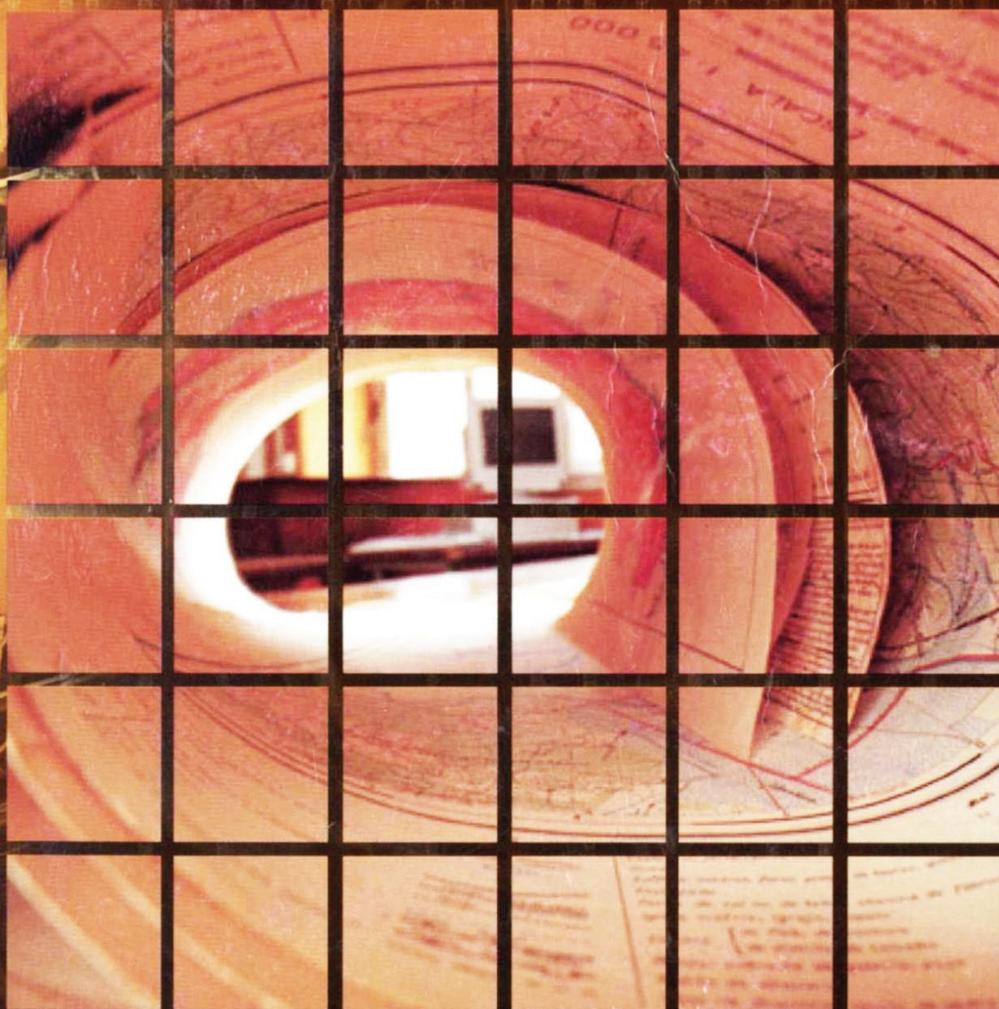


Instituto de Estudos Geográficos
Centro de Estudos Geográficos

Cadernos de Geografia



Nº 21/23 - 2002/04

Faculdade de Letras | Universidade de Coimbra

Impactes ambientais decorrentes da construção e exploração da barragem do Sabugal: uma metodologia de avaliação

Adélia Nunes

Instituto de Estudos Geográficos
Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra
adélia.nunes@ci.uc.pt

Resumo

Avaliam-se, neste artigo, os impactes ambientais decorrentes da construção e exploração da barragem do Sabugal (rio Côa), a qual se integra, com o circuito hidráulico Sabugal-Meimoa, no *Plano Geral de Aproveitamento Hidroagrícola da Cova da Beira*. Para o efeito, utilizam-se as *matrizes interactivas* propostas por LEOPOLD *et al.* (1971), as quais entrecruzam ortogonalmente as ACÇÕES geradoras de impactes e os ELEMENTOS AMBIENTAIS, susceptíveis de serem afectados.

Com a sua aplicação ficou evidente o domínio de acções produtoras de impactes negativos, derivados da construção da barragem e exploração da albufeira, e o restrito número de actividades com efeitos positivos. No entanto, as consequências nefastas surgem minimizadas pela incidência espacial predominantemente local, enquanto as positivas são realçadas pelo seu carácter regional.

Palavras-chave: Barragem do Sabugal. Avaliação de impactes ambientais. Matrizes interactivas. Rio Côa

Résumé

Impacts environnementales décourants de la construction et de l'exploration de la barrage du Sabugal: une méthodologie d'évaluation

Dans cet article, on a procédé à l'évaluation des impacts environnementaux décourants de la construction et exploration de la barrage du Sabugal (bassin hydrologique du Côa), qui fait part, avec le circuit hydraulique Sabugal-Meimoa, du *Plano Geral de Aproveitamento Hidroagrícola da Cova da Beira*. Par l'effet, nous avons utilisé des matrices d'interaction proposées par LEOPOLD *et al.* (1971), lesquelles entrelacent orthogonalement les ACTIONS producteurs d'impactes et les ÉLÉMENTS ENVIRONNEMENTAUX susceptibles d'être affectées.

L'analyse nous montre le domaine des actions productrices d'impactes négatifs, en spéciaux associés à la construction du barrage et à l'exploration de la lagune, et le numéro limité d'activités avec effets positives. Toutefois, les conséquences négatives arrivent minimisées par l'incidence spatiale local, pendant que les effets positifs sont rehaussés par leur caractère régional.

Mot-clés: Barrage du Sabugal. Évaluation d'impactes environnementales. Matrices d'interaction. Rio Côa.

Abstract

Environmental impacts of the construction and operation of the Sabugal dam: a methodology for assessing them

In this article, we evaluate the environmental impacts derived from the construction and exploration of Sabugal dam, (hydrologic basin of the Côa River), which integrates, with hydrological circuit of Sabugal-Meimoa the *Plano Geral de Aproveitamento Hidroagrícola da Cova da Beira*. To achieve this objective, we use interactive matrices offers by LEOPOLD *et al.* (1971), which interconnect orthogonally, the ACTIONS which will generate impacts and ENVIRONMENTAL ELEMENTS that are susceptible to be affected.

From such application it was expressed the supremacy of producers actions with negatives impacts, specially linked to the construction and exploration of the lagoon, and a restrict number of activities with positive effects. However, the baleful consequences surge minimized by the spatial incidence dominantly local, while positives are enhanced from the regional character.

Key words: Sabugal dam. Assessment of environmental impacts. Interaction matrices. Rio Côa.

1. A problemática dos recursos hídricos em Portugal

Os geógrafos portugueses têm dado, até hoje, pouca atenção aos rios como elemento geográfico tendo em conta a sua importância nos mais diversos aspectos da paisagem e nas próprias actividades sócio-económicas do país (DAVEAU, 1987: 490).

Segundo MASACHS ALAVEDRA (1954, Cf. RAMOS, 1994) o rio, nas nossas latitudes é o mais interessante elemento geográfico, o mais vivo, o menos estático, o que transforma mais rapidamente e activamente as condições geográficas que afectam as paisagens, o que reflecte de um modo mais claro os diversos aspectos geográficos da bacia que drena.

No domínio mediterrâneo, as irregularidades temporo-espaciais da precipitação são os traços mais marcantes do clima, os quais se reflectem numa variabilidade, ainda mais acentuada, dos regimes dos rios. No Norte de Portugal, o relevo montanhoso, com fortes declives e vales apertados, associados a chuvas abundantes e intensas, têm provocado cheias de grandes proporções. No Sul do país, a característica mais peculiar do regime hidrológico é a grande duração do período de estiagem, transformando os leitos fluviais em caminhos pedregosos, face à ausência prolongada de qualquer escoamento superficial.

Do mesmo modo, não será de escamotear a forte dependência hidrológica em relação à vizinha Espanha, pois os 4 principais rios que desaguam em Portugal ou na fronteira escoam águas de bacias ibéricas. Esta dependência hidrológica em relação a Espanha, pese embora os vários acordos luso-espanhóis, constitui outro dos aspectos básicos da Geografia de Portugal, ganhando peso à medida que os rios se tornam menos naturais e mais sujeitos à intervenção do

Homem (DAVEAU, 1987: 503). Esta influencia não só os caudais líquidos e sólidos, que vão sendo armazenados ou até evacuados, mas também a qualidade das águas, susceptíveis às mais variadas agressões (poluição).

Das bacias hidrográficas luso-espanholas (Quadro I), a parte portuguesa representa apenas 22% da área geográfica total, escoando 20.300 hm³ dos 63.100 hm³ de água gerada na península.

No intuito de responder às necessidades decorrentes de um modelo integrado de gestão das águas, tanto em Portugal como em Espanha, tem-se assistido a um crescimento exponencial do número de barragens, sobretudo após a década de 50. Em território português, o número de grandes barragens aumentou de 25 para 147, nas últimas 5 décadas, enquanto a capacidade de armazenamento das respectivas albufeiras registou uma evolução homóloga: de 370 hm³ passou para cerca de 7.800 hm³, ou seja, um incremento de cerca de 21 vezes (Figura 1).

Não obstante, a implantação de infra-estruturas hidráulicas e a posterior modificação do regime hidrológico constitui uma das mais importantes alterações no ambiente, com impactos tanto ao nível dos ecossistemas fluviais como dos tecidos geohumanos onde se inserem, decorrentes tanto da sua construção como da sua ulterior exploração.

Decorrente das crescentes preocupações ambientais, tanto no que respeita à preservação das unidades naturais como ao ordenamento dos espaços, tendentes a minimizar os estragos provocados pela utilização humana da paisagem, têm-se verificado, nestes últimos anos, uma crescente obrigatoriedade na previsão dos riscos e impactos ambientais, dos grandes projectos realizados¹.

Quadro I

Principais características das bacias hidrográficas luso-espanholas

Bacias hidrográficas	Área Geográfica Km ²			Recursos hídricos Superficiais (hm ³)			Número de albufeiras			Capacidade de armazenamento (hm ³)		
	Portugal	Espanha	Total	Portugal	Espanha	Total	Portugal	Espanha	Total	Portugal	Espanha	Total
Luso-Espanholas												
Minho	850	16.230	17.080	1.000	11.100	12.100	2	51	53	0,2	2.880	2.880
Lima	1.180	1.300	2.480	2.000	1.600	3.600	2	2	4	400	170	570
Douro	18.600	79.000	97.600	9.200	13.700	22.900	39	67	106	1.080	7.670	8.750
Tejo	24.800	55.800	80.600	6.200	10.900	17.100	34	198	232	2.750	11.140	13.890
Guadiana	11.500	55.300	66.800	1.900	5.500	7.400	20	96	116	460	9.220	9.680
Total	56.930	207.630	264.560	20.300	42.800	63.100	97	414	511	4.690,2	31.080	35.770
Total (%)	22	78	100	32	68	100	19	81	100	13	87	100

(Fonte: Adaptado de Plano Nacional da Água - PNA, 2002)

¹ Em Portugal, o Decreto-Lei nº 186/90 e o Decreto-Regulamentar nº 38/90 de 27 de Novembro exige, obrigatoriamente, a realização de estudos de impactos ambientais nos aproveitamentos hidráulicos (1) com barragem de altura superior a 15 m (desde o ponto mais

baixo da base da fundação até ao coroamento); (2) com albufeira de volume de armazenamento acima de 100.000 m³; (3) área inundada superior a 5 ha; as barragens cuja importância e dimensão da obra sejam susceptíveis de exigir condições especiais de fundação ou possam pôr em risco as populações a jusante (HENRIQUE, 1994).

A abordagem destas "alterações", que emergiu por volta dos anos 70 nos E.U.A, faz-se através da Avaliação dos Impactes Ambientais (AIA) cujos principais objectivos são os de identificar e prever os impactes no ambiente bio-geofísico, saúde e bem-estar humano e a adequação de propostas legislativas, políticas, programas, projectos e procedimentos operacionais, devendo ainda, interpretar e comunicar a informação colhida a esse respeito (HENRIQUE, 1994; CUNHA *et al.*, 1999).

No caso específico da barragem do Sabugal, o processo de AIA concretizou-se após a concepção dos projectos de construção, os quais datam da década de 70, não permitindo a proposição de eventuais modificações, dirigidas para uma melhor integração ambiental deste empreendimento. Limita-se à identificação de medidas mitigadoras das consequências negativas sobre o meio biofísico de implantação.

Neste contexto, achou-se pertinente a avaliação dos impactes ambientais decorrentes da construção e exploração da albufeira, sobretudo do ponto de vista geográfico, cientes que a problemática das construções hidráulicas só poderá ser encarada, objectivamente, por equipas multidisciplinares onde, certamente, o geógrafo poderá desempenhar um papel de destaque.

2. A barragem do Sabugal: características do empreendimento

A barragem do Sabugal, implantada na bacia hidrográfica do rio Côa, integra-se juntamente com o circuito hidráulico Sabugal-Meimoa, torre de tomada de água, túnel de transferência, conduta forçada e central hidroeléctrica no *Plano Geral de Aproveitamento Hidroagrícola da Cova da Beira*. Na figura 2 esquematiza-se o circuito hidráulico subterrâneo de

transferência de caudais da barragem do Sabugal para a Meimoa, através do qual se concretiza o primeiro transvase nacional, efectuado por um túnel circular de 4,1 km de comprimento e 3 m de diâmetro.

Características deste empreendimento:

- Altura máxima acima da fundação: 60 m
- Altura de coroamento: 1005 m
- Nível Pleno de Armazenamento (NPA): 790 m
- Área da bacia de drenagem: 130 km²
- Nível Mínimo de Exploração: (NME): 777 m
- Área inundada: 7,3 km²
- Volume de armazenamento: 114 hm³

Entre os principais objectivos deste empreendimento destacam-se o incremento da produção agrícola, ao beneficiar uma área de regadio de cerca de 14.200 ha na Cova da Beira, e o abastecimento de água às populações dos concelhos do Sabugal, Pinhel, Almeida, Penamacor, Fundão, Belmonte e Covilhã.

3. Enquadramento biofísico da barragem

O Côa, afluente da margem esquerda do rio Douro, nasce na serra das Mesas e segue até ao local de implantação da barragem um percurso, aproximado, de Este-Oeste. O troço do rio tem, sensivelmente, 32 km de comprimento e abrange uma cota máxima de 1.259 m, junto à cabeceira, e uma altitude mínima de 737 m, na área de levantamento da barragem.

Do ponto de vista geológico, a área da bacia hidrográfica drenada para a albufeira do Sabugal engloba, essencialmente, o conjunto denominado, nas cartas geológicas, como Complexo Xisto-grauváquico e séries metamórficas derivadas, destacando-se ainda alguns depósitos de cobertura tipo aluvio-coluvionar e solos residuais.

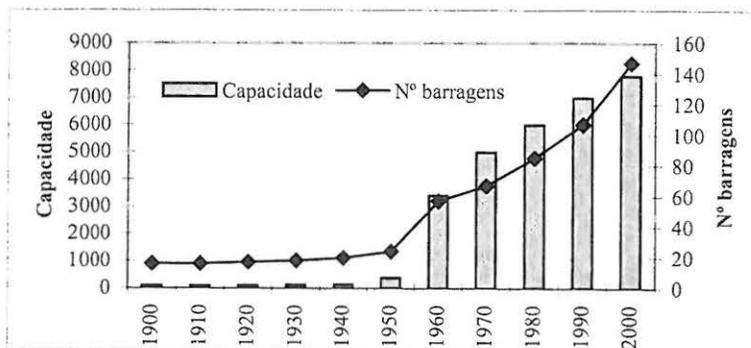


Figura 1

Evolução do número de barragens e respectiva capacidade de armazenamento (hm³), de 1900 a 2000 (Fonte: Adaptado de PNA, 2002).

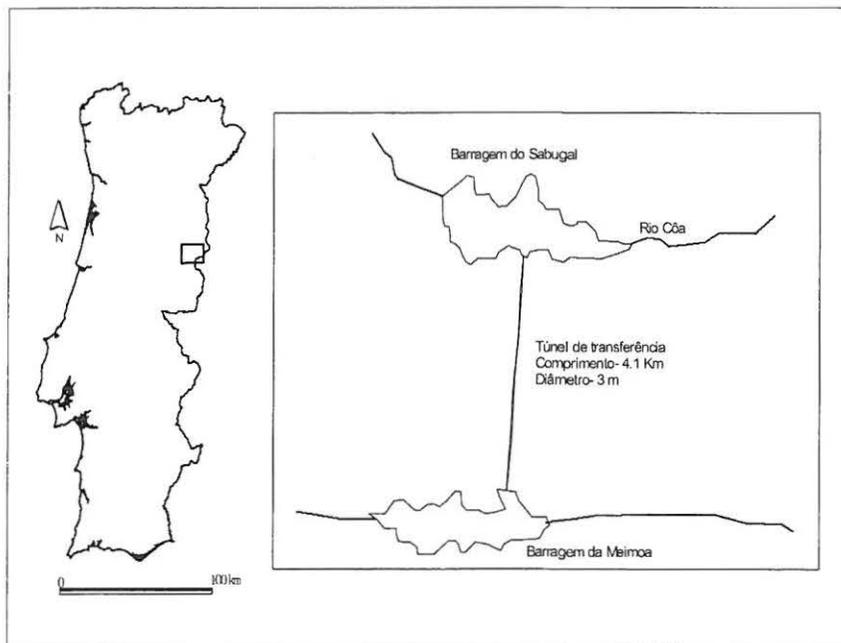


Figura 2
Localização do circuito hidráulico composto pelas barragens do Sabugal/Meimóia

O ritmo térmico, avaliado pelas temperaturas médias mensais do ar na estação meteorológica do Sabugal regista um valor médio anual de 11,8°C (Quadro II). O mês que apresenta temperaturas médias mais elevadas (20,6°C) é o de Agosto, seguido pelo de Julho, com um desvio de 0,3°C, enquanto que os mínimos térmicos têm correspondência com os meses de Dezembro (4,2°C) e Janeiro (4,5°C).

A distribuição média mensal das precipitações em Vale de Espinho e no Sabugal (Quadro II), mostra evidentes variações intranuais, característica, aliás, do clima mediterrâneo. Os valores mais elevados ocorrem em Vale de Espinho, pela maior altitude a que se encontra o posto udométrico, entre Novembro e Fevereiro e os mais baixos entre Junho e Setembro. Portanto, os meses mais chuvosos são os mais frios ao passo que os menos pluviosos coincidem com os de maior calor.

O quadro da figura 3, referente ao somatório anual da precipitação no posto de Vale de Espinho, ilustra a forte variabilidade interanual da pluviosidade,

atingindo-se, para o período observado, um máximo de 2.075 mm, no ano hidrológico de 1978/79, e um mínimo de 544 mm, no de 1980/81.

Esta análise ao comportamento anual dos valores de precipitação, resulta das implicações que a sua variabilidade, quer interestacional quer interanual, tem na alimentação do Côa. Pelo facto das precipitações se processarem quase só na sua forma líquida, o rio responde directamente aos seus quantitativos e, por consequência, o seu regime marcadamente pluvial denota as irregularidades verificadas pelas chuvas.

O histograma da figura 4 refere-se aos valores médios escoados na secção da barragem, cujo valor médio anual é de 78 hm³. O regime hidrológico do Côa, por desenhar uma forma assimétrica, testemunha uma alimentação líquida muito inconstante, concentrando nos meses de Inverno grande parte do escoamento anual, cerca de 80%, visto que, de Julho a Setembro, os valores médios dos caudais são insignificantes, ou até mesmo nulos.

Quadro II

Temperaturas e precipitação na estação meteorológica do Sabugal (1), 1961-68, e precipitação no Posto udométrico de Vale de Espinho (2), 1975-91.

	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Ano
T (°)	4.5	5.2	7.5	9.3	14.1	17.4	20.3	20.6	17.6	13.6	7.2	4.2	11.8
mm ¹	111	144	81	86	43	39	8	6	41	124	159	70	912
mm ²	193	190	121	109	89	48	13	11	61	148	201	182	1366

Fonte: 1 - ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL (1994); 2 - MENDES E BETTENCOURT (1980)

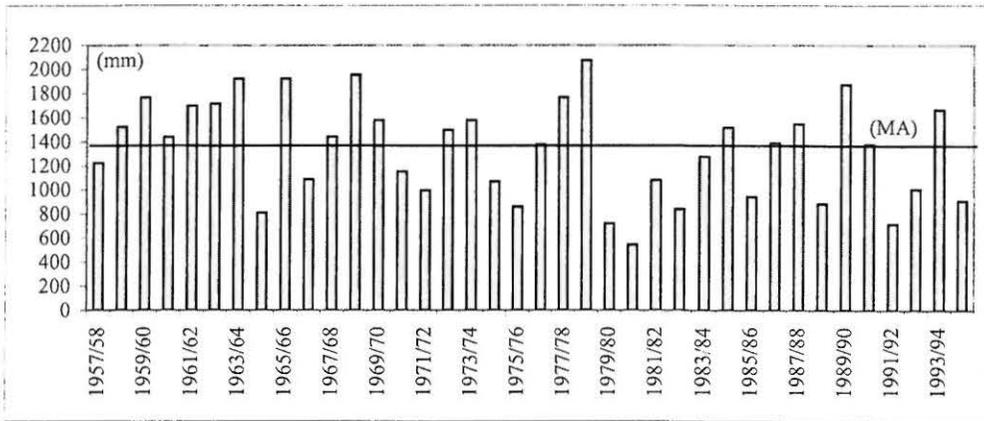


Figura 3
Precipitação total anual e valor médio anual (MA) no Posto de Vale de Espinho
(Fonte: INAG)

Do ponto de vista biológico, a localização geográfica da barragem do Sabugal a Norte da Serra de Malcata, por onde se estende a *Reserva Natural da Serra de Malcata*, denuncia de imediato a importância conservacionista desta área, em virtude dos seus valores biofísicos, paisagísticos e, igualmente, pela presença do Lince-Ibérico (*Lynx pardina*) e de lobos (*Canis lúpus*), espécies explicitamente ameaçadas e protegidas nacional e internacionalmente.

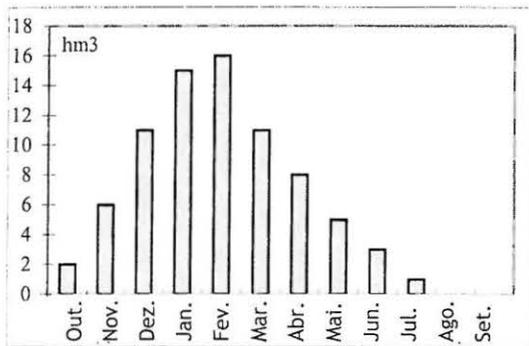


Figura 4
Escoamentos médios na secção da barragem do Sabugal em hm³ (1960-90).
(Fonte: ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL, 1994)

Segundo a classificação de FRANCO (2000) o concelho do Sabugal insere-se na Terra-fria "área de distribuição natural de *Quercus pyrenaica*, acompanhada de *Cistus multiflorus*, *Castanea sativa* e *Arenaria montana*". Com a criação da albufeira e a consequente afogamento da vegetação e de algumas espécies animais, numa área de 7,3 km², as formações

agroflorestais e florestais, constituídas por pinheiros e grandes manchas de carvalhais, cujos habitats são considerados de interesse europeu, serão as mais afectadas, seguindo-se a área agrícola e vegetação ribeirinha.

4. Avaliação dos impactes ambientais

4.1. Metodologia utilizada

O instrumento metodológico utilizado para a avaliação dos impactes ambientais decorrentes da construção e exploração da barragem do Sabugal, assentou nas matrizes interactivas propostas por LEOPOLD *et al.* (1971), as quais entrecruzam, ortogonalmente, as ACÇÕES geradoras de impactes e os ELEMENTOS AMBIENTAIS, susceptíveis de serem afectados.

Como acções produtoras de impactes foram consideradas as fases de CONSTRUÇÃO, ENCHIMENTO e EXPLORAÇÃO DA ALBUFEIRA. Como elementos e sub-elementos afectados assinalaram-se: TERRA (geologia, geomorfologia e solos), AR (clima, qualidade do ar e ruído), ÁGUA, VIDA (fauna e flora), PAISAGEM e o HOMEM (aspectos culturais, sociais, económicos e patrimoniais) (Figura 5).

Após a sua sistematização, procurou-se valorizar as relações causais através de uma metodologia qualitativa e uma análise semi-quantitativa, traduzidas em 3 matrizes de interacção: (1) SENTIDO E MAGNITUDE, (2) INCIDÊNCIA ESPACIAL, (3) ALCANCE TEMPORAL (posteriormente conjugadas numa matriz denominada de matriz-síntese (Figura 5). Através da sua observação é possível a rápida valorização e, até hierarquização, das acções mais susceptíveis de actuar sobre o ambiente e dos elementos mais afectados.

ELEMENTO	Sub-elemento	Efeito em	Construção				Enchimento	Exploração				
			instal. estaleiro	movim. máquina	obras const.	pedreiras		desv. prov. caud.	albufeira	trans. caudal	barragem	vias com. ass.
Terra	Geomorf. e geologia	alteração fisiográfica			PS. L . P	PS. L . P			*PS. L . P		PS. L . P	
		instab. margens taludes							*PS. L . P			
		velocidade erosão		PS. L . T	PS. L . T	PS. L . P			*PS. L . P			
		vel. sedimentação/assoreamento			PS. L . T				*PS. L . P			
	formação praias dep.abrasão							*PS. L . P				
Solos	destruição solos	PS. L . T	PS. L . T	PS. L . T	PS. L . P			*PS. L . P		PS. L . P	PS. L . P	
	aumento da erosão		PS. L . T	PS. L . T	PS. L . P			*PS. L . P		PS. L . P	PS. L . P	
	contaminação solos		PS. L . T	PS. L . T								
Ar	Clima	aumento da hum.relative						PS. L . P				
		diminuição amplitude térmica						PS. L . P				
	Qualid. do ar	concentração de sólidos		PS. L . T	PS. L . T	PS. L . T						
Ruído	aum. níveis ruído		PS. L . T	PS. L . T	PS. L . T							
Água		dren. natural/efeito barreira					PS. L . T	PS. L . T	PS. R . P		PS. R . P	
		infiltração/escoamento	PS. L . T	PS. L . T	PS. L . T				*PS. L . P		PS. L . P	
		erosão/sedimentação		PS. L . T	PS. L . T				*PS. L . P			
		regularização caudal							PS. L . P			
		alteração regime							PS. L . P			
		contaminação aquíferos		PS. L . T	PS. L . T							
Vida	Fauna e flora	eutrofização							*PS. L . T			
		dest.coberto vegetal	PS. L . T	PS. L . T	PS. L . T	PS. L . T			*PS. L . P		PS. L . P	PS. L . P
		dest. habitats aquáticos					PS. L . T		*S. R . P			
		efeito de barreira					PS. L . T	PS. L . T	S. R . P			
		novo habitat							*S. R . P			
		isolamento ecossistemas							*PS. L . P			
Paisagem		deslocamento fauna	PS. L . T		PS. L . T	PS. L . T			*PS. L . P		PS. L . P	
		estética	PS. L . T		PS. L . P				S. L . P		PS. L . P	
		qualidade visual	PS. L . T		PS. L . P				S. L . P		PS. L . P	
Homem		valorização paisagística							S. L . P		PS. L . P	
		expropriação terras	PS. L . P		PS. L . P				*PS. L . P		PS. L . P	PS. L . P
		deslocaç. Pop. Residente							*PS. L . P			
		submersão património							*PS. L . P			
		alteração acessibilidades							*PS. L . P			PS. R . P
		risco de acidente			PS. L . T				*PS. L . P			
		abastecimento público							BS. R . P	BS. R . P		
		regadio							BS. R . P	BS. R . P		
		produção eléctrica								S. R . P		
		turismo desporto							PS. R . P	PS. R . P		
emprego				PS. L . T								

Sentido e Magnitude	P (+)		N (-)		Abrangência espacial	P (+)		N (-)		Alcance temporal	P (+)		N (-)	
	Bastante significativos		Significativos			Regional		Local			Permanente		Temporário	
	BS. (+3)	BS. (-3)	S. (+2)	S. (-2)		R. (+2)	R. (-2)	L. (+1)	L. (-1)		P. (+2)	P. (-2)	T. (+1)	T. (-1)
Pouco significativos	PS. (+1)	PS. (-1)												

Figura 5

Valoração qualitativa e quantitativa dos impactos decorrentes da construção, enchimento e exploração da Barragem do Sabugal

* Impactes cujos efeitos se iniciam com o enchimento e se perpetuam com a sua exploração

4.2. Avaliação dos impactes

4.2.1. Sentido e Magnitude

As consequências resultantes da construção e exploração da barragem foram identificadas quanto ao seu sentido em *positivas (+)* e *negativas (-)*, adicionando-se uma classificação no respeitante à sua magnitude, para a qual se estabeleceram 3 classes de significado: *pouco significativas (+1/-1)*, *significativas (+2/-2)* e *muito significativas (+3/-3)*. Após o somatório, e em função dos resultados apurados, é possível identificar as actividades geradoras de impactes mais fortes, bem como os elementos mais afectados (Figuras 6A e B).

A análise dos resultados sugere:

- A clara preponderância de efeitos negativos, embora de magnitude pouco significativa.
- As acções mais susceptíveis de agirem negativamente sobre o Meio são as que se relacionam com a exploração da albufeira, as obras de construção, seguindo-se a exploração de pedreiras, os movimentos operados pela maquinaria e o complexo constituído pela barragem e órgãos adjacentes.
- Os impactes positivos, de magnitude significativa ou muito significativa, resultam da regularização do caudal, criação de um novo habitat, acréscimo da qualidade visual e valorização da água como recurso.
- Pelo seu carácter benéfico destaca-se, igualmente, a transferência de caudal a partir da albufeira do Sabugal para a barragem da Meimoa, acção para a qual não foram detectadas consequências negativas.

Ao procurar os elementos mais afectados, constata-se que:

- O máximo de acções recai sobre o elemento Terra, ao contabilizar 27 actividades cujo sentido dos impactes é negativo mas de amplitude pouco significativa, seguindo-se a Vida e a Água com 20 e 16 actividades agressivas, respectivamente.
- A geologia, geomorfologia e solos denotam grande afectação perante os movimentos das máquinas e as obras de construção sendo, também, penalizados pelo enchimento e exploração da albufeira, em consequência das importantes alterações fisiográficas, aumento dos efeitos erosivos e destruição dos solos.
- Somente para o Homem os impactes ambientais parecem adquirir uma valorização positiva

pelos fins múltiplos que a construção e exploração do reservatório poderá oferecer: fonte empregadora no período de construção; benefício de uma extensa área através da exploração agrícola em regime de regadio; abastecimento de água a vários concelhos do Interior com carências, especialmente no Verão; criação de um lago artificial susceptível de potencializar e dinamizar actividades recreativas e de lazer.

- Os efeitos penalizadores sobre a fauna e a flora, exceptuando os que se relacionam com a criação de um novo habitat (com possibilidades de exploração através da introdução de novas espécies adaptadas ao meio ou pelo efeito atractivo exercido sobre outros animais terrestres) e com a manutenção de um caudal mínimo ou ecológico (fundamental para a conservação da fauna e flora a jusante), expressam uma magnitude pouco significativa e derivam da destruição do coberto vegetal, da deslocação da fauna e dos obstáculos à livre circulação dos peixes.
- Sobre o elemento Água, as agressões detectadas procedem das alterações no binómio infiltração/escoamento com manifestações directas na relação erosão/sedimentação, enquanto que a Paisagem, afectada negativamente pelas obras, só parece valorizar-se com a presença do espelho de água.
- No tocante às transformações climáticas locais geradas pela presença de albufeiras são, por norma, imediatas e adquirem, decerto, um carácter positivo embora pouco significativo (MONTEIRO, 1989; NOGUEIRA, 1996) visto que as áreas envolventes ao reservatório de água irão beneficiar de uma redução nos valores da amplitude térmica diária, de um aumento e intensificação das neblinas e nevoeiros matinais. Espera-se portanto, que estas mudanças contribuam para amenizar quer o frio invernal quer o calor estival.

4.2.2. Abrangência espacial

A abrangência espacial dos impactes foi classificada, em função da sua incidência, em *local (+1/-1)* ou *regional (-2/+2)* Os resultados quantitativos evidenciam, depois de hierarquizadas as diversas acções de acordo com o número de impactes provocados e respectiva amplitude espacial (Figura 7A):

- Por um lado, o predomínio de impactes de carácter local e, por outro, a incidência regio-

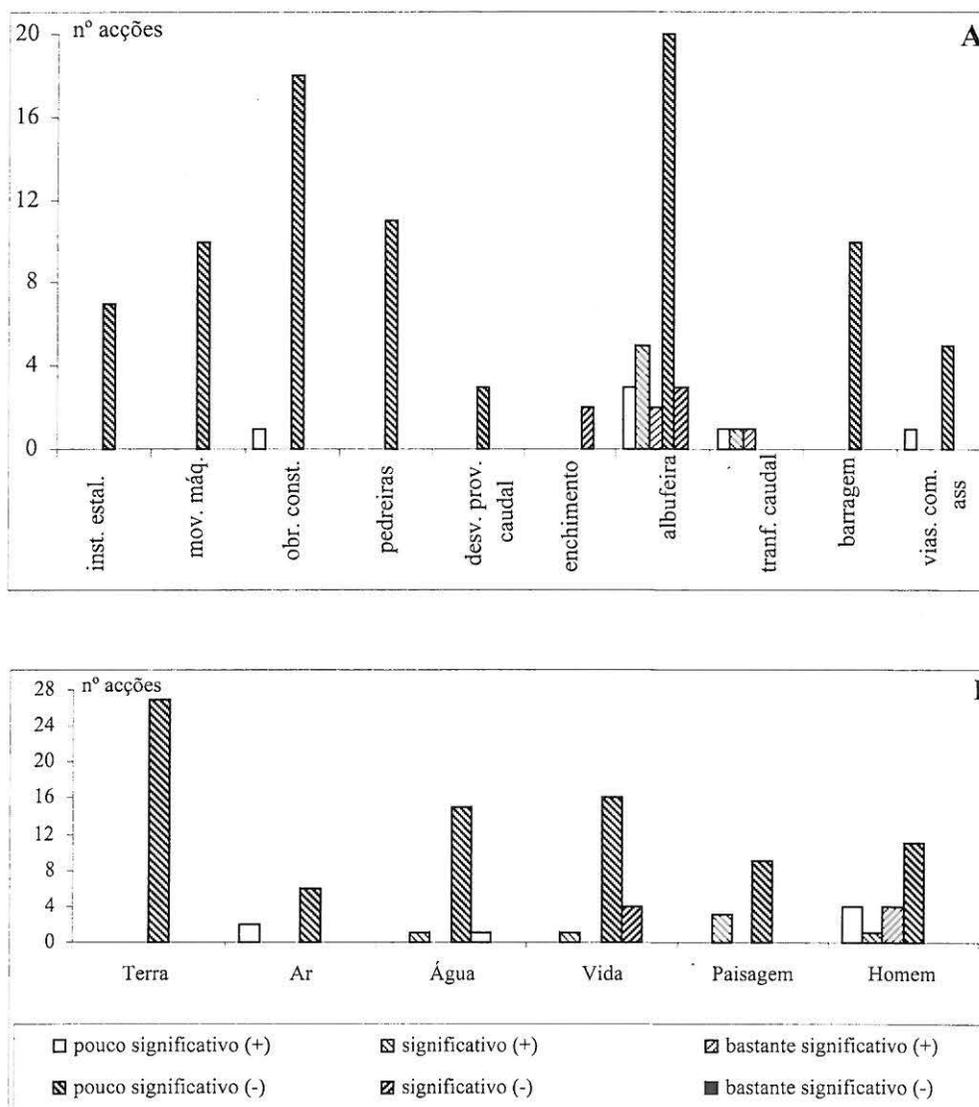
nal apenas afecta às alterações introduzidas pelo enchimento, exploração e transferência de caudal. As actividades relacionadas com a construção deste empreendimento parecem não deteriorar áreas muito além da cintura que envolve toda a dinâmica de execução da barragem.

- As actividades de exploração da albufeira surgem como as mais nefastas sobre o Meio físico com 23 acções negativas, 19 das quais de incidência local e 4 de abrangência regional.

- Pela sua maior representatividade local, seguem-se os impactes resultantes das obras de construção (-18), exploração das pedreiras (-11) e implantação do equipamento constituído pela barragem e órgãos anexos (-9).

Entre os elementos e sub-elementos mais afectados espacialmente (Figura 7B) são de referir:

- Os que se correlacionam com a Terra (com 27 acções), a Vida (16 efeitos locais e 4 regionais) e a Água (-19).



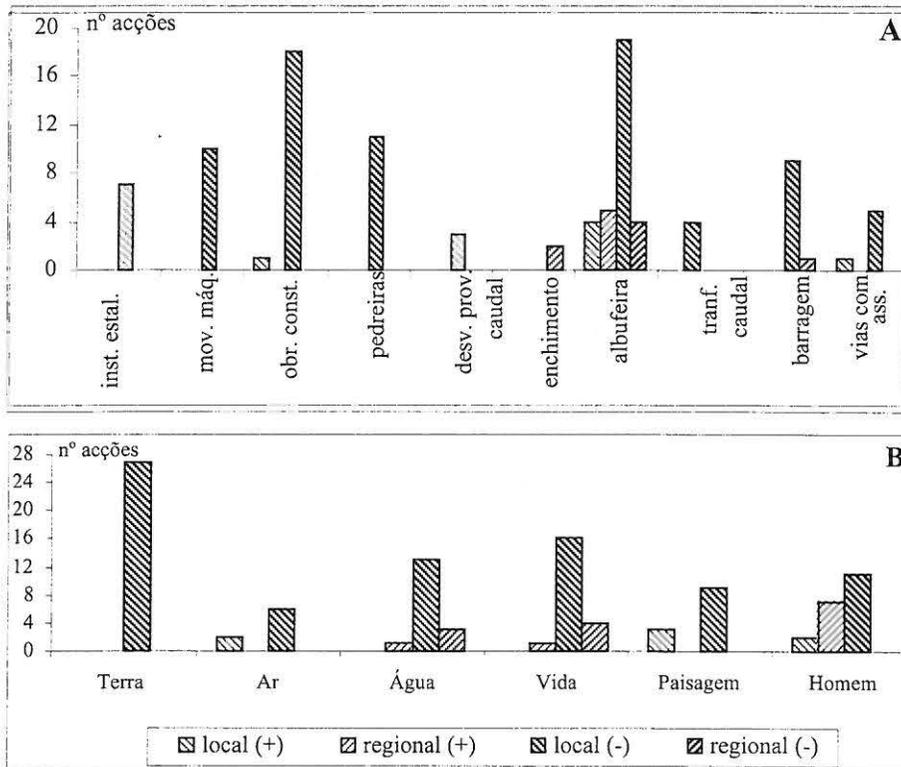


Figura 7

Abstração espacial dos impactes ambientais por actividade (A) e elemento (B).
(nº de acções e respectivo somatório).

- As acções sobre a geologia, geomorfologia e solos adquirem uma expressão apenas local sendo este último sub-elemento, face à susceptibilidade dos agentes erosivos, o mais prejudicado.
- Empobrecida restará também a Paisagem local devido às alterações na sua estética e qualidade visual, passando a suportar obras de grande envergadura e de fraco valor paisagístico.
- Para o elemento Homem a incidência espacial dos impactes toma características particulares: os efeitos negativos actuam, sobretudo, localmente em detrimento das consequências positivas que demonstram uma maior abrangência territorial; os benefícios, locais e regionais, induzidos pela regularização do caudal do rio traduzem-se na prevenção das cheias, durante o Inverno, e das secas no decurso do Verão.
- Quanto ao elemento Água, a incidência regional dos impactes prende-se com o efeito de barreira e modificações do regime fluvial do rio, cujas repercussões mais claras são a alteração do meio aquático e dos habitats aí existentes.

4.2.3. Alcance temporal

A valoração temporal dos impactes permitiu a classificação dos efeitos em *temporários* e *permanentes* (incluem-se todas as actuações cuja manutenção dos efeitos vai além de 10 anos).

Os resultados obtidos para a matriz de alcance temporal (Figura 8A) destacam:

- O predomínio de acções de carácter temporário, relacionadas com a fase de construção da barragem e a maior representatividade do carácter permanente, resultante das actividades de exploração da albufeira.
- As acções geradoras de impactes ambientais mais negativos são, segundo a sua qualificação temporal e em função da sua representatividade, as que se relacionam com: exploração do reservatório aquífero, abrangendo 23 acções negativas; actividades ligadas às obras de construção e exploração das pedreiras; a presença ininterrupta do complexo constituído pela barragem e órgãos adjacentes, cujas implicações se manifestam num decréscimo do valor geográfico da paisagem.

O alcance temporal dos impactes tendo em conta os elementos afectados (Figura 8B) mostra:

- Como benéficos e de influência temporal permanente, 10 consequências, resultantes da exploração do empreendimento, cujo principal beneficiário é o elemento Homem, seguido da Paisagem e alterações no clima local (Ar).
- O Homem é, juntamente com a Terra, o elemento sobre o qual recaem impactes mais duradouros, em particular com o enchimento e exploração da albufeira, pela necessidade de deslocar a população residente devido à imersão de áreas agricultadas, casas de habitação, outro património de valor cultural, alterações na acessibilidade, mas também por poder usufruir das vantagens que a albufeira lhe pode proporcionar.
- Penalizados pela duração dos impactes ressaltam, depois, os restantes elementos, a Terra, Água e Vida, por serem afectados por um conjunto de acções com características irreversíveis.

4.3. Síntese final

A análise complementar das matrizes anteriores permite-nos realçar o domínio de acções produtoras de impactes negativos e o restrito número de actividades com efeitos positivos. No entanto, as consequências negativas aparecem minimizadas pela incidência espacial predominantemente local, ao passo que as positivas são realçadas pelo seu carácter regional.

Entre as actividades com maiores potencialidades para gerar alterações surgem a exploração da albufeira e obras de construção enquanto os elementos mais lesados, em função da sua magnitude, espaço abrangido e alcance temporal, são a Terra e a Vida. Sobre a Terra, os impactes negativos aparecem ligeiramente subtraídos pelo carácter local de incidência mas fortemente agravados pela sua permanência ao longo do tempo.

Para o elemento Vida, os efeitos perniciosos denunciam uma abrangência local, apesar de permanente, os benéficos assumem características mais regionais. Sobre a Água, a obtenção de resultados

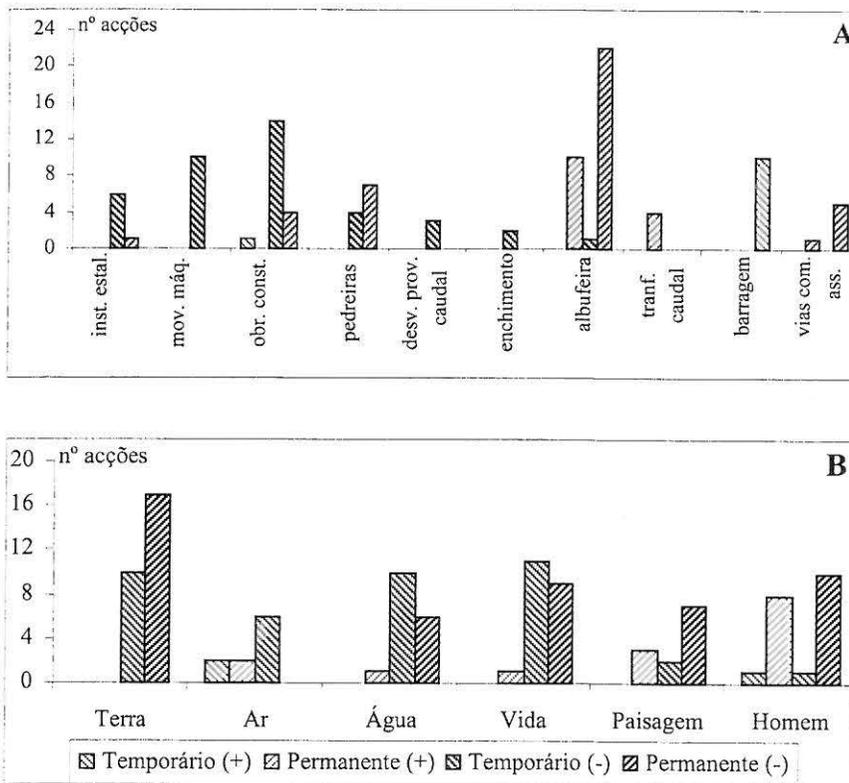


Figura 8
Alcance temporal dos impactes ambientais por actividade (A) e elemento (B) (nº de acções e respectivo somatório).

positivos esgotam-se com a regularização do caudal, apresentando um somatório claramente negativo, devido ao efeito temporário das obras de construção e à exploração permanente da albufeira.

A avaliação dos efeitos sobre a Paisagem e o Ar denotam um sentido negativo devido à construção do empreendimento e positivo com a sua exploração, sofrendo o primeiro dos elementos uma desvalorização qualitativa e de carácter irreversível, por imposição das múltiplas infra-estruturas.

Para o Ser Humano os impactes demonstram-se benéficos pela conjugação do sentido positivo, magnitude significativa ou bastante significativa, abrangência regional, carácter permanente dos efeitos da exploração da albufeira e desvio do caudal para a barragem da Meimoa. Pela negativa assinalam-se, apesar do seu fraco significado e incidência local, as consequências provenientes do preenchimento hídrico de locais de residência e de alguns solos agrícolas com boa capacidade produtiva.

5. Conclusão

Em Portugal a adopção crescente de processos de Avaliação de Impactes Ambientais (AIA) reflecte a necessidade de melhorar a integração da componente ambiental, na formulação de projectos e nos processos de tomada de decisão. Para o efeito, existe grande diversidade de metodologias que incluem abordagens relativamente simples (analogias com casos semelhantes, listagens de controlo, consulta a Especialistas, Matrizes de Interação) e outras mais complexas (modelos de simulação: matemáticos, físicos, etc.).

Da metodologia aqui ensaiada (Matrizes de Interação), sobressai a sua fácil utilização na hierarquização dos elementos mais prejudicados e das acções mais susceptíveis de danificar o ambiente. Não obstante, este tipo de matriz não deverá passar de um instrumento auxiliar de reflexão e de orientação nos Estudos de Impacte Ambiental. Até porque a complexidade inerente à sua avaliação exige a integração de especialistas de vários domínios (ambiente, sociedade, economia) de forma a tornar as análises mais eficientes.

No entanto, se o processo de avaliação de impactes constitui uma etapa essencial destes Estudos, a fase subsequente, de proposição de medidas correctivas, quer estruturais (alteração das obras projectadas ou obras complementares) quer mitigadoras (aplicação de um conjunto de medidas minimizadoras dos impactes negativos sobre o ambiente), assume um posicionamento fulcral.

No caso da barragem do Sabugal, porque se inclui num plano mais abrangente, de carácter regio-

nal, que se vinha a arrastar desde a década de 70, os estudos de base ambiental, tal como foram formalizados, parecem ter desempenhado um papel secundário nas decisões-chave do projecto. Congrega uma lista dos potenciais impactes ambientais e um conjunto de medidas com vista a mitigar os efeitos negativos de integração deste empreendimento, num espaço geográfico relativamente próximo.

Assim, o programa de monitorização dos factores ambientais ao longo da construção, por via a confirmar a eficácia das medidas de correcção dos impactes negativos, aos que constatámos, através da observação directa às obras de construção, não tiveram qualquer acompanhamento *in loco*, do ponto de vista ambiental.

Por último, fica a expectativa que este empreendimento venha a contribuir para o desenvolvimento socioeconómico da região, pela vasta área de regadio que poderá comportar, e para a resolução do problema de escassez de água, que cada Verão se faz com grande intensidade, perante um máximo populacional resultante do regresso para férias de tantos emigrantes.

Bibliografia

- ANTUNES, M. P. (1990) - *Sistema Integrado de Avaliação de Impactes Ambientais*. Trabalho apresentado para prestação de Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Nova de Lisboa, Lisboa, 166 p. (policopiado).
- CUNHA, S. (1992) - *Impactos da obras de engenharia sobre o ambiente biofísico da bacia do Rio de São João (Rio de Janeiro)*. Dissertação de Doutoramento em Geografia Física apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, Rio de Janeiro, 415 p. (policopiado).
- CUNHA, L.; SOARES, A. F.; TAVARES, A.; CAMPAR, A. e SANTOS, J. G. (1999) - "Intervenções Recentes e Avaliação de Impactes Ambientais no Baixo Mondego". *Cadernos de Geografia*, nº 18, Coimbra, pp. 39-52.
- ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL (1994) - *Relatório base - Estudo de revisão do projecto da Barragem do Sabugal e Circuito Hidráulico Sabugal-Meimoa*. COBA (Consultores de Engenharia e Ambiente), Ministério da Água e Recursos Naturais; Instituto Nacional da Água.
- FÉLIX-FILHO, J. A. (1994) - "Aplicação de métodos de AIA em alguns casos reais". In: PARTIDÁRIO, M. R. e JESUS, J. - *Avaliação do impacte ambiental*. CEPGA, Lisboa, pp. 472-513.
- FRANCO, J. M. P. A (2000) - "Zonas fitogeográficas predominantes". *Atlas do Ambiente*, Notícia Explicativa III.6, Ministérios do Ambiente e Ordenamento do Território, Lisboa, 35 p.

- GUIGO, M.; ALLIER, C. e CHAPOT, A (1991)- *Gestion de l'environnement et études d'impact*. Masson Géographie (Collection Géographie), Paris, 231 p.
- HENRIQUE, G. (1994) - "Impactes Ambientais de Aproveitamentos Hidráulicos, Avaliação de Impactes Ambientais". In: PARTIDÁRIO, M. R. e JESUS, J. - *Avaliação do impacte ambiental*. CEPGA, Lisboa, pp. 285-335.
- LEOPOLD *et al.* (1971) - "A procedure for evaluating environmental impact". *US Geological Survey Circular*, 645, Washington.
- LOURENÇO, L. (1986) - "Aproveitamento hidráulico do Vale do Mondego; Problemas do Vale do Mondego". *Actas do IV Colóquio Ibérico de Geografia*, Coimbra, pp. 45-59.
- MARQUES, C. (1935) - "A Bacia Hidrográfica do Côa". *Revista Biblos*, nº11, Coimbra, pp. 173-211.
- MENDES, J. C. e BETTENCOURT, M. L. (1980) - "Contribuição para o estudo do balanço climatológico de água no solo e classificação climática de Portugal". *O clima de Portugal*, XXIV, Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, Lisboa, 282 p. + 5 mapas.
- MONTEIRO, A. (1989) - "Contribuição para o estudo das implicações no clima local geradas pela construção de uma barragem". *Revista da Faculdade de Letras da Universidade do Porto- Geografia*, Porto, IV, pp. 157-218.
- MOREIRA, M. E. (1986) - "Geografia física e ordenamento das bacias hidrográficas portuguesas: Estudos de impactes ambientais". *Actas do IV Colóquio Ibérico de Geografia*, Coimbra, pp. 393-403.
- NOGUEIRA, M. E. S. (1996) - *Impactes ambientais da Barragem da Aguieira - Modificações no clima local*. Dissertação de Mestrado em Geografia Física apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Coimbra, 180 p. (policopiado).
- PLANO NACIONAL DA ÁGUA (PNA) (2002)- Instituto Nacional da água. <http://www.inag.pt>.
- RAMOS, M. C. (1994) - *Condições geomorfológicas e climáticas das cheias da Ribeira de Tera e do Rio Maior: bacia hidrográfica do Tejo*. Tese de doutoramento em Geografia Física apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, Lisboa, 520 p.
- RIBEIRO, O.; LAUTENSACH, H. e DAVEAU, S. (1987) - *Geografia de Portugal*. Volume II, Edições Sá da Costa, Lisboa.