

## ESTUDO FITOGEOGRÁFICO DO ECOSISTEMA DE SAPAL DO ESTUÁRIO DO SADO

MARIA EUGÉNIA S. A. MOREIRA

### 1. DEFINIÇÃO DO CONCEITO DE SAPAL UTILIZADO NO TEXTO

O sapal é um ecossistema anfíbio e azonal, que se desenvolve nas plataformas de sedimentos pelíticos ou areno-pelíticos da faixa entremarés, apenas nos espaços abrigados da agitação marítima. Alternadamente emerso e submerso, de acordo com o ritmo das marés, é caracterizado por uma formação vegetal baixa (0,3 m a 1 m) e fechada, constituída por espécies superiores halófitas e halotolerantes, euri-halinas e xeromórficas, que suportam rápidas variações de salinidade, temperatura e evapotranspiração e, ainda, o impulso de correntes fortes (de maré e fluvial) e hidromorfia permanente, ou quase permanente, na zona radicular.

A composição florística, dominada por Quenopodiáceas, Poáceas, Asteráceas ou Plumbagináceas, é variável, local e regionalmente. Localmente depende da micromorfologia das plataformas de maré e da textura dos solos; regionalmente varia consoante as características climáticas e hidrológicas do biótopo.

A diferenciação florística local, associada à posição morfológica que o sapal ocupa (e da qual depende), permite a destrição de unidades florísticas e morfopedológicas no próprio sapal. Porém, na classificação destas unidades, nem sempre estão de acordo todos os autores que se dedicam ao estudo ecológico, geomorfológico ou pedológico das áreas anfíbias (ou áreas húmidas) litorais.

A classificação seguida neste texto, considera três subdivisões, em *sapal baixo*, *sapal alto* e *sapal de transição* (ou *sapal de ecótono*), já adoptadas em estudos de vegetação de sapais portugueses (MELLO, CORREIA, CAÇADOR, RAMOS, CATA-RINO, 1977; CATARINO, CAÇADOR, RAMOS, 1979, 1981 e 1983), realizados numa perspectiva ecológica.

Outros autores portugueses, agrónomos de formação, utilizaram os nomes populares de «Lodos», «Lodaçal» ou «Charcal» (correspondente ao sapal baixo) e de «Parchal» (ou sapal alto), usados no Algarve (VENTURA, 1953), onde também se atribuem os nomes, respectivamente de «Sapal Magro» e de «Sapal Gordo». Por todo o país a toponímia e as populações das áreas ribeirinhas dos estuários e lagunas distinguem o sapal pelas plantas que o constituem; assim o «Morraçal» corresponde ao sapal de morraça ou *Spartina maritima* (sapal baixo) e o «Gramatal», «Chã das Gramatas» ou, simplesmente, «Gramatas», ao sapal de Quenopodiáceas (sapal alto). Estes autores (VENTURA, 1953; VASCONCELLOS, 1960; COURINHA, 1972) distinguem, ainda, «Sapal» de «Salgado», ao definir o segundo como uma formação vegetal que vive num solo salgado de uma área de sapal já recuperada à acção da maré, mas ainda não cultivada.

Entende-se, aqui, por «sapal baixo» a formação vegetal constituída essencialmente por *Spartina maritima*, que ocupa os solos areno-pelíticos dos ilhotes das plataformas lodosas (lodaçais ou charcais), entre os níveis mínimo e máximo atingidos nas preamares de águas mortas (quadro 1, fig. 1); está sujeito a um período de submersão que varia entre 10 e 11 horas por dia, em águas vivas, e de 7 e 11 horas durante as águas mortas.

Nesta formação incluem-se as manchas pioneiras da orla exterior do sapal, que se desenvolvem um pouco abaixo do nível mínimo das preamares mortas (alta *slikke* — VERGER, 1968, ou *Lower Salt Marsh* — BEEFTINK, 1977; LONG e MASON, 1983), em que a *Spartina maritima* atinge elevado índice de cobertura do solo; também as áreas de sapal um pouco mais evoluído, que crescem nas plataformas situadas pelo nível máximo das preamares mortas, constituído por *Spartina maritima*, com baixo índice de cobertura, e por *Arthrocnemum perenne* (fig. 1). Este último tipo aparece, frequentemente, a

## QUADRO I

Variação da altura da maré (em metros, acima do zero hidrográfico) registada no marégrafo de Tróia, segundo os valores apresentados nas Tabelas de Marés de 1981 a 1985

	Março	Junho	Média
Nível máximo da preamar viva	3,82	3,4	—
Nível médio da preamar viva	3,47	3,24	3,36
Nível médio da preamar morta	2,59	2,75	2,67
Nível médio da baixa-mar viva	0,46	0,63	5,45
Nível mínimo da baixa-mar viva	0,14	0,49	—
Nível médio da baixa-mar morta	1,27	1,09	1,18

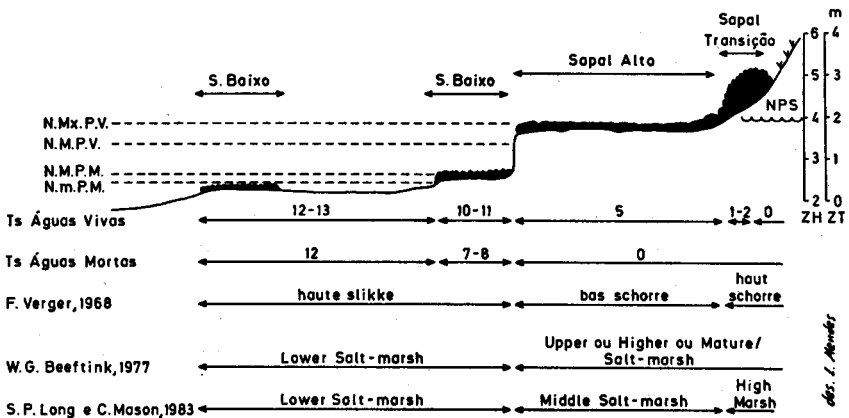


Fig. 1 — Esquema da classificação do sapal usada no texto e comparação com a nomenclatura de autores franceses, holandeses e ingleses.

S. — Sapal; N. P. S. — nível piezométrico da toalha freática salgada; N. Mx. P. V. — nível máximo da preamar viva equinocial; N. M. P. V. — nível médio da preamar viva; N. M. P. M. — nível médio da preamar morta; Ts — tempo de submersão do sapal, em horas/dia. ZH — altura da maré referida ao zero hidrográfico; ZT — altitude referida ao zero topográfico.

jusante dos diques de recuperação recente do sapal alto. Poderia ter sido designado por «sapal médio», dadas a sua posição topográfica e composição florística, intermédias entre o sapal baixo e o sapal alto; porém, isso presta-se a aumentar a confusão da nomenclatura, pelo facto de «sapal médio» significar em muitos autores de língua inglesa (LONG e MASON, 1983, fig. 1), a formação que se designa de «sapal alto» (fig. 1).

O «sapal alto» é uma formação vegetal arbustiva, ou arbustivo-arbórea, com menos de um metro de altura, que cobre quase totalmente (excepto canais e poças de maré) os solos argilosos, compactos, das plataformas da preamar de águas vivas (fig. 1), baixo *schorre* — VERGER, 1968, ou *Upper, Higher* ou *Mature Salt Marsh* — BEEFTING, 1977, ou ainda *Middle Salt Marsh* — LONG e MASON, 1983). É essencialmente constituído por Quenopodiáceas, que ficam emersas durante as preamares mortas, mas estão sujeitas a suportar um período de submersão de 10 horas diárias durante as preamares vivas.

O «sapal de transição» corresponde às formações vegetais arbustivas e herbáceas que ocupam os ecótonos do sapal, quer na transição deste para as formações psamófitas das dunas, quer para as formações ruderais dos muros de terra das salinas ou dos diques e vales de drenagem que limitam os sapais recuperados. Este tipo de sapal vive acima do nível médio (por vezes do máximo) atingido pelas preamares vivas, mas está relacionado com a flutuação do nível piezométrico da toalha freática salgada. Na sua composição florística, variada, predominam espécies halotolerantes, Quenopodiáceas, Juncáceas e Asteráceas (fig. 1, alto *schorre* — VERGER, 1968; *High Salt Marsh* — BEEFTING, 1977; LONG e MASON, 1983; est. I-A, I-B, II-A).

## 2. CARACTERÍSTICAS DOS BIÓTOPOS

Se não for considerada a acção antrópica, é das características físicas dos biótopos que depende a formação, composição florística e evolução do sapal. Entre as mais importantes, salientam-se as características climáticas e as hidrológicas, que regulam toda a dinâmica biótica e abiótica do estuário; as geomorfológicas, que criam, ou não, ambientes de baixa energia, de modo a permitir a acumulação dos sedi-

mentos finos e a formação das plataformas de maré; e, finalmente, as pedológicas que, dependentes das já referidas (e da cobertura vegetal), condicionam a ciclagem do sistema.

No texto que se segue, a descrição das diferentes características físicas dos biótopos resume-se, apenas, àquelas que influenciam a presença (ou a ausência), os tipos e a distribuição espacial da vegetação halófitas superior que constitui os sapais.

### 2.1. *As características climáticas*

Toda a área do estuário do Sado apresenta um clima de tipo mediterrâneo sub-húmido, segundo as classificações bioclimáticas de Emberger e de Gaussen (ALCOFORADO, ALEGRIA, RAMOS e SIRGADO, 1983). É um clima mesotérmico (temperatura média anual de 15,5° C a 16° C), com Verões muito quentes e secos.

A média das temperaturas máximas dos meses de Verão (Junho, Julho e Agosto) varia entre 26,8° C e 28,3° C em Setúbal — estaleiros da Setenave —, 27,5° C e 29,7° C em Setúbal, 28,7° C e 29,5° C em Águas de Moura e 29,1° C e 21,3° C em Alcácer do Sal (fig. 2), considerando-se estes, respectivamente, os valores observados num ano húmido (1977-1978) e num ano seco (1975-1976).

A temperatura máxima do mês mais quente, Julho ou Agosto, pode atingir valores superiores a 40° C em Alcácer do Sal (43,9° C no período de 1932-1960) e de cerca de 39° C nas restantes estações.

A média das temperaturas mínimas do mês mais frio, Janeiro, só é inferior a 5° C (zero biológico das espécies mesotérmicas) no ano seco, variando de -0,7° C em Águas de Moura a 2,6° C em Setúbal-Setenave, a estação que observa menores contrastes térmicos, tanto no Verão como no Inverno, e a única da periferia do estuário que não apresenta, nestes anos, temperaturas mínimas negativas.

No ano seco, em Setúbal, Alcácer do Sal e Águas de Moura, registaram-se temperaturas mínimas, respectivamente de -5,1° C, -5,7° C e -6,6° C, no mês de Janeiro; em Setúbal-Setenave o valor mínimo registado foi de 0° C. No ano húmido a temperatura mínima também foi negativa em Setúbal

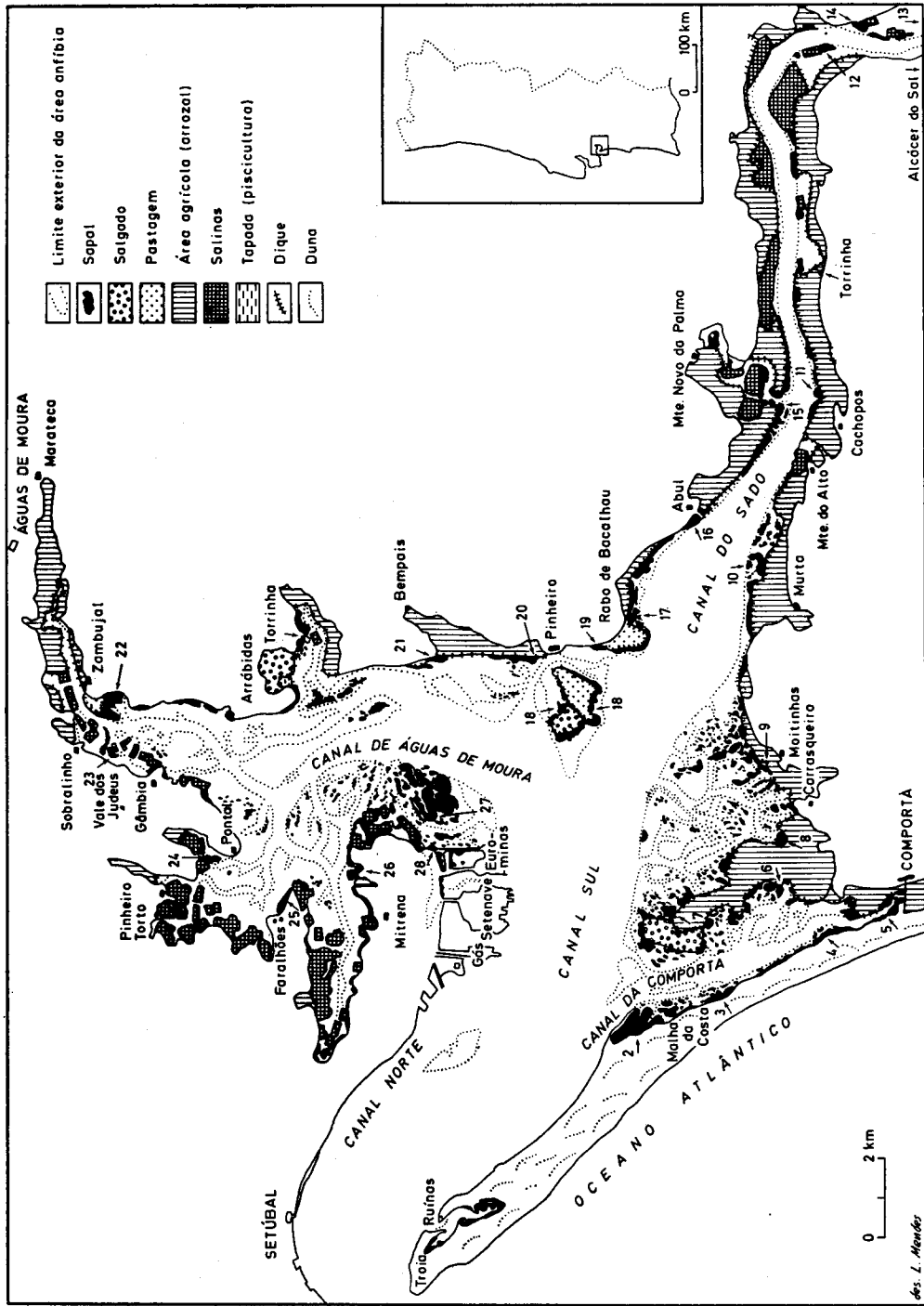


Fig. 2 — Localização do estuário do Sado, e, neste, das estações meteorológicas e udométricas e udométricas, das áreas anfíbias (limitadas pela linha pontuada) e dos lugares onde foram realizados levantamentos fitossociológicos (marcados com algarismos) e transectos biogeográficos.

(-0,4° C), Águas de Moura (-2,8° C) e Alcácer do Sal (-4,5° C), e positiva em Setúbal-Setenave (1° C).

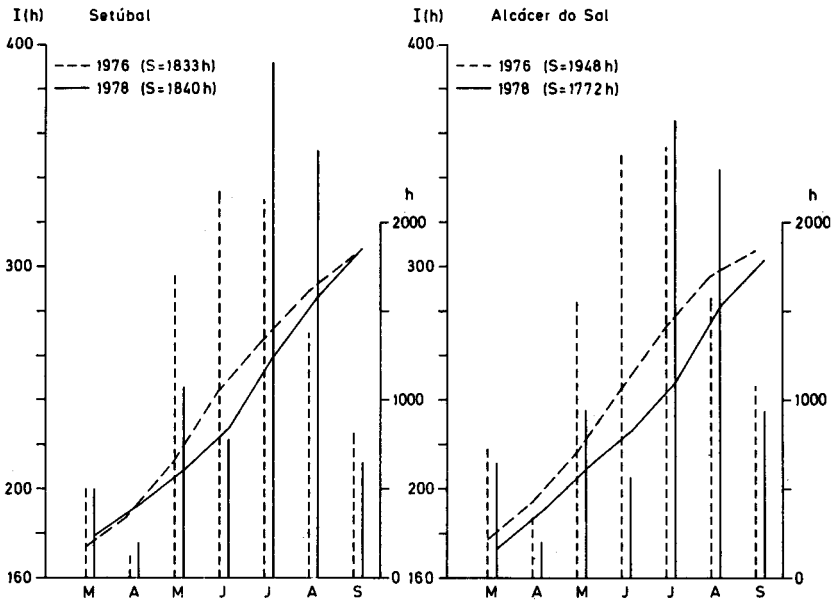
A temperatura não é, portanto, um factor limitante à vida da vegetação do sapal, no estuário do Sado, mesmo para as espécies termófilas do domínio mediterrâneo. Pelo contrário, ela permite uma grande diversidade florística. Apesar de se verificarem de 5 a 28 dias anuais com temperaturas mínimas negativas (no ano seco), a instabilidade da camada de ar, na interface atmosfera-água, e a periodicidade da maré não permitem a formação de geada sobre o sapal, facto que poderia perturbar algumas plantas como o *Halimione portulacoides* (LARCHER, 1983) e os *Arthrocnemum* Sp. (REIMOLD, QUEEN, 1974), em especial, talvez, o *Arthrocnemum glaucum* que, nos meses mais frios, parece definhar mais que as outras espécies do mesmo género.

Todavia, é de considerar o efeito negativo das temperaturas máximas diárias superiores a 35° C, quando ocorrem em dias consecutivos e coincidentes com os períodos de vazante e de baixa-mar, tal como acontece durante as vagas de calor estivais. No sapal médio e no alto provocam uma rápida e muito elevada evapotranspiração cuticular que destrói as jovens plantas de *Spartina maritima*, sobretudo as mais atrasadas no desenvolvimento fenológico (quando as plantas têm menos de 10 cm de altura e os brotos começam a abrir, após a queda das estípulas protectoras).

A insolação, por si só, ou associada à temperatura, é outro elemento climático da maior importância na evolução das fenofases, especialmente na floração. Os registos dos seus valores são, no entanto, escassos no tempo e no espaço. Alcácer do Sal, no período 1932-1960 apresenta um valor médio anual de 2907 horas; no ano seco a insolação anual é de 2712 horas e, no húmido, de 2437 horas. Em Setúbal os valores são ligeiramente superiores no ano seco.

Na figura 3 observa-se a variação mensal e acumulada da insolação, em Setúbal e Alcácer do Sal, entre os meses de Março e Setembro (dos anos seco e húmido), período de maior actividade biológica para todas as espécies do sapal, sobretudo a partir de Junho, com o desencadear da floração.

O regime pluviométrico, na sua irregularidade interanual e anual, tem, também, responsabilidade indirecta na distri-



des. J. Mendes

Fig. 3 — Variação mensal e acumulada da insolação, entre o início da Primavera e o fim do Verão, nos anos de 1976 e 1978, em Setúbal e Alcácer do Sal.

buiação das espécies halófitas, pela alteração que provoca no regime hidrológico das águas estuárias e dos solos, e na variação de salinidade dos mesmos.

Nas margens do estuário, bem como na sua bacia vertente, a precipitação anual varia entre 500 mm e 600 mm, distribuídos por 70 a 80 dias (DAVEAU, S., 1977), dos quais, 75 % estão entre Novembro e Abril. O Verão é sempre seco e quente, caracterizado por elevados valores de evaporação e evapotranspiração; daí o défice hídrico dos solos num período que excede o Verão, e se prolonga por 5 a 8 meses (fig. 4), em que a vegetação utiliza as reservas hídricas do solo.

Se o regime pluviométrico anual fosse regular, a precipitação ocorrente do Outono à Primavera, em cada ano restituiria ao solo a reserva hídrica utilizada. Mas nem sempre tal acontece; em alguns anos as chuvas de Inverno e Primavera são pouco abundantes; quando os anos secos se sucedem, por



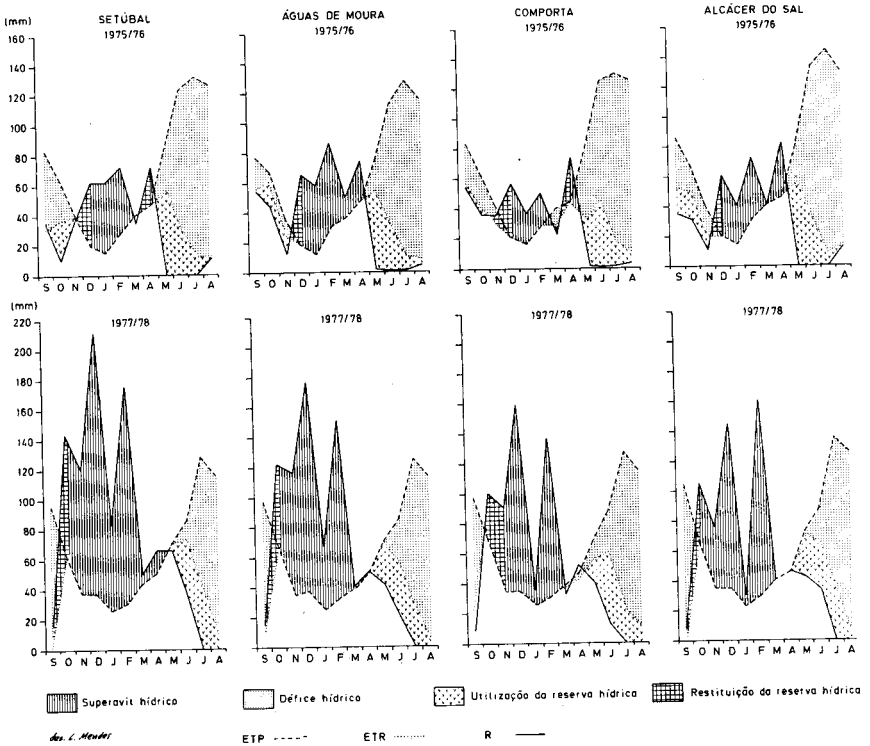


Fig. 4 — Balanço hidrológico nas estações periféricas ao estuário do Sado, num ano seco (1975-1976) e num ano húmido (1977-1978). A evapotranspiração potencial (ETP) foi calculada pelo método de *Thornthwaite*. ETR — evapotranspiração real ou efectiva; R — precipitação.

vezes em períodos de 2 a 4 (caso de 1974-1975, 1975-1976) as reservas mal se chegam a recompor, e o processo de salinização dos solos aumenta, por falta de água doce para a lixiviação.

## 2.2. Características hidrológicas

Ao estuário afluem as águas fluviais provenientes da bacia do Sado e das ribeiras de S. Martinho, Marateca e Comporta, as águas dos efluentes (domésticos e industriais) da área urbana e industrial de Setúbal, e as águas atlânticas que, na enchente, penetram para o interior até Águas de Moura (na ribeira da Marateca), Monte Novo da Palma (na ribeira de

S. Martinho), Alcácer do Sal (no rio Sado) e Comporta (na ribeira da Comporta ou de Coelheiros).

É difícil calcular, com rigor, o volume de cada um dos referidos contributos hídricos; COURINHA (1972), num estudo das águas do curso inferior do rio Sado, apresenta os seguintes volumes diários, em  $m^3 \times 10^6$ :

efluentes urbanos de Setúbal . . . . .	0,009
efluente industrial da Socel . . . . .	0,043
escoamento do rio Sado . . . . .	1,75
água do Atlântico, na enchente . . . . .	500

Daqui se atribui ao estuário um volume de  $501,802 \times 10^6 m^3$ /dia, em 1972.

Perante o significado de tais valores, nem vale a pena discutir a sua exactidão, quer pela impossibilidade actual de conhecer, com precisão, o caudal do rio Sado imediatamente a jusante da sua confluência com a ribeira de Alcáçovas, quer pelo aumento do volume de efluentes artificiais, quer pela validade relativa dos processos de cálculo dos caudais de maré. Deles se conclui que o regime hidrológico do estuário é marcado pelo regime da maré.

Com período semidiurno, a maré, em Tróia, regista a amplitude máxima de 3,69 (quadro 1, fig. 5), da qual depende o desenvolvimento em altura das plataformas da preamar e a extensão dos sapais.

No regime diário (fig. 6), é de considerar a hora de ocorrência e a duração dos períodos de emersão do sapal, quando este fica exposto à acção dos agentes atmosféricos. As baixa-mares de águas vivas ocorrem durante o princípio da manhã e de noite (das 8 h às 11 h e das 20 h às 23 h, respectivamente), enquanto as baixa-mares de águas mortas se verificam de madrugada e no início da tarde (das 0 h às 4 h e das 12 h às 16 h, respectivamente), durante os períodos mais frio e mais quente do dia.

Se o volume de água fluvial não tem significado quantitativo no volume total médio da água estuária, a variação do regime fluvial, ao longo do ano (fig. 7), tem importância na qualidade da água.

No período de maior escoamento, de Dezembro a Março, nos anos húmidos, a salinidade chega a baixar de 6 % na parte

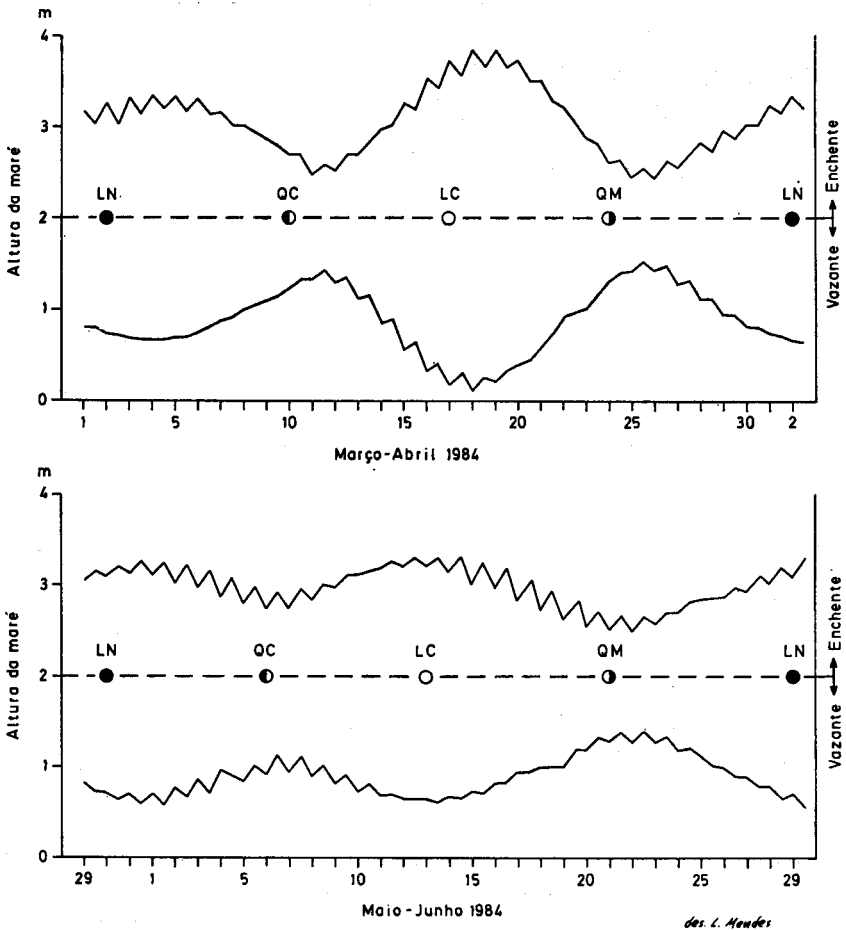
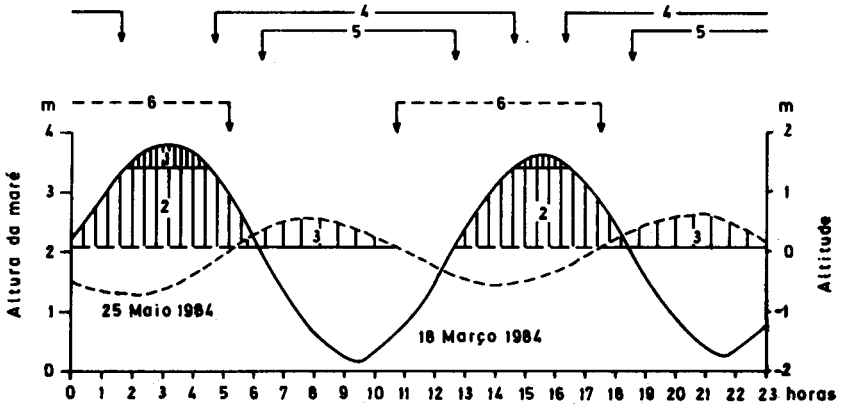


Fig. 5 — Ritmo quinzenal da maré, em Tróia, nos períodos equinociais e solsticiais. A altura da maré está referida ao zero hidrográfico, situado 2 m abaixo do zero topográfico (nível médio do mar).

mais interior do estuário — em 1978 e 1979, entre Cachopos e Abul — (RIBEIRO, NEVES, 1982). Neste período a transparência da água diminui, devido ao material sólido em suspensão fornecido pelas margens e, sobretudo, pelas descargas das barragens.

Também no início do Verão, apesar dos reduzidos caudais, mesmo nos anos húmidos (fig. 8), a concentração de produtos químicos dissolvidos na água fluvial (proveniente das mondas

e da desinfecção dos arrozais) influi na qualidade da água estuária, embora este facto não tenha importância na vida do sapal, cuja vegetação é tolerante à concentração de metais pesados no solo (CATARINO, 1981; LARCHER, 1983). O aumento de turvação da água é-lhe mais prejudicial, porque reduz a capacidade fotossintética durante o período de submersão.



des. I. Mendes

Fig. 6 — Ritmo diário da maré em águas vivas equinociais (curva a cheio, em 18 de Março de 1984) e em águas mortas equinociais (curva a traço, em 25 de Março de 1984), evidenciando-se os períodos de submersão e de emersão do sapal.

- 1 — Períodos de submersão do sapal alto em marés vivas; 2 — período de submersão do sapal baixo em marés vivas; 3 — período de submersão do sapal em marés mortas; 4 — período de emersão do sapal alto em marés vivas; 5 — período de emersão do sapal baixo em marés vivas; 6 — período de emersão do sapal baixo em marés mortas.

As próprias variações, estacionais e diárias, da salinidade e do pH da água estuária têm mais influência na vida das zocenos (e das fitocenoses inferiores) e nos processos de floculação dos colóides, que na salinização dos solos ou no metabolismo das halófitas superiores do sapal, euri-halinas, e portanto, a elas adaptadas.

Porém, a variação da salinidade, entre a embocadura e o extremo interior do estuário, reflecte-se na composição florística por espécies halotolerantes e glicófitas.

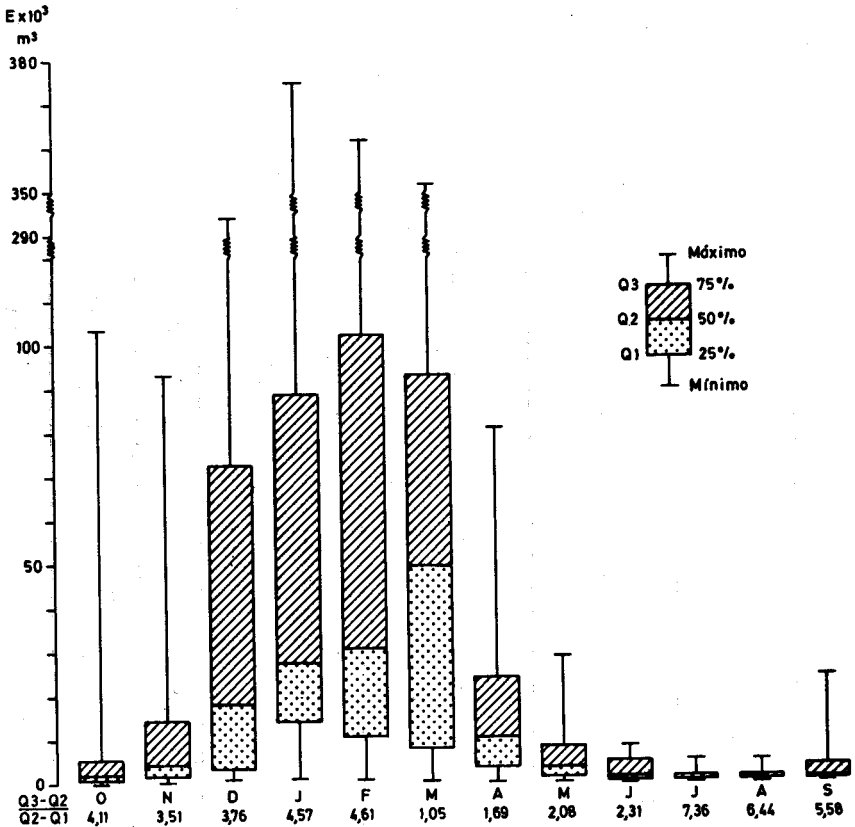
A partir dos vários mapas de iso-halinas e isotérmicas de superfície, e dos perfis de salinidade e temperatura apresentados por RIBEIRO e NEVES (1982), elaborou-se o quadro II.

QUADRO II

Variação da salinidade e da temperatura superficiais ao longo do principal eixo do estuário (canais Norte e Sul), entre a Ponta de Adoxe (Tróia) e a foz da Ribeira de S. Martinho (Cachopos), durante um ciclo de maré, em Maio-Junho e Outubro-Novembro. S — Salinidade (‰), T — Temperatura (°C), IE — Início de Enchente, FE — Fim da Enchente, P — Preamar, IV — Início da Vazante, FV — Fim da Vazante, B — Baixamar, DS e DT — Diferenças entre os valores de S e de T registados em Adoxe e no local mais interior

S e T	Maré	Data	Ponta de Adoxe	Ponta da Califórnia	Nato/Socel	Malha da Costa/Gáslimpo	Carrasqueira/Euro-minas	Ilha do Cavalo	Abul	S. Martinho/Cachopos	DS e DT
S	IE	14.11.78	31,3	31	30,1	29,8	30,1	29,5	—	—	2
	P	15.11.78	35,5	35,4	35,1	34,8	34,2	33	—	—	2,5
	IE	1.6.79	31,6	30,8	30,6	30,4	29,6	28	—	—	3,6
	P	19.5.81	35,4	35	34,6	34,5	34,5	33,5	33,5	33,1	3,4
	IV	31.10.79	35	34,5	33	32,5	31	—	—	—	4
	B	19.5.81	35,4	35,1	34,5	34	34	33,5	32,5	31,5	3,9
T	IE	14.11.78	17,4	17,1	16,7	16,5	16,3	16,2	—	—	1,2
	FE	15.11.78	18,3	18,1	17,5	17,3	17,1	16,7	—	—	1,6
	FE	30.5.79	17,6	17,3	18,2	19,1	19,7	20	—	—	2,4
	P	19.5.81	17	16,7	18	17,3	18	19,5	19,8	20	-3,3
	IV	31.10.79	16	16,2	16,8	16,8	—	—	—	—	-0,8
	FV	31.10.79	16,4	16,5	16,5	16,5	—	—	—	—	-0,1
	B	19.5.81	17	17,5	18,5	19,5	19,5	18,8	19,5	20	-3

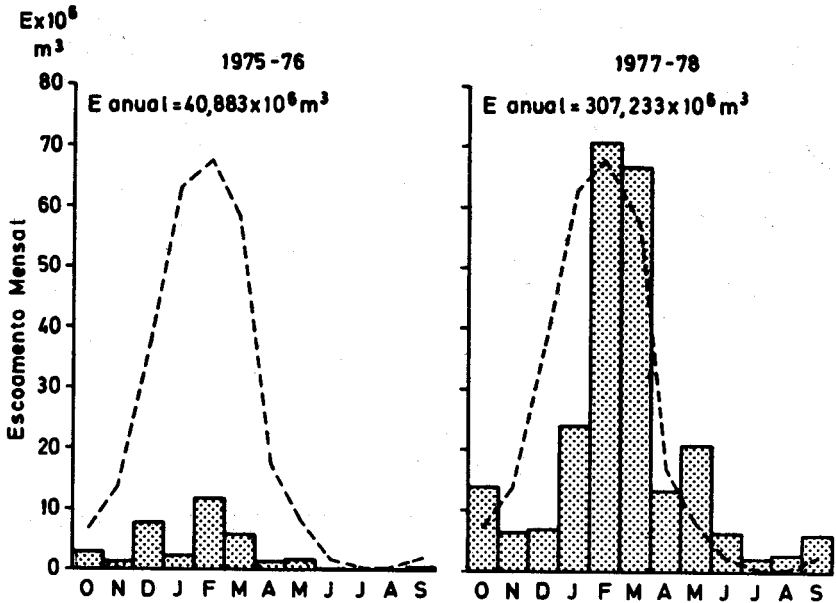
Da sua análise conclui-se que as variações da salinidade são fracas de jusante para montante — 2‰ a 4‰<sup>(1)</sup> entre a Ponta de Adoxe e a Ilha do Cavallo e de cerca de 3,5‰ a 4‰ entre a Ponta de Adoxe (35‰ a 35,4‰) e a foz da Ribeira de S. Martinho (31,5‰ a 32‰).



des. L. Mendes

Fig. 7 — Variação mensal dos extremos e quartis do escoamento do rio Sado de 1934-1935 a 1984-1985, em Moinho da Gamitinha, a estação hidrométrica situada mais a jusante. Apesar da sua localização, a montante de algumas confluências, esta estação reflecte o regime do rio.

(<sup>1</sup>) De notar que a diferença de 4‰ entre Adoxe e o Cais de Eurominas foi registada no mês de Outubro de 1979, com escoamento fluvial de  $47\,270 \times 10^3$  m<sup>3</sup>, enquanto os restantes meses registaram valores entre  $3500 \times 10^3$  m<sup>3</sup> e  $6500 \times 10^3$  m<sup>3</sup>.



des. L. Mendes

Fig. 8 — Variação mensal do escoamento do rio Sado, num ano seco (1975-1976), num ano húmido (1977-1978) e durante o período decorrido entre 1934-1935 e 1984-1985 (linha a tracejado), em Moinha da Gamitinha.

A comparação dos valores dos perfis de 31.5.81 permite observar o decréscimo regular da salinidade com a distância à foz, acentuando-se este junto à confluência da ribeira da Marateca (entre Eurominas e a Ilha do Cavallo) e entre Abul e Cachopos, a partir de onde, certamente, o decréscimo acusará gradiente mais elevado, dada a forma estreita do canal. Nestes perfis ainda se observa que, no mesmo dia, a salinidade varia muito pouco no mesmo local. Tendo em conta os registos disponíveis, a variação temporal da salinidade no mesmo espaço é de aproximadamente 5‰.

A temperatura da água superficial do estuário, em medições instantâneas, varia entre  $13^\circ \text{C}$  (Adoxe) e  $12^\circ \text{C}$  (da Ilha do Cavallo a Alcácer do Sal) no Inverno (AMBAR, FIUZA, SOUSA, LOURENÇO, 1980), e entre  $17^\circ$  (Adoxe) e  $26^\circ$  (Abul) no Verão (RIBEIRO, NEVES, 1982).

As modificações térmicas são muito fracas no mesmo local e ao longo do estuário, quando a água do mar está mais quente ou quase à mesma temperatura da água estuária (em regra, no Inverno). Quando, pelo contrário, a água do mar está mais fria, o que acontece nos meses quentes, a diferença térmica entre a embocadura e os esteiros interiores é considerável, atingindo de 7° C a 9° C entre Adoxe e Cachopos, em preamares de Julho ocorridas, respectivamente, entre as 9 h e as 11 h e entre as 13 h e as 15 h (RIBEIRO, NEVES, 1982).

Ao contrário da salinidade, a composição florística do sapal não parece ter qualquer relação aparente com a variação espacial da temperatura da água.

### 2.3. *Características morfológicas*

O Rio Sado e as ribeiras de S. Martinho, Marateca e Comporta desaguam conjuntamente por um estuário de tipo lagunar aberto, protegido da agitação oceânica pela restinga de Tróia (MOREIRA, OLIVEIRA, 1985).

Ao abrigo desta acumularam-se, na faixa entremarés, os sedimentos fluvio-marinhos que constituem as plataformas anfíbias da península de Tróia, entre Malha da Costa e Comporta (em tempos, entre Malha da Costa e Carvalhal), da vasta planície triangular da Carrasqueira (também, em parte, recuperada) e da orla meridional da península da Mitrena, entre o complexo fabril da Sapec e o Cais Eurominas. Estas últimas prolongam-se pelas margens da ribeira da Marateca, abrigadas da agitação lagunar pela própria península da Mitrena.

Ao longo dos principais esteiros, sobre os bancos arenosos axiais, também se desenvolvem plataformas de maré, mais extensas nos locais de mais baixa energia, como acontece, por exemplo, no esteiro de Águas de Moura, onde as plataformas axiais se ligam e tendem a ligar às marginais (entre Zambujal e Pinheiro).

Em conformidade com a amplitude máxima da maré (quadro 1), estas plataformas anfíbias atingem a altura máxima de 4 metros acima do zero hidrográfico (2 m de altitude). Assentam sobre sedimentos areno-pelíticos fluvio-marinhos, que, por sua vez, se encontram sobre areias e



arenitos mio-pliocénicos (VELOSO, 1954; COURINHA, 1972a). As plataformas marginais desenvolveram-se de encontro a formações dunares e depósitos fluviais e, na margem direita do estuário, de encontro às arribas talhadas nos arenitos pliocénicos.

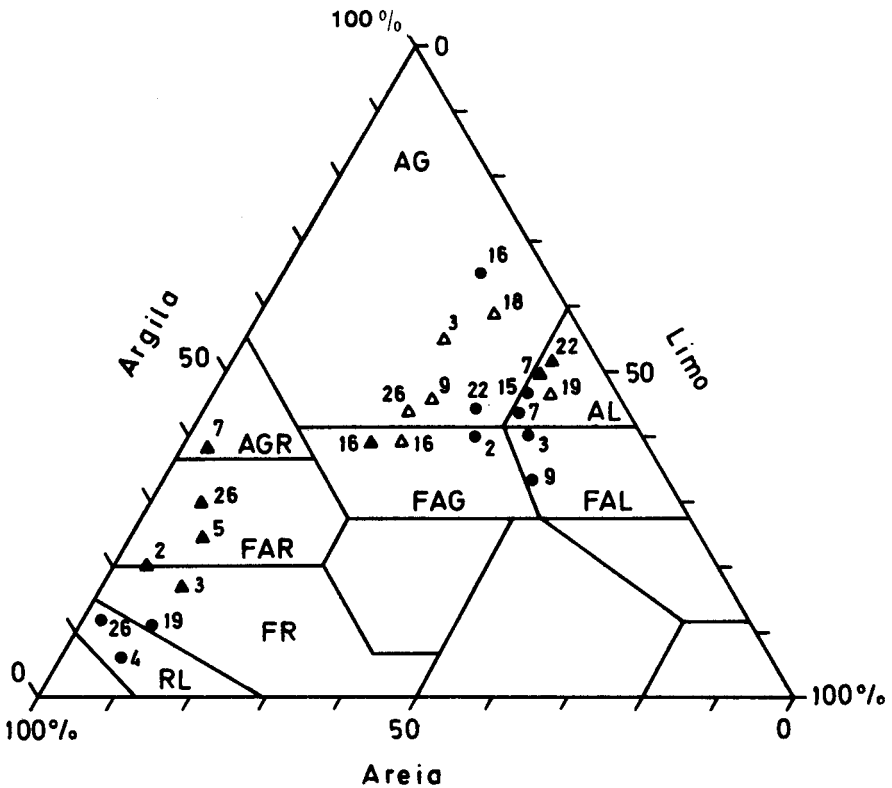
Ao atender à diversidade geomorfológica e pedogénica destas áreas anfíbias, consideram-se, em seguida, três unidades morfopedológicas que correspondem a diferentes tipos de ocupação biológica — a plataforma de preamar viva (*shorre*, fig. 1), a plataforma da preamar morta (alta *slikke*) e o lodaçal (*slikke* ou baixa *slikke*).

— A plataforma da preamar viva:

É a plataforma mais alta, atingindo cerca de 2 m de altitude ou um pouco mais, no limite interior, quando enriquecida pela chegada de materiais provenientes da margem.

A superfície, plana, é recortada por uma rede dendrítico-anastomosada de canais de maré, com profundidades variáveis, que transformam a plataforma em espaços descontínuos, os ilhotes, cujo topo ou se apresenta tabular, ou modelado com pequenas depressões, onde a água se acumula (poças de maré — MOREIRA, 1984), e bombeamentos convexos, em regra periféricos.

Constituídas por bancadas compactas de limo e argila, com estrutura folheada, superficialmente destruída pelas raízes das plantas do sapal (que contribuem para a acumulação e fixação dos sedimentos), estas plataformas apresentam solos hidromorfos gleizados, de tipo *solonchack* (COURINHA, 1972a). São solos espessos, com textura pesada, argilosa-franca ou argilo-limosa (fig. 9), essencialmente montmoriloníticos; são pobres em cálcio, mas ligeiramente alcalinos (pH entre 7,5 e 8), devido à elevada salinidade, que, à superfície, atinge valores de 38 ‰ em Monte Pinheiro e Zambujal. Nos lugares mais elevados, raramente submersos, sobretudo junto ao limite interior do sapal, a salinização é muito activa nos meses quentes; por ascensão capilar o cloreto de sódio deposita-se, então, em pequenas placas, à superfície, esbranquiçando as argilas que fendilham por retracção (est. II-B). Este fenómeno é responsável pelo aparecimento, no sapal alto e no de tran-



- ▲ Ecotono sapal-duna
- △ Sapal alto
- Sapal baixo

des. L. Mendes

Fig. 9 — Textura dos solos de sapal do estuário do Sado:

AG — Argilosa; AL — Argilo-Limosa; AGR — Argilo-Arenosa; FAG — Franco-Argilosa; FAL — Franco-Argilo-Limosa; FAR — Franco-Argilo-Arenosa; FR — Franco-Arenosa; RL — Areno-Limosa. Os algarismos indicam os locais donde foram retiradas as amostras (localizados na figura 2).

sição, de espécies pioneiras características do sapal baixo, como a *Spartina maritima*, o *Arthrocnemum perenne*, a *Suaeda maritima* e a *Salicornia nitens*.

Estes solos são muito ricos em matéria orgânica, cuja distribuição espacial é muito irregular, parecendo depender

da microtopografia e da composição florística do sapal. Os valores mais baixos relacionam-se com povoamentos de *Arthrocnemum perenne* (7 % em Monte Pinheiro; 9 % no sapal norte da ilha do Cavalo); os mais elevados registaram-se em pequenas depressões sob *Halimione portulacoides* (18 % no Zambujal), e sob tufos de *Juncus maritimus* (15 % em Malha da Costa) e de *Phragmites communis* (13 % em Comporta).

Nos espaços correspondentes aos ecótonos, onde se diferencia o sapal de transição, a textura do solo é franco-argilo-limosa ou franco-arenosa, no ecótono sapal-duna (fig. 9). Junto aos diques não há modificação da textura, mas localmente, aumenta a alcalização, ou ocorrem leitos de concentração de óxidos de ferro na faixa de contacto entre as toalhas freáticas doce e salgada (entre Pinheiro e o sapal do Rabo do Bacalhau, e na costa ocidental da ilha do Cavalo).

As concreções rizomórficas tubiformes ocorrem com pequenas dimensões (menores que 7 mm), no sapal de Abul e da Caldeira de Tróia, relacionadas com a *Spartina maritima*.

#### — A plataforma da preamar morta

Esta plataforma que, em regra geral, se desenvolve à cota do nível médio da preamar morta (fig. 1), ou aparece em continuidade topográfica com a plataforma da preamar viva, onde o balanço morfogénico é positivo, ou aparece separada daquela por um degrau, ou micro-arriba, de 0,7 m a 1,5 m de altura, nos locais onde o referido balanço é negativo.

No primeiro caso, a plataforma da preamar morta é curta, com perfil largamente convexo, inclinando cerca de 10° no sector interno e menos de 5° no sector externo. Na sua superfície, regular, encaixam-se os canais de maré.

No segundo caso a plataforma da preamar morta apresenta dois aspectos. O mais frequente é a forma de patamar, que se sobreleva de cerca de 0,25 m a 0,5 m, a partir da superfície dos lodaçais, em extensos ilhotes de argila pouco compacta, que funcionam como áreas de elevada acumulação. Situam-se na proximidade da plataforma de preamar viva.

O outro aspecto que a plataforma de preamar morta apresenta é o de pequenos ilhotes de perímetro arredondado, formados por montículos de materiais argilosos ou argilo-

-arenosos, dispersos nos lodaçais ou pelos bancos areno-limosos que se alongam na orla dos mesmos lodaçais.

Nestes retalhos de plataforma vive o sapal baixo, em verdadeiros solo hidromorfos, frequentemente encharcados, com textura argilo-limosa ou franco-argilo-limosa nos ilhotes argilosos e areno-limosa nos ilhotes arenosos (fig. 9). O horizonte glei, muito bem definido e espesso, encontra-se estriado por veios avermelhados, resultantes da oxidação local do ferro na rizosfera da *Spartina maritima*.

São, também, solos pobres em cálcio, neutros ou ligeiramente alcalinos (pH de 7 a 7,5), com salinidade entre 33‰ e 36‰, e ricos em matéria orgânica (11% a 15%), excepto nas orlas arenosas, onde é escassa e variável (2% a 7%).

#### — Os lodaçais ou atoleiros

São vastas superfícies planas, despidas de plantas superiores, por se situarem abaixo do nível mínimo das preamares mortas. O nome de lodaçais deriva da textura dos sedimentos que as constituem, argilosos e limosos, inconsistentes (atoleiros) por estarem sempre empapados em água (*slikke* vasosa ou lodosa). Todavia algumas destas superfícies são formadas por materiais arenosos ou areno-pelíticos que, no Algarve, são chamados «areais» (*slikke* arenosa).

### 3. A FLORA E A VEGETAÇÃO

A existência da vegetação de sapal, num biótopo com características tão adversas, depende da morfologia (externa e interna) e do comportamento fisiológico das espécies que constituem essa formação vegetal.

Assim, a sobrevivência de plantas vasculares à submersão temporária e ao elevado teor salino e mobilidade do solo, só é possível devido ao desenvolvimento dos órgãos subterrâneos, cuja biomassa é superior à da parte aérea (CATARINO, CAÇADOR, 1981), e ao autocontrolo que estas plantas têm sobre as suas funções metabólicas, ao regularem os mecanismos de absorção osmótica, transpiração, respiração e fotossíntese (REIMOLD, 1974; ETHERINGTON, 1983).

O estudo da composição florística e das características da formação vegetal dos sapais do estuário do Sado foi feito

com base em levantamentos florísticos, segundo os métodos fitossociológicos de Braun-Blanquet e de Raunkiaer (GUINOCHE, 1973; MATTEUCCI, COLMA, 1982), realizados ao longo de transectos fitogeográficos e em polígonos com áreas de 4 m<sup>2</sup> no sapal baixo, de 25 m<sup>2</sup> no sapal alto e de 6 m<sup>2</sup> no de transição. A localização destas áreas foi previamente definida, de acordo com a diversidade florística observada ao longo dos transectos. No mapa da figura 2 estão localizadas as estações onde foram realizados os levantamentos florísticos e os transectos; numa lista em apêndice, consta a localização mais precisa desses locais, e a data em que foram feitos os referidos levantamentos.

Preferiu-se fazer a descrição do espectro das formações de sapal baixo, alto e de transição, separadamente, de modo a estabelecer as espécies características de cada formação e o grau de presença e de abundância-dominância que as mesmas espécies podem apresentar nas três formações.

### 3.1. Composição florística do sapal baixo

O sapal baixo é o domínio da associação *Spartinetum maritimae*, constituída por povoamentos quase puros de *Spartina maritima* (est. I-B e III-A), a espécie que regista o mais elevado grau de sociabilidade, de presença e de abundância-dominância em todos os levantamentos florísticos desta formação vegetal (quadro III).

Ainda como espécies características desta associação, ocorrem *Arthrocnemum perenne*, *Puccinellia maritima*, *Suaeda maritima* e *Salicornia nitens*, definindo-se dois tipos de subassociação — *Spartina maritima* + *Suaeda maritima* + *Salicornia nitens* e *Spartina maritima* + *Arthrocnemum perenne* + *Puccinellia maritima*.

A primeira encontra-se nos ilhotes mais baixos da periferia da plataforma de preamar morta, quando formados por solo argiloso. Então, à volta das almofadas de *Spartina maritima* aparecem plantas isoladas e dispersas de *Suaeda maritima* e de *Salicornia nitens* (fig. 10 e 11), que, embora sempre muito pouco abundantes, são mais frequentes ao longo do canal principal do estuário até à foz da ribeira de S. Martinho.

### QUADRO III

#### Composição florística do sapal baixo (B e B')

Na coluna correspondente a cada levantamento florístico referido pelo número que representa a sua localização geográfica no mapa da figura 2 e na lista em apêndice, são indicadas, a Presença (algarismo de esquerda), e a Abundância-Dominância (algarismo da direita), segundo o critério de Braun-Blanquet. P significa o grau de Presença absoluta e AD, o grau de Abundância-Dominância mínimo e máximo de todos os levantamentos

Espécies	1		2		3		4		7		8		9		11		15		16		18		20		21		22		26		27		Total		
	B	B	B	B	B	B'	B	B	B	B'	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	P	%	AD			
<i>Spartina maritima</i>	5-4	5-5	5-4	5-3	5-5	5-3	5-3	5-3	5-3	5-3	5-4	5-3	5-3	5-3	5-3	5-4	5-3	5-4	5-4	5-5	5-3	5-3	5-3	5-3	5-4	5-4	5-4	5-4	5-4	V	100	3/5			
<i>Arthrocnemum perenne</i>	2-2	—	1-1	1+	—	2-2	3-2	3-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Puccinellia maritima</i>	—	—	2-1	1+	—	2+	1+	1+	1+	—	1+	1+	2+	2+	1+	2+	2+	1+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Suaeda maritima</i>	—	2+	1+	—	1+	1+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Salicornia nitens</i>	—	—	2-1	—	—	3+	1+	1+	1+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Halimione portulacoides</i>	—	1+	—	1+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Spergularia media</i>	—	—	—	2-1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Elymus farctus</i>	—	1+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Limonium vulgare</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Número de espécies	2	4	5	5	5	2	4	4	4	4	2	3	2	6	3	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3	3	3	5	9	9	9	9	9	9	

É nesta subassociação que a *Spartina maritima* apresenta maior vigor, atingindo a altura máxima de 80 cm no sapal de Rabo de Bacalhau (estação 17) e a densidade máxima de 1532 plantas/m<sup>2</sup> no sapal do Zambujal (estação 22, fig. 11), em Setembro.

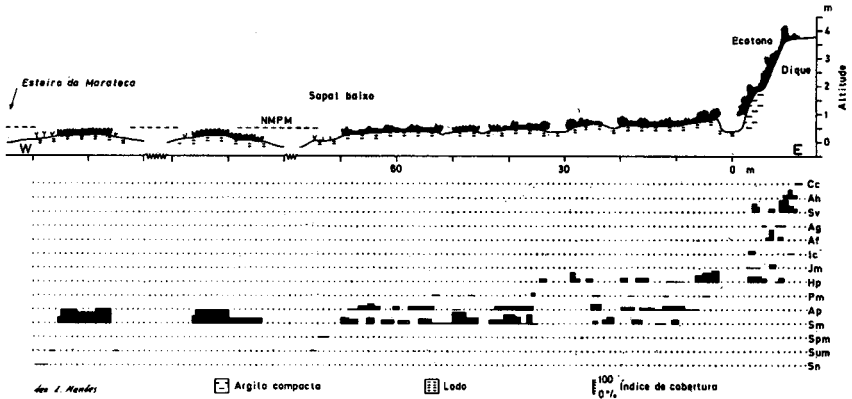


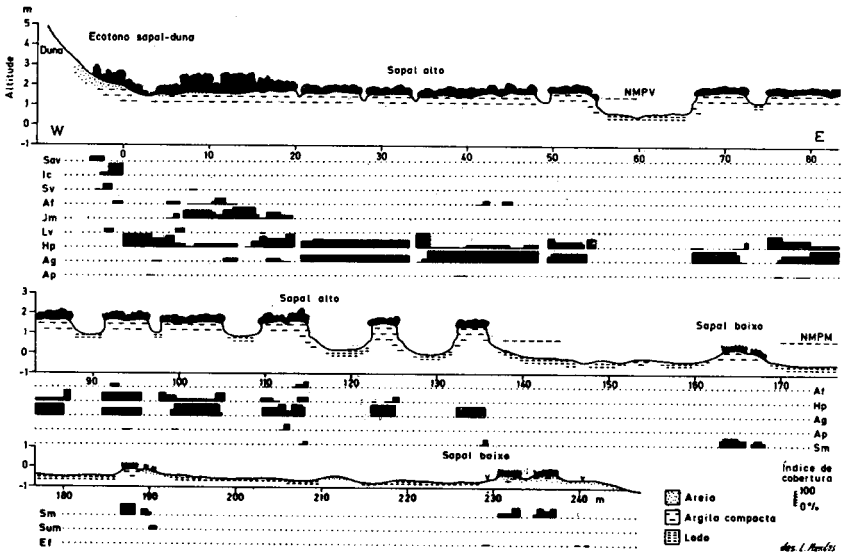
Fig. 10 — Transecto fitogeográfico no sapal baixo do Zambujal (estação 22), anexo ao dique de um salgado dominado por *Cotula coronopifolia*, pastado por cavalos. No muro do dique desenvolve-se um tipo de sapal de transição, ou de ecótono. O transecto ocupa uma faixa de 1 m de largura e tem orientação EW.

- |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Cc — <i>Cotula coronopifolia</i>    | Hp — <i>Halimione portulacoides</i> |
| Ah — <i>Atriplex halimus</i>        | Pm — <i>Puccinellia maritima</i>    |
| Sv — <i>Suaeda vera</i>             | Ap — <i>Arthrocnemum perenne</i>    |
| Ag — <i>Arthrocnemum glaucum</i>    | Sm — <i>Spergularia média</i>       |
| Af — <i>Arthrocnemum fruticosum</i> | Spm — <i>Suaeda maritima</i>        |
| Ic — <i>Inula crithmoides</i>       | Sum — <i>Spartina maritima</i>      |
| Jm — <i>Juncus maritimus</i>        | Sn — <i>Salicornia nitens</i>       |

A emissão de estolhos, até cerca de 1 metro de distância da planta mãe, facilita a colonização monoespecífica, tanto sobre solos lodosos (est. III-A) como sobre os solos areno-licosos das pequenas restingas e cordões de areia que limitam os lodaçais.

Sobre estes solos areno-licosos a *Spartina maritima* forma povoamentos estremos, acompanhados, perifericamente, por raros indivíduos de *Suaeda maritima* e *Elymus farctus* (fig. 11), que, apesar de estolhoso e halopsamófito, não se desenvolve quando em competição com a *Spartina maritima*.

No sapal baixo da Mitrena (estação 26, fig. 12), desenvolvido sobre um solo areno-limoso que cobre a faixa interna do lodaçal, assiste-se à colonização pioneira de *Elymus farctus* que se estende sobre as areias superficiais, na orla externa do sapal, e que tende a progredir em direcção ao sapal alto.



des. L. Martins

Fig. 11 — Transecto fitogeográfico no sapal do Tróia, entre a duna de Malha da Costa e o canal da Comporta (estação 3). Distinguem-se o sapal baixo, o sapal alto e o ecótono sapal-duna. O transecto ocupa uma faixa de 1 m de largura e tem orientação WE.

Sav — <i>Salsola vermiculata</i>	Hp — <i>Halimione portulacoides</i>
Ic — <i>Inula crithmoides</i>	Ag — <i>Arthrocnemum glaucum</i>
Sv — <i>Suaeda vera</i>	Ap — <i>Arthrocnemum perenne</i>
Af — <i>Arthrocnemum fruticosum</i>	Sm — <i>Spartina maritima</i>
Jm — <i>Juncus maritimus</i>	Sum — <i>Suaeda maritima</i>
Lv — <i>Limonium vulgare</i>	Ef — <i>Elymus farctus</i>

Porém, ao encontro da *Spartina maritima*, com capacidade de enraizamento mais profundo, maior altura e densidade, o *Elymus farctus* perde terreno. No limite interior da faixa de *Spartina maritima* a competição estabelece-se entre esta última e o *Halimione portulacoides* que surge aqui como espécie acompanhante do sapal baixo (quadro III, 26B).



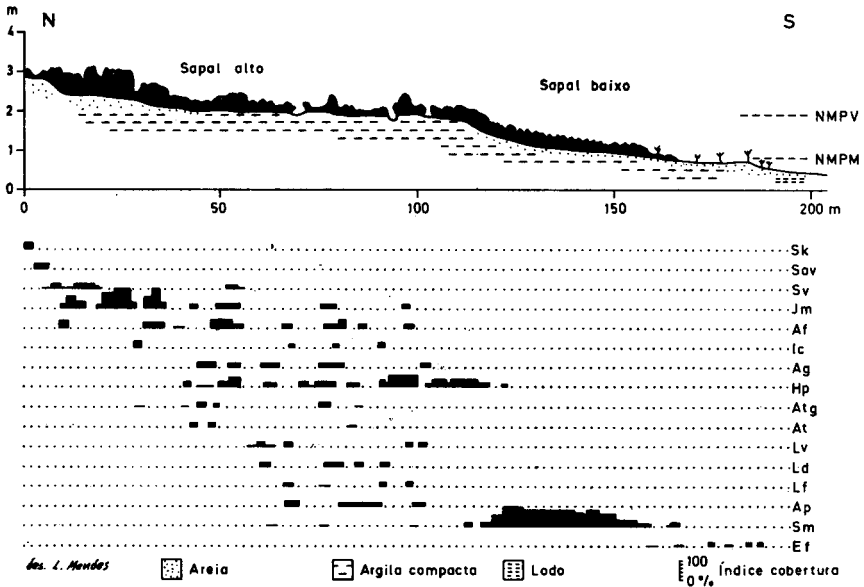


Fig. 12 — Transecto fitogeográfico no sapal da Mitrena (estação 26), distinguindo-se o sapal baixo, o sapal alto e o ecótono sapal-pinhal. O transecto ocupa uma faixa de 1 m de largura e tem orientação NS.

SK — <i>Salsola Kali</i>	Hp — <i>Halimione portulacoides</i>
Sv — <i>Salsola vermiculata</i>	Atg — <i>Artemisia galica</i>
Sav — <i>Suaeda vera</i>	At — <i>Aster tripolium</i>
Jm — <i>Juncus maritimus</i>	Lv — <i>Limonium vulgare</i>
Af — <i>Arthrocnemum fruticosum</i>	Ld — <i>Limonium diffusum</i>
Ic — <i>Inula crithmoides</i>	Lf — <i>Limonium ferulaceum</i>
Ag — <i>Arthrocnemum glaucum</i>	Ap — <i>Arthrocnemum perenne</i>

A subassociação de *Spartina maritima* e *Arthrocnemum perenne* é característica das plataformas lodosas mais extensas, um pouco mais altas; aqui um ligeiro encurtamento do tempo de submersão permite a vida de um arbusto prostrado, o *Arthrocnemum perenne*.

Neste tipo de sapal baixo a *Spartina maritima* aparece associada em tufo dispersos por entre pequenos tapetes de *Arthrocnemum perenne* e tufo de *Puccinellia maritima* (est. III-B); apresenta baixa densidade (máximo de 370 indivíduos/m<sup>2</sup> no sapal a norte da ilha do Cavalo — estação 18 B) e altura máxima de 30 cm.

Sobre as bossas de acreção pelítica ao longo dos canais de maré, crescem o *Halimione portulacoides* e o *Limonium vulgare*, como espécies acidentais ou acompanhantes (est. IV-A e B).

Esta tendência para a microzonação das espécies, tal como a pobreza do espectro florístico do sapal baixo, 9 espécies, no total, e de 2 a 6 nos levantamentos locais (quadro III), revela um elevado grau de especialização da flora, relativamente às características limitantes do biótopo. Este fenómeno é ainda melhor observado na constituição do espectro biológico deste sapal (fig. 13), dominado por terófitos e hemicriptófitos; os caméfitos estão representados apenas pelo *Arthrocnemum perenne*.

### 3.2. Composição florística do sapal alto

Relativamente ao sapal baixo, o espectro florístico do sapal alto é mais variado, incluindo o total de 26 espécies (quadro IV); o número médio de espécies por levantamento é de 9,5, entre um mínimo de 6 e um máximo de 14 (2).

As espécies mais frequentes são *Halimione portulacoides*, *Arthrocnemum glaucum*, *Arthrocnemum fruticosum*, *Arthrocnemum perenne*, *Suaeda vera*, *Juncus maritimus*, *Spartina maritima*, *Limonium vulgare* e *Inula crithmoides* que definem as associações de *Halimionetum*, *Arthrocnemetum* e *Juncetum*.

A *Spartina maritima* não é considerada uma espécie característica desta parte do sapal; a sua presença, em 58 % dos levantamentos, deve-se à micromorfologia da plataforma de preamar viva, ocupando a *Spartina* as formas embutidas nesta superfície, em especial as poças de maré e pequenos canais que, aos poucos, vai colonizando, associada ao *Arthrocnemum perenne* (est. V-A e B). Aliás, a micromorfologia de plataforma, que regula o encharcamento e a salinidade do solo, é o principal factor da distribuição em mosaico das espécies do sapal alto, por vezes também relacionada com a textura do solo.

De um modo geral assiste-se a uma diferenciação florística entre as orlas exterior e interior do sapal alto, dominando,

(2) O levantamento 27A não obedeceu à área dos restantes e foi feito ao longo de um perfil com 3 m de largo e 60 m de comprimento, entre o sapal de transição e o sapal alto. Por esse facto, o seu número de espécies não é aqui considerado como o máximo.

QUADRO IV

Composição florística do sapal alto (A)

Na coluna correspondente a cada levantamento, referido pelo número que representa a sua localização no mapa da figura 2 e na lista em apêndice, são indicadas a Presença (algarismo da esquerda) e a Abundância-Dominância (algarismo da direita), segundo o critério de Braun-Blanquet. P significa o grau de Presença absoluta e AD o grau de Abundância-Dominância mínimo e máximo de todos os levantamentos

Espécies	Levantamentos																	Total												
	1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	23	24	25	26	27	28	P	%	AD	
<i>Halimione portulacoides</i>	2-1	5-4	4-3	2-1	3-3	5-3	4-3	4-3	4-3	3-3	3-2	1+	2-1	3-2	4-3	3-3	4-3	2-2	2-2	4-3	3-2	3-3	3-3	4-3	3-3	4-2	3-3	V	100	1/4
<i>Arthrocnemum glaucum</i>	3-3	4-3	4-3	3-3	4-3	4-3	4-3	2-1	4-3	3-2	2-2	2-1	2-1	4-3	3-3	3-3	3-3	2-1	3-2	3-3	3-3	3-2	2-2	3-2	3-2	3-3	2-3	V	88	1/3
<i>Arthrocnemum fruticosum</i>	2-2	3-2	2-1	3-2	2-1	2-2	2-1	3-1	1+	1+	2-2	1+	2-1	2-1	2-1	2-1	2-1	2-1	2+	4-2	3-2	3-2	3-2	3-1	3-1	2-1	V	85	+2	
<i>Arthrocnemum perenne</i>	2-1	2-2	2-2	3-2	2-2	2-2	2-2	2-2	1+	1+	3-2	2+	2+	2-2	2-2	4-3	2-2	4-3	2-2	2+	2+	2+	2+	2+	2-2	2-2	4-2	IV	73	+2
<i>Suaeda vera</i>	2-1	2+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	2+	3-2	2-1	2+	3-2	2-1	2+	4-2	4-2	2+	2+	2-1	3-1	2+	IV	69	+2	
<i>Juncus maritimus</i>	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	IV	69	+4
<i>Spartina maritima</i>	2+	2+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	III	58	+2
<i>Limonium vulgare</i>	2-1	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	III	58	+1
<i>Inula crithmoides</i>	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	III	58	+1
<i>Cystanthe pleympaea</i>	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	II	35	+
<i>Limonium ferulaceum</i>	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	II	31	+1
<i>Puccinellia maritima</i>	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	II	31	+1
<i>Artemisia gallica</i>	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	I	15	+
<i>Salsola soda</i>	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	I	15	+4
<i>Phragmites communis</i>	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	I	15	+
<i>Aster tripolium</i>	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	I	15	+
<i>Hordeum hystrix</i>	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	I	15	+
<i>Limonium diffusum</i>	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	I	15	+
<i>Spergularia salina</i>	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	I	15	+1
<i>Suaeda maritima</i>	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	I	15	+2
<i>Cotula coronopifolia</i>	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	I	15	+
<i>Atriplex halimus</i>	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	I	12	+
<i>Atriplex glauca</i>	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	I	12	+
<i>Plantago maritimum</i>	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	I	8	+
<i>Polypogon maritimum</i>	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	I	4	+
<i>Scirpus maritimus</i>	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	I	4	+
Número de espécies	9	10	11	7	9	11	8	6	11	11	9	4	7	9	10	6	7	6	8	12	9	10	9	14	10	21	10	26		

na primeira o *Halimionetum* e o *Arthrocnemetum* (est. I-A e B) e, na segunda, a *Juncetum* (fig. 11 e 12, est. II-A) ou o *Phragmitetum* (est. VI-A e B) na transição do sapal para as formações glicófitas do ecossistema ripário (em Comporta e Alcácer do Sal, estações 5 A e 13 A).

O *Halimione portulacoides* espécie helófito, coloniza o rebordo convexo da periferia dos canais de maré, associado ao *Arthrocnemum perenne* (est. IV-A), *Spartina maritima* e à *Puccinellia maritima*; também forma extensos tapetes (Malha da Costa, fig. 11), quando a superfície é regular, cobrindo 30 % a 50 % da superfície. Atinge, em todo o estuário, cerca de 50 cm de altura e nos seus ramos inferiores, sem folhas, vivem colónias de líquenes e algas epífitas que vão sendo progressivamente envolvidas por uma película fina de lodo que, aí depositada por aderência, contribui para a colmatção da plataforma da preamar viva. Frequentemente as raízes do *Halimione portulacoides*, bem como as de outras *Quenopodiáceas* (em especial a *Suaeda vera*, a *Salsola vermiculata* e o *Atriplex halimus*), são parasitadas por *Cystanthe phelypaea* criptófito que desenvolve o aparelho aéreo entre Fevereiro-Março e Julho.

O *Arthrocnemum perenne*, também helófito, ocupa a mesma posição do *Halimione portulacoides*, mas coloniza, de preferência, as áreas mais deprimidas e encharcadas pela água salgada. Frequentemente associa-se ao *Arthrocnemum glaucum* que, aos poucos, lhe invade a área de distribuição, em especial onde a salinidade é mais elevada. Tufos de *Puccinellia maritima* e colónias de *Limonium* Sp. dispersam-se na área do *Arthrocnemum perenne*, cujo porte prostrado permite a chegada da luz àqueles hemicriptófitos. Das *Plumbagináceas*, o *Limonium vulgare* é o mais frequente e o *L. diffusum* o mais raro, associado a solos areno-pelíticos.

O *Arthrocnemum fruticosum* (est. VII-A) partilha a faixa de distribuição do *Arthrocnemum glaucum*, mas com maior dominância nos lugares menos salgados, ou nos bombeamentos da superfície e das margens da plataforma, ou associado a *Suaeda vera* e *Inula crithmoides*, em povoamentos densos e altos (1 m) nos sectores central e interior do sapal alto (fig. 11 e 12).

No limite interior da plataforma da preamar viva, onde o solo é mais evoluído, por vezes coberto por uma película descontínua de areia, vive o *Juncus maritimus* (fig. 11 e 12), em povoamentos altos (1 m a 1,2 m), compactos, mistos de *Suaeda vera*, *Inula crithmoides* e *Artemisia gallica*, que cobrem totalmente o solo e se designam por juncais.

No limite montante dos braços do estuário os juncais substituem as restantes halófitas e incluem tufos de *Phragmites communis* que evoluem para povoamentos estremes (caniçais, est. VI-B) onde a salinidade é fraca.

### 3.3. Composição florística do sapal de transição

Como todas as formações vegetais de ecótono, o sapal de transição caracteriza-se por uma grande riqueza florística, que reúne às espécies helo-halófitas do sapal, as espécies das formações vegetais vizinhas.

No quadro v apresenta-se um conjunto de dezassete levantamentos fitossociológicos, a partir dos quais foram inventariadas 38 espécies. O número médio de espécies por levantamento é de 12, entre um mínimo de 9 e um máximo de 19. De entre elas, destacam-se as que apresentam o grau de presença mais elevado — *Atriplex halimus*, *Juncus maritimus*, *Suaeda vera* e *Arthrocnemum fruticosum*. De comum têm a característica de halotolerantes (as duas primeiras) ou de halófitas euri-halinas, todas provenientes do sapal alto.

Consoante o tipo de formação vegetal adjacente, no ecótono dos sapais do Sado podem distinguir-se o ecótono sapal-duna (est. II-A) e o ecótono sapal-muro de terra, de dique ou de salina (fig. 10).

No ecótono sapal-duna, às espécies características já citadas juntam-se espécies psamófitas, também halotolerantes, como *Salsola vermiculata* (est. VII-B), *Armeria pungens* e *Agrostis stolonifera*, nos sapais de Tróia.

No ecótono sapal-muro de terra, às espécies características do sapal associam-se outras, ruderais, que, ou preferem solos argilosos (*Hordeum hystrix*, *Lagurus ovatus*, *Polypogon maritimum*, *Paronychia argentea*, *Atriplex glauca*, *Cotula coronopifolia*), ou solos arenosos (*Salsola kali*, *Solanum sodomium*), ou que se relacionam preferencialmente com a existência da

QUADRO V

Composição florística do sapat de transição de ecótono (T, T')

Na coluna correspondente a cada levantamento, referido pelo número que representa a sua localização no mapa da figura 2 e na lista em apêndice, são indicadas a Presença (algarismo da esquerda) e a Abundância-Dominância (algarismo da direita), segundo o critério de Braun-Blanquet. P significa o grau de Presença absoluta e AD o grau de Abundância-Dominância mínimo e máximo de todos os levantamentos.

Espécies	Levantamentos														Total		
	1	2	3	7	12	15	16	17	18	19	20	22	23	27	T	%	AD
<i>Atriplex halimus</i>	5-3	4-2	2-1	—	1-1	1-2	2-1	4-3	4-4	3-2	3-3	1+	1-2	4-3	V	88	1/4
<i>Juncus maritimus</i>	2-1	3-2	2-1	3-3	2-2	—	—	1+	2+	2-1	1+	3-2	1-1	2-1	V	88	+ / 3
<i>Suaeda vera</i>	3-1	3-1	3-1	4-2	2+	4-2	1+	3-2	3-2	—	—	4-3	4-3	3-1	V	82	+ / 3
<i>Arthrocnemum fruticosum</i>	2-2	3+	2-1	5-3	1+	3+	1+	—	1+	—	—	3-2	3-2	3+	V	82	+ / 3
<i>Spergularia salina</i>	—	—	—	2-2	2-2	2+	2+	3-1	2-2	1+	1+	1+	1+	—	III	59	+ / 2
<i>Hordeum hystrix</i>	—	1+	—	1+	1+	4+	2+	2+	2-1	2+	3+	—	4+	—	III	53	+ / 1
<i>Lagurus ovatus</i>	—	1+	—	1+	1+	2+	2+	2+	1+	1+	1+	—	1+	—	III	53	+
<i>Inula crithmoides</i>	—	2-1	1+	1+	1+	—	—	1+	1+	—	—	—	—	—	III	53	+ / 2
<i>Phragmites communis</i>	—	—	—	—	1-2	1+	—	1+	2-1	—	3-3	2-1	—	2+	III	53	+ / 4
<i>Cystanthe phelypaea</i>	3+	2-1	2+	—	1+	1+	4-3	—	3+	2+	—	2-4	1+	1+	III	47	+ / 1
<i>Pantago africana</i>	2-2	2-2	1+	—	1+	1+	2+	—	1+	2+	—	2-2	—	1+	III	47	+ / 2
<i>Tamarix africana</i>	—	—	—	—	1+	1+	—	—	1+	2-1	3-3	—	—	2-1	II	35	+ / 3
<i>Polygonum maritimum</i>	—	—	—	1+	1+	2+	—	1+	1+	1+	2+	—	2+	—	II	35	+
<i>Paronychia argentea</i>	—	—	—	1+	1+	1+	—	—	1+	2-1	—	—	2+	1+	II	35	+ / 2
<i>Scirpus maritimus</i>	—	1+	—	2-2	3+	2-1	—	—	2+	2+	—	1+	—	1+	II	35	+ / 1
<i>Arthrocnemum glaucum</i>	—	—	—	1-1	1+	—	—	—	2-1	—	—	—	1+	—	II	35	+ / 1
<i>Halimione portulacoides</i>	—	—	1+	—	1+	—	—	—	2-1	—	—	—	—	1+	II	35	+ / 2
<i>Limonium vulgare</i>	1+	—	1+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	II	29	+ / 3
<i>Salsola vermiculata</i>	4-2	3-2	1+	—	—	—	1+	—	—	—	—	—	—	—	II	29	+ / 1
<i>Atriplex glauca</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1+	II	24	+ / 2
<i>Cotula coronopifolia</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	2-1	1+	1+	2-1	—	—	I	18	+ / 1
<i>Polygonum maritimum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	I	18	+ / 1
<i>Limonium ferulaceum</i>	—	1+	—	1+	—	—	—	—	1+	—	—	—	—	—	I	18	+ / 1
<i>Armeria pungens</i>	—	1+	1+	—	—	—	—	—	1+	—	—	—	—	—	I	12	+
<i>Salsola kali</i>	—	1-1	1+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	I	12	+
<i>Solanum Sodomense</i>	2-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	I	12	+
<i>Elymus farctus</i>	—	—	1+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	I	12	+
<i>Agrostis stolonifera</i>	—	1+	1+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	I	12	+
<i>Artemisia gallica</i>	—	1+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	I	12	+
<i>Salsola soda</i>	—	—	—	—	—	—	—	1+	—	—	—	—	—	3-1	I	12	+ / 1
<i>Centaurea polyantha</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	I	12	+
<i>Frankenia laevis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	I	12	+
<i>Crythanthemum coronarium</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	I	12	+
<i>Anthemus maritima</i>	—	—	—	—	—	2-2	—	—	—	—	—	—	—	—	I	12	+
<i>Carpobrotus edulis</i>	—	2-3	—	—	—	2-1	—	—	—	—	—	—	—	—	I	12	+
<i>Arthrocnemum perenne</i>	—	1+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	I	6	3
<i>Spartina maritima</i>	—	—	2+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	I	6	+
Número de espécies	9	10	16	12	15	14	10	11	19	13	13	12	12	14	38		

toalha freática (*Tamarix africana*), ou das valas anexas aos diques (*Scirpus maritimus*).

A coabitação de espécies com diferentes portes e exigências ecológicas, como terófitas halotolerantes (*Lagurus ovatus*) e nanofanerófitas halófitas (*Arthrocnemum fruticosum*), deve-se a uma estratégia de enraizamento respectivamente superficial e profundo.

As halotolerantes utilizam a camada superficial do solo, lixiviada, enquanto as halófitas utilizam a camada profunda, onde, em regra, existem argilas salinas (fig. 11).

Em qualquer dos ecótonos este sapal é uma formação compacta, de altura variável, que em alguns sítios é descontínua, devido à acção antrópica. Quando entre os diques e o sapal alto ou entre este e as encostas dunares existam valas ou canais de maré, no sapal do ecótono podem surgir espécies como *Spartina maritima* e *Arthrocnemum perenne*, características dos sapais baixo e alto.

#### 4. DINÂMICA DA VEGETAÇÃO

A dinâmica de uma formação vegetal consiste nas modificações a que está sujeita essa formação, no tempo e no espaço.

##### 4.1. Ritmo fenológico e produtividade

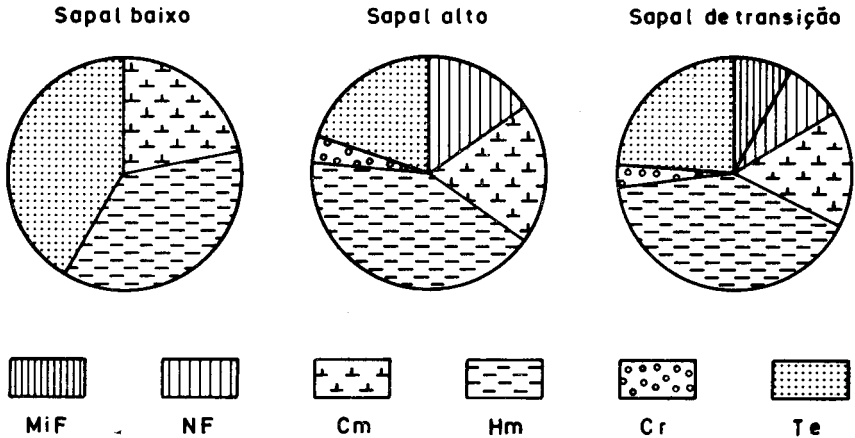
No desenvolvimento do seu ciclo biológico, cada espécie está sujeita a um ritmo fenológico que, por depender essencialmente das características climáticas, apresenta um carácter sazonal.

Numa formação vegetal tão especializada como o sapal, os ritmos fenológicos das espécies tendem a ser síncronos.

O nascimento das terófitas inicia-se, quase todos os anos <sup>(3)</sup>, a partir de Fevereiro. Destas espécies, as mais temporãs são a *Spergularia media* e a *S. salina*, que despontam das fendas dos solos lodosos a partir do princípio de Fevereiro e no início de Março iniciam a floração. Segue-se-lhe o despontar da *Suaeda maritima*, em Março, e, ao mesmo tempo ou com atraso de uma quinzena, a *Salicornia nitens*.

<sup>(3)</sup> As observações aqui referidas foram feitas entre Novembro de 1980 e Março de 1987.

O aparecimento das terófitas coincide com o despontar primaveril das gemas das hemicriptófitas, que em quase todo o sapal dominam o espectro biológico (fig. 13). Os rebentos da *Puccinellia maritima* começam a abrir ainda em Fevereiro, enquanto que os da *Spartina maritima* o fazem a partir do fim de Março, com ritmo diferente de ano para ano, que não foi possível justificar.



des. L. Mendes

Fig. 13 — Espectros biológicos dos sapais baixo, alto e de transição.

MiF — Microfanerófitos

NF — Nanofanerófitos

Cm — Caméfitos

Hm — Hemicriptófitos

Cr — Criptófitos

Te — Terófitos

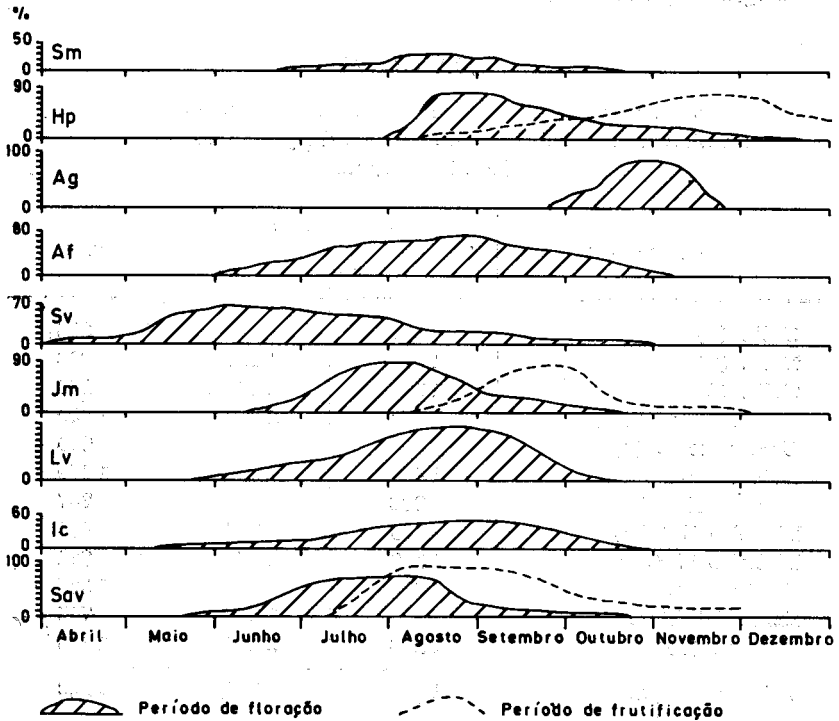
Em Abril todas as espécies estão activas, algumas já em flor.

Porém, a floração do sapal é tardia, dependente da acumulação de calor e de luz feita nos meses da Primavera e início do Verão (fig. 3). É uma floração estival, especialmente activa entre Julho e Setembro (fig. 14), mas que se prolonga até Outubro e Novembro no *Arthrocnemum glaucum* (espécie macrotérmica mediterrânea).

A frutificação é imediata, mas difícil de quantificar (ainda que empiricamente) na maior parte das espécies.



Em toda a área do estuário ocupada por sapal, observam-se ligeiras variações espaciais e temporais, no ritmo fenológico de determinadas espécies, entre elas da *Spartina maritima* e dos *Limonium* Sp. No mesmo transecto, o início da floração da *Spartina maritima* não é síncrono, observando-se mais cedo no sapal alto que no sapal baixo, onde é menor a quantidade de plantas que florescem (possível efeito da submersão).



des. L. Mendes

Fig. 14 — Ritmos da floração e da frutificação de algumas espécies halófitas do sapal da restinga de Tróia (estações 2, 3 e 4; figura 2), em 1984.

O regime fenológico da *Spartina maritima* foi analisado em diferentes lugares do estuário, mas a interpretação das suas variações temporais e espaciais ainda não foi conseguida.

Tendo-se observado que a densidade e a altura da *Spartina maritima* eram mínimas em Fevereiro e em Março e máximas em Setembro e Outubro, escolheram-se os meses de Março e Setembro para analisar a biomassa da parte aérea (4) e a sua variação (quadro VI, fig. 15).

#### QUADRO VI

Varição da biomassa seca da *Spartina maritima*, no sapal baixo, em Fevereiro e Setembro de 1984, e da produtividade anual (Prod. g/m<sup>2</sup>/ano)

Locais de observação	Biomassa seca (g/m <sup>2</sup> )		Prod.
	Fevereiro 1984	Setembro 1984	
Tróia (1)	990	1 876	886
Tróia (2)	1 079	1 987	908
Tróia (3)	1 101	2 030	929
Carrasqueira (6-7)	1 282	2 372	1 090
Carrasqueira (7)	1 195	2 185	990
Rab. Bacalhau (17)	1 459	2 205	1 459
Ilha Cavalo (18B)	906	1 693	787
Pinheiro S (19*)	655	1 127	472
Pinheiro N (20)	1 100	2 074	974
Zambujal (22)	1 310	2 585	1 275
Zambujal (22*)	850	1 565	715
Mitrena (26)	1 206	2 351	1 145
Valores médios	1 094,4	2 004,2	969,2

\* Nestes locais a *Spartina maritima* encontra-se em povoamentos mistos com *Arthrocnemum perenne*.

Verificou-se que, em média, os valores obtidos são comparáveis aos do estuário do Tejo (CAÇADOR, CATARINO, 1979, 1981, 1983), embora muito inferiores em alguns sítios, como em Monte Pinheiro e ilha do Cavalo, devido à baixa densidade da *Spartina maritima*.

(4) Utilizaram-se espaços de 0,25 m<sup>2</sup> de superfície, sempre em povoamentos do sapal baixo.

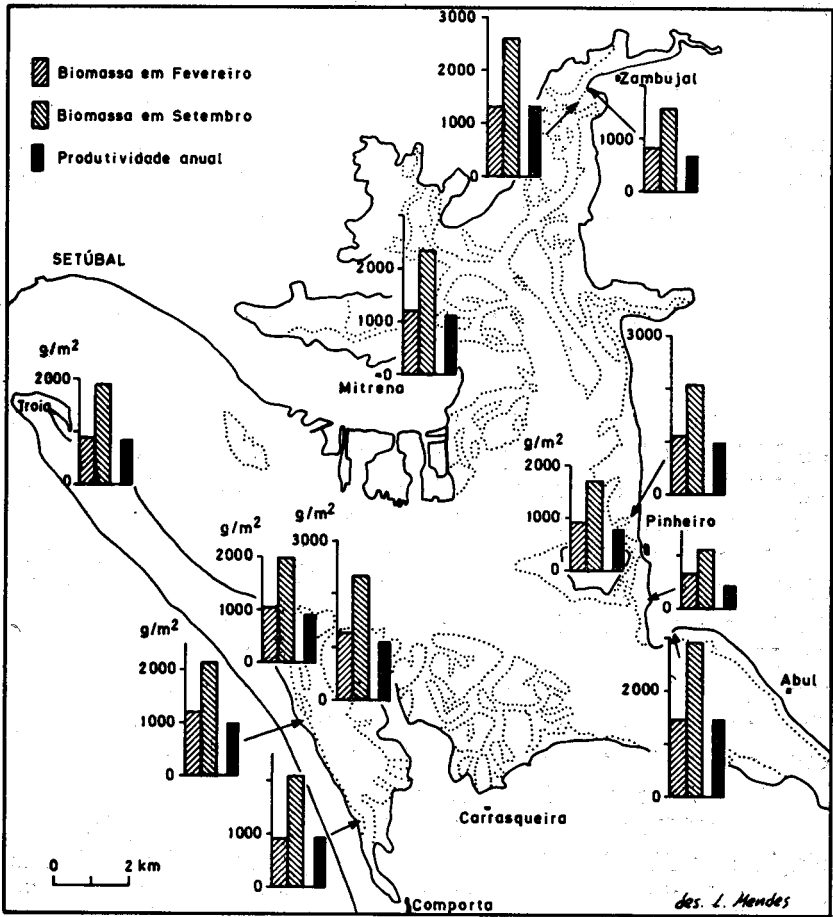
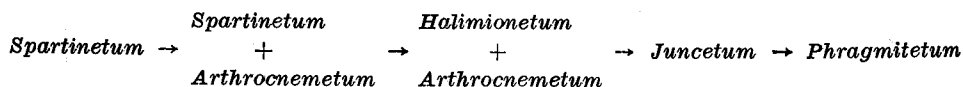


Fig. 15 — Variação da biomassa seca (g/m<sup>2</sup>) e da produtividade (g/m<sup>2</sup>/ano) da *Spartina maritima* (parte aérea), em 1984.

Os valores mais elevados da biomassa e da produtividade (superiores a 1 kg/m<sup>2</sup>/ano) registam-se nos sapais do Rabo de Bacalhau, do Zambujal, Mitrena e Carrasqueira, onde as plantas são mais altas (Rabo de Bacalhau e Mitrena) ou mais densas (Zambujal). Observa-se, ainda, que a produtividade de *Spartina* é mais elevada nos grandes ilhotes da franja externa do sapal baixo, em lugares protegidos da agitação, mas frequentemente banhados por água salgada, onde esta espécie encontra as condições óptimas do seu *habitat*.

#### 4.2. Sucessão fitogeográfica natural

Observadas a composição florística do sapal baixo, alto e de ecótono, as associações das espécies constituintes, e, ainda, a constância das mesmas nos três tipos de sapal referidos (quadro VII), torna-se possível construir o modelo da sucessão vegetal da halossérie dos sapais do Sado.



Esta sucessão vegetal corresponde à sucessão morfológica do biótopo (da qual é, parcialmente, responsável) e está em equilíbrio com as características edáficas e climáticas deste, mediterrâneas com influência atlântica.

É, portanto, uma sucessão morfopedoclimática, característica da transição entre as sub-halosséries atlântica e mediterrânea que se inicia, na costa portuguesa, a sul do estuário do Mondego (DAVEAU, J., 1897), é notória no estuário do Tejo (CATARINO *et al.*, obr. cit.), e se acentua do estuário do Sado para sul, com a introdução do *Arthrocnemum glaucum* e outras espécies típicas da halossérie mediterrânea.

Nesta sucessão importa caracterizar:

O estágio pioneiro de *Spartinetum*, dominado pela associação atlântica *Spartinetum maritimae*, em perfeito equilíbrio com o primeiro estágio morfopedológico da acumulação, fixação e evolução pedogénica dos sedimentos da orla exterior da plataforma da preamar morta <sup>(5)</sup>.

Dos estádios evolutivos, o primeiro é marcado pela associação *Spartineto-Arthrocnemetum perennis*, que inclui entre as espécies características o *Arthrocnemum perenne*, de distribuição geográfica subtropical. Do mesmo modo que a anterior, esta vegetação está em equilíbrio com a dinâmica de elevada acumulação sedimentar do sector interno da plataforma da preamar morta.

<sup>(5)</sup> Não foram considerados os pré-estádios relativos à colonização das plataformas submersas, por *Zoostera* Sp., nem da colonização das plataformas anfíbias por algas dos géneros *Enteromorpha*, *Ulva* e *Fucus*.

QUADRO VII

Constância das espécies e variação do seu grau de presença (de I e V), nos espectros florísticos dos sapais baixo, alto e de transição

Espécies	Baixo	Alto	Transição
<i>Salicornia nitens</i>	..... III .....		
<i>Spergularia media</i>	..... II .....		
<i>Puccinellia maritima</i>	..... III .....	..... II .....	
<i>Suaeda maritima</i>	..... III .....	..... I .....	..... I .....
<i>Spartina maritima</i>	..... V .....	..... III .....	..... I .....
<i>Halimione portulacoides</i>	..... II .....	..... V .....	..... II .....
<i>Arthrocnemum perenne</i>	..... III .....	..... IV .....	..... I .....
<i>Limonium vulgare</i>	..... I .....	..... III .....	..... II .....
<i>Arthrocnemum glaucum</i>		..... V .....	..... II .....
<i>Artemisia gallica</i>		..... II .....	..... I .....
<i>Arthrocnemum fruticosum</i>		..... V .....	..... V .....
<i>Inula crithmoides</i>		..... III .....	..... III .....
<i>Salsola soda</i>		..... I .....	..... I .....
<i>Suaeda vera</i>		..... IV .....	..... V .....
<i>Juncus maritimus</i>		..... IV .....	..... V .....
<i>Cystanthe phelypea</i>		..... II .....	..... III .....
<i>Atriplex halimus</i>		..... I .....	..... V .....
<i>Phragmites communis</i>		..... I .....	..... III .....
<i>Hordeum hystrix</i>		..... I .....	..... III .....
<i>Spergularia salina</i>		..... I .....	..... III .....
<i>Plantago maritima</i>		..... I .....	..... III .....
<i>Limonium ferulaceum</i>		..... I .....	..... II .....
<i>Cotula coronopifolia</i>		..... I .....	..... II .....
<i>Atriplex glauca</i>		..... I .....	..... II .....
<i>Polypogon maritimum</i>		..... I .....	..... II .....
<i>Scirpus maritimus</i>		..... I .....	..... II .....
<i>Elymus farctus</i>	..... I .....		..... I .....
<i>Limonium diffusum</i>		..... I .....	
<i>Aster tripolium</i>		..... I .....	
<i>Lagurus ovatus</i>			..... III .....
<i>Tamarix africana</i>			..... II .....
<i>Paronychia argentea</i>			..... II .....
<i>Salsola vermiculata</i>			..... II .....
<i>Polygonum maritimum</i>			..... I .....
<i>Armeria pungens</i>			..... I .....
<i>Salsola kali</i>			..... I .....
<i>Solanum sodomaeum</i>			..... I .....
<i>Agrostis stolonifera</i>			..... I .....
<i>Centanea polyacantha</i>			..... I .....
<i>Frankenia laevis</i>			..... I .....
<i>Crysanthemum coronarium</i>			..... I .....
<i>Anthemis maritima</i>			..... I .....
<i>Carpobrotus edulis</i>			..... I .....

Deste estágio passa-se ao das associações *Halimioneto-Arthrocnemum fruticosi* e/ou *Arthrocnemum glauci*, a primeira atlântico-mediterrânea e a segunda mediterrânea, em equilíbrio com a menor taxa de acumulação sedimentar da plataforma da preamar viva, e com a variabilidade espacial dos processos de salinização dos seus solos.

O estágio de maturidade corresponde ao último estágio da evolução fitológica e morfológica deste ecossistema, e é marcado pelo *Juncetum maritimi*, que ainda pode evoluir para *Phragmitetum communi*, ambas as associações atlânticas, embora incluindo espécies acessórias ou acompanhantes mediterrâneas (quadro VII, Lista Sistemática da Flora, em apêndice).

#### 4.3. Modificações antropogêneas

O intenso uso dos sapais do Sado, desde a Antiguidade (MOREIRA, 1986), contribuiu para uma modificação da sua área (VASCONCELLOS, 1960, COURINHA, 1972), progressivamente reduzida por recuperações sucessivas do sapal alto, destinadas à obtenção de salinas (tanques de concentração e de cristalização), pastagens, terras de cultivo de arroz, portos e espaços de construção urbana e industrial (fig. 2).

No entanto, a flora dos sapais tem sido, também, modificada na sua composição e, sobretudo, nas suas relações fitossociológicas e área de distribuição de algumas espécies.

No quadro da composição florística apresentado por VASCONCELLOS (1960), apenas o *Halimione portulacoides* tem um grau de presença de V. Para as restantes espécies não pode estabelecer-se uma comparação directa, porque, no presente trabalho, os levantamentos fitossociológicos dizem respeito aos três tipos de sapal, individualizados, enquanto os de VASCONCELLOS se referem a todo o sapal.

Entre 1980 e 1986 verificou-se que apenas a *Spartina maritima* continua, ainda, a ser ceifada para misturar com a forragem verde usada na alimentação do gado. Esta prática, muito difundida até há cerca de vinte anos, contribui para a redução da área de distribuição desta espécie, a mais importante na evolução do sapal, pela sua posição de pioneira e pela alta produtividade. Durante este período, pelo contrário, também foram observados novos povoamentos desta gramínea

a colonizar, quer as plataformas lodosas da periferia do sapal, quer os sectores mais interiores, onde após a destruição do sapal existente (Comporta, Carrasqueira, ilha do Cavalo, Mitrena), sobre os solos argilosos se depositaram areias que impedem o crescimento das espécies puramente helófitas.

No início da colonização observaram-se crescimentos de 1,2 m por ano, na faixa de *Spartina maritima* que se desenvolve sobre areal, junto à base do degrau da plataforma de preamar viva, entre Pinheiro e a passagem de Rabo de Bacalhau para a ilha do Cavalo. Neste local, e em outros ao longo da restinga de Tróia, estes novos povoamentos psamófitos de *Spartina maritima* têm desempenhado um papel importante contra a erosão da plataforma da preamar viva.

##### 5. CONCLUSÃO

Do que ficou exposto pode concluir-se que a vegetação do ecossistema do sapal do Sado, apesar das pressões exercidas pelo Homem, se caracteriza por um equilíbrio morfopedológico e climático, evidenciado pela sucessão progressiva da sua dinâmica natural (quadro VIII), e pela capacidade de regeneração da cadeia evolutiva, quando esta é, localmente, interrompida.

A sucessão das associações vegetais das sub-halosséries atlântica (*Spartinetum maritimae*, *Halimionetum portulacoides*, *Juncetum maritimi* e *Phragmitetum communi*) e mediterrânea (*Arthrocnemetum perenni*, *A. fruticosi* e, em especial, *A. glauci*) são o reflexo das características climáticas do estuário, do tipo mediterrâneo sub-húmido da fachada atlântica do sudoeste europeu.

Esta sucessão é, ainda, morfopedoclimáxima, porque acompanha a evolução geomorfológica e edáfica do biótopo, da qual depende a distribuição fitogeográfica das espécies halófitas, em faixas ou em mosaico, consoante o período de submersão e a salinidade e textura dos solos.

QUADRO VIII

Dinâmica, fitogeográfica e morfopedológica do ecossistema do sapal do estuário do Sado

Sapal baixo —————→ Sapal alto —————→ Sapal de ecótono

*Halimioneto-Arthrocnemum perenni* (\*)

<i>Spartinetum maritimae</i>	→	<i>Spartineto-Arthrocnemum perenni</i>	→	<i>Halimioneto-Arthrocnemum fruticosi</i> (*)	→	<i>Junctetum maritimi</i>	→	<i>Phragmitetum communi</i>
plataforma de preamar, lodosa, com ilhotes argilo-limosos ou areno-limosos	→	ilhotes de vasa compacta, sobrelevados de 50 cm acima da plataforma da preamar morta	→	plataforma da preamar viva, de vasa compacta, sobrelevada de 1 m a 1,5 m à plataforma da preamar morta	→	limite interno da plataforma da preamar viva	→	transição sapal-diques de terra ou sapal-vegetação glicófitá ripária
<i>solonchack</i> hidromorfos com horizonte glei	→	<i>solonchack</i> hidromorfos com horizonte glei e rizomas	→	<i>solonchack</i> gleizados	→	<i>solonchack</i> alcalizado	→	solos hidromorfos com fraca salinidade
sub-halossérie atlântica	→	sub-halossérie atlântico-mediterrânea	→	sub-halossérie atlântico-mediterrânea (*) e sub-halossérie mediterrânea (+)	→	sub-halossérie atlântica	→	



## APÊNDICE

LISTA SISTEMÁTICA DAS PLANTAS HALOFÓLITAS VASCULARES  
CITADAS NO TEXTO**POLYGONACEAE***Polygonum maritimum* L.**AIZOACEAE***Carpobrotus edulis* (L.) N. E. Br.**CARYOPHYLLACEAE***Paronychia argentea* L.*Spergularia media* (L.) C. Presl.*Spergularia salina* J. et C. Presl.**CHENOPODIACEAE***Halimione portulacoides* (Aellen)  
Franco*Atriplex halimus* L.*Atriplex glauca* L.*Suaeda vera* J. L. Gmelin*Suaeda maritima* (L.) Dumort.*Salsola vermiculata* L.*Salsola kali* ssp. Kali L.*Salsola soda* L.*Salicornia nitens* P. W. Ball et  
Tutin*Arthrocnemum glaucum* (Delile)  
Ung.-Sternb.*Arthrocnemum perenne* (Miller)  
Moss*Arthrocnemum fruticosum* (L.)  
Moq.**FRANKENIACEAE***Frankenia laevis* L.**TAMARICACEAE***Tamarix africana* Poir.**PLUMBAGINACEAE***Armeria pungens* (Link) Hoffgg.  
et Link*Limonium ferulaceum* (L.)  
O. Kuntze*Limonium diffusum* Pourr.*Limonium vulgare* Miller ssp. *sero-*  
*tinum* (Rehb) Gams**SOLANACEAE***Solanum sodomaeum* L.**OROBANCHACEAE***Cystanche phelypaea* (L.) P. Cout.**PLANTAGINACEAE***Plantago maritima* L.**ASTERACEAE (COMPOSITAE)***Aster tripolium* L. var. *longicaulis*  
(Desf.) Rouy*Inula crithmoides* L.*Anthemis maritima* L.*Cotula coronopifolia* L.*Artemisia gallica* Willd.*Centaurea polyacantha* Willd.*Crysanthemum coronarium***JUNCACEAE***Juncus maritimus* Lam.**POACEAE (GRAMINEAE)***Lagurus ovatus* L.*Polypogon maritimum* Wild*Agrostis stolonifera* L. ssp. *mari-*  
*tima* (Lam.)*Phragmites communis* Trin.*Puccinellia maritima* (Huds.) Parl.*Spartina maritima* (Curt.) Fern.*Hordeum hystrix* Roth*Elymus farctus* (Viv.) Runemark  
ex Melderis, ssp. *boreali-atlan-*  
*ticus***CYPERACEAE***Scirpus maritimus* L.

LOCALIZAÇÃO E DATA DOS LEVANTAMENTOS  
CUJOS RESULTADOS CONSTAM NOS QUADROS III, IV E V  
E NA FIGURA 2

- 1 — Sapal do pântano da restinga de Tróia, junto à margem ocidental da ponta da Califórnia (ruínas romanas, Caldeira de Tróia).
  - B — Sapal baixo (15.Setembro.1984).
  - A — Sapal alto (14.Setembro.1984).
  - T' — Ecótono sapal-duna coberta de pinhal (14.Setembro.1984).
  - T — Ecótono sapal-duna coberta de pinhal (15.Setembro.1981).
  
- 2 — Sapal da margem oriental da restinga de Tróia, junto à estação de depuração dos esgotos.
  - B — Sapal baixo (4.Maio.1981).
  - A — Sapal alto (4.Maio.1981).
  - T — Ecótono sapal-duna cinzenta (4.Maio.1981).
  - T' — Ecótono sapal-aterro feito na duna cinzenta (22.Agosto.1986).
  
- 3 — Sapal da margem oriental da restinga de Tróia, em Malha da Costa.
  - B — Sapal baixo (20.Agosto.1982).
  - B' — Sapal baixo (20.Agosto.1982).
  - A — Sapal alto (20.Agosto.1982).
  - T — Ecótono sapal-duna cinzenta (20.Agosto.1982).
  
- 4 — Sapal da margem oriental da restinga de Tróia, cerca de 4 quilómetros a Sul de Malha da Costa.
  - B — Sapal baixo (9.Agosto.1983).
  
- 5 — Sapal da Comporta.
  - A — Sapal alto (26.Julho.1983).
  
- 6 — Sapal da Carrasqueira, perto das salinas do Esteiro Novo (Comporta).
  - A — Sapal alto (12.Outubro.1984).
  
- 7 — Sapal da ponta da Carrasqueira (do lado oriental).
  - B — Sapal baixo (10.Agosto.1983).
  - B' — Sapal baixo, isolado no lodaçal (20.Setembro.1986).
  - A — Sapal alto (10.Agosto.1983).
  - T — Ecótono sapal-muro de terra (dique) (10.Agosto.1983).
  
- 8 — Sapal da Carrasqueira, junto ao cais dos pescadores.
  - B — Sapal baixo (8.Setembro.1983).
  - A — Sapal alto (8.Setembro.1983).

- 9 — Sapal das Moitinhas, junto ao dique.  
B — Sapal baixo (13.Setembro.1984).  
A — Sapal alto (13.Setembro.1984).
- 10 — Sapal da Murta.  
A — Sapal alto (2.Julho.1985).
- 11 — Sapal de Cachopos.  
B — Sapal baixo (18.Agosto.1985).  
A — Sapal alto (18.Agosto.1985).
- 12 — Sapal anexo às salinas Madeira.  
A — Sapal alto (22.Junho.1986).  
T — Ecótono sapal-muro da salina (22.Junho.1986).
- 13 — Ecótono sapal-caniçal, na margem esquerda do Sado, em frente a Alcácer do Sal (junto à ponte).  
A — Sapal alto (19.Setembro.1986).
- 14 — Sapal da Telhada, anexo às salinas.  
A — Sapal alto (14.Agosto.1984).
- 15 — Sapal da foz da ribeira de S. Martinho (margem direita).  
B — Sapal baixo (14.Agosto.1984).  
A — Sapal alto (14.Agosto.1984).  
T — Ecótono sapal-muro de terra (dique) (14.Agosto.1984).
- 16 — Sapal do Abul.  
B — Sapal baixo (20.Abril.1984).  
A — Sapal alto (20.Abril.1984).  
T — Ecótono sapal-muro de terra (dique) (20.Abril.1984).
- 17 — Sapal do Rabo de Bacalhau (Foicinhas).  
B — Sapal baixo (9.Novembro.1984).  
A — Sapal alto (9.Novembro.1984).  
T — Ecótono sapal-muro de terra (dique) (9.Novembro.1984).
- 18 — Sapal da ilha do Cavalo.  
B — Sapal baixo, a norte da ilha (21.Julho.1982).  
A — Sapal alto, a sul da ilha (26.Maio.1983).  
T — Ecótono-muro de terra (dique) (26.Maio.1983).

- 19 — Sapal de Monte do Pinheiro, a sul do cais.  
 A — Sapal alto (8.Outubro.1983).  
 T — Ecótono sapal-aterro do caminho (dique) (8.Outubro.1983).
- 20 — Sapal de Monte do Pinheiro.  
 B — Sapal baixo (9.Outubro.1983).  
 A — Sapal alto (9.Outubro.1983).  
 T — Ecótono-muro de terra (dique) (9.Outubro.1983).
- 21 — Sapal de Bempais, junto ao dique.  
 B — Sapal baixo (2.Junho.1985).
- 22 — Sapal do Zambujal.  
 B — Sapal baixo, anexo ao sapal alto (2.Junho.1985).  
 B' — Sapal baixo, isolado no lodaçal (2.Novembro.1986).  
 A — Sapal alto (2.Junho.1985).  
 T — Ecótono sapal-muro de terra (dique) (2.Junho.1985).
- 23 — Sapal anexo às salinas de Porto Judeu.  
 A — Sapal alto (14.Setembro.1981).  
 T — Ecótono sapal-muro de salina (14.Setembro.1981).
- 24 — Sapal do Pontal dos Musgos.  
 A — Sapal alto (14.Setembro.1981).
- 25 — Sapal de Faralhões.  
 A — Sapal alto (23.Maio.1982).
- 26 — Sapal da Mitrena.  
 B — Sapal baixo (19.Outubro.1985).  
 A — Sapal alto (19.Outubro.1985).
- 27 — Sapal das salinas da Fidalga.  
 B — Sapal baixo (30.Setembro.1985).  
 A — Sapal alto (30.Setembro.1985).  
 T — Ecótono sapal-muro de salina (30.Setembro.1985).
- 28 — Sapal anexo ao cais Euro-Minas.  
 A — Sapal alto (28.Setembro.1985).

## BIBLIOGRAFIA

- ALCOFORADO, M. J.; ALEGRIA, M. F.; PEREIRA, A. R.; SIRGADO, C. — «Les indices de Gaussen et d'Emberger appliqués au Portugal». *Recherches Géographiques à Strasbourg*, Strasbourg, 22, 23, 1983, p. 1-13.
- AMBAR, I.; FIUZA, A.; SOUSA, M. F.; LOURENÇO, I. — «General Circulation in the Lower Sado River Estuary under Drought Conditions». Com. *Seminário sobre Problemas Actuais de Oceanografia em Portugal*, INVOTAN, Lisboa, 1980, 4 p. dact., 5 mapas.
- Anuário Climatológico de Portugal*. Volumes XXIX-1975, XXX-1976, XXXI-1977, XXXII-1978. Parte I. Lisboa, Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, 176 p., 137 p., 135 p.
- ASCENSO, J. C. — *Ensaio de Capilaridade no Diagnóstico de Solos Halomórficos de Angola*. Metodologia. Lisboa, Instituto Superior Técnico, Relatório Final de Curso de Eng.º Agrónomo, Lisboa, I. S. A., 1958, 85 p.
- BARNES, R. S. K. — *Estuarine Biology*. Londres, Edward Arnold, 1984, 76 p.
- BEEFTINK, W. G. — «The Coastal Salt Marshes of Western and Northern Europe: an Ecological and Phytosociological Approach». *Wet Coastal Ecosystems*, Amesterdão, Oxford, Elsevier Scient. Publ. Comp., 1977, p. 107-155.
- «Salt-marshes». *The Coastline*, Nova Iorque, John Wiley & Sons, 1978, p. 93-122.
- CABEÇAS, M. L.; CATARINO, F. M. — «Fitoplâncton e Nutrientes no Esteiro de Corroios». Com. 10.º *Simpósio Nacional de Estuários*, Lisboa, 1979, 7 p.
- CAÇADOR, M. I.; CATARINO, F. M. — «Estrutura e Produção da Vegetação do Salgado de Corroios». Com. 1.º *Simpósio Nacional de Estuários*, Lisboa, 1979, 12 p.
- CATARINO, F. M. — «Papel das Zonas Húmidas do Tipo Sapal na Descontaminação das Águas». *Ciência*, Assoc. Estudantes da Fac. Ciênc. Lisboa, IV Série, Lisboa, vol. 2, 1981, p. 9-16.
- CATARINO, F. M.; CAÇADOR, M. I. — «Produção de Biomassa e Estratégia do Desenvolvimento em *Spartina maritima* e outros Elementos da Vegetação dos Sapais do Estuário do Tejo». *Boletim da Sociedade Broteriana*, 2.ª série, Alcobaça, vol. LIV, p. 387-403.
- CATARINO, F. M.; RAMOS, M. I. — «Cartografia da Vegetação Superior Halófila do Estuário do Tejo. Estrutura e Produtividade». *Portugaliae Acta Biologica*, Série B, Lisboa, 1981, 13 p.
- CATARINO, F. M.; CAÇADOR, M. I.; ALVES, J.; DUARTE, C. — «A Flora e Vegetação no Ordenamento da Reserva Natural do Estuário do Tejo». Com. I *Seminário Ordenamento do Território*, Covilhã, 1983, 15 p.
- CHAPMAN, V. J. — *Salt Marshes and Salt Deserts of the World*. Lehre, J. Cramer, 1974, 392 p.
- *Wet Coastal Ecosystems*. Amsterdão, Oxford, Elsevier Scient. Publ. Comp., 1977, 428 p.

- COURINHA, J. V. L. — *As Aguas do Troço Inferior do Rio Sado. Estudo da sua Influência na Degradação dos Sapais*. Lisboa, Direcção-Geral dos Serviços Hidráulicos, 1972, 15 p.
- *Os Sapais do Sado. Uma Conquista com fins Agrícolas. O Empreendimento da Ilha do Cavalo*. Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Relatório de Actividade do Curso de Eng.º Agrónomo, 1972, 141 p.
- DAVEAU, JULES — «La flore littorale du Portugal». *Boletim da Sociedade Broteriana*, Alcobaça, XIV, 1897, 54 p.
- DAVEAU, SUZANNE — *Répartition et Rythme des Précipitations au Portugal*. Lisboa, Centro de Estudos Geográficos, Mem. 3, 1977, 192 p., 2 mapas 1:500 000.
- ECONOMIDOU, E. — «La Végétation Halophytique de l'Attique et sa Protection». *Colloques phytosociologiques, IV — La Végétation des vases salés*, Lille, 1975, Vaduz, J. Cramer ed., 1976, p. 35-41.
- ETHERINGTON, J. R. — *Wetland Ecology*. Londres, Edward Arnold, 1983, 66 p.
- FRANCO, J. A. — *Nova Flora de Portugal (Continente e Açores)*. Lisboa, vol. I, Soc. Astória, Lda., 1971, 648 p.
- «Phytogeographical Survey of Portugal». *Boletim da Sociedade Broteriana*, Alcobaça, 2.ª série, XLVII (Suplemento), 1973, p. 85-90.
- GUINOCHE, M. — *Phytosociologie*. Paris, Masson & Cie., 1973, 227 p.
- LARCHER, W. — *Physiological Plant Ecology*. Berlim, Springer-Verlag, 1983, 303 p.
- LONG, S. P.; MASON, C. F. — *Saltmarsh Ecology*. Glasgow, Academic Sales Manager, Blackie Publishing Group, 1983, 160 p.
- MATTEUCCI, S. D.; COLMA, A. — *Metodología para el Estudio de la Vegetación*. Washington, Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, 1982, 168 p.
- MELLO, M. A. C.; CORREIA, A. I.; CAÇADOR, M. I.; RAMOS, M. I.; CATARINO, F. M. — «Aspectos da Estrutura e Dinâmica das Comunidades Vegetais do Salgado de Corroios. Bases para a sua Protecção». *Pub. Liga Protecção da Natureza*, Lisboa, XXIII, p. 41-49.
- MOREIRA-LOPES, M. E. S. A. — *O Estuário do Sado. Paisagem e Dinâmica*. Lisboa, Centro de Estudos Geográficos, 1979, 70 p. pol.
- MOREIRA, M. E. S. A. — *Glossário de Termos Usados em Geomorfologia Litoral*. Lisboa, Centro de Estudos Geográficos, 1984, 166 p. pol.
- «Man-made Disturbances in Portuguese Salt-marshes». Com. *Simpósio «Human Impact on the Coastal Environment»*, Barcelona, 1986. Em publicação em *Thalassas*, vol. 4, 1.
- MOREIRA, M. E. S. A.; OLIVEIRA, E. — «Estuário do Sado: Identificação de Unidades Fisiográficas a partir de Imagens Landsat». Com. *I Seminário de Cartografia Temática e Cadastral*, Lisboa, 1985, 14 p.
- PENEDA, C. — *Estudo do Impacto da Central Térmica de Setúbal. Resultados Preliminares — Fase I*. Lisboa, Serviço de Estudos do Ambiente, 1980, 245 p. pol.
- RANWELL, D. S. — *Ecology of Salt Marshes and Sand Dunes*. Londres, Chapman and Hall, 1972, 258 p.

- REIMOLD, R. J.; QUEEN, W. H., ed. — *Ecology of Halophytes*. Nova Iorque, Academic Press, 1974, 605 p.
- RIBEIRO, M. M. C.; NEVES, R. J. J. — *Caracterização Hidrográfica do Estuário do Sado*. Lisboa, vol. I e II, Serviço de Estudos do Ambiente e Instituto Superior Técnico, 1982, 65 + 144 p. pol.
- RODOLFO, J. J. V. — *Sapais do Algarve — Subsídios para o Estudo Económico da sua Recuperação*. Lisboa, Instituto Superior Técnico, Relatório final de Curso de Eng.º Agrónomo, 1953, 163 p. pol.
- SAMPAIO, GONÇALO — *Flora Portuguesa*. Porto, Imprensa Moderna, 1946, 792 p.
- SANTOS JÚNIOR, A. G. — *Estudo do Aproveitamento de um Sapal no Vale do Sado*. Lisboa, Instituto Superior Técnico, 1949, 147 p.
- SOUZA, E. — «Notas Ecológicas. Acerca da Sub-halosérie da Região Salgada Litoral entre Corroios e Talaminho». *Revista da Faculdade de Ciências*, 2.ª série C, Lisboa, 1, 1951, p. 161-188.
- Tabela de Marés* — Vol. I, Portugal. Lisboa, Instituto Hidrográfico, 1981 a 1986.
- VASCONCELLOS, J. C. — *De Sapal a Arrozal (Estudo da Vegetação na Zona do Sado)*. Lisboa, Comissão Reguladora do Comércio de Arroz, 1960, 35 p.
- VELOSO, J. C. S. S. — *A Propósito do Aproveitamento de «Sapais» no Vale do Sado*. Lisboa, Instituto Superior Técnico, Relatório Final do Curso de Eng.º Agrónomo, 1954, 172 + 17 p. pol.
- VERGER, F. — *Marais et Wadden du Littoral Français*. Bordéus, Biscaye Frères Imp., 1968, 541 p.

## RESUME

*Étude phytogéographique du schorre de l'estuaire du Sado (Portugal)*. — Trois unités à la fois morphopédologiques et phytogéographiques sont distinguées dans l'écosystème de l'estuaire du Sado: le bas *schorre*, le haut *schorre* et le *schorre* des écotones (dunes, salines et digues).

Le bas *schorre* occupe les sols hydromorphes salés (solontchack), de texture argilo-limoneuse ou sablo-limoneuse de la plate-forme comprise entre le niveau supérieur et inférieur de la haute mer en eaux mortes.

Submergé chaque jour pendant 7 à 13 heures, il est essentiellement constitué par l'hémicryptophyte *Spartina maritima* à laquelle s'associent *Salicornia nitens* et *Suaeda maritima* qui occupent les flots argilo-limoneux, et *Elymus farctus*, sur les bancs et levées sablo-limoneuses de la périphérie des plate-formes vaseuses de la haute *slikke*.

Sur les flots les plus étendus, qui dominent de quelques 50 cm la surface vaseuse, un chaméphyte prostré, *Arthrocnemum perenne*, s'associe à *Spartina maritima*.

Le haut *schorre* est une basse formation arbustive qui se développe sur les sols halomorphes de type *solontchak* à *gley*, argileux et compacts, qui correspond à la plate-forme du *schorre*, inondée durant un maximum de 5 heures, et uniquement en période d'eaux vives.

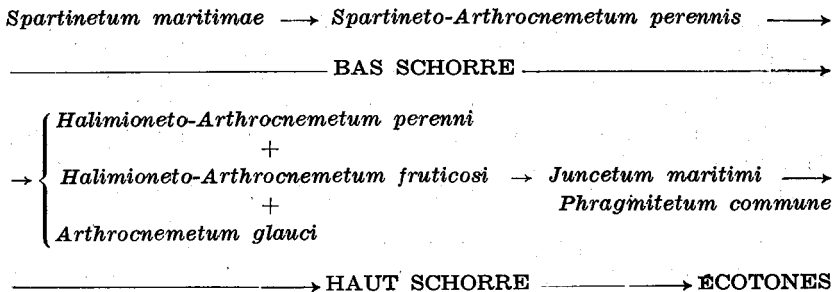
Les Chenopodiacées sont dominantes dans sa composition floristique, surtout *Halimione portulacoides*, sur les bourrelets convexes du bord des étiers, *Arthrocnemum perenne* et *A. glaucum*, dans les endroits déprimés et *A. fruticosum*, associée à *Juncus maritimus*, *Suaeda vera* et *Inula crithmoides*, sur les parties de la plate-forme qui présentent les sols les plus évolués et les moins salés.

Sur les écotones, le *schorre* incorpore des espèces végétales des écosystèmes frontiers. Sur l'écotone *schorre-dune*, des espèces psammophytes et halotolérantes, comme *Salsola vermiculata* et *Armeria pungens*, s'associent aux espèces halophytes du haut *schorre*, comme *Juncus maritimus* et aux espèces halopsammophytes, comme *Limonium vulgare*, *L. ferulaceum*, *Arthrocnemum fruticosum* et *Suaeda vera*.

Sur les écotones *schorre-mur* de terre des digues ou des salines, aux plantes déjà citées du haut *schorre*, s'associent des plantes rudérales halotolérantes, des microphanérophytes, comme *Atriplex halimus*, et surtout des thérophytes, comme *Atriplex glauca*, *Hordeum hystrix*, *Lagurus ovatus* et *Spergularia salina*.

A mesure que la salinité décroît, de l'embouchure vers l'extrémité amont de l'estuaire, les Chenopodiacées du haut *schorre* sont progressivement remplacées par *Juncus maritimus* et *Phragmites communis* qui constituent la transition vers la végétation glycophyte de l'écosystème ripicole.

On peut donc distinguer, dans toute la végétation du *schorre*, les associations végétales suivantes, qui sont organisées en succession progressive dans la halosérie de transition entre les sub-haloséries atlantique et méditerranéenne:



L'équilibre climatique de cet écosystème est aussi vérifié par la productivité annuelle de *Spartina maritima* et par la capacité de floraison et fructification des espèces les plus importantes, qui garantissent la rénovation du *schorre* de cet estuaire, malgré la croissante récupération des sols qu'il occupe, pour y installer des salines, des rizières, des pâturages, des bassins portuaires ou encore des constructions urbaines et industrielles.



## SUMMARY

*Phytogeographical study of the salt-marsh ecosystem in Sado's estuary.*— In the salt marsh ecosystem of Sado's estuary, three morphopedological and phytogeographical units were distinguished — lower salt-marsh, upper salt-marsh, and marsh-dune or marsh-dyke ecotones.

The lower salt-marsh occupies the hydromorphic *solonchack*, with clay-silty or sand-silty texture, from the lower mud flat, between the minimum and maximum levels attained in neap tides.

Subject to submersion periods between 7 and 13 daily hours, the marsh is essentially composed by *Spartina maritima*, hemicryptophyte to which is associated *Salicornia nitens* and *Suaeda maritima*, in clay-silty clumbs, and *Elymus farctus*, in sand silty bars and spits, both situated along the lower mud flat.

In the larger clumbs higher than 50 cm above the lower mud flat, to the *Spartina maritima*, a prostrated chamephyte, the *Arthrocnemum perenne*, is associated.

The upper salt-marsh is a low and shrubby formation, that develops in clayish and compact halomorphic soils, of *solonchack*- gley type, which lay on the upper mud flat, flooded during a maximum period of 5 hours, and only during spring tides.

Its floristical composition is denominated by *Chenopodiaceae*, standing out the *Halimione portulacoides*, in the convexed edges along the creeks, *Arthrocnemum perenne* and *A. glaucum*, situated in lower places, and *A. fruticosum*, associated to *Juncus maritimus*, *Suaeda vera* and *Inula crithmoides* in the mature sectors of the upper mud flat. *Spartina maritima* also appears around tidal salt-pans.

In ecotones, the marsh includes several species of vegetation of the ecosystem edges. So, in the marsh-dune ecotone, to the helophyte species of the upper marsh, as *Juncus maritimus*, or helopsammophytes, as *Limonium vulgare*, *L. ferulaceum*, *Arthrocnemum fruticosum* and *Suaeda vera*, some psammophytes halotolerants as *Salsola vermiculata* and *Armeria pungens* grow together.

In ecotone marsh-walls of dykes and salines, halotolerant ruderal plants are associated to the refered types of high marsh. They are microphanerophytes as *Atriplex halimus*, and in its most therophytes as *Atriplex glauca*, *Hordeum hystris*, *Lagurus ovatus* and *Spergularia salina*.

As the salinity diminishes between the river mouth and the estuary's end, the *Chenopodiaceae* marsh becomes higher, progressively replaced by *Juncus maritimus* and *Phragmites communis* which establishes the transition for the riparian glycophyte vegetation.

The following vegetal associations can be distinguished, organised in a progressive succession between the Atlantic and Mediterranean sub-haloserres:





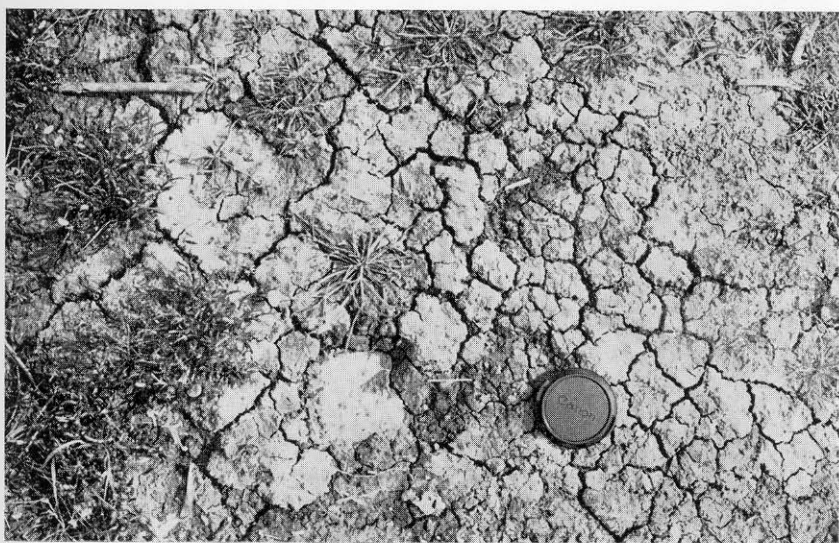
EST. I, A — Aspecto do sapal de Quenopodiáceas, a sul de Ponta da Quezília. No primeiro plano, nota-se o povoamento de *Juncus maritimus*, no ecótono sapal-duna, e, no último, os ilhotes com *Spartina maritima*, do sapal baixo. Baixa-mar viva.



EST. I, B — Aspecto do sapal alto e do sapal baixo, no Zambujal. No sapal alto domina o *Arthrocnemetum*, e, no sapal baixo, o *Spartinetum*. No lodaçal notam-se montículos de vasa consolidada resultantes da erosão da plataforma da preamar viva, após a destruição do sapal. Início da enchente.



EST. II, A — Aspecto do sapal de transição no ecótono sapal-duna, em Malha da Costa. Os arbustos mais altos correspondem a *Arthrocnemum fruticosum*, *Suaeda vera* e *Salsola vermiculata*. Em segundo plano nota-se o sapal alto, com *Juncus maritimus* e *Halimione portulacoides*, ao longo de um canal.



EST. II, B — Salinização superficial do solo do sapal alto, por ascensão capilar do cloreto de sódio, em pleno mês de Março. Nas fendas de retracção, devidas à secura, nascem e florescem *Cotula coronopifolia* e *Spergularia salina*. Zambuajal.



EST. III, A — *Spartina maritima*, em povoamento puro, colonizando a plataforma lodosa anexa à restinga de Tróia, entre Ponta da Quezília e Comporta. Baixa-mar viva.



EST. III, B — Povoamento misto de *Spartina maritima* e *Arthrocnemum perenne* no sapal baixo do Zambujal. Início da enchente.



EST. IV, A — Disposição do *Halimione portulacoides* ao longo dos canais de maré, no sector externo do sapal alto do Zambujal, dominado por um povoamento misto de *Spartina maritima* e *Arthrocnemum perenne*.  
Enchente, 2 horas antes da preamar viva.



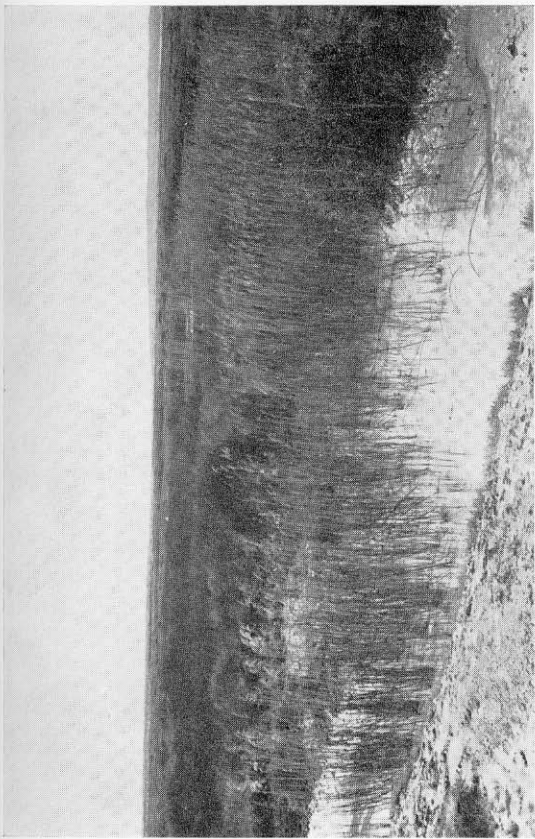
EST. IV, B — *Limonium vulgare*, parcialmente desenterrado, a desabrochar as gemas foliares (14 de Março de 1987).



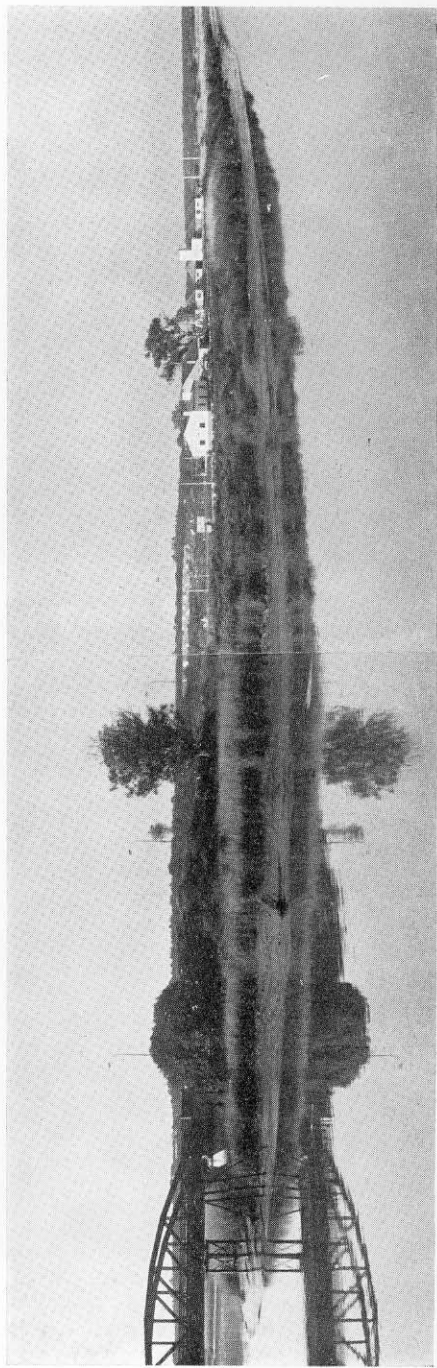
EST. V, A — Colonização de uma poça de maré do sapal alto da Carrasqueira (cais de pesca), por *Spartina maritima* e *Arthrocnemum perenne*.  
Baixa-mar morta.



EST. V, B — Povoamento de *Arthrocnemum perenne* com indivíduos de *Halimione portulacoides*, *Arthrocnemum glaucum* e *Puccinellia maritima*, na periferia do sapal alto da Fidalga. Enchente, 1 hora antes da preamar viva.



EST. VI, A — Transição *Juncé'um-Phragmitetum*, no Zambujal.



EST. VI, B — Aspecto do sapal alto de *Phragmites communis*, em frente a Alcácer do Sal. Baixa-mar morta.





EST. VII, A — *Arthrocnemum fruticosum* em floração-frutificação plena no sapal da Mitrena (29 de Agosto de 1985).



EST. VII, B — *Salsola vermiculata* em floração-frutificação plena, no sapal de transição da Caldeira de Tróia — Ruínas Romanas (26 de Agosto de 1985).