondem outras tantas crises e especializações agrícolas (Oliveira, 1989). Os ciclos dos cereais (trigo, cevada), pastel, laranja e, mais recentemente, da agro-pecuária, em

conjunto com as perturbações dos períodos intermédios, alteraram profundamente a paisagem das ilhas e ditaram a utilização abusiva dos recursos naturais.

Numa altura em que se ensaia de novo a diversificação económica, agora no sector do turismo (“verde ou ecológico”), o esforço promocional identifica os Açores como uma região isenta de poluição (“natureza intacta”). Mas a imagem que se transmite, embora cumpra os propósitos de divulgação no mercado exterior, não corresponde inteiramente à realidade. O protagonismo do modelo económico fixado na agro-pecuária com fins industriais (fileira do leite), a ruptura com os métodos de produção tradicionais (assentes na exploração familiar), o alargamento da pastagem e da superfície forrageira (87 % da Superfície Agrícola Útil³), para além das parcelas com essas aptidões, o arroteamento da floresta endémica (hoje confinada a áreas inacessíveis), o incremento gradual do efectivo animal (cerca de 238 mil bovinos⁴) e a aplicação exagerada de fertilizantes inorgânicos, induziram uma pressão insustentável sobre os recursos naturais, com destaque para as águas interiores.

Receptoras dos subprodutos provenientes da actividade pecuária, as lagoas dos Açores revelaram-se muito vulneráveis, surgindo sinais inequívocos de eutrofização⁵. Na actualidade, esta é reconhecida como um dos principais problemas ambientais da região, pela população, comunidade científica e administração pública regional.

Mas a eutrofização não é um problema recente nem exclusivo das lagoas dos Açores, afectando cerca de 90 % dos lagos do mundo (Petrova, 1990). À escala global, as causas devem-se, sobretudo, à descarga de efluentes de origem doméstica e industrial (sem tratamento) e à intensificação da agricultura (lixiviação dos solos), que exige factores produtivos cada vez mais agressivos para os ecossistemas aquáticos (Ferguson *et al.*, 1996). Nas lagoas açoreanas, a eutrofização resulta, em grande medida, da emissão de substâncias azotadas e fosfatadas de fontes difusas de origem agrícola (Porteiro, 2000), cujo controlo é mais complexo do que o das fontes pontuais (OCDE, 1982). A mobilização e transporte de nutrientes é aqui favorecida pelo declive das vertentes e pela abundante precipitação, condicionalismos naturais que justificam a excepcional drenagem das bacias hidrográficas (depressões vulcânicas em altitude sujeitas a condições de permanente humidade).

A eutrofização consiste num fenómeno indesejável que ocorre quando a capacidade de auto-depuração da massa de água é ultrapassada, devido à acumulação de nutrientes nas formas assimiláveis pelos produtores primários (Margalef, 1983; Odum, 1988). Nestas circunstâncias, e sempre que se reúnem condições favoráveis no meio aquático (factores abióticos, como a temperatura, oxigénio e pH), podem surgir *blooms* algais⁶, mais frequentes nos meses de Verão.

³ Recenseamento Geral da Agricultura, 1999.

⁴ Recenseamento Geral da Agricultura, 1999.

⁵ Enriquecimento dos meios hídricos em nutrientes (fósforo e azoto) que promovem o crescimento acelerado de algas e de formas superiores de plantas aquáticas. O conceito admite vários estádios evolutivos dos lagos: oligotrófico (boa qualidade), mesotrófico (média qualidade) e eutrófico (fraca qualidade).

⁶ Trata-se do crescimento repentino de grande quantidade de microalgas (fitoplâncton), dominando espécies potencialmente tóxicas, como as cianobactérias (*Cyanophyta*).

Dos sintomas mais expressivos do processo de eutrofização salienta-se a intensa coloração da água em tons de verde. A tonalidade traduz a elevada concentração de clorofila nas camadas superiores, indicador biológico de grande produtividade primária. A redução da transparência é significativa, o que afecta o valor cénico, o potencial recreativo e a qualidade físico-química do lago, inviabilizando o seu aproveitamento para as utilizações mais exigentes (consumo humano e actividades lúdicas). O quadro 1 sintetiza as principais incidências da eutrofização.

Quadro 1 – Impactes da Eutrofização Lagunar

-
- aceleração do crescimento fitoplanctónico (micro-algas), com a ocorrência de florescências algais (*blooms*), onde dominam espécies potencialmente tóxicas (cianobactérias);
 - proliferação acentuada das comunidades de macrófitas, flutuantes e radicadas nas margens, que podem ocupar todo o espelho de água (acréscimo de biomassa);
 - redução da variedade de plantas e animais que dependem, para a sua sobrevivência, da presença de água em quantidade e qualidade (biodiversidade);
 - alteração das propriedades físicas, químicas e organolépticas da água (sabor, cor, cheiro);
 - desoxigenação sazonal das águas profundas (*hipolimnion*), criando condições adversas para a fauna piscícola mais sensível (salmonídeos);
 - redução significativa da transparência da coluna de água, o que condiciona a actividade fotossintética e as condições de iluminação em profundidade;
 - desvalorização do interesse estético, paisagístico e recreativo do plano de água e do ambiente envolvente (qualidade visual das margens e terrenos adjacentes);
 - diminuição do potencial de utilização das massas hídricas, limitando o aproveitamento das águas para os usos mais exigentes (consumo humano, banhos, funções ecológicas, suporte de vida animal e vegetal).
-

Adaptado de Porteiro (2000)

3. A Bacia Hidrográfica da Lagoa das Sete Cidades

3.1 Enquadramento

A bacia hidrográfica da Lagoa das Sete Cidades localiza-se no extremo ocidental da ilha de São Miguel (Açores). Pertence ao concelho de Ponta Delgada, integrada na freguesia das Sete Cidades, onde em 2001 residiam 858 habitantes, concentrados num único núcleo habitacional.

O maciço das Sete Cidades, aparelho vulcânico onde se insere aquela bacia, consiste numa estrutura eruptiva complexa e de grande dimensão, cujo modelo evolutivo foi interpretado por Queiroz (1997). As estimativas apontam para uma superfície emersa de 110 km², 12 km de diâmetro basal e 856 m de altitude máxima (Pico da Cruz). Este imponente vulcão central é truncado pela enorme caldeira das Sete Cidades, depressão endorreica⁷, com 19,3 km² cuja génese resultou do colapso e subsidência da parte superior do cone original. O rebordo da caldeira descreve um contorno quase circular (18 km de perímetro), coincidente com o limite da bacia

⁷ A abertura de um túnel para regulação do nível de água nas lagoas tornou esta bacia uma unidade parcialmente exorreica.

hidrográfica. O desnível máximo chega a 596 m, valor que traduz o afundamento topográfico desta estrutura.

No interior da caldeira existem quatro planos de água com características diferenciadas: lagoas Azul, Verde, Santiago e Rasa, mencionadas por ordem decrescente de importância hidrológica. A primeira, com 3,54 km² e 28 m de profundidade máxima, representa perto de 37 % da área lacustre regional. Pelos cálculos de Porteiro (2000), a capacidade média de armazenamento ultrapassa 42300*10³m³ de água, ou seja, quase metade do volume total das lagoas do arquipélago. A Lagoa Verde, embora com uma dimensão mais modesta (0,83 km²) ocupa, a quarta posição na hierarquia regional, logo seguida pela Lagoa de Santiago (0,25 km²). A Lagoa Rasa detém pequena representação no cômputo global (0,034 km²). As Lagoas Verde e Azul estão conectadas por um estreito canal que permite a circulação hidrodinâmica a nível superficial. A área conjunta das quatro lagoas, que ronda os 4,65 km², equivale a 24 % da Bacia Hidrográfica.

3.2 Condicionantes Naturais

Na bacia hidrográfica da Lagoa das Sete Cidades, marcada pelo vigor do relevo, encaixe da caldeira e altitude das vertentes expostas aos ventos dominantes, imperam condições geomorfológicas, climáticas e hidrológicas singulares. A interação destas, em conjugação com os peculiares aspectos da ecologia local, explicam a formação e permanência das lagoas mas, ao mesmo tempo, exigem cautelas especiais ao nível das actividades produtivas e da condução das práticas culturais (manejo das pastagens).

As paredes internas da caldeira são abruptas (mesmo subverticais), com alturas médias próximas de 300 m e os aparelhos eruptivos, edificados em fases posteriores à sua formação, reforçam o carácter acidentado da paisagem. A título indicativo, refira-se que 45 % da superfície da bacia hidrográfica tem declive acentuado a escarpado e mais de 30 % do território supera os 400 m de altitude. A forte inclinação das encostas, associada aos materiais que as compõem (cinzas, pedra-pomes), determinam a grande instabilidade das vertentes. Os movimentos de massa (deslizamentos) são frequentes, principalmente nas paredes internas da caldeira revestidas com vegetação de grande porte (Criptomérias).

Nas variáveis climáticas e hidrológicas, são os nevoeiros constantes, os elevados quantitativos pluviométricos e o regime de drenagem que mais restrições colocam às actividades. A precipitação média anual, média para o espaço interior da caldeira, é da ordem dos 1700 mm, atingindo um valor máximo no flanco Sudeste (>2600 mm). Esta assimetria deve-se não só à variação da altitude, mas também ao regime da circulação dos ventos e ao efeito das paredes da caldeira nos mecanismos da precipitação, que se reflecte na hidrologia local com dominância do escoamento difuso.

O que foi dito evidencia um território sensível e condicionado pelas variáveis naturais (altitude, declive e regime de precipitação) que regulam e controlam os processos de transferência de nutrientes e sedimentos. Por conseguinte, a eutrofização e o assoreamento das lagoas traduzem, em grande medida, os efeitos de uma actividade não ajustada aos condicionalismos biofísicos da Bacia Hidrográfica.

3.3 Evolução dos Usos do Solo

Segundo Calado (2000), as práticas de desflorestação da Caldeira das Sete Cidades tiveram início antes do seu povoamento. Vários relatos referem a utilização de lenhas para fins diversos. Inicialmente, os terrenos foram utilizados para apascentar gado e cedo se justificou a permanência do homem. A abundância de madeira originou uma das primeiras actividades económicas: a produção de carvão vegetal. Esta prática, por certo responsável por impactes nos *habitats*, desapareceu já na segunda metade do século XX. Por sua vez, a intensa apanha de musgo nos baldios, destinado às estufas de ananases, também teve consideráveis implicações na hidrologia da bacia hidrográfica.

A instalação das terras agrícolas desenvolveu-se a partir das margens da Lagoa Azul, nas imediações do núcleo habitacional. Até aos anos 60, esta comunidade era auto-suficiente em bens agrícolas. Contudo, na primeira metade dos anos 80, a agricultura, tal como as outras formas de uso, perde importância para a pecuária, actividade hoje predominante. O crescimento das áreas de pastagem deu-se em detrimento do uso florestal (matos). Embora esta expansão se processe a um ritmo cada vez mais lento, faz-se através da ocupação de terrenos instáveis (de altitude, declivosos com materiais pouco consolidados) e por vezes com intrusão de pastagens pelas margens dos cursos de água, destruindo sebes e cortinas de abrigo.

A distribuição actual dos usos do solo reflecte a importância do modelo económico instalado na bacia hidrográfica (quadro 2).

Quadro 2 – Ocupação actual do solo na bacia hidrográfica da Lagoa das Sete Cidades

Classes e Categorias de Espaços	Bacia Hidrográfica		Bacias Hidrográficas de Lagoas							
	Área Total	Total Bacia	Lagoa Azul		Lagoa Verde		Lagoa de Santiago		Lagoa Rasa	
			(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Floresta	841,4	43,5	602,4	51,4	172,8	75,8	53,8	96,6	12,4	91,0
Mata de Acácia	17,6	0,9	12,5	1,1	5,1	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Mata de Criptoméria	338,5	17,5	199,2	17,0	110,8	48,6	17,4	31,2	11,2	82,1
Mata de Eucalipto	20,0	1,0	19,5	1,7	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Matos e Incultos	465,2	24,1	371,2	31,7	56,5	24,8	36,4	65,4	1,2	8,8
Agricultura	41,0	2,1	34,7	3,0	6,2	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Culturas Arvenses	35,9	1,9	29,7	2,5	6,2	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Pomares	5,0	0,3	5,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pecuária	463,2	24,0	426,6	36,4	34,4	15,1	1,2	2,1	1,0	7,6
Criações	22,7	1,2	21,5	1,8	1,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Pastagem	440,5	22,8	405,2	34,6	33,2	14,6	1,2	2,1	1,0	7,6
Social	123,2	4,4	79,2	6,8	5,7	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Equipamentos Colectivos	5,1	0,3	3,5	0,3	1,6	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Recreio e Jardins	47,8	2,5	44,1	3,8	3,7	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0

Estradas e Caminhos	38,4	2,0	28,6	2,4	8,8	3,9	0,7	1,3	0,2	1,5
Aglomerado Urbano	31,9	1,6	31,5	2,7	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	1468,8	75,9	1171,5	100,0	227,9	100,0	55,7	100,0	13,6	100,0

Fonte: Plano de Ordenamento da Bacia Hidrográfica da Lagoa das Sete Cidades (SRA/INAG, 2004)

3.4. Impactes das Actividades Produtivas no Ambiente

Na bacia hidrográfica da Sete Cidades os principais contributos para a poluição da água têm origem em fontes difusas, as quais transportam para o plano de água os nutrientes procedentes das diferentes actividades produtivas.

Existem múltiplas aproximações aos sistemas de classificação trófica das massas lacustres, todas baseadas nos indicadores principais da qualidade da água: concentração de nutrientes, transparência, oxigénio dissolvido e concentração de clorofila. Estes parâmetros são determinados mediante a monitorização da massa de água e dos seus afluentes. As suas variações representam a modificação das características físico-químicas e microbiológica próprias do ecossistema lacustre.

Mediante o estudo dos parâmetros anteriores determina-se que o grupo das lagoas açorianas tem a sua actividade biológica limitada pelo fósforo. Com esta limitação e pelas características morfométricas comportam-se de acordo com o modelo de eutrofização dos lagos das zonas temperadas.

Os distintos graus de eutrofização existentes na bibliografia contemplam de maneira geral quatro possíveis níveis tróficos: ultra-oligotrófico, oligotrófico, mesotrófico, eutrófico, hipertrófico - por ordem decrescente de qualidade da água.

Segundo a classificação proposta por Vollenweider (OCDE, 1982) o estado das lagoas da bacia hidrográfica das Sete Cidades em função dos parâmetros definidos anteriores, engloba-se num leque de trofia que varia de Eutrófico para Mesotrófico. Este grau de classificação repercute-se nos usos potenciais das massas de água.

4. Implementação de Medidas de Controlo e Minimização da Eutrofização

Passados quase 20 anos sobre o primeiro alerta para a necessidade de requalificar as lagoas dos Açores (Medeiros *et al.*, 1983), no final da década de 90 surgem diversas iniciativas institucionais com vista ao controlo efectivo da eutrofização integradas quer no Plano de Acção para o controlo de eutrofização das lagoas das Furnas e das Sete Cidades (SRA, 1999) e no Plano Operacional de Requalificação Ambiental de Lagoas – PORAL (SRA, 2000). As medidas propostas tinham incidência na massa hídrica, na zona envolvente e na bacia hidrográfica, por aplicação a curto, médio e a longo prazo.

Das medidas apresentadas para as Sete Cidades constam acções de caracterização ecológica de algas (estudo fisiológico, ecológico e toxicidade de cianófitas para definição de meios de prevenção), de monitorização da qualidade da água (instalação de um sistema automático de recolha, transmissão, armazenamento

e tratamento de dados físico-químicos), da instalação de bacias de retenção de caudal sólido (minimizar a erosão hídrica e potenciar a redução de nutrientes) e de acções de sensibilização aos agentes económicos (envolvimento da comunidade, com vista à promoção e adopção de práticas culturais adequadas) (SRA, 2000).

Como acções de curto prazo surge o aconselhamento de fertilização, a manutenção da ceifeira para recolha de algas, a monitorização da qualidade da água, o melhoramento dos espaços naturais (ajardinados e de lazer), a redefinição do abastecimento de água à pecuária a realização de campanhas de sensibilização. Para o médio prazo estava prevista a redefinição da localização de silos e de ordenhas, a reflorestação e ordenamento florestal, a retirada de terras de produção em zonas sensíveis, o ordenamento das zonas de lazer, a reavaliação do plano viário, o controlo de transporte sólido, a melhoria do saneamento básico e a elaboração do plano de ordenamento da lagoa. Como medida a longo prazo era apontada a implementação do Plano de Ordenamento da Bacia Hidrográfica da Lagoa (já elaborado e aprovado) (SRA, 1999).

Mas as soluções implementadas basearam-se em medidas paliativas, actuando sobre as consequências, isto é, minimização dos sintomas mais evidentes do processo de eutrofização.

5. Plano de Ordenamento da Bacia Hidrográfica da Lagoa das Sete Cidades

5.1. Antecedentes

Os trabalhos da Universidade dos Açores (1998) suscitaram uma ruptura nas formas de actuação, pois defendem uma intervenção ao nível das causas que originam a eutrofização e, por conseguinte, na forma de utilização dos terrenos da bacia hidrográfica. Assim, surge uma mutação na estratégia de intervenção, quando é proposta a elaboração de um Plano de Ordenamento de Bacia Hidrográfica de Lagoa. Desde logo, a questão colocava-se na adopção do regime jurídico dos Planos de Ordenamento de Albufeiras de Águas Públicas (POAC), enquanto Planos Especiais de Ordenamento do Território (PEOT) que serviam os objectivos em causa, em particular o controlo dos usos não urbanos nas faixas adjacentes às margens (Zonas Reservada e de Protecção), conforme estabelece o Decreto Regulamentar n.º 2/88, de 20 de Janeiro. Porém, não existindo albufeiras nas ilhas, a administração estava privada de uma figura de ordenamento territorial.

5.2. Enquadramento legal

A ausência de enquadramento legal foi colmatada com a adaptação à Região Autónoma dos Açores do Decreto-Lei n.º 380/99, de 22 de Setembro, relativo ao regime jurídico dos instrumentos de gestão territorial. O Decreto Legislativo Regional n.º 14/2000/A, de 23 de Maio, prevê, no artigo n.º 19, que “as referências feitas no Decreto-Lei n.º 380/99, de 22 de Setembro, aos Planos de Ordenamento de Albufeiras reportam-se também aos Planos de Ordenamento das Bacias Hidrográficas de Lagoas, enquanto instrumentos de natureza especial de gestão

territorial”. A adaptação prevê ainda que a zona de protecção nas lagoas coincida com a bacia hidrográfica e não se confine aos 500 metros a partir do nível de pleno armazenamento, como acontece nas albufeiras.

Ultrapassado o enquadramento jurídico, o VIII Governo Regional dos Açores manda elaborar dois Planos de Ordenamento de Bacia Hidrográfica de Lagoa: Sete Cidades e Furnas⁸. Como instrumentos de natureza especial concretizam uma política concertada de intervenção, estabelecendo rumos alternativos à ocupação disciplinada das bacias hidrográficas e a uma utilização sustentada do recurso água.

As exigências estipuladas nos respectivos cadernos de encargos ultrapassam aquilo que é pedido aos Planos de Ordenamento de Albufeiras de Águas Públicas. Na verdade, não é apenas a disciplina dos usos principais e secundários do plano de água e o ordenamento da zona de protecção, mas sobretudo o controlo da eutrofização, enquanto motivo que deu origem ao processo de planeamento. No caso das Sete Cidades, o facto de haver populações residentes e dependentes economicamente das actividades que exercem na bacia hidrográfica, coloca questões de natureza económica e social, relacionadas com um modelo alternativo de ocupação territorial que é necessário acautelar.

Sendo um Plano Especial de Ordenamento do Território, tem natureza regulamentar, vinculando todos os restantes instrumentos de planeamento territorial e determina a revisão do Regulamento da Paisagem Protegida das Sete Cidades (Decreto Reg. 13/89/A). Implica ainda a harmonização com os instrumentos de desenvolvimento territorial e os instrumentos de política sectorial.

5.3. Objectivos do Plano de Ordenamento

De acordo com o artigo 42.º do Decreto-Lei n.º 310/2003, de 10 de Dezembro, os PEOT “constituem um meio supletivo de intervenção do Governo, tendo em vista a prossecução de objectivos de interesse nacional com repercussão espacial, estabelecendo regimes de salvaguarda de recursos e valores naturais e assegurando a permanência dos sistemas indispensáveis à utilização sustentável do território”.

O Plano de Ordenamento da Bacia Hidrográfica da Lagoa das Sete Cidades, (POBHLSC)⁹ tem como objectivos:

- Viabilizar a lagoa como reserva estratégia de água;
- Conceber um Modelo de Ordenamento Sustentado para combater a eutrofização;
- Valorizar o plano de água enquanto recurso e desenvolver os usos recreativos;
- Diversificar a base económica promovendo novas actividades e o envolvimento dos actores locais

⁸ Resolução n.º 154/2000, de 12 de Outubro.

⁹ Lançado a concurso público em 2001 pela Secretaria Regional do Ambiente/Direcção Regional do Ordenamento do Território e Recursos Hídricos e Instituto Nacional da Água, teve início em Abril de 2002.

Para além destes, estão ainda consagrados os objectivos decorrentes das orientações comunitárias a) e da legislação nacional b).

a) De orientações comunitárias:

- Atingir um “bom estado ecológico e químico da água” (Directiva-Quadro da Água - 2000/60/CE);
- Promover os recursos endógenos, envolvendo os actores locais (Agenda 21).

b) Da legislação nacional:

- Potenciar o desenvolvimento das actividades secundárias (lúdico-recreativas), sem comprometer as finalidades primárias (rega, produção de energia e abastecimento);
- Definir princípios de utilização do plano de água e respectivos equipamentos de apoio;
- Condicionar a ocupação/utilização da zona reservada;
- Regulamentar a ocupação e transformação dos usos do solo na zona de protecção.

5.4. Metodologia geral

A metodologia adoptada no POBHLSC (fig. 1) estruturou os trabalhos em cinco fases, de seguida sintetizadas.

Fase A – Caracterização e Diagnóstico Prospectivo - Caracterização da situação actual e diagnóstico prospectivo, através da definição e avaliação da situação de referência ao nível físico, sócio-económico, jurídico e institucional. A análise foi desagregada segundo duas unidades territoriais: Bacia Hidrográfica e Plano de Água. Foi ainda elaborada uma síntese das principais ameaças e oportunidades por domínios estratégicos.

Fase B – Definição e Avaliação de Cenários – Estabelecimento de cenários, apoiados nos objectivos perseguidos, nas estratégias de desenvolvimento diferenciadas, e nos efeitos sobre os actores do território. Da avaliação comparada das matrizes dos cenários caminhou-se para a adopção de um cenário, desenvolvido na fase subsequente.

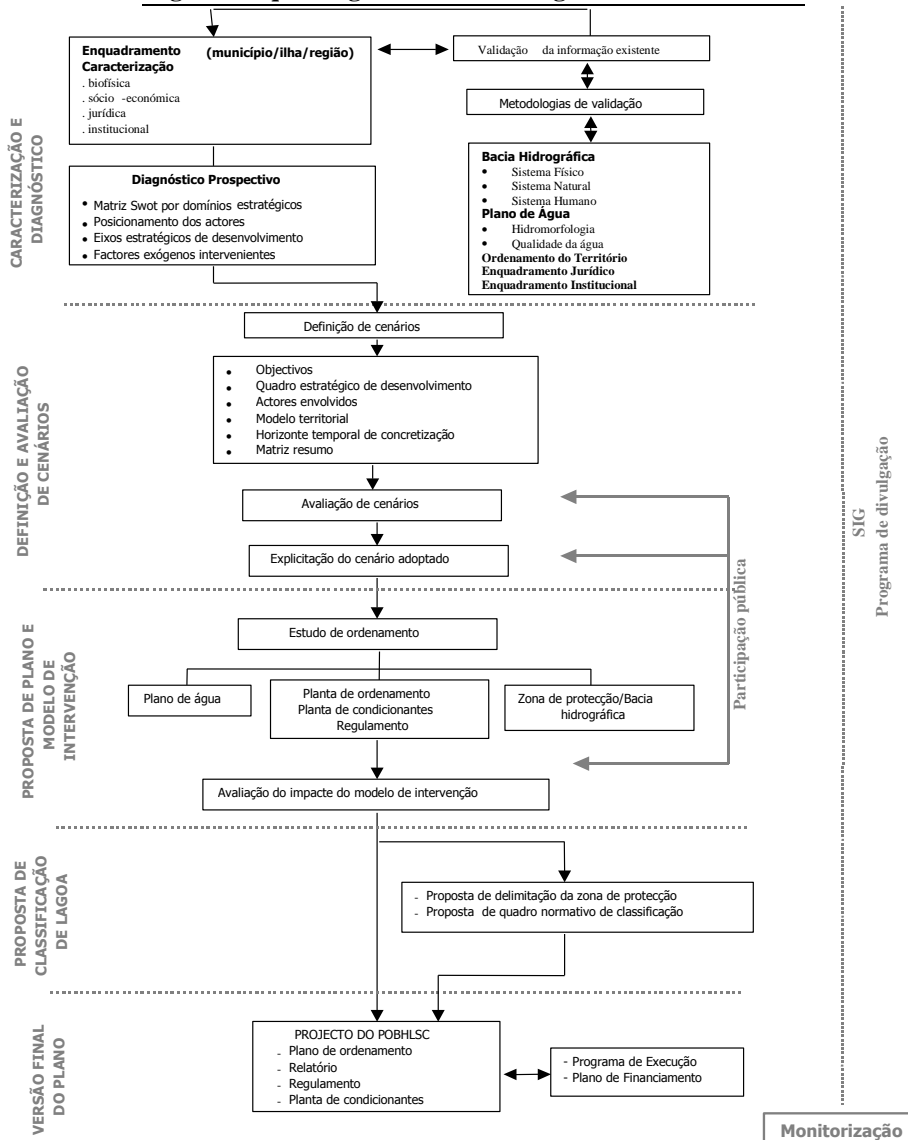
Fase C – Proposta de Plano e Modelo de Intervenção - Definição das orientações prévias em termos de ordenamento da área de intervenção, com base no cenário de desenvolvimento adoptado. Foi ainda efectuado o zonamento da área da bacia hidrográfica relativamente às classes e categorias de espaços com vocação para determinados usos preferenciais. Por fim fez-se a avaliação do impacte do modelo de intervenção proposto. No final desta fase a proposta apresentada foi colocada à Discussão Pública.

Fase D – Proposta de Classificação da Lagoa - Proposta de classificação da lagoa, a par da delimitação da zona de protecção e do quadro normativo de classificação.

Fase E – Versão Final do Plano- Formalização do Projecto do POBHLSC, após a introdução de correcções decorrentes da apreciação por parte da Comissão

Executiva e da Discussão Pública. Elaboração do Plano de Financiamento e do Programa de Execução.

Fig. 1 – Esquema geral da metodologia do Plano



5.5. Pressupostos à construção dos cenários

O desenvolvimento dos cenários teve por base dois factores: a combinação de medidas preventivas e correctivas de actuação e a possibilidade de existência ou não de compensações económicas e sociais.

As linhas estratégicas que os suportaram decorrem das orientações expressas no Caderno de Encargos: Promoção da Protecção do Sistema Natural; Promoção da Economia Local. Ponderados os resultados dos estudos de caracterização e diagnóstico, foram estabelecidas diferentes alternativas, contemplando medidas:

Preventivas

Redução na aplicação de fertilizantes (extensificação), combinado com alterações na ocupação do solo (reconversão). Estas duas medidas, tomadas em conjunto, conduzem à redução dos nutrientes que atingem as lagoas.

Correctivas

Desvio parcial das escorrências da Vala das Sete Cidades, o que significa que parte da água afluenta com maior concentração de nutrientes não seja descarregada na lagoa, mas divirja directamente para o Túnel.

Quer as medidas preventivas quer as correctivas, envolvem vários níveis de concretização (quadro 3). Assim, nas primeiras, foram consideradas reduções na aplicação de fertilizantes em 25, 50 e 75 %. Nas segundas, estimou-se que não atingiriam valores de redução superiores a 25 %. Neste seguimento, os cenários foram construídos com base nos seguintes critérios:

- Combinação entre as medidas preventivas e correctivas;
- Possibilidade de existência ou não de compensações económicas¹⁰ e sociais¹¹.

Quadro 3 – Efeito estimado da concentração de nutrientes na Lagoa das Sete Cidades

Medidas	A: Preventivas				
	(%)	0	25	50	75
B: Correctivas	0	0	25	50	75

¹⁰ Traduzem-se em indemnizações aos lavradores pelo abandono e/ou redução da actividade agro-pecuária, estimadas em função da correspondente perda de rendimento.

¹¹ Traduzem-se na melhoria das condições de vida da população local, nomeadamente pela criação de equipamentos sociais e resolução das condições de habitabilidade .

	25	25	44	63	83
--	----	----	----	----	----

Nota: A cinzento está representado o efeito total da combinação das medidas correctivas e preventivas

Desta combinação surgiram 29 cenários. O processo de definição dos critérios de avaliação baseou-se na hierarquização de objectivos elaborada pelas entidades integradas na Comissão Mista de Acompanhamento e pela equipa do POBHLSC, tendo-se chegado a uma árvore de critérios de avaliação.

A partir dos objectivos definidos e da árvore de critérios, determinaram-se as características que melhor descreveriam cada cenário. Com base nestas características, propuseram-se indicadores de desempenho com intuito de medir a *performance* dos cenários alternativos, segundo cada um dos critérios adoptados. Após um conjunto de passos metodológicos inerentes à geração e avaliação de cenários (avaliação multicritério), foi realizada a sua descrição, geral e material, e por último feita a identificação, devidamente justificada, do cenário aconselhado para a bacia hidrográfica.

5.6. Modelo de ordenamento proposto

O Modelo de Intervenção do POBHLSC assenta em quatro linhas estratégicas:

- Desenvolvimento do Cenário que conjuga 50% de medidas preventivas e 25% de medidas correctivas;
- Medidas correctivas assentes na construção da “Vala Hidráulica” que conduz para o Túnel de descarga da Lagoa parte do caudal de escorrência das unidades de escoamento dos Romangos e Caminho do Cemitério;
- Medidas preventivas resultantes de uma combinação de actuações, com o objectivo de diminuir as taxas de exportação de nutrientes:
 - proibição localizada de culturas forrageiras;
 - diminuição localizada do encabeçamento;
 - aumento moderado da área de floresta em detrimento da pastagem;
 - instalação de diversos tipos de barreiras e faixas vegetais que funcionam simultaneamente como barreiras/filtros e incentivo à extensificação;
- Medidas preventivas equacionadas à luz de um sistema de compensações sociais e económicas.

Considerando as linhas estratégicas descritas, foram estabelecidas as seguintes orientações para o ordenamento da Bacia Hidrográfica da Lagoa das Sete Cidades:

- Reverter a situação de degradação da qualidade da água da lagoa em 63 %;
- Manter a actividade económica tradicional;
- Proporcionar um modelo de desenvolvimento flexível, na continuidade do existente, com processos gradativos de alteração dos usos do solo e redução das taxas de exportação de nutrientes;

- Garantir a oportunidade de transição para outras formas de exercício da actividade ou para outras actividades económicas;
- Cativar a adesão voluntária ao abandono da actividade agro-pecuária em certas áreas da bacia hidrográfica.

As linhas estratégicas indicadas são desenvolvidas através de:

- a) Controlo parcial da entrada dos efluentes da Vala das Sete Cidades através da divergência das águas para o Túnel;
- b) Concentração dos esforços no acompanhamento aos lavradores, nas formas de apoio técnico/aconselhamento e compensações;
- c) Alteração dos usos na Zona Envolvente das Habitações para outros mais compatíveis com a função urbana e com menos impacte ao nível das taxas de exportação de nutrientes e de mobilização de sedimentos: horta de agricultura biológica, pomares, jardins, floresta;
- d) Intervenção na restante Bacia Hidrográfica (menos acentuada dada a reconversão da Zona Envolvente das Habitações), sobretudo através do abandono da prática de “milho/outono intensivo” e da perda de uma pequena percentagem de “pasto médio intensivo”.
- e) Retoma parcial da redução de emprego gerada pela diminuição da produção de leite, em actividades ligadas ao turismo e impactes compensados pela Compensação Social;
- f) Programa operacional de incentivo à adesão voluntária a programas de reconversão, com definição de áreas prioritárias dentro da bacia hidrográfica (Compensação Económica);
- g) Estratégia flexível que permita, em tempo útil, a mudança de actuação apoiada em Monitorização Ambiental:
 - Objectivos ambientais atingidos – Linha de Intervenção Moderada (ex. inexistência anual de *blooms*/cianobactérias) podem manter-se os Pastos Médios Intensivos, assinalados na Carta de Síntese - fig. 2);
 - Objectivos ambientais não atingidos – Linha de Intervenção Restricionista (ex. extensificação dos Pastos Médios Intensivos, assinalados na Carta de Síntese);
 - Total divergência dos objectivos ambientais – Reavaliação de Cenários.

Em síntese, o Cenário Adoptado pondera medidas preventivas de reflorestação e de promoção da extensificação do milho/outono, ambas com diminuta tradução espacial nas ocupações actuais do território, alternadas com medidas correctivas na Vala das Sete Cidades, que viabilizam as restrições simuladas na restante bacia hidrográfica. Do ponto de vista do aconselhamento e apoio às explorações, é um cenário moderadamente exigente, mas a vertente da monitorização determina uma vigilância apertada do cumprimento das metas ambientais estimadas.

Figura 2 - Planta de Ordenamento do Plano de Ordenamento da Lagoa das Sete Cidades

6. Considerações Finais

O modelo de ordenamento proposto conjuga medidas preventivas dependentes da reflorestação e extensificação, ambas com diminuta tradução espacial nas ocupações actuais do território, alternadas com medidas correctivas na Vala das Sete Cidades, que viabilizam as restrições apontadas na restante bacia hidrográfica. Do ponto de vista do aconselhamento e apoio às explorações, trata-se de uma intervenção moderadamente exigente, mas que na vertente da monitorização, determina uma vigilância apertada do cumprimento das metas ambientais estimadas.

Assim, uma visão integrada na definição de uma estratégia de actuação mostra a viabilidade de conciliar sistema produtivo e ambiente. Mas o acompanhamento vigilante dos resultados é decisivo para detectar sinais de alerta ou de recuperação que devem determinar as actuações futuras.

7. Referências bibliográficas

- BELLER, W., d'AYALA, P. & HEIN, P. (1990), Observations and recommendations of the interoceanic workshop, Puerto Rico, 1986. *In*: Beller, W.; d' Ayala, P. e Hein, P. (Ed.) *Sustainable development and environmental management of small islands*, 5:365-396, Man and the Biosphere Series, UNESCO/Parthenon Publishing Group, Paris.
- CALADO, H. (2000), *Planeamento Ambiental e Ordenamento do Território: o caso da bacia hidrográfica da Lagoa das Sete Cidades*, Doutoramento no ramo da Geografia, especialidade de Planeamento e Ordenamento do Território, Universidade dos Açores, Ponta Delgada.
- FERGUNSON, A. J. D.; PEARSON, M. J. e REYNOLDS, C. S. (1996), "Eutrophication of natural Water and Toxic Algal Blooms", *In*: Hester & Harrison (Ed.). *Issues in Environmental Science and Technology*, Cambridge, pp. 27-41.
- MARGALEF, R. (1983), *Limnología*, Ediciones Omega, Barcelona.
- MEDEIROS, J.; G. FLORES e RIBEIRO, F. (1983), *Dados preliminares sobre o estado trófico da Lagoa das Sete Cidades*, Universidade dos Açores, Ponta Delgada.
- OCDE (1982), *Eutrophication of Waters: Monitoring, Assessment and Control*. Organization for Economic Cooperation and Development, Paris.
- ODUM, E. P. (1988), *Fundamentos de Ecologia*, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- OLIVEIRA, J. (1989), *A pastagem permanente da ilha de São Miguel (Açores): Estudo Fitossociológico, Fitoecológico e primeira abordagem do ponto de vista agrónomico*, Universidade dos Açores, Ponta Delgada.
- PETROVA, N. A. (1990), *Phytoplankton Succession Under Anthropogenic Eutrophication of Great Lakes (in Russian)*, Nauka, Leningrad.
- PORTEIRO, J. (2000), *Lagoas dos Açores. Elementos de Suporte ao Planeamento Integrado*. Doutoramento no ramo de Geografia, especialidade de Planeamento e Ordenamento do Território, Universidade dos Açores, Ponta Delgada.
- QUEIROZ, G. (1997), *Vulcão das Sete Cidades (S. Miguel Açores), História Eruptiva e Avaliação do Hazard*, Universidade dos Açores, Ponta Delgada.

- SRA (1999), *Plano de Acção para o controlo de eutrofização das lagoas das Furnas e das Sete Cidades*, Secretaria Regional do Ambiente - Direcção Regional do Ambiente, Ponta Delgada.
- SRA (2000), *Plano Operacional de Requalificação Ambiental de Lagoas – PORAL*, Secretaria Regional do Ambiente - Direcção Regional do Ordenamento do Território e Recursos Hídricos, Ponta Delgada.
- SRA/INAG (2004), *Plano de Ordenamento da Bacia Hidrográfica da Lagoa das Sete Cidades* (Documento de Consulta Pública), Secretaria Regional do Ambiente – Direcção Regional do Ordenamento do Território e Recursos Hídricos e Instituto da Água (INAG).
- UA (1988), *Planos de Ordenamento da Bacia Hidrográfica das Lagoas das Sete Cidades*, Relatório I - *Questões Preliminares*, Relatório II - *Estudos de Caracterização*, Relatório III - *Estudos de Diagnóstico*, Relatório IV - *Pré-Proposta*, Departamento de Biologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada.