

Contribuição para o estudo das implicações no clima local gerados pela construção de uma barragem*

Ana Monteiro

I — NOTAS PRELIMINARES

Este estudo tem por objectivo avaliar as consequências que a barragem de Crestuma-Lever teve, tem e terá na área em que se situa, área obviamente fluída e de limites variados consoante os parâmetros analisados.

A barragem de Crestuma-Lever é um empreendimento com múltiplas finalidades, das quais a produção de energia eléctrica é, segundo os especialistas, a de menor importância. A sua construção impôs-se, por ser a última necessária (de um conjunto de cinco) para tornar possível o "Projecto de Navegabilidade do Douro". Quando terminada possuirá um viaduto que ligará Vila Nova de Gaia a Gondomar, com 470m de desenvolvimento, e uma albufeira especialmente atractiva para o turismo e o desporto. Estes dois últimos atributos reforçaram-se ao saber da proximidade à Área Metropolitana do Porto.

Sensibilizámo-nos para este problema, quando em Maio de 1983, os *mass-media* retrataram com alguma insistência, conflitos entre duas povoações vizinhas — Crestuma e Lever — a propósito da localização precisa da placa de limite administrativo entre as duas freguesias. A gravidade do conflito pareceu-nos excessiva para ter como único motivo a fronteira administrativa. Algo estaria latente na mente e nos ânimos das populações, que agora extravasavam a sua revolta.

Seria necessário regressar a 1977 — ano do início dos trabalhos de construção da barragem — para compreendermos, como lentamente estas duas freguesias, foram assistindo passivamente à ocupação, transformação e utilização do seu espaço, à modificação dos seus hábitos, dos seus valores, como, foram vendo a sua identidade indivi-

* Resumo das Provas de Avaliação de Capacidade Científica apresentado à Fac. de Letras da Universidade do Porto, 27 Março 1987.

dual e de grupo confrontada com a presença de um *intruso* com vinte e oito metros de vão, treze metros de altura e centenas de milhares de metros cúbicos de betão, a chegada de centenas de indivíduos estranhos, os terrenos expropriados e/ou sobre valorizados.

Face ao facto consumado da existência da barragem, cada qual foi tentando adaptar-se, procurando um novo equilíbrio no sistema abalado pela introdução de inúmeros elementos. Para muitos porém, o desenrolar dos acontecimentos foi mais rápido que a capacidade de resposta, e, para evitar o aumento da entropia do sistema foi necessário criar mecanismos de defesa, muitas vezes desviados. A procura do benefício foi avassaladora e as questões de pormenor como o nome a dar à barragem ou à localização exacta da placa de limite de freguesia, foram utilizados como baluartes de defesa de algo não muito bem definido e facilmente materializável no grupo mais próximo.

Tudo isto nos levou a pensar, se não será possível ainda, minorar os impactes negativos, levando a efeito um diagnóstico da área do ponto de vista físico e humano. Apesar de pensarmos, que este tipo de análise teria tido muito mais interesse e utilidade antes do início da obra, o facto é que ele não foi feito, e prosseguem uma série de novos processos que ameaçam rupturas a nível climático, ecológico, social, etc.

A Constituição Portuguesa consagra num dos seus princípios "...o direito, que a todos assiste, a um ambiente de vida humano, sadio, e ecologicamente equilibrado e o dever de defender esse direito, cabendo ao Estado promover o aproveitamento racional dos recursos naturais, salvaguardando a sua capacidade de renovação e a estabilidade ecológica, assim como a melhoria progressiva e acelerada da qualidade de vida de todos os Portugueses...", (Constituição Portuguesa de 1976, art.º 66).

O nosso objectivo não deve ser entendido como uma tentativa de crítica negativa e/ou destrutiva às iniciativas de intervenção do homem no seu espaço, mas sim e tão só uma chamada de atenção de que o nosso conceito de *progresso* deve ser acompanhado de um outro, o de *qualidade de vida*. A oposição miséria-poluição com que tantas vezes somos confrontados, não é uma alternativa de facto: riqueza e poluição são parcelas de sinais contrários de uma mesma grandeza.

Não subestimamos o facto de a água ser um recurso natural que afecta fortemente o desenvolvimento económico de qualquer país e foi muitas vezes condicionante do florescimento ou não de uma dada civilização. Não pensamos que se deva colocar em plano secundário a necessidade de combater as carências de água. É efectivamente urgente, um melhor aproveitamento dos recursos hídricos disponíveis, acompanhado de uma redução racional dos consumos. A construção

de barragens contribui de variadas formas, para resolver algumas destas carências, mas não pode ser pensada, como uma solução por si só. É legítimo portanto, considerar os prejuízos e os benefícios de um aproveitamento deste tipo.

Um empreendimento como o de Crestuma-Lever provoca necessariamente:

- alterações nas condições climáticas,
- modificação das condições de vida para as espécies aquáticas (peixes e plantas) devido a alterações na turvação, temperatura e regime dos caudais,
- erosão e assoreamento dos leitos,
- alteração dos níveis freáticos e regime de águas subterrâneas,
- alteração na distribuição das pressões sobre a crosta, entre outros.

II— AVALIAÇÃO DE IMPACTES AMBIENTAIS: UM QUADRO TEÓRICO-METODOLÓGICO INOVADOR

Teremos de recuar aos anos cinquenta, para nos apercebermos com que insistência se tornava necessário encontrar uma forma eficaz de garantir que, *crescimento económico* e *qualidade de vida*, fossem duas condições simultâneas em qualquer espaço bio-físico-social.

A opinião pública dos países desenvolvidos começava então, a exigir de diversas formas que o meio ambiente fosse um elemento explicitamente considerado no processo de tomada de decisão de qualquer acção de desenvolvimento, face à constatação de perda de *bem-estar* que se começava a fazer sentir.

Questões discutidas por especialistas internacionais como a localização do novo aeroporto de Londres ou as tensões criadas pela barragem de Assuão, levaram o poder e os técnicos a repensar o tipo de informação e critérios a utilizar em cada tomada de decisão. Estudos de viabilidade económica, como a *análise de custo-benefício*, aplicada até então como uma panaceia preventiva e curativa de qualquer mau augúrio, não se afirmaram capazes de evitar os problemas ambientais e as tensões sociais criados pelas sucessivas intervenções humanas sobre o espaço, o que se repercutiu a médio e longo prazo em prejuízos também económicos.

Foi com grande sentido de oportunidade que surgiu por volta dos anos setenta, uma forma inovadora de abordagem destas questões: a *Avaliação de Impactes Ambientais*, conhecida usualmente por E.I.A. (Environment Impact Assessment) nos países onde desabrochou.

É objectivo do E.I.A.: «...avaliar a globalidade dos impactes ambientais e sociais de qualquer projecto de desenvolvimento - projecto, programa, lei ou escolha tecnológica - tentando quanto possível manter o equilíbrio do sistema...» (Monosovski, 1986, trad. nossa). O E.I.A. é uma proposta de trabalho essencialmente antropocêntrica, onde a viabilidade económica de um projecto é tão importante como a saúde, a segurança, as qualidades estéticas e de recreio do espaço em que se insere. Surge como um conjunto de metodologias e procedimentos que permitem avaliar as consequências de qualquer proposta de desenvolvimento, identificar alternativas, sugerir medidas para minorar ou eliminar os impactes negativos e manter uma vigilância durante todo o tempo de vida do projecto.

Avaliar os impactes no meio ambiente, medir o seu significado e apontar soluções, tudo num *timing* limitado, obriga a equipa pluridisciplinar que esta proposta teórico-metodológica exige, a uma disciplina de trabalho rigorosa e a uma agressividade de juízo profissional, passíveis de afastar os decisores e os técnicos potencialmente interessados. No entanto, resultados animadores têm vindo a ser conseguidos nos últimos quinze anos, nos países em que se encontra implementado.

Organizações internacionais como as Nações Unidas, a Organização Mundial da Saúde, o Banco Mundial, a Comunidade Económica Europeia, entre outras, bem como os governos de um grande número de países, incorporaram o E.I.A. (formal ou informalmente), nos diferentes passos do processo de planeamento, e exigem cada vez com maior insistência, que as questões sociais e ambientais de qualquer proposta de desenvolvimento, sejam incluídas e resolvidas antes de qualquer tomada de decisão. A C.E.E., ainda recentemente (1985), aprovou uma lista de projectos susceptível de ser submetida a uma Avaliação de Impacte Ambiental onde encontramos a referência ao caso específico das instalações de produção hidroeléctrica. Portugal, membro da C.E.E. desde Janeiro de 1986, é inclusivamente, objecto de especial atenção, na proposta de Munique do I.T.E.D. (International Training Center for Environment and Development), quando se diz nos «Objectivos relativos à Europa»: «...apoiar à consciência do ambiente e início de actividades nos membros da C.E.E., em particular Espanha e Portugal, para a criação de uma plataforma comum de consenso, no que se trata de meio ambiente, dentro das linhas definidas pela política ambiental da C.E.E....» (ITED, 1986, trad. nossa).

Nos E.U.A., Canadá e Reino Unido, onde surgiram os primeiros ensaios de aplicação do E.I.A., desenvolveram-se e experimentaram-se várias formas de sistematizar, valorizar e incrementar a utilização deste modo de pensar o *desenvolvimento*, aplicáveis a um inúmero tipo de projectos diferentes.

L. Canter professor e director do Instituto de Recursos Hídricos e Ambiente da Universidade de Okiahoma, E.U.A., autor de inúmeras obras de consulta fundamental sobre métodos e técnicas de aplicação de E.I.A., solicitado a participar em várias equipas de trabalho para a elaboração de estudos de avaliação de impactes ambientais nos E.U.A. e no estrangeiro, apresentou recentemente, uma proposta sequencial de actividades para a execução de estudos de E.I. A., resultado da sua vasta experiência em espaços físico-sociais e legislativos, e, tipos de projectos diferentes. Pela sua importância, discriminaremos os seus principais pontos (Canter, 1986):

- 1 - Preparação e descrição das necessidades do projecto-PDN
- 2 - Identificação da informação disponível-IID
(legislação, regulamentos, padrões ambientais e outro tipo de informação sobre a área ou tipo de projecto)
- 3 - Identificação de potenciais impactes-IPI
(utilização de instrumentos metodológicos e juízos profissionais que permitam detectar as alterações potenciais)
- 4 - Preparação da descrição-PD
(descrição do meio ambiente afectado)
- 5 - Previsão de impactes-PI
(previsão dos impactes no tempo, no espaço, e em magnitude)
- 6 - Avaliação e interpretação-AI
(avaliação e interpretação dos impactes previstos)
- 7 - Identificação de medidas-IM
(identificação e avaliação de medidas para minorar e/ou eliminar os impactes negativos)
- 8 - Selecção de alternativas-SA
- 9 - Preparação de documento escrito-PD
- 10 - Identificação de programas de monitorização-IPM

O autor sugere como instrumentos metodológicos fundamentais a utilização das listas de controle ou *checklists*, as matrizes de interacção e as árvores de ligação.

Da figura 1 infere-se que não há uma metodologia única, capaz de responder de uma forma satisfatória, ao conjunto de actividades no âmbito dos estudos de E.I.A. Cada método, é utilizado para fases específicas do estudo de impactes de um projecto, qualquer que ele seja. Torna-se assim imprescindível o conhecimento de cada um, para ser possível seleccionar a metodologia mais apropriada a responder às questões que são colocadas ao longo do processo de trabalho, tendo sempre presente que qualquer das metodologias deve garantir:

- a inclusão no estudo dos factores básicos determinantes;
- a comparação e avaliação de alternativas numa base comum;
- a possibilidade de detectar onde existe falta de informação.

ACTIV. METODO.	Matrizes de inter.	Net- works	Check- lists
1 PDN			
2 IID			
3 IPI	Muito bom	Muito bom	Bom
4 PD	Muito bom	Muito bom	Muito bom
5 PI	Bom	Bom	Muito bom
6 AI			
7 IM	Bom	Bom	Bom
8 SA	Muito bom		Muito bom
9 PD	Muito bom	Bom	Bom
10 IPM		Bom	Bom

Muito bom
Bom
Indiferente

Fig. 1 - Interrelação entre as actividades no âmbito do processo de EIA e os métodos mais adequados (Canter, 1986)

Tentemos então elucidar um pouco o que é cada uma das metodologias apresentadas na figura 1.

a) *Matrizes de interacção*

Trata-se de uma construção gráfica de dois eixos entrecruzados ortogonalmente, onde se representam as acções e os factores ambientais.

Garante-se com esta construção gráfica que cada elemento de uma coluna é relacionado com todas as linhas e vice-versa. Leopold *et al.* (1971) sugerem para as matrizes de identificação de impactes ambientais, a possibilidade de inscrever no quadro resultante de cada acção com cada factor, a magnitude e a importância do impacte, utilizando uma escala de 0 a 10 (Fig. 2). O mesmo autor propõe uma lista de 100 acções e 88 factores (Anexo I, 1) passível de responder a uma ampla gama de situações. A dimensão das matrizes é variável e conhecem-se desde as que incluem 10 até 1000 factores ambientais, embora 50 a 100 seja a dimensão considerada suficiente para garantir uma boa qualidade de informação. Cada proposta de desenvolvimento em estudo, exige, uma matriz diferente não devendo ser tratadas de igual modo, acções idênticas em espaços físicos, sociais e legislativos diversos.

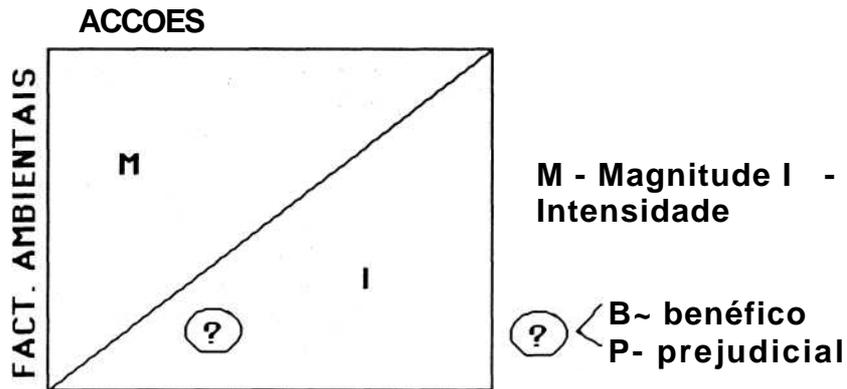


Fig. 2 - Preenchimento de um quadrado na matriz de Leopold

Anexo i 1. - Acções e indicadores ambientais na matriz de interacção de Leopold (Leopold *et al*, 1971).

Actions		Environmental items		
Category	Discription	Category	Discription	
A Modification of regime	a Exotic fauna introduction	A Physical and chemical characteristics		
	b Biological controis		1 Earth	a Mineral resources
	c Modification of habitat			b Construction material
	d Alteration of ground cover			c Soils
	e Alteration of ground water hydrology			d Land form
	f Alteration of drainage			e Force fields and background radiation
	g River control and flow modification		2 Water	f Unique physical features
	h Canalization			a Surface
	i Irrigation			b Ocean
	j Weather modification			c Underground
	k Burning			d Quality
	l Surface or paving			e Temperature
	B Land transformation and construction		m Noise and vibration	
a Urbanization		3 Atmosphere	g Snow, ice, and permafrost	
b Industrial sites and buildings			a Quality (gases, particulares)	
c Airports			b Climate (micro, macro)	
d Highways and bridges			c Temperature	
e Roads and trails			4 Processes	a Floods
f Railroads				b Erosion
g Cables and lifts				

Implicações no clima local gerados pela construção de uma barragem

Ações		Environmental items	
Category	Description	Category	Description
C Resource extraction	h Transmission lines, pipelines, and corridors	B Biológica! conditions	c Deposition (sedimentation, precipitation)
	i Barriers including fencing		d Solution
	j Channel dredging and straightening		e Sorption (ion exchange, complexing)
	k Channel revertments		f Compaction and settling
	l Canais		g Stability (slides, slumps)
	m Dams and impoundments		h Stress-strain (earthquaker)
	n Piers, seawalls, marinas, and sea terminals		i Air movements
	o Offshore structures		1 Flora
	P Recreational structures		a Trees
	q Blasting and drilling		b Shrubs
	r Cut and fill		c Grass
	s Tunnels and underground structures		d Crops
	a Blasting and drilling		e Microflora
	b Surface excavation		f Aquatic plants
	c Subsurface excavation and retorting		g Endangered species
	d Well dredging and fluid removal		h Barriers
	e Dredging		i Corridors
	f Clear cutting and other lumbering		2 Fauna
	g Commercial fishing and hunting		a Birds
	D Processing		a Farming
b Ranching and grazing		c Fish and shellfish	
c Feed lots		d Benthic organisms	
d Dairying		e Insects	
e Energy generation		f Microfauna	
f Mineral processing		g Endangered species	
g Metallurgical industry		h Barriers	
h Chemical industry		i Corridors	
j Textile industry		C Cultural factors	
k Automobile and aircraft		1 Land use	
l Oil refining		a Wilderness and spaces	
m Food		b Wetlands	
n Lumbering		c Forestry	
o Pulp and paper	d Grazing		
p Product storage	e Agriculture		
	f Residential		
	g Commercial		
	h Industry		
	i Mining and		
	2 Recreation		
	a Hunting		
	b Fishing		
	c Boating		
	d Swimming		

Ana Monteiro

Actions		Environmental items	
Category	Description	Category	Description
E Land alteration	Erosion control and terracing	3 Aesthetic and human interest	e Camping and hiking
	b Mine sealing and waste control		f Picnicking
	c Strip mining rehabilitation		g Resorts
	d Landscaping		a Scenic views and vistas
	e Harbor dredging		b Wilderness qualities
	f Marsh fill and drainage		c Open space qualities
F Resource renewal	Reforestation	4 Cultural status	d Landscape design
	b Wildlife stocking and management		e Unique physical features
	c Groundwater recharge		f Parks and reserves
	d Fertilization application		g Monuments
	e Waste recycling		h Rare and unique species or ecosystems
G Changes in traffic	Railway	5 Manufactured facilities and activities	i Historical or archaeological sites and objects
	b Automobile		i Presence of misfits
	c Trucking		a Cultural patterns (life-style)
	d Shipping		b Health and safety
	e Aircraft		c Employment
	f River and canal traffic		d Population density
	g Pleasure boating		a Structures
	h Trails		b Transportation network (movement, access)
	i Cables and lifts		c Utility networks
	j Communication		d Waste disposal
	k Pipeline		e Barriers
H Waste replacement and treatment	Ocean dumping	D Ecological relationships	f Corridors
	b Landfill		a Salinization of water resources
	c Emplacement of tailings, spoils, and overburden		b Eutrophication
	d Underground storage		c Disease insect vectors
	e Junk disposal		d Food chains
	f Oil well flooding		e Salinization of surficial material
	g Deep well emplacement		f Brush encroachment
	h Cooling water discharge		g Other
	j Municipal waste discharge including spray irrigation		E Others
	i Liquid effluent discharge		

Implicações no clima local gerados pela construção de uma barragem

Category	Actions	Environmental items
	Discription	
Chemical treatment	k Stabilization and oxidation ponds	
	1 Septic tanks, commercial and domestic	
	n Stack and exhaust emission	
	r Spent lubricants	
	a Fertilization	
	t Chemical deicing of highways, etc.	
	c Chemical of soil	
	c Weed control	
	e Insect control (pesticides)	
	J Accidents	a Explosions
	t Spills and leaks	
	c Operational failure	
K Others		

A consulta de matrizes como a de Leopold *et ai.* (1971), servem como orientação e podem ser utilizadas parcial ou totalmente, se o caso em estudo, ou a fase de trabalho o justificar. L. Canter (1986) reconhece grandes vantagens na utilização desta metodologia para identificação de potenciais impactes ambientais, preparação da descrição do meio ambiente, selecção de alternativas e preparação do documento escrito.

b) *Listas de controle (checklists)*

As listas de controle mais simples ou «descritivas», limitam-se a apresentar uma listagem de factores ambientais, tentando quanto possível, sistematizar a recolha e tratamento da informação necessária para a avaliação de um dado impacte ambiental. É uma metodologia de grande utilidade na fase de elaboração de uma política ambiental ou nos primeiros tempos de vigência da mesma. Um conjunto de *checklists* deste tipo foi desenvolvido nos E.U.A. e Canadá respeitantes a projectos de aproveitamentos hidráulicos (Anexo I, 2), onde se descrevem ordenadamente os dados mais importantes a recolher e os modelos (se os houver) a consultar, em cada passo do processo de estudo.

Category	Potential Impacts and Issues
Construction Phase	Sediment pollution and stream siltation Pesticides, petrochemicals, and other potential pollutants Quantification of erosion and sediment generation Relevant criteria for sediment pollution Protection of water quality during construction — general Erosion and sediment control techniques Treatment of polluted water from construction site Activity scheduling Components of solid waste from construction operations Disposal of Chemicals and containers Summary of solid waste impacts Air pollution sources at construction sites Noise generators at impoundment construction site Typical construction noise levels Rough estimation of noise impacts Damaging effects of noise
impoundment Area	Probable land use impacts General methodology for evaluating land use changes and impacts Loss of stream and bottom land Relocation impacts Recreational development — general Secondary air pollution impacts (parking facilities) Solid waste generation at recreational areas Impact of land inundation on impoundment water quality Organic decomposition and dissolved oxygen deficiency Solution of iron and manganese Loss of wildlife habitat Assimilative capacity changes — general Primary determinants Critical water quality conditions Effects of stratification and density currents Eutrophication and associated impacts Consideration of evaporation Shift from river to lake environment and reduction of a species diversity Sedimentation in impoundment Modeling of impoundment water quality Estimating significance of site conditions with respect to impoundment water quality Potential for erosion in reservoir Relationship of morphometry to potential eutrophication and weed problems Nutrient sources and loadings

Anexo 1-2. a) «Listas de classificação» de potenciais impactes para aproveitamentos hidráulicos (U. S. Environmental protection agency, 1976)

Implicações no clima local gerados pela construção de uma barragem

Category	Potential Impacts and Issues
	.Quantification of influent water quality Changes in point and nonpoint pollution sources Probability of water quality problems in stratified reservoirs Evaluation of reservoir fisheries Summary of water quality parameters that may be affected by impoundment and relevant criteria Thermal criteria for fisheries
Downstream and Áreas of Water Use	Influence of land acquisition policy on reservoir development Induced development in region Land use impacts due to increased flood protection Land use impacts of irrigation impoundments Evaluation of water pollution from irrigation Policy concerning use of flood plains Prevention of water quality degradation from irrigation projects Impacts of water quality changes on downstream biota Impact of dam as barrier Flow regime changes—general Quantification of hydrographic modification Seasonal and diurnal flow variations Minimum release requirements Low-flow augmentation analysis Effects on riparian vegetation Flow requirements for salmon and other species Temperature changes — general Important categories of fish species Effects of outlet location and impoundment operation Possible thermal effects on downstream species composition Thermal criteria for fisheries Effects on downstream uses

Anexo 1-2. b) «Listas de classificação descritivas» para projectos de desenvolvimento territorial, (Schaenmam, 1976)

Factor I.	Bases for Estimates
Local Economy	
Public Fiscal Balance	
1. Net change in government fiscal flow (revenues less expenditures).	Public revenues: expected household incomes by residencial housing type; added property values. Public expenditures: analysis of new service demand, current costs; available capacities by service.
Employment	
2. Change in numbers and percent employed, unemployed, underemployed, by skill level.	Direct from new busines; or estimated from floor space, local residencial patterns, expected immigration, current unemployment profiles.
Wealth	

Ana Monteiro

Factor	Bases for Estimates
3. Change in land values.	Supply and demand of similarly zoned land, environmental changes near property.
II. Natural Environment	
Air Quality	
Health	
4. Change in air pollution concentration by frequency of occurrence and number of people at risk.	Current ambient concentrations, current and expected emissions, dispersion models, population maps.
Nuisance	
5. Change in occurrence of visual (smoke, haze) or olfactory (odor) air quality nuisances, and number of people affected.	Baseline citizen survey, expected industrial processes, traffic volumes.
Water Quality	
6. Changes in permissible or tolerable water uses and number of people affected for each relevant body of water.	Current and expected effluents, current ambient concentrations, water quality model.
Noise	
7. Change in noise levels and frequency of occurrence, and number of people bothered.	Changes in nearby traffic or other noise sources, and in noise barriers; noise propagation models; nomographs relating noise levels to traffic, barriers, etc; baseline citizen survey of current satisfaction with noise levels.
Wildlife and Vegetation	
8. Change in diversity and population size (abundance) of wildlife and vegetation (including trees) of common species:	Wildlife and vegetation inventory; expected removal of cover or changes to habitats.
9. Change in numbers of rare or endangered species.	Changes in amount and quality of (a) habitat by animal type; (b) green space, or (c) number of mature trees.
Natural Disasters	
10. Change in number of people and value of property endangered by: flooding, earthquakes, landslides, mudslides, by frequency of occurrence.	Flood plain and other hazard maps; changes in local topography and seafloor; change in percent permeable cover; stream flow and hydraulic models.
III. Aesthetics and Cultural Values	
Attractiveness	
11. Change in number and percent of citizens who are satisfied with neighborhood appearance.	Baseline citizen survey of ratings of current attractiveness and identification of problems and assets; visual simulation of proposed development using retouched photos, drawings or 3-D models for assessing future preferences using a sample of citizens.

Implicações no clima local gerados pela construção de uma barragem

Factor	Bases for Estimates
View Opportunities	
12. Change in number or percent of citizens satisfied with views from their homes (or businesses).	Baseline citizen survey; geometric analysis of structures to identify view opportunities before and after development.
Landmarks	
13. Number and perceived importance of cultural, historic, or scientific landmarks to be lost, made less accessible, or made more accessible.	Inventory and importance ranking of landmarks; survey of citizens and scholars regarding importance.
IV. Public and Private Services	
Drinking Water	
Availability	
14. Change in frequency duration and severity of water shortage incidents, and number	Current usage, expected new demand;
Quality	
15. Changes in salinity and other indices of drinking water quality and safety, and number of people affected.	Expected effluents from new development; purification process used; current and expected usage; profile of underground water systems.
Hospital Care	
Emergency Care Availability	
16. Change in number of citizens	Maps of population and emergency facilities; number of emergency vehicles (if any), expected calls, and dispatch policy.
Availability/Crowdedness	
17. Change in potential bed need versus bed supply of area hospitals, by type of clinical service (medical, surgical, pediatric, obstetrical).	Current patient hospital bed days per 1000 population by sex-age group and medical service; available bed capacity population by sex-age group.
Crime Control	
Crime Rate	
18. Change in rate of crimes in existing community.	Current crime rates and case histories of similar neighborhood changes; changes in community lighting, sightlines, hiding places, people mix.
Feeling of Security	
19. Change in percent of people feeling a lack of security from crime.	Baseline citizen survey plus the data above.
Fire Protection	
20. Change in fire incidence, property loss,	Incident rates by occupancy types; people mix; available water supply; available fire suppression equipment and manning; likely building materials; site plan if available.

Ana Monteiro

Factor	Bases for Estimates
Recreation-Public Facilities	
Overall Satisfaction	
21. Change in number and percent of households satisfied with public recreation opportunities.	Baseline citizen surveys, and expected changes in facilities and environment (noise, air quality, dangers).
22. Change in number or percent of households using facilities (viewed relative to nominal capacity), by facility.	Citizen survey.
Accessibility	
23. Change in number and percent of households with access to various types of recreation facilities within x minutes travel, by type of facility and mode of travel.	Maps of facilities and distribution of population; citizen survey of travel mode.
Recreation-Informal Settings	
Overall Satisfaction	
24. Change in number or percent of households satisfied with recreation in informal outdoor spaces in neighborhood.	Baseline citizen survey and observation of current usage patterns; physical environment changes expected.
Availability	
25. Change in availability of informal physical settings for recreation and number of people affected.	Changes in open space and physical environment expected.
Education	
Accessibility/Convenience	
26. Change in number and percent of households satisfied with accessibility of schools.	Citizen survey; changes in available path, nearby traffic conditions in route to schools.
27. Change in number and percent of students within x minutes, by type of school and travel mode.	Map of school and population distribution; busing records.
28. Number and percent of students having to switch schools or busing status.	Relation of capacity to expected demands, and school board policy.
Crowdedness	
29. Change in school crowdedness indicators; e.g., student-teacher ratios, number of shifts.	Citizen survey; expected change in noise, traffic hazards, air quality, other hazards.
Transportation-Mass Transit	
Satisfaction	
30. Change in number and percent of households satisfied with mass transit service.	Citizen survey, expected service changes, expected change in factors affecting satisfaction. Usage levels, from fares and surveys.
Accessibility	
31. Change in number and percent of citizens residing (or working) within x feet of public transit stop.	

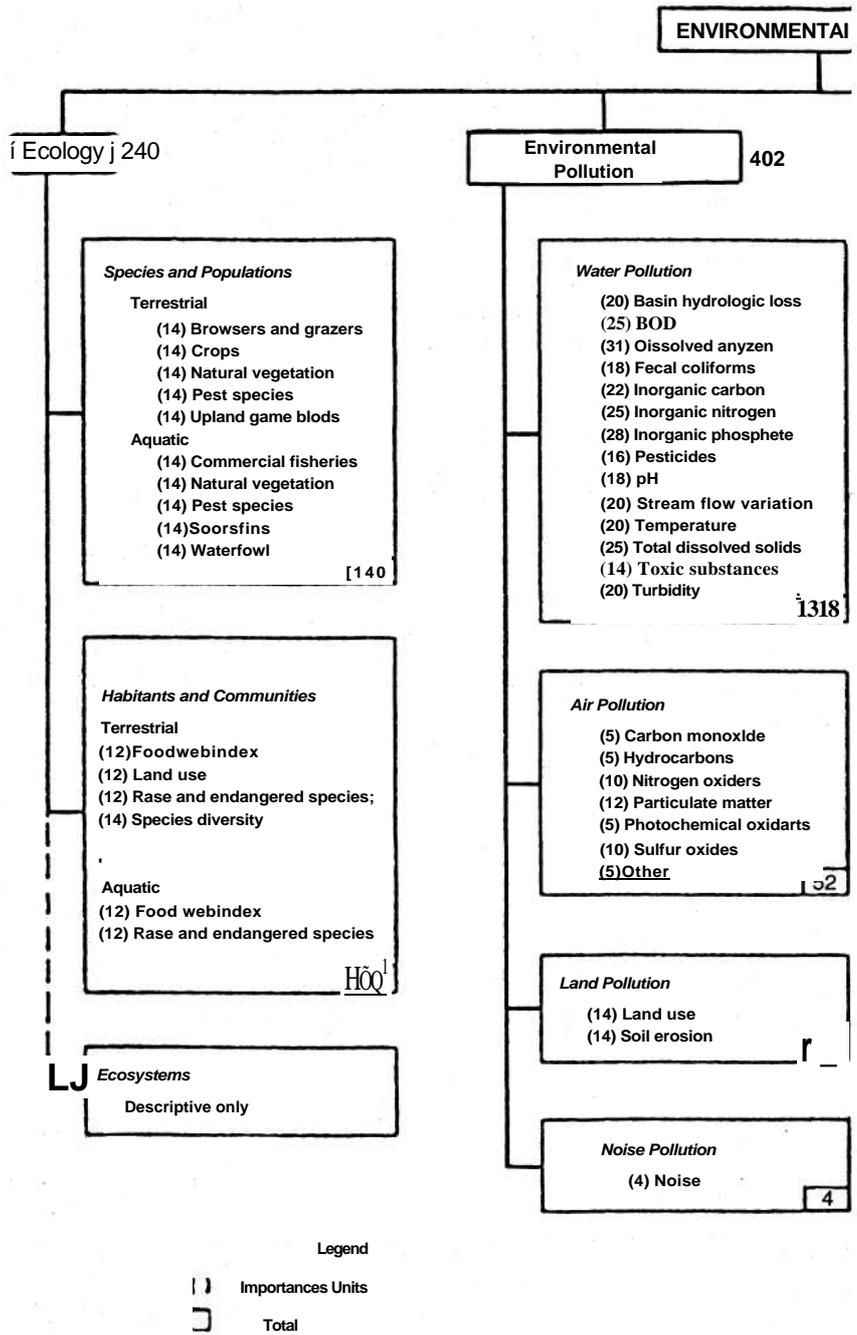
Implicações no clima local gerados pela construção de uma barragem

Factor	Bases for Estimates
Transportation-Pedestrians	
Satisfaction/Accessibility	
32. Change in number and percent of households satisfied with walking conditions and walking opportunities in their neighborhood.	Baseline citizen survey, estimated changes in physical walking conditions; additions or removals of desired destinations.
Safety	
See measures 33 and 34 below.	N/A
Transportation-Private Vehicles	
Safety	
33. Change in number and percent of households satisfied with traffic safety (vehicle and pedestrian).	Baseline citizen survey, changes in traffic and traffic contrais; circulation patterns.
34. Change in number and severity of accidents per 1,000 persons by pedestrians and riders.	Accident frequency and causation data: changes in traffic and traffic contrais, circulation patterns, expected traffic volumes.
Travei Time	
35. Change in vehicular travei times between selected origins and destinations, by time of day and day of week.	Current traffic volumes; changes in street layout, width and traffic contrais; estimated net new vehicular trips.
Parking Availability	
36. Change in average time needed to find acceptable parking space within x feet of residence (or desired destinations) in neighborhood of development, by time of day and day of week.	Current spaces available; new demand and supply; math model for estimating parking times.
37. Percent of drivers finding neighborhood parking satisfactory.	Baseline citizen survey; expected changes in supply and demand for spaces.
Shopping	
38. Change in number and percent of households satisfied with shopping opportunities.	Baseline citizen survey; change in physical conditions around shopping áreas.
39. Change in number and percent of households within x minutes travei time to shopping, by type store and mode of travei.	Map showing location of stores and population, before and after development.
Energy Services	
40. Change in the frequency and duration of energy shortages, and the number of people affected, by fuel type.	Current and expected usage and supply in community; design and construction of buildings, type of manufacturing activity expected.
Housing	
41. Change in number and percent of housing units that are substandard and the number of people living in them.	Current housing stock conditions number to be removed or improved.

Ana Monteiro

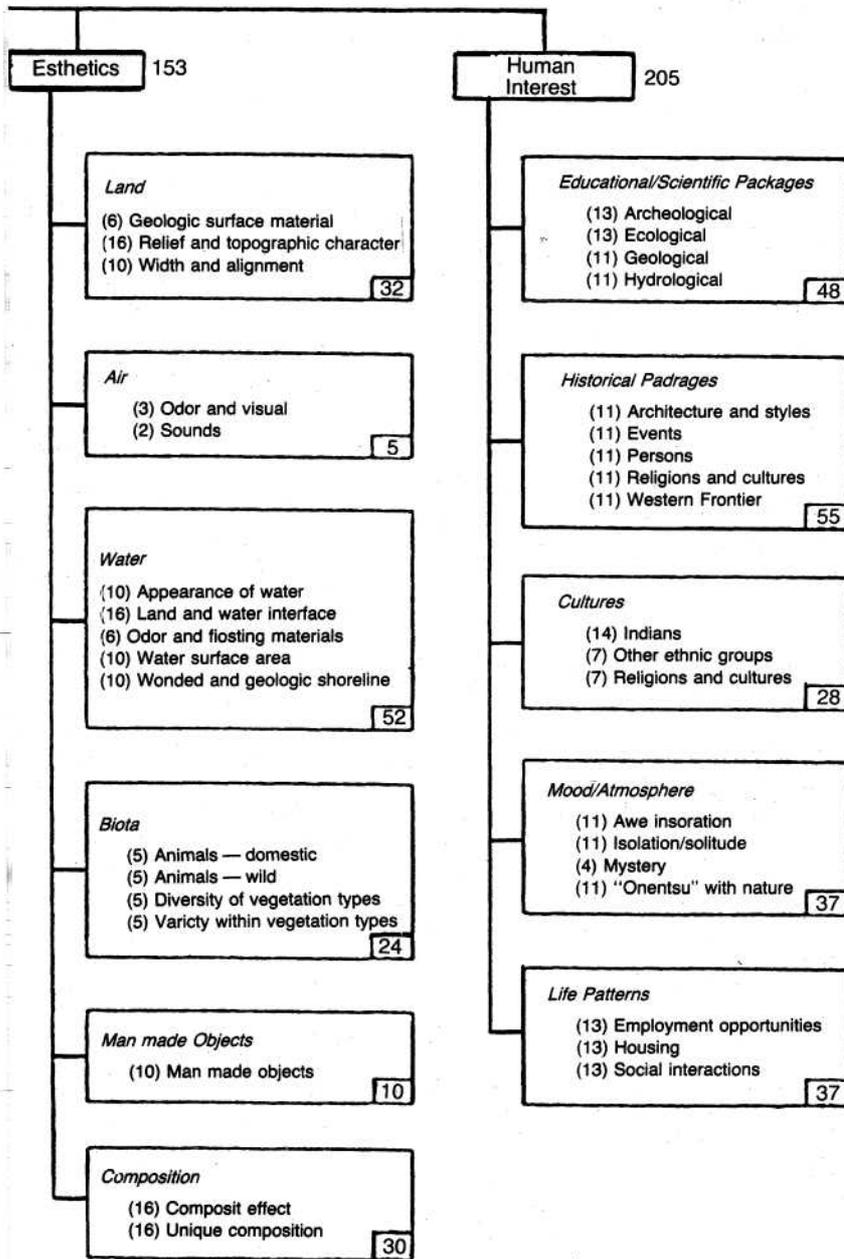
Factor	Bases for Estimates
42. Change in number and percent of housing units relative to need, by type of housing (price, owner/rental, number of bedrooms, style.etc).	Current profile of housing units added or destroyed; past housing chain effects in distribution of population by income level, indicators of latent demand for housing.
V. Other Social Impacts (in addition to those included above)	
People Displacement	
43. Number of residents (or workers) displaced by development, and whether satisfied with move.	Number of persons living in building to be destroyed; special survey of them.
Special Hazards	
44. Number of children physically at risk from "special" hazards created by development (e.g., machinery, junk, unguarded deep water).	Physical outdoor changes expected.
Sociability/Friendliness	
45. Change in social interaction patterns (e.g., frequency of neighboring, community activities).	Baseline survey of current neighboring and community activity patterns; changes in availability of community and small group meeting places; changes in physical barriers (e.g., highways, fences, heavy traffic, buildings which hinder access from one area of a neighborhood to barriers linking the areas); changes in people mix.
Privacy	
46. Change in number and percent of households satisfied with privacy in outdoor areas around home.	Citizen survey; geometric analysis of sightlines; changes in sight and sound barriers.
Overall Commentment with Neighborhood	
47. Change in number and percent of citizens satisfied with their residential (or work) neighborhood.	Citizen survey using data from other measures.

Existe um outro tipo de *listas de controle*, as «classificadas», nas quais se utiliza uma letra ou um número que dão significado ao impacto de cada alternativa em avaliação, para cada factor ambiental identificado. Dee et ai. (1972), elaboraram uma lista classificada para projectos relativos a recursos hídricos, com 78 factores ambientais envolvidos, onde se conseguiu ponderar cada componente e cada factor, atribuindo-lhes um número definidor da sua importância relativa (Anexo I, 3).



Anexo I —3-Sistema Battelle de Ambiental (Dee, et al., 1972)

MPACTS



Biological effects	Probable social, economic, and other terminal effects	Probable importance of terminal effects	Data needed to evaluate important effects
- Decreased wood-land, wildlife,	Decreased hunting and associated uses	High	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Example for downstream fishery evaluation</p> <p>Water</p> <ul style="list-style-type: none"> Dissolved oxygen Temperature Volume flow Fish population Fertility indices <p>Land</p> <ul style="list-style-type: none"> Bank condition Sediment yield Pollution sources <p>Resource use for aquatic habitat</p> <ul style="list-style-type: none"> Poof/riffle Depth Width Current velocity Benthic organisms </div>
Decreased forest plant communities	Decreased timber production	Low	
Eutrophication effect	Change area life styles, income levels, and economy	High	
Eliminate onsite trout populations	Gradual decrease in quality of lake	Moderate	
Alter downstream fish populations	Eliminate existing canoe use and rental business	Moderate	
Proliferation of take fish populations and associated organisms	Change amount and type of recreational fishing	High	
Increased wetland plants and animals	Stimulate lake-type boating, associated recreation uses and economic effects.	High	
Short-term disturbance of wildlife	Effect on existing septic systems, roads, croplands	Moderate	
	Increased water-flow production	Moderate	
	Temporary decrease in attractiveness of area to recreationists	Low	
		Very low	

As *listas de controle* têm também grande capacidade de resposta na descrição do meio ambiente afectado, na previsão dos impactes no tempo, no espaço e magnitude, e na selecção de alternativas, mas, são pouco aconselhadas em muitas outras fases, como a da redacção do documento final, pois tornam-se de difícil interpretação pelo destinatário: governo, população ou empresário.

c) *Árvores de ligação*

Árvore de ligação é uma construção gráfica fácil, que tal como uma árvore, vai desde a raiz (a acção a implementar), aos troncos, ramos, folhas (efeitos a vários níveis), descendo de nível de análise da esquerda para a direita desde os primários aos secundários (Anexo I, 4). Visualmente possui uma excelente expressividade para o ordenamento e percepção em simultâneo, das causas e consequências dos impactes, identificando as interrelações entre as acções e os factores ambientais afectados.

O E.I.A. como quadro teórico-metodológico, tenta manter sempre um compromisso entre a subjectividade dos juízos de valor e uma aproximação científica, já que o **desenvolvimento** é entendido no mais amplo sentido do termo.

Tentamos deixar aqui apenas a sugestão de um conjunto de procedimentos, que se têm revelado de grande eficácia, para melhorar a *qualidade de vida* de todo o ecossistema em muitos países, e com o qual, alguns dos graves desequilíbrios criados no meio bio-físico-social português, poderiam ser evitados ou pelo menos minorados.

III - IMPLICAÇÕES NO CLIMA LOCAL GERADOS PELA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM

1 - *Objectivos específicos*

Pensamos que o vasto conjunto de problemas criados pela construção da barragem de Crestuma-Lever, poderiam ter sido evitados se estudos prévios detalhados tivessem sido empreendidos antes da tomada de decisão da construção e do início das obras.

A única publicação que conseguimos obter, editada pela empresa responsável e cujo título *Impacto Ambiental da barragem de Crestuma*, é sem dúvida sugestivo, não ultrapassa a descrição da primeira fase de todo um processo bem mais longo no âmbito dos estudos de avaliação de impacte ambiental, de identificação do meio físico, social e económico da área de desenvolvimento do projecto e de descrição da acção. Se outros houve, inúmeras questões ficam ainda por resolver, quando a barragem se encontra já a testar a sua entrada em pleno funcionamento. Cruzar os braços perante os factos transcritos an-

teriormente neste trabalho, ou iludi-los com relatórios optimistas, não é solução para este nem para caso algum. Ainda que a implantação da barragem Crestuma-Lever naquele ecossistema, tivesse sido precedida de um eficaz estudo de avaliação de impactes, o simples aparecimento de tensões sociais seria motivo suficiente para iniciar novo estudo a fim de detectar causas e minorar consequências.

A nossa formação geográfica leva-nos a estar atentos a este tipo de questões ligadas à manutenção de um meio ambiente equilibrado, em sintonia com a satisfação das necessidades do ser humano. O facto da resolução destes problemas não ser um caminho novo a desbravar, mas simplesmente a aplicação sistematizada de um conjunto de procedimentos já testados em muitos países e em situações diversas, é garante de que o contributo que aqui deixamos, se enquadrado numa metodologia correcta, é passível de rectificar na prática os desequilíbrios existentes. Perspectivamos para a avaliação das consequências da barragem de Crestuma-Lever, a análise qualitativa e quantitativa de inúmeros índices, de forma a preencher uma matriz inicial do tipo (Fig. 3).

Como atrás ficou dito, o preenchimento de uma matriz de identificação de impactes (Fig. 3), obriga ao estudo de cada elemento do ecossistema afectado, de forma a emitir juízos de valor sobre a sua susceptibilidade face ao aparecimento da barragem.

Constituindo este trabalho uma síntese a apresentar como provas de capacidade científica, visando avaliar das capacidades do candidato

V	EFEITOS	ATMOSF	TERRA	AGUA	FLOR	FAUNA	HOMEM
OBJECTIVOS \	Microclima	Erosão Sedimentação Estabilidade de Vertentes Nível Freático	Temperatura Salinidade Conteúdo Mineral Conteúdo Orgânico	Plantas Aquáticas Plantas Terrestres	Animais Terrestres Animais Aquáticos	Novos aqlomerados Nivel de vida Emprego Actividades Recreio Aceitação Social	
	Produção de Energia						
	Navegabilidade						
	Área de Recreio						
	Ponte Rodoviária N-S						

Fig. 3-Matriz de potenciais impactes da barragem de Crestuma-Lever

para o desenvolvimento de trabalhos na área de investigação em que se pretende especializar, fomos obrigados a prescindir da equipa multidisciplinar que a concretização da matriz exigiria, o que não impede que iniciemos aqui o nosso contributo como geógrafo, interessado em questões ligadas com a climatologia, tentando abordar um dos aspectos contemplados na matriz:

- **efeitos da construção de uma barragem no microclima** Esta atitude retira-nos a possibilidade de enveredar por um trabalho com cariz mais conclusivo e útil para a resolução dos problemas existentes, levando-nos a desenvolver um estudo analítico, e a apontar uma metodologia passível de nos guiar na compreensão e levantamento de algumas hipóteses explicativas, nas multifacetadas formas como o *Sistema Climático* se adapta às intervenções humanas.

O estudo do impacto no que se refere ao clima local gerado pela barragem de Crestuma-Lever justifica-se:

- 1 - O clima, pensamos, é o elemento do sistema em que as repercussões, a partir do momento em que se fazem sentir, são facilmente detectáveis e se mantêm;
- 2 - O clima, reflecte-se de uma forma mais ou menos atenuada nos outros parâmetros analisados (geomorfologia, água no solo, flora, fauna, homem), o que nos vai elucidando da forma como estes reagiram ao novo elemento introduzido no sistema;
- 3 - O clima, é o parâmetro que determina directamente a maximização da concretização de qualquer dos objectivos pressupostos para esta barragem. Influencia a produção de energia, influenciará as capacidades do curso de água para a navegação e as características das produções agrícolas do vale, e será elemento a não esquecer no ordenamento do território para a criação de uma área de recreio efectivamente aproveitável.

2 - Fontes e problemas

2.1 - Identificação da informação disponível

O trabalho que nos propomos elaborar, mobiliza não só a descrição como a explicação e a compreensão associativa dos fenómenos. É simultaneamente necessário dispor de informação em quantidade e qualidade que nos habilite a tecer uma descrição geométrica das estruturas formais e da orgânica funcional do *sistema climático*. Sentimo-nos obrigados portanto, a coligir os registos dos elementos climáticos recolhidos num raio próximo do empreendimento e num período de tempo passível de caracterizar a conjuntura climática antes e depois da obra.

Debatemo-nos desde início com a inexistência de estações meteorológicas na área de trabalho, e a falta de recursos financeiros para as instalar, ainda que temporariamente. Aqui, como em muitas outras intervenções no espaço, as entidades responsáveis preocupam-se quase exclusivamente, na resolução de problemas técnicos ligados à concretização da obra, esquecendo-se que alterações importantes, como as provocadas no microclima, além de afectarem o equilíbrio do ecossistema podem interferir directamente na rentabilidade da própria obra.

O posto meteorológico da Serra do Pilar - Porto (Fig. 4), é o mais próximo detentor de uma longa e diversificada gama de elementos climáticos (desde 1888), mas, dada a sua posição geográfica - junto à foz do rio Douro, influenciado fortemente pelos ventos húmidos de W e funcionando como *espelho* de um importante microclima urbano como é o da cidade do Porto - pouco nos poderá informar das condições climáticas na área de Crestuma-Lever.

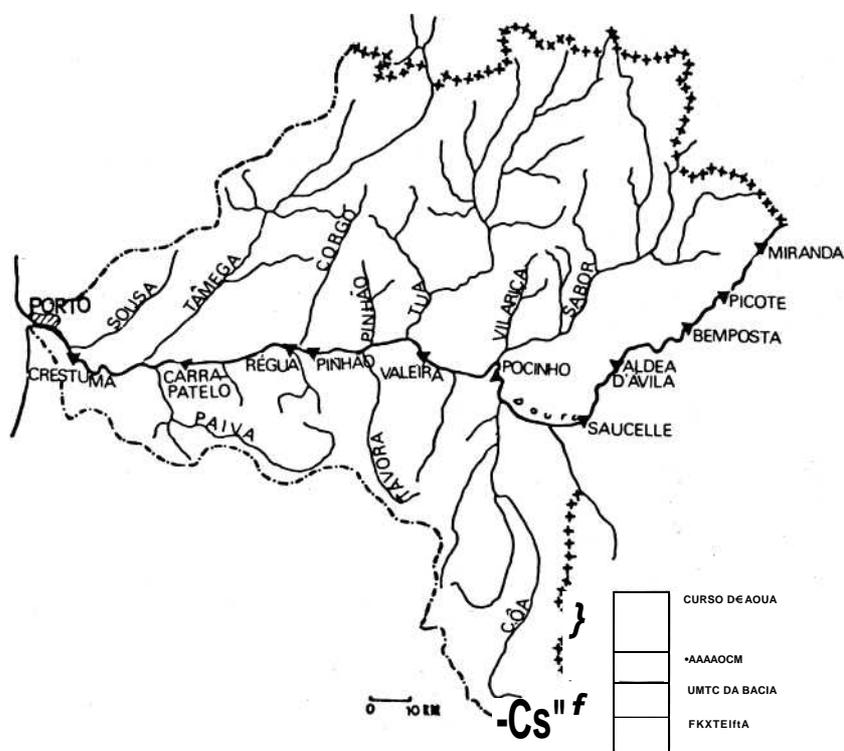


Fig. 4 - Localização do Porto e das barragens Portuguesas na bacia hidrográfica do Douro

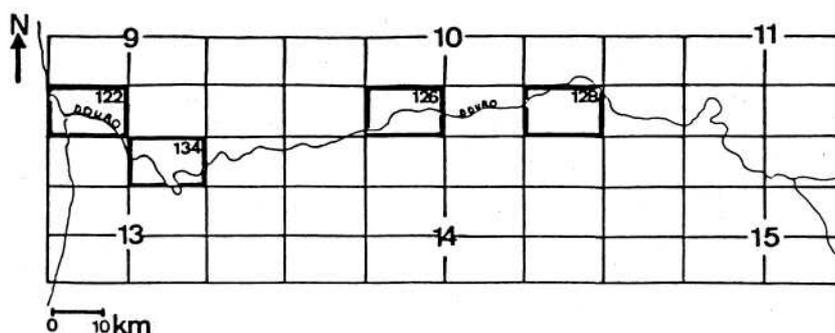


Fig. 5 - Localização das folhas n.º 122,126,128 e 134 da *Carta Militar de Portugal* (1:25000)

Na impossibilidade de obter o conjunto ideal de dados, para o nosso estudo, pareceu-nos ser de alguma utilidade, tentar uma mesma metodologia com duas estações: Paço e S. Bárbara, a montante e a jusante da barragem da Régua, respectivamente (Fig. 6 e Fig. 7). Nestas duas estações, ao cuidado do Instituto do Vinho do Porto, obtivemos registos de temperatura, precipitação, evaporação e insolação, desde 1940 a 1983. Os registos obtidos tinham a particularidade de apresentarem discriminados os valores mensais para cada elemento e, no caso da precipitação e da temperatura, as médias máximas e mínimas.

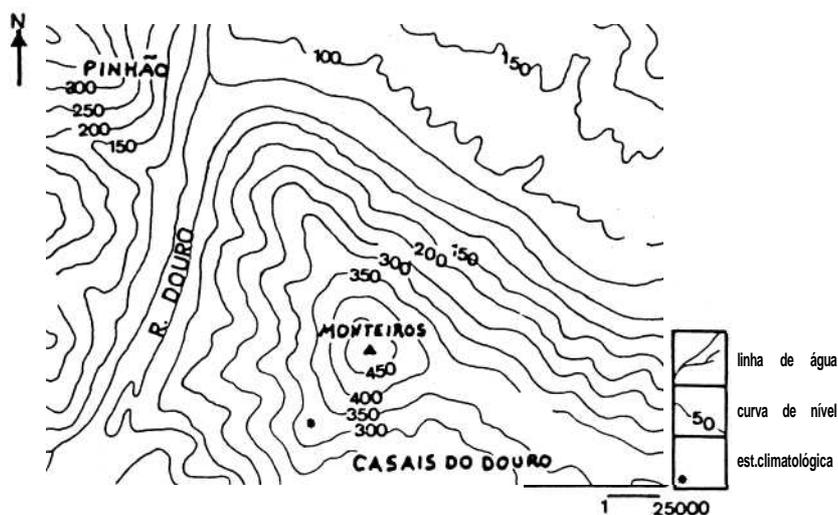


Fig. 6 - Localização de Paço (Casais do Douro - Pinhão) na folha n.º 128 da *Carta Militar de Portugal* (1:25000)

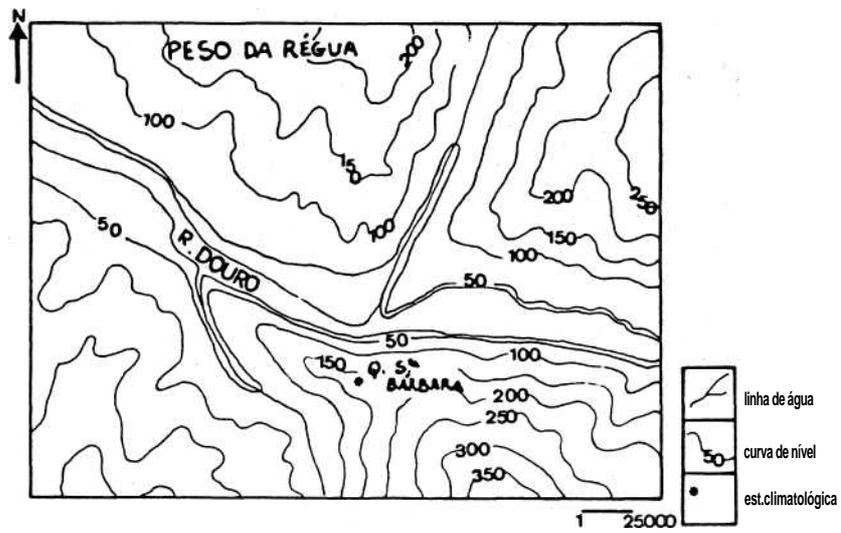


Fig. 7 - Localização de Sta. Bárbara na folha n.º 126 da *Carta Militar de Portugal* (1:25000)

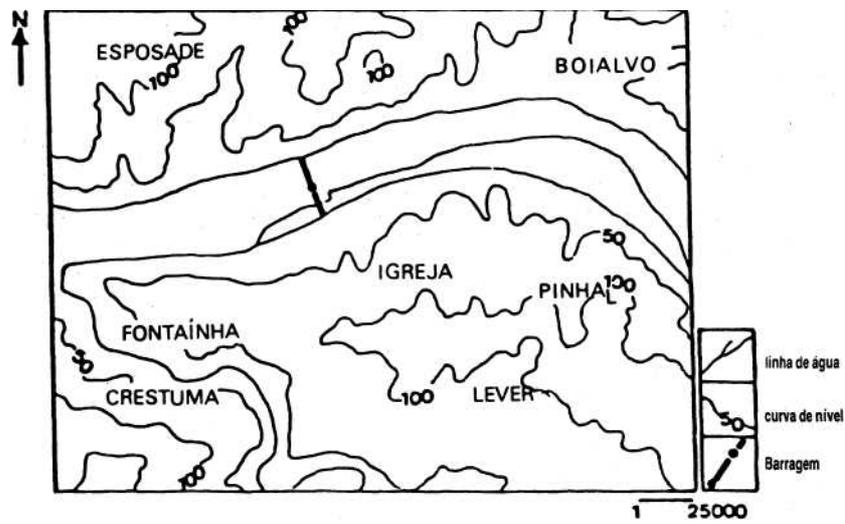
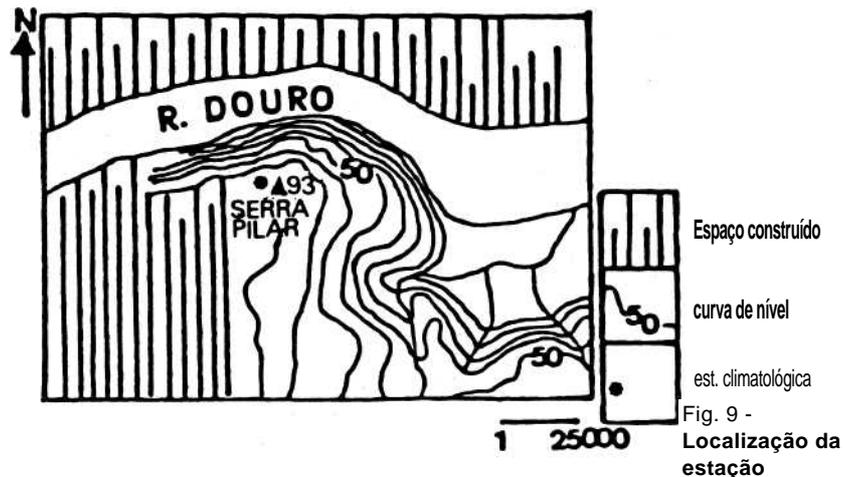


Fig. 8 - Localização de Crestuma-Lever na folha n.º 134 da *Carta Militar de Portugal* (1:25000)



climatológica de Porto-Serra do Pilar na folha n.º 122 da *Carta Militar de Portugal* (1:25000)

Qualquer destas duas estações possuía portanto, um leque diversificado de elementos, um apreciável número de anos de registo, situavam-se na bacia hidrográfica do Douro e eram, das que dispúnhamos, fisicamente mais próximas da nossa área de estudo, as que presenciaram no decurso dos registos o aparecimento de uma barragem - a barragem da Régua, em 1970.

Tentámos encetar uma abordagem/diagnóstico que nos permitisse avaliar o comportamento de alguns elementos do Sistema Climático, antes, durante e depois da entrada em funcionamento da barragem.

Insistimos na análise, conscientes de que apesar dos inúmeros pontos comuns entre Paço, Sta. Bárbara e Crestuma, não poderemos em definitivo, transpor os resultados das primeiras para a última, já que não estamos habilitados para avaliar o peso de cada diferença, no nível de resolução geral do sistema.

2.2- Tipo de dados e preenchimento de anos em falta

Tratámos os valores de temperatura, precipitação e evaporação, e de entre estes, sempre que possível, os valores extremos. Pensamos ser aí, mais provável detectar alterações de comportamento.

Paço e S. Bárbara, apresentam para alguns elementos, lacunas de registo. Os anos em falta não são porém, em grande número, mas o tratamento estatístico que pretendemos não admite interrupções na série. As soluções de preenchimento das observações em falta, são diversas e adaptadas a cada caso. Tendo em vista o tipo de dados, os

objectivos do trabalho e o escasso número de faltas, pensamos não introduzir *ruído* significativo na informação, preenchendo-as com o valor médio.

2.3 - *Porto-Serra do Pilar-estação de referência*

Pelo que ficou dito em 2.1, poderia parecer estranha a necessidade de que sentimos de tratar estatisticamente a estação da Serra do Pilar, mas ela justifica-se se pensarmos que o nosso objectivo neste diagnóstico é duplo:

- entender o comportamento de cada um dos elementos climáticos, mensalmente, durante os 44 anos de registo 1940-1983);
- tentar detectar alterações no comportamento de cada um desses elementos entre 1940-1970 e 1970-1983.

Tratando em simultâneo uma estação, cuja posição dentro da bacia hidrográfica do rio Douro, pouco nos induzirá dos reflexos no clima local gerados pela presença de lagos artificiais (albufeiras), estamos seguros, no caso em que alguns dos elementos climáticos suscitem a ideia de diferença de comportamento, de sermos capazes, por comparação com a estação de referência, afirmar se coincide com uma tendência geral comum a outras estações ou se poderemos questioná-la em função da presença de condições locais novas.

3 - *Metodologia*

3.1 - *Representação dos dados*

Representamos graficamente, num sistema de eixos cartesianos, a variável tempo em abcissas e em ordenadas, respectivamente: temperatura média mínima, temperatura média máxima, precipitação extrema diária máxima, precipitação total e evaporação total, para os doze meses do ano, nas estações de Paço, Sta. Bárbara e Porto-Serra do Pilar.

Para a representação gráfica recorreremos ao auxílio de meios informáticos, com as reconhecidas vantagens e desvantagens. Desvantajoso foi, por exemplo, o facto de ficarmos condicionados a uma dimensão standardizada de eixos; beneficiando, no entanto, de um evidente rigor de traçado e rapidez de execução. Apesar da menor espectacularidade na leitura deste tipo de representação gráfica, pensamos que cumpre os objectivos pretendidos neste trabalho: 1.º - compreender o ritmo de evolução de cada linha poligonal; 2.º - comparar as várias estações (já que optamos por iguais limites máximos de cada eixo para os elementos).

3.2 - *A tendência de cada série cronológica-médias móveis de cinco anos*

A variabilidade de comportamento de cada uma das linhas poligonais representando cada um dos elementos climáticos, impossibilita-nos de encontrar e seleccionar fases distintas ou sequer classificar e ordenar um leque tão vasto de informação. Urge procurar uma relação entre os factos e tentar especificá-la. Não pensamos que seja útil o investigador forçar o mundo a uma estrutura conceptual imaginada, mas supomos de todo o interesse a busca desses padrões teóricos de ordenamento da realidade, desde que precedidos de uma atitude descomprometida, de que a desordem é parcialmente aparente e só por tentativas, conseguiremos, isolar as relações explicadas, das absolutamente aleatórias.

Qualquer das séries cronológicas a cartografar resulta do tratamento de um conjunto complexo de variáveis sistemáticas e aleatórias. O nosso objectivo é fazer sobressair as flutuações efectivas de cada elemento climático, para cada mês, desmascarando a parte aleatória que desconhecemos, e que pensamos poder contribuir para uma aparente desordem óbvia ao nível da vista humana, imprecisa para dominar fenómenos múltiplos em simultâneo.

Para definir a tendência, neste tipo de variáveis, podemos seguir vários métodos:

- método gráfico - ajustamento empírico (manual) dum linha suavizadora das irregularidades da série;
- métodos dos máximos e mínimos - determinação dos pontos mais altos e mais baixos de cada ciclo, no cronograma, unindo-os por segmentos de recta e definindo para cada série o ponto médio entre cada duas, unindo-os obtém-se a linha de tendência;
- métodos das médias escalonadas - subdivisão dos dados na série em escalões, e calculando a média de cada um desses escalões, sendo a tendência a linha que une cada um dos pontos obtidos.

Optamos pelo método das médias móveis, por ser o que se revelou mais eficaz, segundo diversos autores, para eliminar componentes irregulares neste tipo de séries.

Dividimos as séries temporais em escalões de 5 termos, abrangendo cada um destes escalões termos sobrepostos.

Exemplo:

$K = 5$ e $y =$ os termos de cada série
a média móvel é definida por

$$V_{n-2} = \text{-----}$$

3.3 - Variância-medida de dispersão dos valores

A variância - $S^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N}$ A variância - $S^2 = \dots$ é o resultado do som

quadrado dos desvios de todos os valores da série em relação à média, sobre o número dos valores dessa série (N), ou seja, é a média aritmética dos quadrados dos desvios em relação à média (\bar{X}). A variância quantifica, portanto, a dispersão dos valores de uma série em torno do seu valor médio. O desvio padrão (S), reconhecido como uma das mais importantes medidas de dispersão, traduz a forma como os valores de uma variável estatística se distribuem em torno dos valores centrais, distingue-se da variância apenas na dimensão do resultado obtido. Enquanto a dimensão da variância é igual ao quadrado da dimensão da variável em estudo, o desvio padrão tem uma dimensão coincidente com a da variável.

Tentámos avaliar a dispersão dos valores de temperatura média mínima, temperatura média máxima, precipitação extrema diária máxima, precipitação total e evaporação total, para Paço e Sta. Bárbara, na série de registos mensais de 1940 a 1983 e posteriormente na série 1940-1970 e 1971-1983, sendo 1970 sensivelmente a data de entrada em funcionamento da barragem da Régua.

À medida que fomos quantificando a dispersão dos valores de cada série, procuramos o intervalo de confiança (ou fiducial), isto é, os limites de um intervalo susceptível de conter o parâmetro estudado. A ideia de intervalo de confiança elaborada por Neyman, seguindo conceitos do célebre estatístico inglês R. Fisher, tem por objectivo encontrar um desvio padrão desconhecido (o), através do desvio padrão obtido (s), com um grau de confiança escolhido (f). Sabendo s, optando por um dado f, procura-se numa tabela de valores já calculados o correspondente ao número de elementos da nossa série (n), com aquele intervalo de confiança f. Optamos no nosso trabalho por intervalos de confiança de 95% e 99%.

3.4 - Regressão linear - métodos dos mínimos quadrados

Ocorreu-nos a possibilidade de procurar alguma relação funcional que explicasse a distribuição dos valores, e eventualmente verificar se ela se mantém antes e depois da construção da barragem da Régua (1970).

Os elementos climáticos, como qualquer elemento natural, não são passíveis de explicação na totalidade por uma função do tipo $y = f(x)$, mas, se não se comportam de modo inteiramente determinista, eles não são também de forma alguma absolutamente aleatórios. Há limites esperados dentro dos quais é provável que se distribuam as

séries de valores estudadas - temperatura média, mínima e máxima, precipitação extrema diária e total e, evaporação total. Foi nossa intenção ao sabermos da não aleatoriedade de comportamento dos elementos tratados, procurar a fórmula que melhor explicasse a distribuição dos valores.

A percepção de um padrão de comportamento, de uma ordem, a especificação de uma função, coloca-nos na posição invejável de *prever*. A possibilidade de prever (útil ou não), implica antes de mais um esforço de melhor conhecimento do problema. No nosso caso, tendo como esperamos, coeficientes de correlação fracos, não ficamos aptos a esboçar previsões, mas pensamos que a procura da equação da recta que melhor se ajusta à nuvem de pontos da amostra, é mais uma forma de diagnosticar o comportamento dos elementos no lapso de tempo tratado.

A interpolação visual da curva que melhor se adapta é um dos passos a experimentar quando se pretende analisar uma série de dados experimentais. Pode servir para identificar uma tendência, encontrar a curva que permite ler os valores de y para qualquer x e/ou ajustar um modelo estatístico a um conjunto de dados.

Assim:

1.º Representamos os pares de valores num sistema de eixos cartesianos, P1 (x1 y1), P2 (x2 y2),... Pn (xn yn), em que x é a variável ano e y o valor mensal do elemento climático a analisar;

2.º Optamos por tratar para cada elemento climático e para cada estação, os valores de Janeiro, Fevereiro, Julho e Agosto. Seriam, pela análise das média móveis, as épocas do ano em que a susceptibilidade dos elementos poderia ter sofrido modificações com a inclusão de novos elementos no sistema climático e, simultaneamente, contemplam as duas épocas mais contrastadas climaticamente na área de estudo;

3.º Procurámos a recta que minimizasse os desvios dos pontos em relação a ela.

Se D_i = distância do ponto i à recta, a recta melhor ajustada será a que minimiza D_i . A recta $y = ax + b$ será encontrada do seguinte modo:

$$b = \frac{(Sy)(Sx^2) - (Sx)(Sxy)}{N(Sx^2) - (Sx)^2} \quad a = \frac{N(Sxy) - (Sx)(Sy)}{N(Sx^2) - (Sx)^2}$$

Os pontos que satisfazem esta recta minimizadora do quadrado dos desvios, não pertencem necessariamente ao conjunto xy dos valores observados. A recta é tão só a que melhor se ajusta, não sendo de esperar uma total coincidência entre os seus pontos e os directamente observados.

4 - Interpretação dos resultados obtidos

4.1 - Breves considerações sobre o clima da bacia hidrográfica do Douro

O estudo específico da bacia do rio Douro sob o ponto de vista climático, não foi ainda objecto de estudo por parte de qualquer autor. Embora a sua heterogeneidade sob esse aspecto seja realçada em inúmeros trabalhos portugueses e estrangeiros, onde por vias metodológicas diversas e com quadros teóricos distintos, se tentou encontrar uma *regionalização climática* para o território continental Português. De Lautensach (1967) ao recente trabalho de Suzanne Daveau (1980), passando por Amorim Girão e Orlando Ribeiro, inúmeros foram os ensaios de delimitação e classificação das regiões climáticas Portuguesas.

Amorim Girão no *Atlas de Portugal* (1958), reproduz duas perspectivas diferentes de divisão climática do território nacional, a perspectiva de G. Pery (Fig. 10), e a de G. Dalgado (Fig. 11). Enquanto G. Pery, baseando-se fundamentalmente na influência atlântica e no factor latitude, divide o espaço continental português em sete «zo-

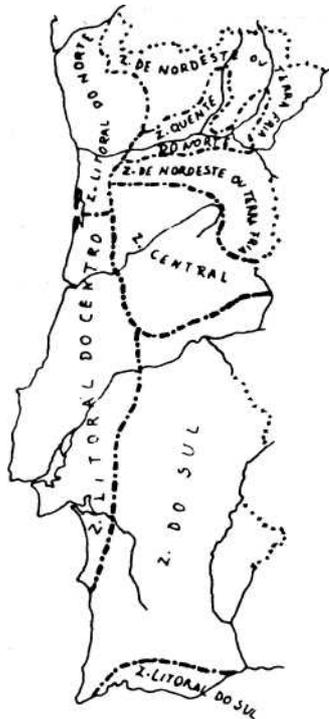


Fig. 10-Zonas Climáticas portuguesas, seg. G. Pery (Girão, 1958)

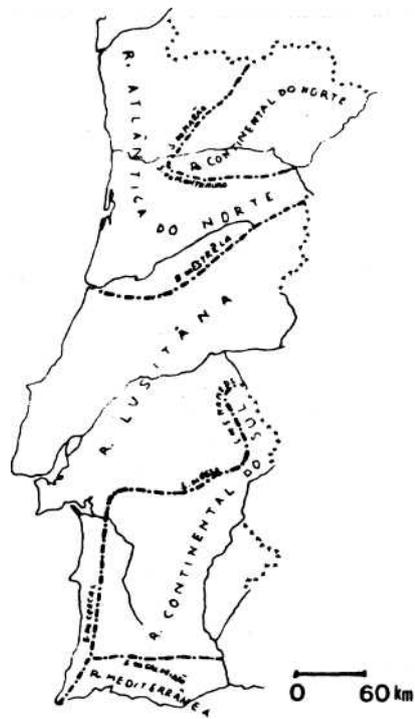


Fig. 11 - Regiões climáticas portuguesas, seg. G. Dalgado (Girão, 1958)

nas», G. Dalgado tendo como critério prioritário a orientação das principais linhas de relevo e a latitude, encontra cinco «regiões».

Ultrapassando a discussão dos conceitos subjacentes à aplicação da terminologia *zona* ou *região* que não cabe neste trabalho relembrar, observemos como a área da bacia hidrográfica do Douro, no seu percurso em território nacional, é apresentada com características climáticas distintas nas duas classificações. A primeira apresenta-a dividida em três grandes zonas: *Litoral do Norte*, *Quente do Norte* e *Terra Fria*; a segunda impõe-lhe apenas uma divisão marcada pela presença das Serras do Marão e de Montemuro. Pela leitura das figuras 10 e 11, constata-se que Pery considera como Dalgado, a importância de barreiras montanhosas, paralelas à linha de costa, como obstáculo principal à penetração dos ventos húmidos de oeste. O primeiro não ignora porém que para leste destas barreiras a diferenciação topográfica cria nesta área do interior Norte características *sui generis* no comportamento dos elementos climáticos.

Orlando Ribeiro em *Portugal* (1955), ao descrever o que designa de «**grandes conjuntos climáticos portugueses**», sugere a inclusão na bacia hidrográfica do rio Douro de três conjuntos distintos:

- a *área mais ocidental*, fazendo parte do Noroeste, marcadamente atlântica, com a temperatura média do mês mais frio inferior a 15° C e a do mês mais quente inferior a 20° C, uma amplitude térmica anual fraca e valores de precipitação sempre elevados, assim como de humidade relativa;

- as *áreas interiores de montanha* (variante do clima do Noroeste), imposta pela altitude e orientação das linhas de relevo, com Verão curto e seco e Inverno rigoroso, abundante em chuvas e neve;

- as *depressões interiores*, com um Verão muito quente, temperaturas médias do mês mais quente superiores a 30° C e um Inverno moderado.

Debruçando-nos com maior cuidado sobre o estudo *Dois Mapas Climáticos de Portugal* (Daveau, 1980), reparamos que ao utilizar os registos disponíveis e alguma informação qualitativa, foi possível à autora com a aplicação de uma metodologia inovadora, obter uma divisão climática de Portugal, original, contemplando efectivamente os contrastes climáticos existentes. Conclui-se neste trabalho que os dois vectores marcantes do arranjo climático português são: a *influência atlântica* e a *diferenciação topográfica*.

O mapa resultante da divisão climática de Portugal em faixas N/S, apresenta uma diferenciação W/E, desde as áreas com clima tipicamente litoral até às propriamente continentais, aparecendo de per-meeo uma série de subgrupos de transição (Fig. 12).

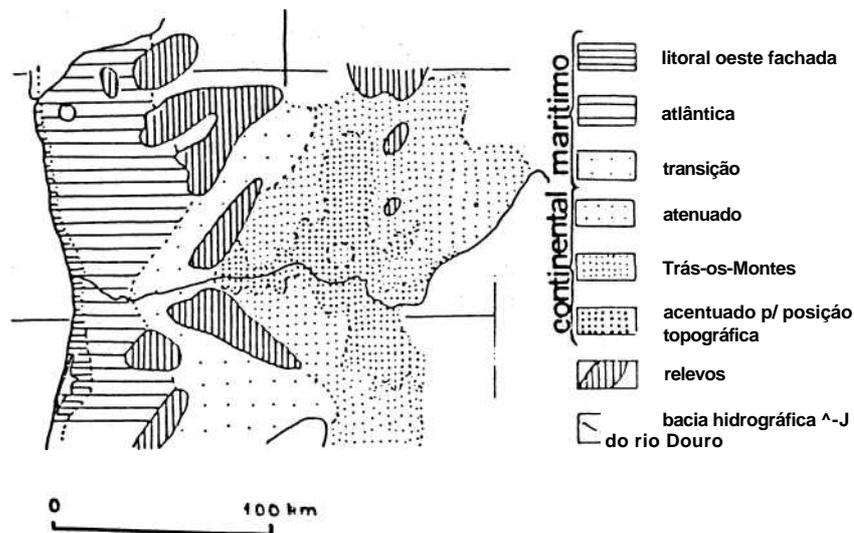


Fig. 12-Esboço provisório das regiões climáticas de Portugal (Daveau, 1980, adaptado)

Sendo a nossa área de estudo - bacia hidrográfica do rio Douro - uma faixa orientada sensivelmente de ENE/WSW, atravessando todo o território português, assistimos ao desfile de quase todos os tipos de clima considerados desde a fronteira até ao litoral. A influência atlântica diversificada no seio de toda a bacia hidrográfica e uma grande diferenciação topográfica, são o principal motivo da presença de uma gama variada de combinações possíveis dos elementos climáticos como atrás se disse.

Constatam-se assim:

- áreas de clima tipicamente litoral com amplitude térmica anual fraca, frequentes nevoeiros de advecção e sem vagas de calor;
- áreas de clima de fachada atlântica, semelhante ao anterior, mas admitindo já alguns dias de calor e outros de frio sensíveis;
- áreas de clima de transição com dias francamente atlânticos e outros absolutamente continentais, numa sucessão imprevisível, na dependência da existência ou não de corredores de penetração para ventos húmidos;
- áreas de clima francamente continental, de fortes contrastes térmicos inter-estacionais e ausência de precipitação, sendo a nebulosidade (de irradiação) ligada geralmente à presença de depressões topográficas e tendo como efeito uma agudização do carácter repulsivo que lhes seria inerente.

A heterogeneidade desta área pode ainda ser objectivamente confirmada, com a consulta do *Atlas Climatológico* (INMG, 1970), para as normais climatológicas de 1931-60, cuja publicação é posterior ao trabalho de Daveau, e a que a autora faz referência no capítulo I «Metodologias - características da informação», (Daveau, 1980). A observação conjunta de cada uma das figuras do *Atlas Climatológico* não introduz, rectificações de monta, aos conjuntos climáticos já delineados. A consulta desta fonte, permite-nos afirmar que a temperatura média anual em toda a área, é mais baixa nas altitudes mais elevadas (10°C a 12.5°C), a temperatura média do mês de Julho diminui do interior para o litoral, enquanto a temperatura média do mês de Janeiro, é mais elevada no fundo dos vales e próximo do litoral; o número de dias com temperatura máxima superior ou igual a 25°C é maior no interior bem como o número de dias com temperatura mínima inferior ou igual a 5°C .

Constatamos que no período abrangido (1931-60), a precipitação total anual, varia de 400 a 1600 mm, sendo os valores mais elevados registados na proximidade das linhas de relevo com orientação paralela à linha de costa. Em Janeiro, a precipitação é maior nas terras altas e no litoral, enquanto em Julho, as diferenças são menos acentuadas, assumindo valores ligeiramente superiores no litoral. O número de dias com precipitação superior ou igual a 1 mm e o número de dias com precipitação superior ou igual a 10 mm é maior no litoral. A humidade do ar é mais elevada no litoral bem como a nebulosidade e o número de dias com nevoeiro, granizo e trovoadas. O número de dias com geada aumenta com a altitude e o afastamento do mar.

O *Sistema Climático* que questionamos, no sentido de entender a forma como respondeu e irá responder à imposição de um cortejo de lagos artificiais de águas paradas (albufeiras) no leito principal e afluentes (Fig. 4), não é de modo algum um sistema climaticamente homogéneo, como atrás se mostrou. Assim, os reajustamentos às intervenções humanas, vão variar em conformidade com o quadro-base presente para cada caso. Crestuma, Paço (Pinhão) e Sta. Bárbara (Régua), ou Serra do Pilar (Porto), pertencem a unidades climaticamente distintas e a intromissão de um elemento novo - a albufeira - vai surtir efeitos certamente diversos, determinados pelo modo como anteriormente se relacionavam os diferentes elementos climáticos.

Se por um lado, temos cada vez mais a noção da dificuldade prática de provar quantitativamente o *impacte da construção de uma barragem no clima local*, sentimo-nos por outro lado motivados a registar o facto e a contribuir com os quadros teóricos e metodológicos da geografia que praticamos, para evitar que o futuro seja uma surpresa.

4.2 - *Leitura dos gráficos obtidos*

As figuras 13 a 27 mostram, para qualquer dos elementos climáticos estudados e para todos os meses, uma grande irregularidade de traçado, facto a que não é alheio o tipo de escala escolhido e as características inerentes a cada um deles. No entanto, as margens de variabilidade são diferentes de elemento climático para elemento climático, e consoante a época do ano.

A ordem da análise que se segue referente às três estações, baseia-se apenas na localização geográfica - do interior para o litoral - já que no capítulo dedicado ao clima na bacia hidrográfica do rio Douro, havíamos constatado que cada uma destas três estações se inseria em conjunturas climáticas diversas.

4.2.1 - *Paço*

a) *Temperatura*

Na figura 13, observa-se a representação gráfica dos valores de temperatura média mínima para os doze meses do ano (valores reais e médias móveis). Considerando as diferenças entre os valores mais elevados e os mais baixos ocorridos nos quarenta e quatro anos, podemos afirmar que o comportamento irregular deste elemento, se atenua de Abril a Setembro, enquanto que nos outros meses do ano a margem de variabilidade para a média mínima é considerável: mais ou menos 8° C.

As temperaturas médias mínimas mais baixas, ocorreram geralmente nos meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro. É de salientar que os valores mais elevados ocorridos em Novembro e Dezembro aconteceram depois de 1970.

Se observarmos as médias móveis referentes a este elemento climático reparamos que depois de 1970, os valores sofrem um ligeiro aumento nos meses de Junho, Agosto e Setembro, apresentando uma grande estabilidade em Abril ao longo de todo o período estudado. Em Janeiro, Fevereiro, Novembro e Dezembro, meses onde as flutuações são consideráveis, não facilita a percepção de qualquer alteração.

Os gráficos representativos do comportamento das temperaturas médias máximas (Fig. 14), apresentam uma grande irregularidade de comportamento, sempre dentro de um intervalo mais alargado do que o anterior. Mesmo nos meses de Novembro, Dezembro e Janeiro - os que ao longo dos quarenta e quatro anos, registaram valores muito próximos de uns anos para os outros - são ligeiramente mais diversificados do que os da temperatura média mínima. Considerando todo o período de análise apenas se constata regularidade de comportamento nos meses de Primavera e Verão.

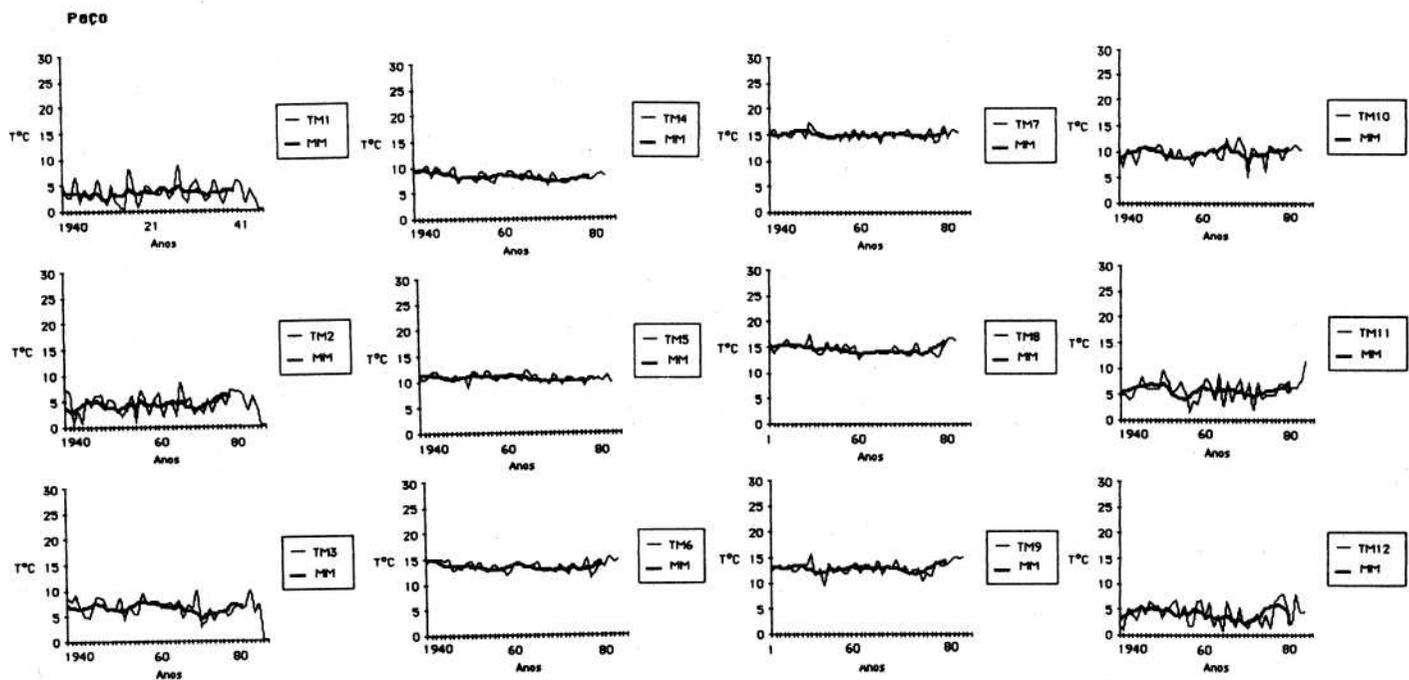
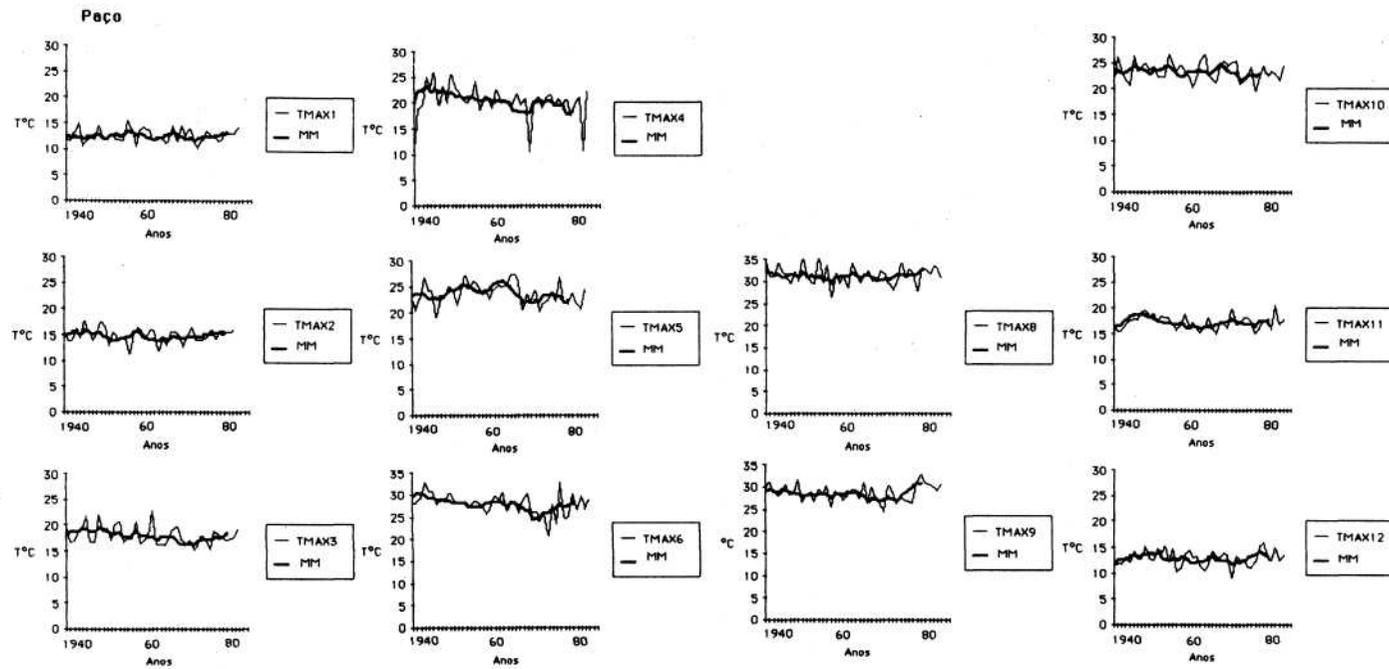


Fig. 13 – Representação gráfica dos valores de temperaturas médias mínimas (TM) e médias móveis de 5 anos (MM) para Paço (I.V.P., 1940-83).



Ana Monteiro

Fig. 14 – Representação gráfica dos valores de temperaturas médias máximas (TM) e médias móveis de 5 anos (MM) para Paço (I.V.P., 1940-83).

Abril e Julho são os meses em que a variabilidade é mais acentuada, rondando os 13° C. Assinale-se que os valores máximos de Setembro, Novembro e Dezembro ocorreram depois de 1970.

Se observarmos a linha poligonal referente às médias móveis (Fig. 14) constata-se uma inflexão no sentido negativo para Fevereiro, Maio e Outubro, e depois de 1970 em Agosto, Setembro e Dezembro.

b) Precipitação

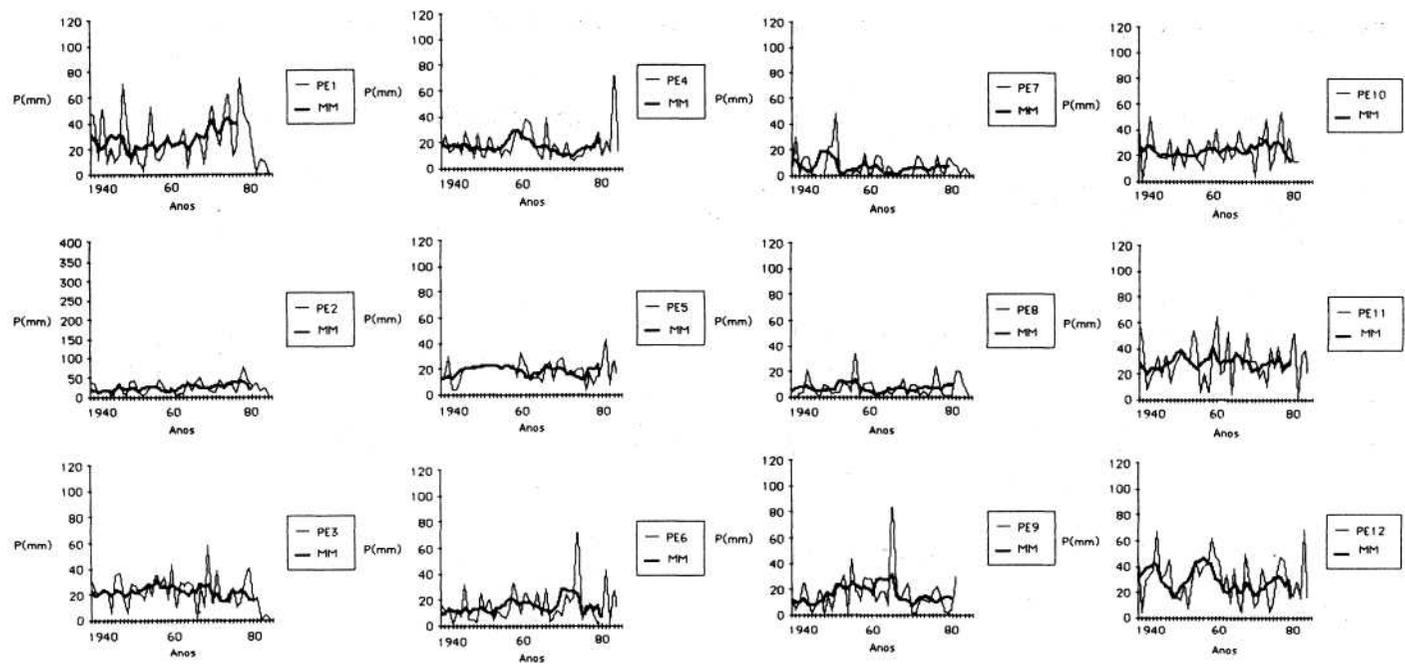
Os gráficos da figura 15, visualizam o comportamento das extremas diárias máximas de precipitação, ocorridas nesta estação para cada um dos meses do ano. Como é inerente a este elemento (controlado pela conjugação de inúmeras condições dinâmicas e térmicas da atmosfera), os valores registados para o mesmo mês, no conjunto de anos analisados são extremamente variáveis. Desde 0 mm num ano até 50-60 mm no ano seguinte, quase todas as hipóteses são possíveis.

As diferenças entre o máximo e o mínimo ocorridos é da ordem dos 17 mm em Julho e dos 74 mm em Janeiro. Evidentemente que são os meses de Maio, Junho, Julho e Agosto aqueles cujos limites de variabilidade são mais próximos, não porque a distribuição seja mais regular, mas porque é a época do ano em que na área, poucas são as condições de formação de qualquer meteoro aquoso e, quando elas existem, são em fraca quantidade. Nos meses de Inverno, já a possibilidade de ocorrência de precipitação pode variar entre 0 e 70 mm para o mesmo mês. Há anos, como se vê na figura 20, em que não ocorreu nenhuma forma de precipitação, e outros em que a precipitação extrema diária máxima foi da ordem dos 70 mm. Os valores mais elevados registados em Janeiro, Outubro, Novembro e Dezembro, ocorreram depois de 1970.

A inclusão nos mesmos gráficos, dos valores das respectivas médias móveis, permite-nos detectar em Janeiro, Setembro e Maio uma ligeira diminuição dos valores registados depois de 1970, enquanto o ritmo de variabilidade permanece idêntico antes e depois de 1970, em Março, Abril e Agosto.

É nos meses de Inverno e Primavera que, em qualquer dos anos, se verificam os maiores quantitativos de precipitação total (Fig. 16), e daí também os que apresentam as maiores irregularidades (uma amplitude que ronda os 300 mm). Os mais baixos totais de precipitação em Novembro, Janeiro e Março ocorreram depois de 1970.

Enquanto os valores das médias móveis de precipitação total de Janeiro, Maio, Setembro e Novembro, apresentam uma tendência decrescente depois de 1970, os valores registados para Fevereiro, Outubro e Dezembro, sugerem um comportamento oposto.



Ana Monteiro

Fig. 15-Representação gráfica dos valores de precipitação extrema diária máxima (PE) e média móvel de 5 anos (MM) para Paço (I.V.P., 1940-83).

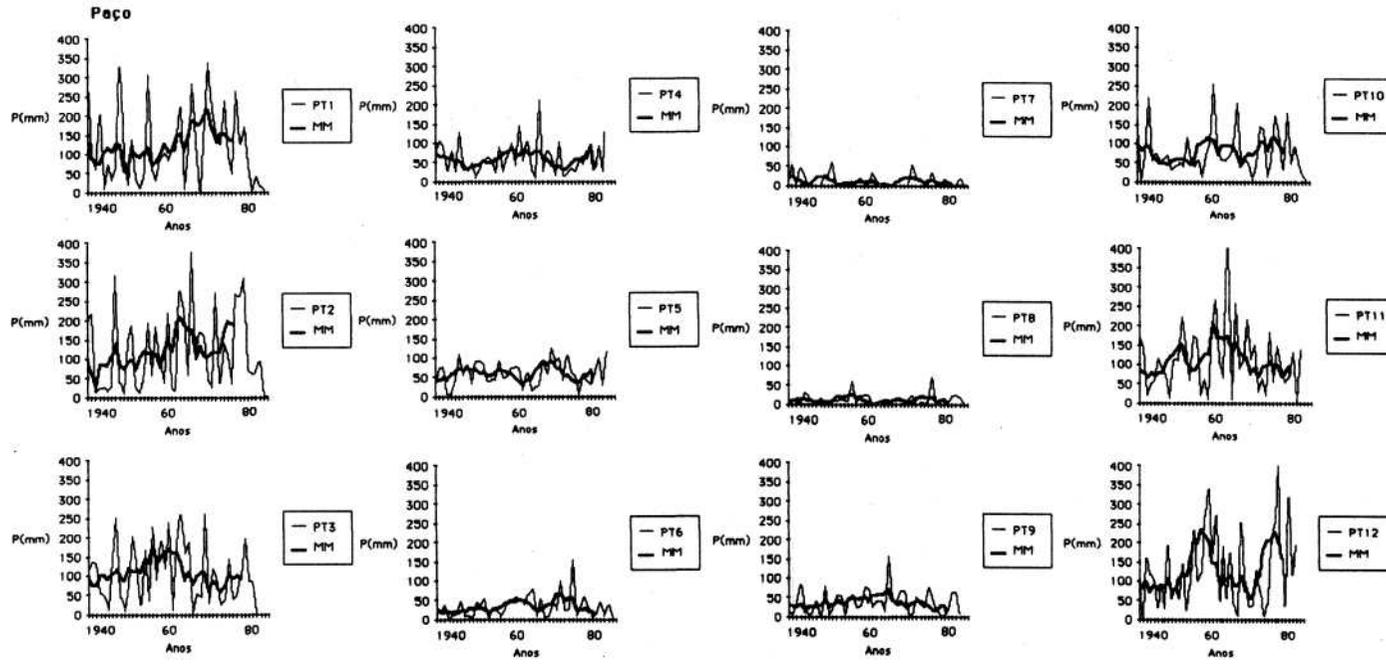


Fig. 16-Representação gráfica dos valores de precipitação total (PT) e média móvel de 5 anos (MM) para Paço (I.V.P., 1940-83).

c) Evaporação total

A leitura dos diagramas rectangulares da figura 17, terá de ser complementada com a ajuda das anteriores. Assim, aperceber-nos-emos como a margem de variabilidade dos valores de evaporação ocorridos é menor em Janeiro, Fevereiro, Novembro e Dezembro (sensivelmente 50 mm) e maior entre Maio e Setembro. O comportamento das curvas de evaporação é semelhante ao que apontamos para as temperaturas médias máxima e mínima.

Se nos fosse visualmente possível sobrepor a imagem dos gráficos até aqui analisados, seria fácil apear-nos de um paralelismo de comportamento entre este elemento e o da temperatura e uma quase simetria com os da precipitação. Considerando apenas a representação gráfica das médias móveis, verificamos que é nos meses de Primavera e Verão que este elemento climático assume maior regularidade de comportamento antes e depois de 1970.

4.2.2 -*Sta. Bárbara*

a) Temperatura

Através da figura 18 podemos ver como na estação de *Sta. Bárbara* os meses com valores mais baixos, que atingem mesmo os 0° C em alguns anos, são Dezembro, Janeiro e Fevereiro. Os valores mais elevados são Julho e Agosto. Julho é também o mês em que a diferença de valores registados nos quarenta e quatro anos em análise foi mais alargada. O valor mais elevado ocorrido no mês de Julho verificou-se em 1973 (23.7° C). Novembro e Dezembro, assistiram à ocorrência do valor mais elevado de temperatura média mínima, também depois de 1970.

Ao longo dos quarenta e quatro anos de análise não se vislumbra qualquer tendência, já que, quer os valores reais quer as respectivas médias móveis apresentam uma grande irregularidade de traçado. Se observarmos apenas o comportamento deste elemento em Fevereiro, Julho, Setembro e Outubro constatamos que há de facto uma ligeira inflexão positiva da curva no período 1970-83. As flutuações são no entanto, tão suaves que não é possível distinguir blocos temporais em que este elemento, tenha assumido comportamento distinto.

A observação conjunta dos diagramas presentes na figura 19 testemunha o comportamento irregular dos valores de temperatura média máxima, neste lapso de tempo. Diferenças superiores a 10° C, entre os valores registados para Julho, Agosto, Setembro e Novembro, e sempre superiores a 6° C para os restantes meses do ano, denunciam a difícil percepção de qualquer linha tendencial de comportamento deste elemento climático.

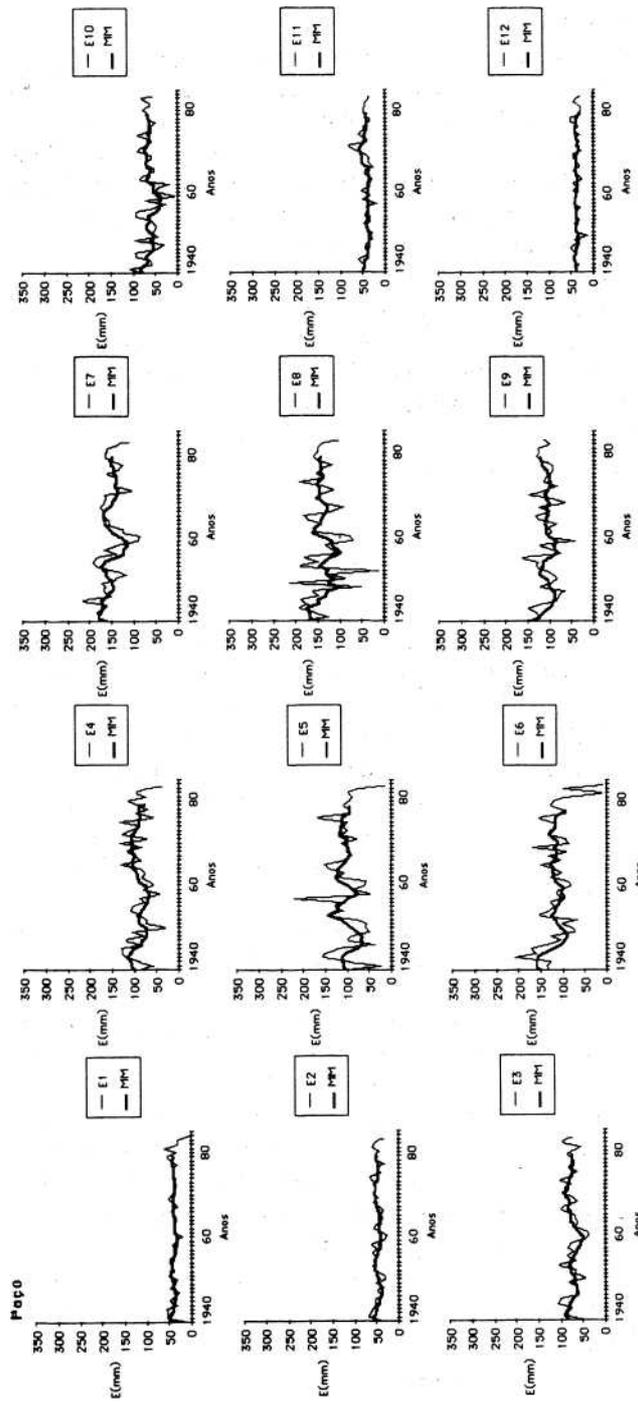
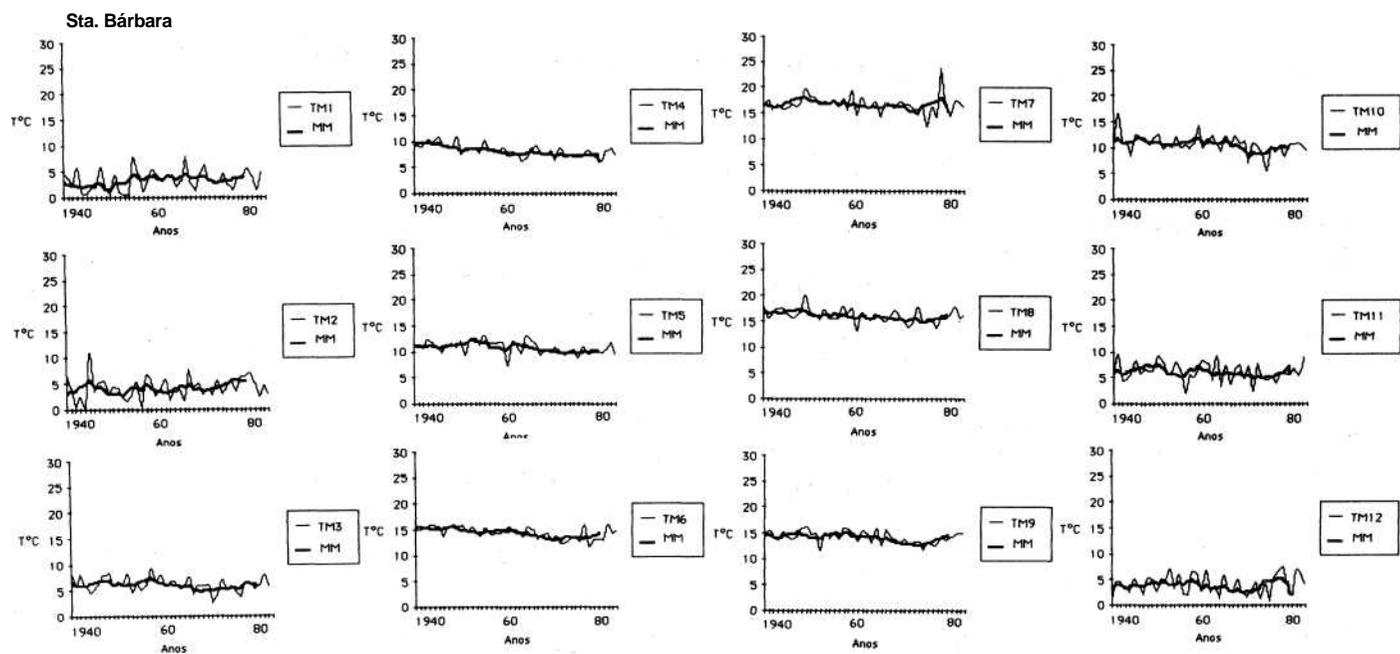


Fig. 17 – Representação gráfica dos valores de evaporação total (E) e média móvel de 5 anos (MM) para Paço (I.V.P., 1940-83).



Ana Monteiro

Fig. 18- Representação gráfica dos valores de temperaturas médias mínimas (TM) e médias móveis de 5 anos (MM) para Sta Bárbara (I.V.P., 1940-83).

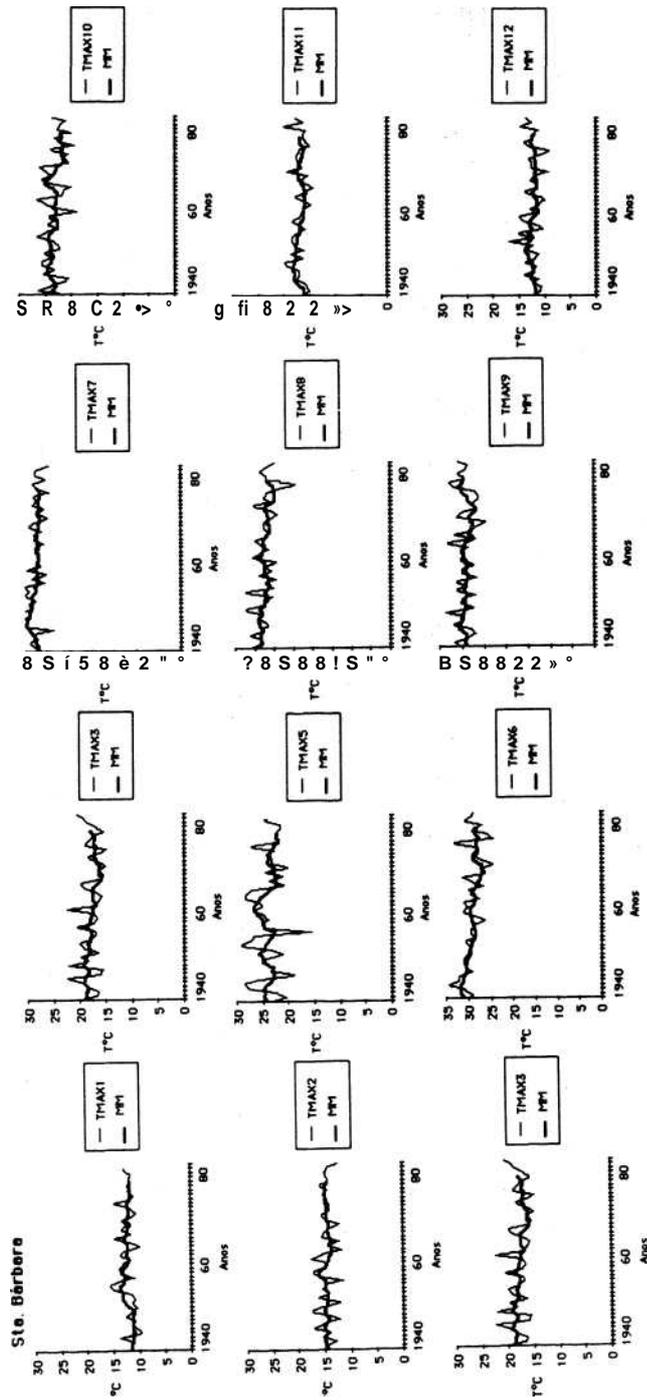


Fig. 19 – Representação gráfica dos valores de temperaturas médias máximas (TMAX) e médias móveis de 5 anos (MM) para Sta. Bárbara (I.V.P., 1940-83).

A temperatura média máxima em Junho, Julho e Agosto parece ter vindo a sofrer um decréscimo ao longo de todo o período de análise (o que se nota especialmente na representação gráfica referente às médias móveis). Dividindo o período de análise em 1940-69 e 1970-83, repara-se que neste último bloco temporal e nos meses de Maio, Junho, Agosto e Outubro, observamos uma tendência para um ligeiro aumento (quando, recorde-se, o comportamento global era exactamente oposto), enquanto no mês de Setembro a diminuição é acelerada depois de 1970. As flutuações são no entanto, tão suaves e a um ritmo tão irregular, que não permitem definir períodos de comportamento claramente distintos.

b) Precipitação

A leitura da figura 20, mostra-nos que nesta estação os valores ocorridos de precipitação extrema diária máxima são muito variáveis de ano para ano, mas mais no Inverno do que no Verão. O mês de maior amplitude de variação dos valores extremos ocorridos num dia, é sem dúvida Março (Fig. 20), sendo aqui a diferença entre os limites máximo e mínimo, de 170 mm. Junho, Julho e Agosto são os meses em que ao longo dos 44 anos, os registos assumiram os valores mais baixos e próximos entre si.

A precipitação total é mais elevada de Novembro a Fevereiro, (Fig. 21), apesar de em alguns anos, mesmo nestes meses não ter ocorrido qualquer tipo de meteoro aquoso, donde a impressão visual de grande irregularidade nos gráficos correspondentes. Julho e Agosto são os meses em que, à excepção de dois ou três anos, os valores de precipitação total são pouco significativos.

Não é perceptível qualquer mudança no comportamento deste elemento climático, antes e depois de 1970, embora a representação das médias móveis nos sugira a partir de 1970, um ligeiro aumento nos meses de Inverno, dos valores extremos diários e, uma diminuição dos totais mensais na mesma época do ano.

c) Evaporação total

Junho, Julho e Agosto são os meses em que a evaporação assume os valores mais elevados nesta estação (Fig. 22) e Novembro e Dezembro aqueles em que a evaporação total registada foi para todos os anos estudados, simultaneamente mais baixa e teve uma distribuição mais homogénea. Os únicos valores que se destacam do conjunto, em Dezembro, ocorreram depois de 1970.

A representação gráfica das médias móveis indica depois de 1970 um aumento em Maio, Junho, Julho e Agosto, enquanto sugere uma diminuição em Janeiro, Outubro e Novembro, Fica-se portanto com a

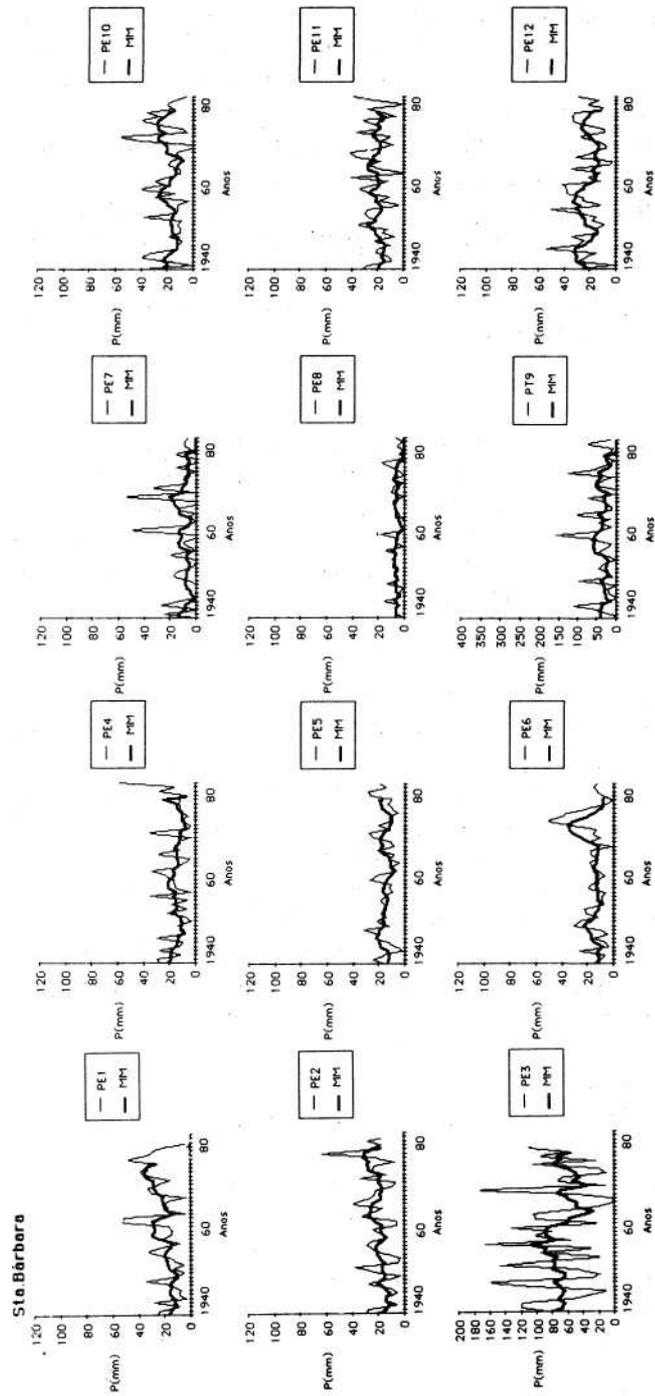


Fig. 20 – Representação gráfica dos valores de precipitação extrema diária máxima (PE) e média móvel de 5 anos (MM) para Sta. Bárbara (I.V.P., 1940-83).

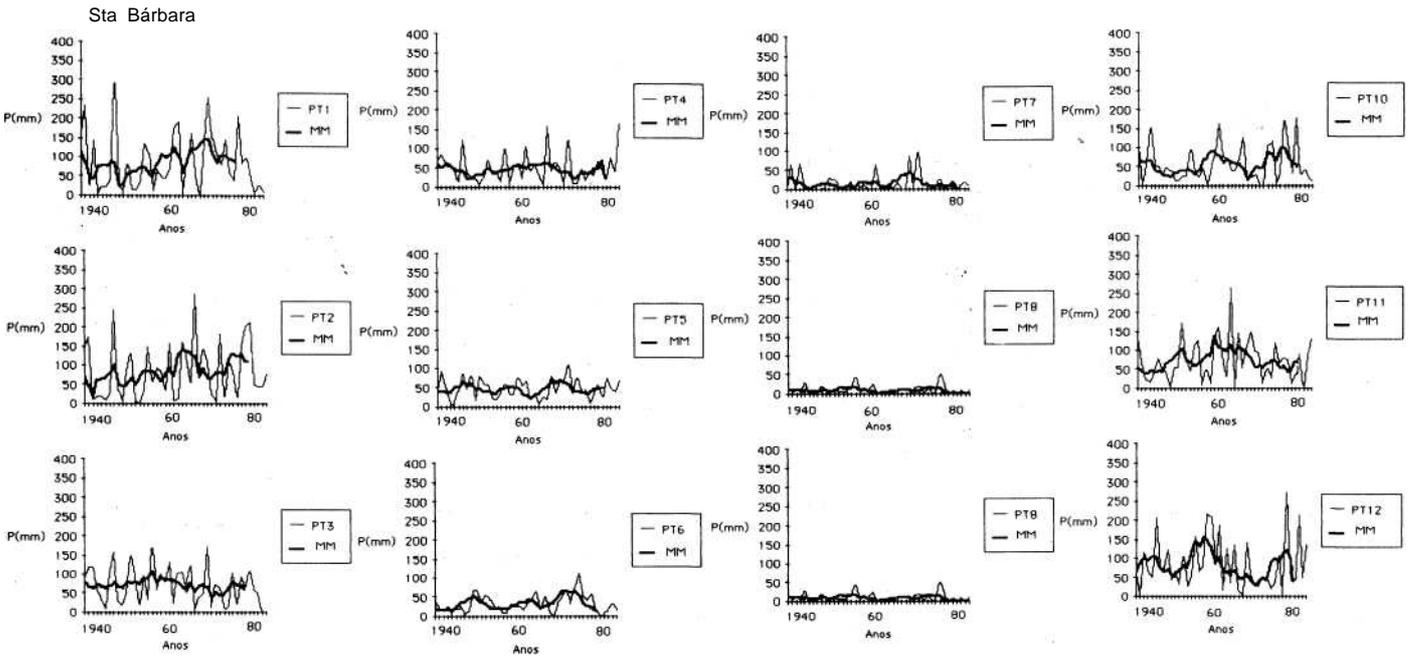


Fig. 21 - Representação gráfica dos valores de precipitação total (PT) e média móvel de 5 anos (M M) para Sta. Bárbara (I.V.P., 1940-83).

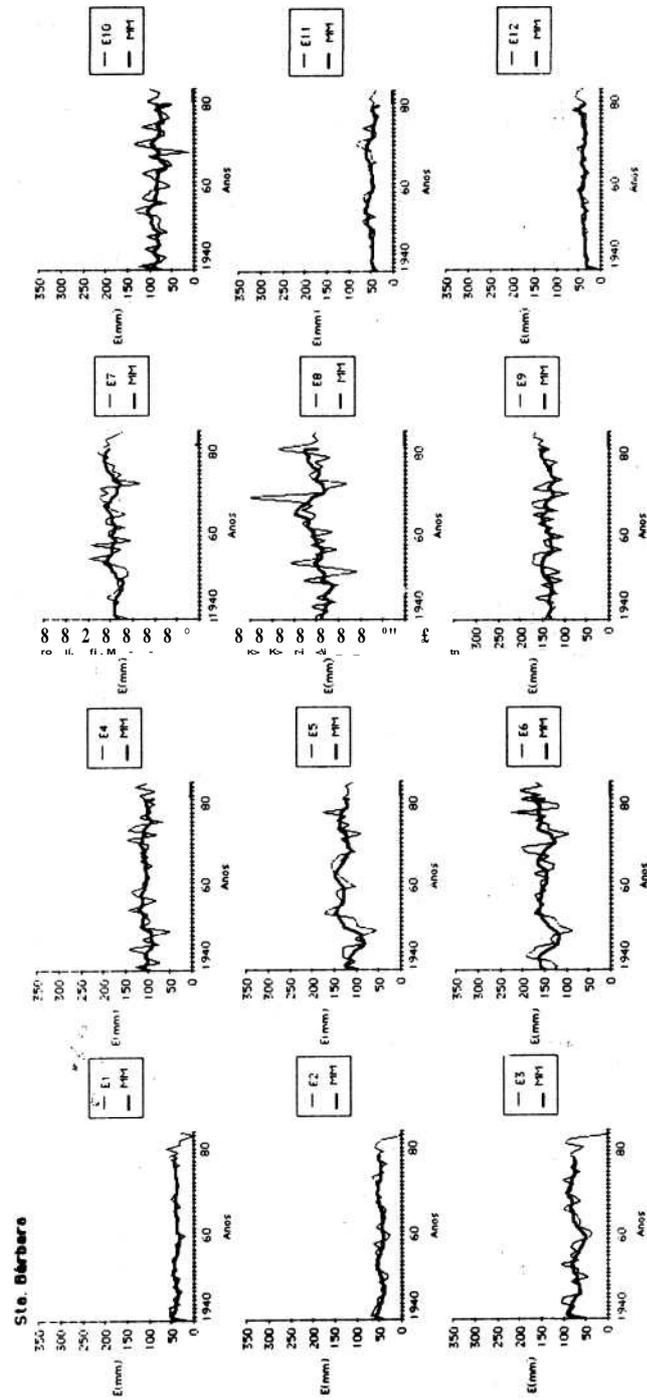


Fig. 22 – Representação gráfica dos valores de evaporação total (E) e média móvel de 5 anos (MM) para Sta. Bárbara (I.V.P.)

impressão de que, depois de 1970, a diferença entre Verão e Inverno se acentuou. Repare-se que os limites máximos e mínimos de evaporação nesta estação, são sempre superiores aos de Paço, qualquer que seja a época do ano.

4.2.3 - Porto - Serra do Pilar

a) Temperatura

Os registos das médias de temperatura mínima, ao longo dos meses do ano, na estação da Serra do Pilar (Fig. 23), são mais irregulares de Novembro a Fevereiro do que de Maio a Agosto. Em qualquer dos casos, os valores mais baixos de qualquer dos meses do anos são superiores aos das estações anteriormente estudadas. Enquanto que os registos mais elevados estão na época de Verão, abaixo dos ocorridos em Paço e Sta. Bárbara, os de Inverno estão acima dos registados nas anteriores estações, o que traduz desde já, a influência da acção amenizadora do oceano.

A leitura dos valores das médias móveis para este elemento climático, revela uma ligeira tendência decrescente ao longo de todo o período em análise (1900-1983), durante os meses de Verão, e uma grande irregularidade de comportamento nos restantes meses do ano.

As temperaturas médias máximas (Fig. 24), não são tão elevadas como nas estações de Paço e Sta. Bárbara. Assumem valores mais elevados nos meses de Verão, mas o seu comportamento ao longo dos oitenta e quatro anos é menos irregular (sensivelmente $T C$ de diferença entre o limite máximo e mínimo). As flutuações suaves da temperatura média mínima e média máxima tornam impossível detectar mesmo no caso das médias móveis, qualquer alteração no comportamento ao longo do período estudado.

b) Precipitação

As extremas diárias máximas de precipitação são elevadas, qualquer que seja o mês do ano que observemos (Fig. 25). Julho e Agosto, são os meses em que ocorreram os valores mais baixos. Apesar de em alguns anos não ter sido registada qualquer precipitação durante os meses de Julho e Agosto, anos houve em que num só dia ocorreram mais de 50 mm. Os valores mais elevados de precipitação em 24 horas, aconteceram em Outubro e Novembro (mais ou menos 100 mm), mas Setembro e Dezembro registaram máximos diários de 80 mm, com alguma frequência.

A precipitação total (Fig. 26), é também caracterizadora do posicionamento geográfico *sui generis* desta estação. Apenas Julho e Agosto registaram valores de precipitação baixos, desprezíveis mesmo,

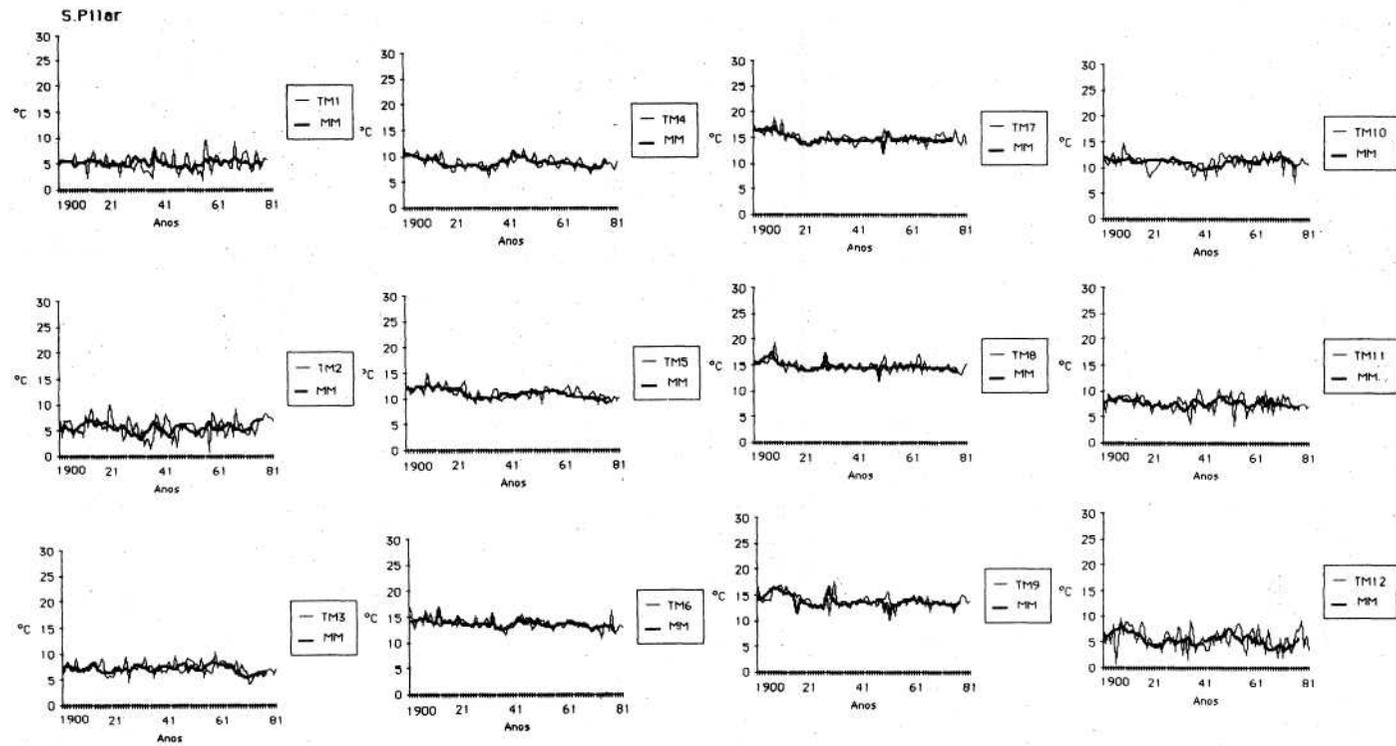
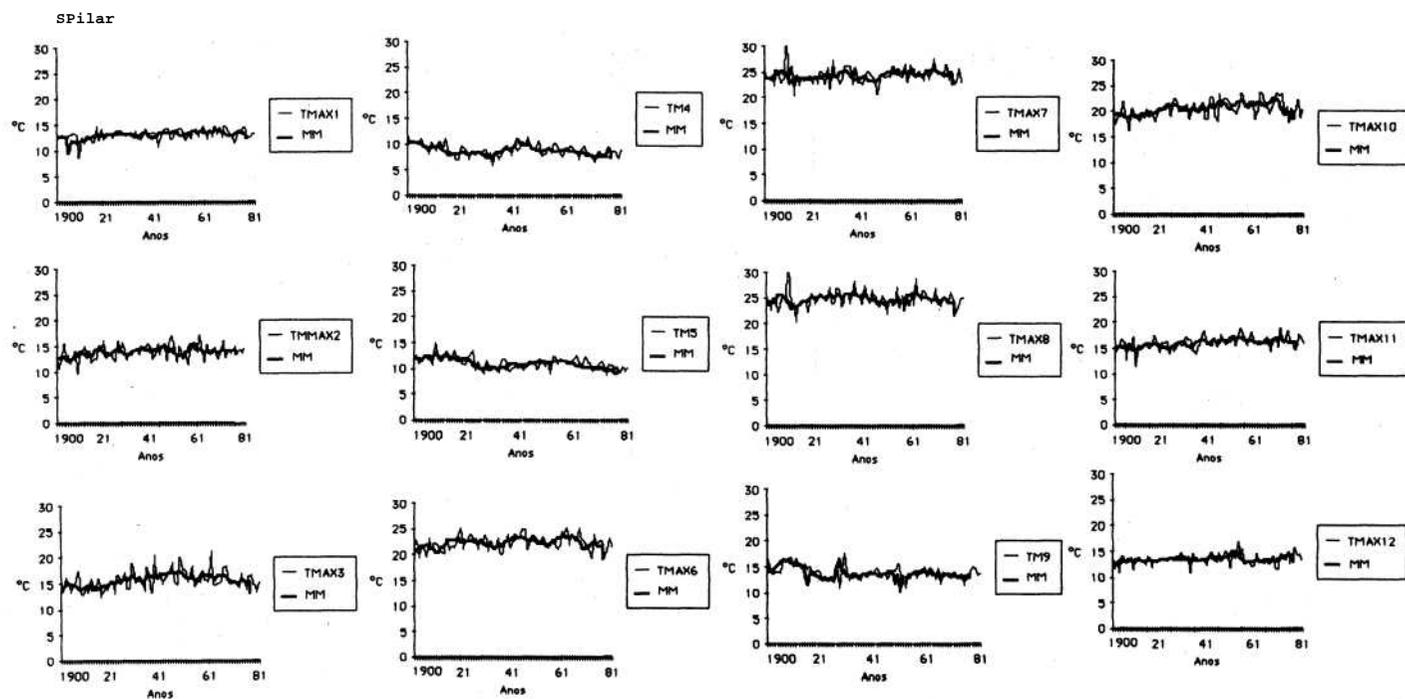


Fig. 23 - Representação gráfica dos valores de temperaturas médias mínimas (TM) e média móvel de 5 anos (MM) para Porto--Serra do Pilar (I.G.U.P., 1888-1985).



Ana Monteiro

Fig. 24 - Representação gráfica dos valores de temperaturas médias máximas (TM) e médias móveis de 5 anos (MM) para Porto--Serra do Pilar (I.G.U.P., 1888-1985).

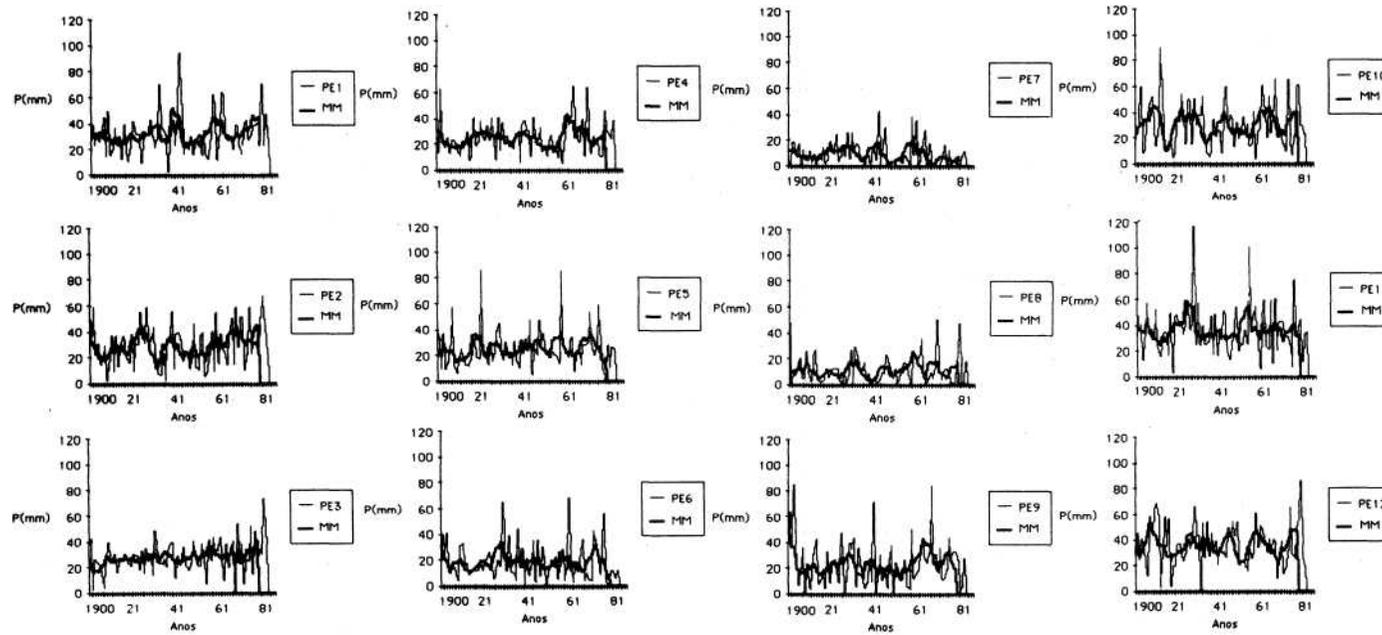
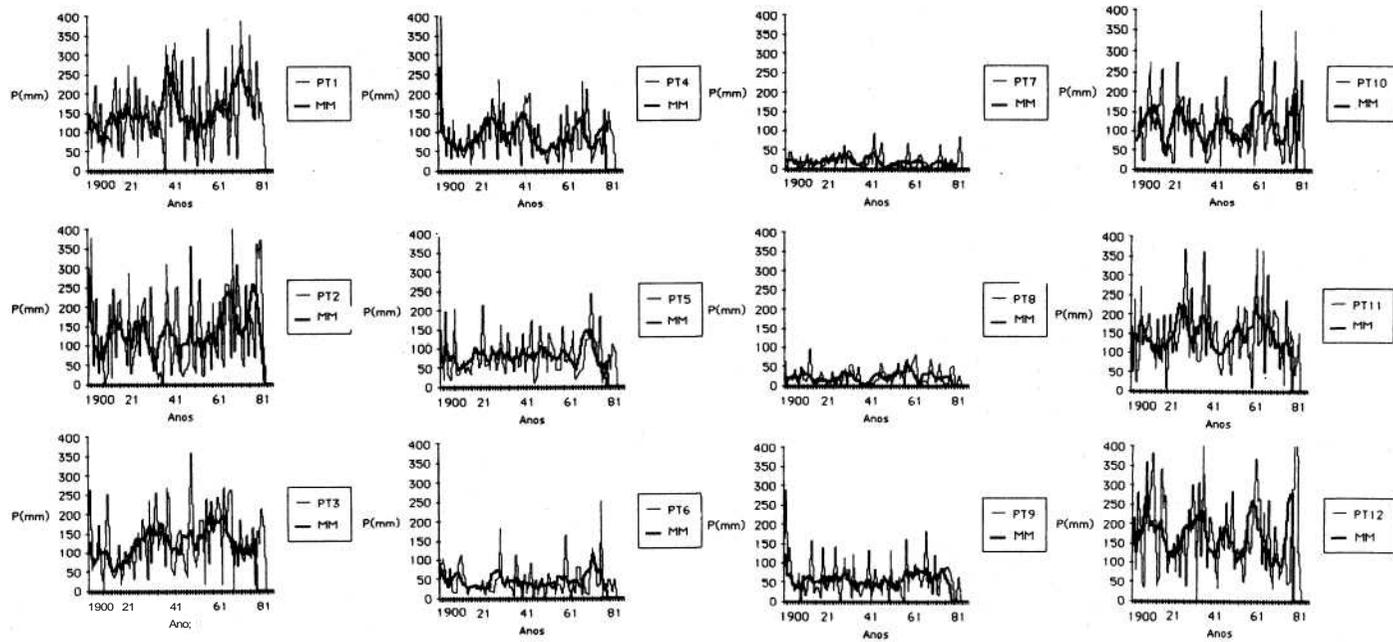


Fig. 25- Representação gráfica dos valores de precipitação extrema diária máxima (PE) e média móvel de 5 anos (MM) para Porto-Serra do Pilar (I.G.U.P., 1888-1985).

S.Pilar



Ana Monteiro

S Pilar

Fig. 26-Representação gráfica dos valores de precipitação total (PT) e média móvel de 5 anos (MM) para Porto-Serra do Pilar (I.G.U.P., 1888-1985).

quando comparados com os restantes meses. As diferenças entre os máximos e mínimos registados para cada mês do ano, são por demais elucidativos da grande variabilidade deste elemento nesta estação.

c) Evaporação total

A conjugação do comportamento da temperatura, água disponível para evaporar e a capacidade de renovação do ar, entre outros factores fazem com que este elemento seja sem dúvida o que denota um comportamento mais surpreendente (Fig. 27).

A evaporação total diminui em todos os meses do ano nesta estação desde 1900 até 1985. Mais elevada no Verão do que no Inverno, assumindo em qualquer época no ano, valores superiores aos das estações anteriormente estudados, a descida é facilmente visível nos gráficos da figura 27.

As duas outras estações (Fig. 17 e 22), não indiciam qualquer tendência para uma diminuição geral da evaporação, na área, pelo que somos levados a pensar que a presença de um importante microclima urbano e/ou de um tecido industrial denso, em torno desta estação, estarão na causa deste comportamento sugestivo de um debruçar mais atento e minucioso de investigação.

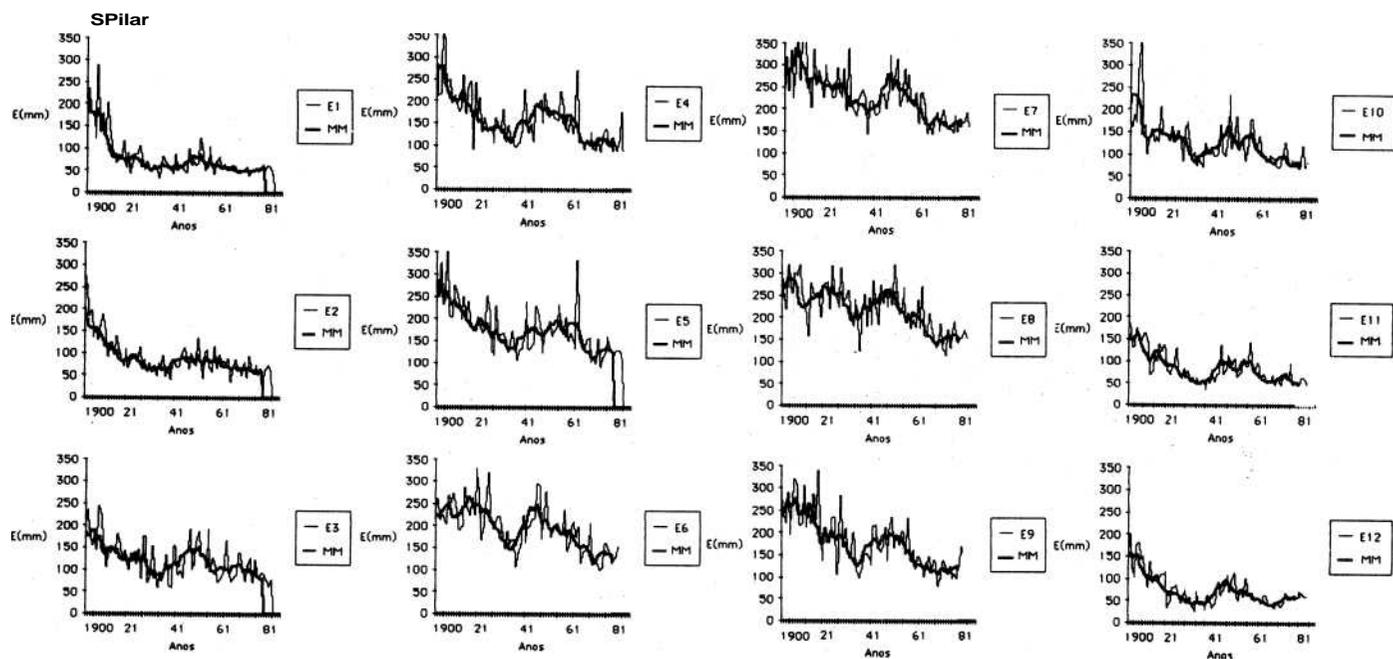
A elaboração das rectas de regressão levou-nos a concluir que não é em caso algum possível afirmar uma inversão da tendência, nos dois blocos temporais definidos (1940-70 e 1970-83), nem de qualquer destes, com todo o período. Há em alguns elementos, para as três estações, uma amenização da inclinação da recta, do primeiro para o segundo período, o que pensamos ser em grande parte justificável pela diminuição da dimensão da amostra.

Partindo do pressuposto que qualquer das amostras possui um limite máximo e mínimo, dentro dos quais esperamos que se incluam todos os valores possíveis, avançamos a ideia de:

1.º se a recta de ajustamento é inclinada positivamente, há uma maior probabilidade de os valores registados assumirem números próximos do limite máximo, e são menores as possibilidades de se aproximarem do limite mínimo;

3.º se a recta de ajustamento é inclinada negativamente, há um maior número de valores a assumirem valor próximo do limite mínimo do que do limite máximo.

Para a execução da figura 28, dividimos os registos dos elementos climáticos em três blocos de amostragem diferentes, todo o período, o período antes da construção da barragem e, posterior à construção da barragem da Régua (1970). Para cada elemento climático fizemos a leitura do gráfico de Janeiro, Fevereiro, Julho e Agosto.



Ana Monteiro

Fig. 27 - Representação gráfica dos valores de evaporação total (E) e média móvel de 5 anos (MM) para Porto-Serra do Pilar (I.G.U.P., 1888-1985).

Fig. 28 - Impressão visual das representações gráficas das rectas de regressão

		T. M. MLI				T. M. MA				P. TOT.				P. E. MA				EVAP.				
		J	F	J	A	J	F	J	A	J	F	J	A	J	F	J	A	J	F	J	A	
S. BÁRBARA	TODO O PERÍODO	●	○	■	■	○	○	○	■	■	■	■	●	●	■	■	●	●	●	●	●	●
	1940-1970	●	○	■	■	○	○	○	■	■	■	■	●	●	■	■	●	●	●	●	●	●
	1970-1983	●	○	■	■	○	○	○	■	■	■	■	●	●	■	■	■	■	■	■	■	■
PAÇO	TODO O PERÍODO	●	●	■	■	○	○	○	■	○	○	■	●	○	■	■	■	○	○	○	○	○
	1940-1970	●	●	■	■	○	○	○	■	○	○	■	●	○	■	■	■	■	○	○	○	○
	1970-1983	■	■	■	■	○	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	○	○	○	○
S. PILAR	TODO O PERÍODO	●	■	○	○	●	●	●	●	■	○	■	■	●	○	■	○	○	○	○	○	○
	1888-1970	■	■	○	○	●	●	●	●	■	○	■	■	●	○	■	○	○	○	○	○	○
	1970-1985	■	■	○	○	●	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	○	○	○	○	○

- tendência crescente
- tendência decrescente
- tendência estável

para Paço, Sta. Bárbara e Porto-Serra do Pilar

Vejamos o que se observa para cada estação estudada:

a) Paço

A temperatura média mínima no período de 1940-1983 e 1940-1970 apresenta tendência crescente para os meses de Inverno, e grande irregularidade de comportamento nos meses de Verão, enquanto que no período de 1970-1983, não se visualiza qualquer tendência.

Os valores de temperatura média máxima, ou não apresentam qualquer tendência (ex.: Janeiro), ou uma ligeira inclinação negativa nas três amostras tratadas.

Os registos das precipitações total e extrema diária máxima apresentam uma tendência para valores próximos dos limites máximos em Janeiro, e dos limites mínimos em Julho, se considerarmos todo o período ou os anos antes de 1970.

Os valores de evaporação total não apresentam qualquer tendência para os meses de Inverno e uma ligeira inclinação decrescente nos meses de Verão.

b) Sta. Bárbara

Os valores de temperatura média mínima de Janeiro indiciam-nos tendência crescente em qualquer dos blocos temporais constantes, enquanto em Julho a tendência é decrescente para todos os casos.

O registo dos valores de temperatura média máxima não apresentam qualquer tendência nas amostras analisadas para Janeiro, evidenciando em Fevereiro, Julho e Agosto, uma maior frequência de valores próximos do limite mínimo.

Os valores de precipitação total assumem indiferenciadamente quaisquer valores dentro dos limites considerados.

Os valores de precipitação extrema diária máxima proporcionam-nos uma imagem linear com sentido positivo nos meses de Inverno e grande irregularidade no Verão.

A recta de ajustamento para a evaporação total é de sinal positivo de 1940 a 1983 e de 1940 a 1970, com uma suavização dessa inclinação no terceiro bloco temporal em análise.

c) Porto - Serra do Pilar

A temperatura média mínima não apresenta qualquer tendência nos meses de Inverno e uma inclinação negativa nos meses de Verão.

Os valores de temperatura média mínima têm vindo a aproximar-se dos limites máximos e em ambas as épocas do ano, se considerarmos todo o período ou o de 1900-1970, não apresentando no período 1970-1983 qualquer tendência.

As precipitações total e extrema diária máxima apresentam ligeira inclinação crescente ou mesmo nenhuma tendência nos meses de Inverno, e inclinação decrescente ou imperceptível nos meses de Verão.

A evaporação total em qualquer período e em qualquer época do ano evidencia uma tendência decrescente nítida.

IV - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sabendo a multiplicidade de fluxos de entrada e saída de energia, e, os infinitos processos que no seio do *sistema climático* se desenrolam, acrescido do conhecimento da grande capacidade de criar mecanismos próprios de resposta-defesa contra a sua destruição, não constitui surpresa, nem desalento, o facto de não podermos concluir algo de novo e contundentemente conclusivo sobre *a influência de uma barragem no clima local* e, daí generalizar para os processos que de momento se poderão estar a desenrolar na nossa área de estudo - a área envolvente da barragem de Crestuma - motivando quem de direito a intervir correctamente.

Não foi nem é também esta a atitude que assumimos desde início. O nosso objectivo era provar através, de um exemplo, que é possí-

vel dominar e *criar* (no verdadeiro sentido da palavra), um espaço agradável e útil, onde a nossa qualidade de seres humanos seja mantida e integrada equilibradamente.

O domínio e a criatividade são dois atributos complementares, que separados podem conduzir a resultados absolutamente contrários. Se é indiscutível a criatividade do homem quando lhe surgiu a necessidade de obter energia através da força da água, essa capacidade criadora começa a ser questionável, quando não for acompanhada (como aconteceu em quase todos os empreendimentos hidroeléctricos portugueses), por uma tentativa de domínio do meio e percepção das potenciais respostas dos sistema *Homem-Meio Ambiente*.

Ao longo deste relatório, fomos tentando ultrapassar os sucessivos problemas que se nos colocaram, como quando, por exemplo:

— constatámos a inexistência de dados climatológicos na área de construção da barragem de Crestuma-Lever;

— optámos pela elaboração da abordagem-diagnóstico para a barragem da Régua, condicionada por um posicionamento geográfico gerador de combinações climáticas diferentes, mas com a vantagem de possuir um período de registos dos elementos climáticos, passível de permitir uma análise antes e depois da entrada em funcionamento da barragem (1970);

— sentimos necessidade de escolher uma estação de referência que nos facilitasse a separação entre comportamentos tendenciais dos elementos climáticos gerais e específicos.

Tal como esperávamos, não foi tarefa fácil encontrar um comportamento padronizado nas estações de Paço (Pinhão) e Sta. Bárbara (Régua), comparável com a estação de referência de Porto-Serra do Pilar, que nos permitisse detectar as adaptações do complexo sistema climático, à presença e entrada em funcionamento da barragem da Régua. Paço e Sta. Bárbara, de facto, por si só, não nos permitem afirmar o que quer que seja, sobre os efeitos no microclima gerados pela presença de uma barragem num espaço circunvizinho. A dimensão da amostra após a entrada em funcionamento da barragem, (13 anos), as características microclimáticas muito próprias, ou uma distância que é maior do que a velocidade da propagação dos efeitos provocados pela albufeira, podem ser algumas das justificações para que os dados não patenteiem as alterações esperadas.

Continuamos a acreditar que o Douro, neste troço do seu percurso, em que a circulação dos ventos e a exposição aos raios solares cria um conjunto de tonalidades climáticas diversas, vai ver provavelmente todas estas condições alteradas num prazo mais ou menos dilatado. Não duvidamos que o incremento (indiciado na figura 28) na evaporação irá ser decisivo para um consumo de energia extra, uma maior quantidade de vapor de água no ar, impedindo a penetração

dos raios solares, criando balanços energéticos diferentes, e desencadeando finalmente um processo de fuga à entropia, que não conseguimos até este momento quantificar.

O trabalho começa agora, connosco ou com qualquer outro investigador, porque diagnosticada a conjuntura climática nesta área, somos impelidos a prosseguir na busca de resultados comparativos de outras estações, que elucidem o modo, velocidade e rumo das modificações introduzidas em que teoricamente acreditamos.

Não ficou de igual modo provado, por omissão de investigação, que a área envolvente do vale do rio Douro, tem sido vítima de atropelos, nomeadamente nas suas características climáticas, donde todos os caminhos apontem para o prosseguimento de análises específicas noutras estações existentes e/ou localizadas por nós, visando entender o complexo sistema climático a esta escala de análise.

Os projectos de regularização e aproveitamento energético das águas do rio Douro e afluentes, como Crestuma-Lever, não têm vindo a afectar exclusivamente as condições climáticas que adicionadas à topografia, geologia e natureza dos solos, conferem a esta área uma diversidade com honras de grande peso na economia nacional.

Inúmeras são as questões passíveis de ser levantadas e de urgente resolução, que se nos colocam:

— Como impedir que a intromissão no regime natural deste rio, não se faça sentir, por exemplo, na alteração da profundidade da barra do Douro?

— Como travar os desequilíbrios nas vertentes (de forte inclinação e importante escorrência superficial não canalizada) agora acelerados pela abertura de cortes e remoção de vegetação?

— Quais serão os efeitos da subida do nível hidrostático pela submersão das áreas marginais?

— Como resolver problemas tão graves como o impedimento da passagem de espécies migradoras, como o sável, a lampreia, o esturjão, a truta marisca, o salmão ou a enguia e a tainha?

— Como solucionar a submersão dos areais a montante utilizados por estas espécies para a desova?

O rio pode tornar-se efectivamente para as áreas vizinhas, o polo de desenvolvimento que deixou de ser depois de 1950, em favor de núcleos urbanos como o Porto, actualmente congestionados e sem capacidade estrutural e funcional para responder a uma área de influência tão alargada.

A ponte de ligação rodoviária Norte/Sul de Crestuma-Lever pode, se ligada a uma marginal Sul inexistente, gerar efectivamente condições de desenvolvimento para uma área onde os contrastes de infra-estruturas são tão díspares. Por um lado, uma população activa

dedicada quase exclusivamente à agricultura de auto-consumo, com um forte parcelamento da propriedade, e por outro núcleos como Vila Nova de Gaia, Gondomar ou Vila da Feira, onde as indústrias da madeira, da cortiça, alimentares e bebidas, da têxtil e do calçado ocupam um grande número de pessoas, demonstrando a necessidade de um plano de ordenamento territorial com acções conjugadas em sectores diversos.

A *navegabilidade do rio Douro*, que há muito tem sido apontada como panaceia curativa da maioria dos males desta área, inclusive como justificação principal para a prioridade dada à implantação da barragem de Crestuma-Lever (que está já a poucos dias de se concretizar, com a conclusão desta, e conseqüentemente a criação de um canal de 200 Km desde o Pocinho à Foz do Douro), parece ter-se desvanecido depois de consumadas as obras mais dispendiosas. Para que a via se torne navegável, faltam apenas a sinalização do canal, a criação de instalações de carga, descarga e armazenamento, melhorias na entrada e zona de manobras da Valeira e Régua (já em curso), e abertura de canal navegável a jusante de Crestuma-Lever, cujos custos e morosidade estão muito abaixo dos investimentos já efectuados.

Acreditando que alguma descoordenação houve, no desenvolvimento do *projecto de navegabilidade do Douro*, pensamos que várias questões de outra índole continuam por resolver:

- Que produtos escoar?
- Como os fazer chegar ao leito principal, numa área tão acidentada onde a acessibilidade ao rio é difícil?
- Conseguirá a via fluvial ser competitiva, mesmo para o tipo de produtos existentes na área?

Não pensamos que por si só, a existência de uma via navegável, seja alternativa compensadora à estrada EN-108 (Porto-Régua), nem alívio para a EN-15, ou que suscite mesmo novas actividades industriais. Poderá enriquecer e melhorar o desenvolvimento regional de Trás-os-Montes, mas será antes de mais necessário entender que o desenvolvimento dessa como de qualquer área, passa pela criação e manutenção de um meio ambiente percebido (equilibrado), evitando a chegada do dia em que o *homem* possua *estruturas* apropriadas — como uma via fluvial navegável — mas não tenha mais *o que* escoar.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ABLER, R.; ADAMS, J.; GOULD, P. — *Spatial Organization — A Geographers View of the World*, Prentice Hall, London, 1972.
- BARRY, R. G.; CHORLEY, R. J. — *Atmosphere, Weather and Climate*, Methuen, London, 1968.
- BENNET, R. J.; CHORLEY, R. J. — *Environmental Systems — Philosophy Analysis and Control*, Methuen, London, 1978.
- BISSET, R., — *Introduction to Impact Assessment Methods*, "Seventh international Seminar on Environmental Impact Assessment" Aberdeen, U.K., 1986.
- CANTER, L.W. — *Environmental and Impact Assessment*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1977.
- CANTER, L.W. — *El A Methodologies*, "Seventh International Seminar on Environmental Impact Assessment", Aberdeen, U.K., 1986.
- CHOW, V.T., (ed.) — *Handbook of Applied Hidrology*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1964.
- CLARK, B.—*Introduction to E.L.A.*, "Seventh International Seminar on Environmental Impact Assessment", Aberdeen, U.K., 1986.
- CONGRÈS INTERNATIONAL DES GRANDS BARRAGES (XI Congrès), *Question 40*, Madrid, 1973.
- DAGNIELE, P. — *Estatística — Teoria e Métodos*, Publicações Europa-América, Lisboa, 1973.
- D AVE AU, S.—*Repartition et Rythme des Precipitations au Portugal*, C.E.G., Lisboa, 1977.
- DAVEAU, S., — *Dois Mapas Climáticos de Portugal*, C.E.G., Lisboa, 1980.
- DIAS, J. — *Minho, Trás-os-Montes e Alto Douro*, Congrès International de Géographie, Lisbonne, 1949.
- DOUGLAS, I. — *The Urban Environment*, Edward Arnold, London, 1983.
- EGF — *Impacto Ambiental da Barragem de Crestuma — 1.ª Fase*, E.D.P., Lisboa, 1980.
- FRANCO, F. M.; LENCASTRE, A. — *Lições de Hidrologia*, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa 1984.
- FERREIRA, A. — *Planaltos e Montanhas do Norte da Beira — Estudo de Geomorfologia*, CEG, Lisboa, 1978.
- GEIGER, R. — *Manual de Microclimatologia — O Clima da Camada de Ar Junto ao Solo*, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1980.
- GIRÃO, A. — *Atlas de Portugal*, Coimbra, 1958.
- HAGGET, P. — *Geography: A Modern Synthesis*, Harper & Row, New York, 1975.
- HENRIQUES, A. G. — *Avaliação de Impactos Ambientais de Empreendimentos Hidráulicos — Análise de Metodologias*, ICT, Informação Técnica Hidráulica, Lisboa, 1984.
- I.N.M.G. — *Atlas Climatológico — Edição preliminar*, Lisboa, 1974.
- LAUTENSACH, H. — *Geografia de Espana y Portugal*, Vicent-Vives, Barcelona, 1967.
- LEOPOLD, L. B., et. ai.—*A Procedure for Evaluating Environmental Impact*, "U.S. Geological Survey Circular 645", Washington, 1971.

- LINO, M.; FIGUEIREDO, V.; GONÇALVES, A.; VEIGA DA CUNHA, L.— *A Gestão da Água — Princípios Fundamentais e sua Aplicação em Portugal*, Fundação C. Gulbenkian, Lisboa, 1980.
- MILLER, A. — *Climatology*, Methuen, London, 1971.
- MONOSOWSKI, E. — *Procedures/Problems in Developing Countries*, "Seventh International Seminar on Environmental Impact Assessment", Aberdeen, U.K., 1986.
- MONTEIRO, C. — *Teoria e Clima Urbano*, S. Paulo, 1976.
- OLIVEIRA, J. — *O Douro e as Navegações*, "Studium Generale", n.º especial henriquino, Porto, 1960.
- PARDÉ, M. — *Les crues du Douro, d'après une étude portugaise remarquable*, "Boi. Trim. Infor.", Dir. Geral Serv. Hidrául., Lisboa, 1966.
- PEIXOTO, J. — *Meteorologia Descritiva*, Faculdade de Ciências, Lisboa, 1979.
- PEIXOTO, J. — *Dinâmica do Clima*, "Memórias da Academia das Ciências de Lisboa", Lisboa, 1976.
- PEIXOTO, J.—*Radiação Solar*, Comissão Nacional do Ambiente, Lisboa, 1981.
- PINILLA, M. — *La Navegación Interior: Possible desarrollo en la Península Ibérica*, ONU, 1977.
- REBELO, F. — *Serras de Valongo — Estudo de Geomorfologia*, Biblos, 9, Coimbra, 1975.
- REES, C. — *Guidelines for Environmental Impact Assessment of Dam and Reservoir Projects*, "Prog. Wat. Tech.", vol. 13, Pergamon Press Ltd, Brighton, 1980.
- RIBEIRO, O. — *Portugal*, "Geografia de Espana y Portugal", tomo V, Barcelona, 1955.
- RIEHL, H. — *Introduction to the Atmosphere*, New York, 1965.
- SILVA, D. — *Les grands crues du Douro*, "Etudes Hydrol. Géog.", GAP, 1968.
- THOMAS, W. — *Man's role in Changing the Face of the World*, Chicago Press, Chicago, 1956.
- W.M.O. — *Outline Plan and Bases for the World Climate Programme*, 1980-1983.
- ZUIDEMA, F. — *Impacto da Urbanização e Industrialização no Planeamento e Gestão dos Recursos Hídricos*, U.N.E.S.C.O., 1977.

RESUMO

A construção de barragens num curso de água como o rio Douro, é um exemplo de como os avanços tecnológicos, quando não acompanhados de uma avaliação de impactes ambientais, podem gerar custos sociais e económicos elevados, e eventualmente pôr em causa a própria viabilidade económica do projecto.

O nosso objectivo é caracterizar climaticamente a bacia do Douro em território português, esboçando alguns cenários de *resolução* possível do sistema climático, face às inúmeras rupturas de equilíbrio a que tem sido sujeito. As *soluções* encontradas pelo sistema climático irão afectar directamente a produção de energia, a navegabilidade do rio e as condições únicas, do ponto de vista agrícola, que conferem ao vale do Douro grande importância a nível nacional.

RESUME

La construction de barrages sur un fleuve comme le Douro, est un exemple qui montre comment les progrès technologiques peuvent entrainer des coûts socio-économiques élevés, et éventuellement mettre en question la propre viabilité financière du projet, en l'absence d'une évaluation des impacts sur l'environnement.

Notre objectif est de caractériser le climat du bassin du Douro dans le territoire portugais, en ébauchant quelques scénarios de possible *résolution* du système climatique face aux innombrables ruptures d'équilibre qu'il a subies. Les *solutions* déclenchées par le système climatique vont directement affecter la production d'énergie hydraulique, la navigabilité du fleuve, de même que les conditions uniques de mise en valeur agricole, conditions qui confèrent à la vallée du Douro une importance capitale sur le plan national.

ABSTRACT

Douro's river dams and impoundments are a good example, of how scientific ignorance about the environment, can cause enormous economic and social costs.

Our aim is to characterize Douro's basin from a climatological point of view, in order to predict how these dams can produce abrupt and discontinuous modifications in some climatological parameters. Changes at the climatological level, will affect the energy production, navigability and the unique conditions for some agriculture products of this valley.