

# **1. INTRODUÇÃO**

---

## 1.1. PERTINÊNCIA DO ESTUDO

Os sapais encontram-se entre os sistemas mais produtivos da biosfera (Adam, 1990). Apenas se formam onde o litoral esteja protegido da acção directa das vagas e correntes marítimas e haja influência de água doce, deposição de sedimentos e taludes suaves, só ocorrendo em estuários tranquilos e baías (Lousã, 1986). Infelizmente encontram-se entre os ecossistemas mais ameaçados do planeta. Nos anos 60 do século XX, organizações internacionais centraram a sua atenção na rápida regressão dos sapais, pois era política nos países europeus encorajar a sua conversão (70% dos sapais do Norte da Europa) em terrenos agrícolas, zonas urbanas, zonas industriais e portos de recreio, tudo actividades que culminaram na destruição maciça deste ecossistema considerado “território sem valor” (Beeftink, 1977 *in* Lefeuvre *et al.*, 2000). Durante o mesmo período, nos anos 60 e 70, os sapais europeus começam a ser estudados, não como fazendo parte de um complexo sistema estuário-sapal, mas apenas como áreas isoladas, centrando-se a atenção científica apenas em inventários de fauna e flora. Contudo foram precisos 20 anos de pesquisa na Europa para se perceber que este sistema particular tem um interesse potencial tanto ecológico, como social e económico (Lefeuvre *et al.*, 2003). O desenvolvimento investigativo actual, a decorrer na Holanda, Inglaterra, Portugal, Espanha e França, orienta-se na compreensão do funcionamento ecológico deste ecossistema e do seu papel nas trocas entre os sistemas terrestre e aquático (Lefeuvre *et al.*, 2000). Presentemente existe um consenso em torno do valor dos sapais e vários esforços estão a ser desencadeados inclusive no sentido de os conservar e recuperar quando sujeitos a perturbações (Onaindia *et al.*, 1999).

O presente estudo de investigação teve por base contribuir para elucidar se as acções projectadas e implementadas no Sapal Oeste da Vila de Alvor terão contribuído, ou não,

para a sua recuperação ambiental, tornando-o assim um caso de sucesso. Terá o sapal recuperado após uma drástica perturbação antrópica?

## **1.2. CONTEXTUALIZAÇÃO DIDÁCTICA DO ESTUDO**

O tema proposto foi desenvolvido através de um trabalho de investigação científica, com metodologia de Trabalho de Campo, que poderá ter uma futura aplicação pedagógica (com enriquecimento didáctico) na disciplina de Biologia e Geologia do 10º ano de escolaridade, direccionada para o tema organizador “Diversidade na Biosfera”, enquadrando-se no conteúdo “A Biosfera – organização, diversidade, conservação e extinção”, assim como na nova disciplina de Área de Projecto implementada no presente ano lectivo no 12º ano de escolaridade, em que os alunos são responsáveis pela elaboração de um ou vários projectos de carácter investigativo. Atendendo às orientações científico-didácticas expressas no Programa de Biologia e Geologia do Ensino Secundário (Silva *et al.*, 2001), o Trabalho de Campo surge como estratégia de ensino (imprescindível na formação dos alunos) a privilegiar no desenvolvimento de conteúdos conceptuais, processuais e atitudinais, assim como no desenvolvimento das respectivas competências subjacentes que caracterizam a Biologia como Ciência. Na realidade, o Trabalho de Campo permite a aplicação concreta de conceitos e contribui para uma aprendizagem científica e tecnológica que suscite nos alunos uma maior consciência na tomada de decisões.

Assim sendo, qualquer aluno que frequente uma das disciplinas anteriormente referidas poderá consultar o presente trabalho de investigação científica podendo este servir como orientação à aprendizagem de algumas etapas da investigação biológica inerente ao Trabalho de Campo, facilitando a produção de novos trabalhos escolares de carácter

investigativo ou também ser usado por professores para orientação de Saídas de Campo, permitindo a consecução de objectivos pedagógicos fundamentais no processo de ensino-aprendizagem. Poderá também ser útil para a comunidade científica e ainda para as associações ambientalistas.

### **1.3. QUESTÃO E OBJECTIVOS DA INVESTIGAÇÃO**

O problema desta investigação incidiu sobre se o Sapal Oeste da Vila de Alvor terá recuperado após a decapagem do terreno com conseqüente destruição total da vegetação por aterro e escavações em 1999/2000, seguida de reposição do sedimento segundo a topografia original do terreno e replantação da vegetação.

Foram assim traçados os seguintes objectivos:

- Descrever a ecologia do sapal;
- Estudar a Ria de Alvor numa perspectiva globalizante, considerando-a como um todo no seu atributo de ecossistema, por forma a compreender o seu funcionamento ecológico, dando assim a conhecer a importância dos seus valores naturais, sensibilizando as comunidades que dela usufruem (comunidade educativa, pais e alunos) para um cuidado na sua protecção e conservação;
- Definir e concretizar uma metodologia que permita fazer uma análise objectiva sobre a zona intervencionada do sapal em comparação com a zona não intervencionada, adjacente à zona intervencionada, que manteve a vegetação natural, de modo a:
  - inventariar a vegetação de sapal;
  - obter indicação quantitativa das espécies dominantes em cada uma daquelas zonas, através de uma contagem das espécies e uma avaliação da sua percentagem de cobertura;

- discutir a variação da abundância relativa das espécies principais ao longo de transectos em função da intervenção / não intervenção humana, e de alguns factores ambientais;
  - calcular a riqueza específica (número de espécies) e a diversidade, utilizando os índices de Simpson, Shannon-Wiener e Equitabilidade de Pielou;
  - aplicar técnicas de análise multivariada.
- Sensibilizar para a importância da preservação das zonas de sapal, consciencializando para os efeitos negativos do aumento da pressão/ocupação antrópica sobre estas áreas protegidas;
  - Valorizar o Trabalho de Campo no Ensino das Ciências, expondo um caso concreto de investigação.

## **2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO**

---

## **2.1. ECOLOGIA DO SAPAL**

### **2.1.1. O SAPAL**

Em nenhuma parte do planeta Terra, mesmo próximo dos vulcões, se realiza uma alteração tão permanente e tão rápida dos processos inorgânicos e bióticos como nas costas marítimas. As plantas que habitam no litoral estão sujeitas a um conjunto de limitações tais como a fraca disponibilidade de água, o baixo teor de certos elementos essenciais e a acção abrasiva do mar. Para ultrapassarem essas limitações respondem com adaptações de natureza morfológica, anatômica, fenológica e fisiológica (Waisel, 1972 *in* Costa, 1991).

De acordo com Vasconcelos (1960), os sapais marítimos constituem a interface entre o meio terrestre e o meio marinho, desenvolvendo-se ao longo da costa, praias, arribas marinhas e no interior dos estuários abaixo dos níveis alcançados pela preia-mar, sendo caracterizados pela presença de elevadas concentrações de sais solúveis, com predominância para o cloreto de sódio além de serem agentes importantes no ciclo de nutrientes do sistema marinho. São zonas de natureza dinâmica, influenciadas pela acção conjunta da água, sedimentos e vegetação, com uma enorme importância não só a nível ambiental como também económico (Silva, 1993).

Este importante ecossistema resulta de depósitos de sedimentos aluviais, arenosos a vasosos, e encontra-se sujeito a inundações diárias, seguindo o ritmo das marés (Simonson, 1989). Assim, as zonas mais baixas (sapal inferior ou baixo sapal) são inundadas mais frequentemente e por períodos mais longos que a zona mais elevada

(sapal superior ou alto sapal). A amplitude dos valores de salinidade e mudanças sazonais no teor em água dos sedimentos é maior no sapal superior (Silva, 1980).

Os sapais originam-se em zonas costeiras de águas calmas. O reduzido fluxo das marés facilita a deposição dos detritos e sedimentos em suspensão e assim vão surgindo bancos de vasa onde, a certa altura, há substrato para a vegetação. Contudo, para que os sapais se desenvolvam, a sedimentação deve ocorrer a um grau consistente com a colonização do sapal pela vegetação (Simonson, 1989).

Por serem zonas calmas constituem um bom local de abrigo e permanência para numerosas espécies animais, de que são particularmente importantes as marinhas, muitas das quais ali desovam e passam os estádios larvares e juvenis até que chegue o momento de migrarem para o mar, onde completam o ciclo biológico. O sapal funciona, portanto como viveiro ou maternidade para estas espécies, muitas delas com interesse na alimentação humana (Adam, 1990).

Estas zonas caracterizam-se por uma instabilidade de factores ambientais tais como a temperatura, a salinidade, o oxigénio dissolvido, as substâncias orgânicas, os nutrientes e a turvação. Por exemplo, uma pequena profundidade não só mantém uma temperatura favorável ao desenvolvimento de organismos marinhos, como permite uma boa penetração da luz, garantindo uma actividade fotossintética intensa e quase contínua. Por outro lado, o substrato do sapal é mole e, portanto com fracas condições para enraizamento para além de ser pobre em oxigénio e com elevado teor salino (Silva, 1993).

Embora não pareça, o sapal está entre as zonas mais produtivas da biosfera, embora com uma baixa diversidade de espécies, podendo apresentar grandes áreas cobertas

quase exclusivamente por uma espécie com características morfológicas e fisiológicas bem adaptadas ao habitat em que se desenvolvem (Adam, 1990). No que respeita à produção de matéria viva ou biomassa, é várias vezes mais lucrativo do que os melhores campos de milho, com a diferença de que estes precisam de ser trabalhados mecanicamente, semeados, adubados e tratados de infestantes. O sapal não (Silva, 1993). Os nutrientes chegam a ele naturalmente, levados pelo movimento constante de fluxo das marés, pelos sedimentos provenientes da zona continental, pelos seres vivos que nele se fixam e, morrendo, ali se decompõem (Pedro, 1986). Até pela inoportuna acção do Homem que, não raro dele faz lixeiras. Quanto a infestantes, normalmente não há, pois as condições de sobrevivência no sapal são extremamente difíceis para as plantas que não estejam convenientemente adaptadas, no entanto, no Sapal Oeste de Alvor, verifica-se a presença em abundância de uma espécie parasita, *Cistanche phelypaea*. Deste modo, a observação de que os componentes bióticos e abióticos do sapal e estuário apresentam uma interacção muito estreita é de fundamental importância no estudo dos sapais (Vernberg, 1993 *in* Silva, 2000).

A produtividade é também suporte do seu valor científico. Ela condiciona o número de espécies de aves sedentárias que nele habitam e nidificam; o número de migradoras que dele precisam para ponto de paragem, repouso e alimentação, antes de retomarem aos seus longos trajectos; por último o número de invertebrados, pequenos vertebrados ou espécies vegetais capazes de servir de sustento a outras nesta intrincada teia alimentar (Jorge *et al.*, 2001). Não se tem a noção imediata da produtividade do sapal porque ela não é oferecida directamente ao Homem; pode avaliar-se apenas se analisada através da cadeia alimentar.

Finalmente, um aspecto relevante do sapal “vivo” é que a sua vegetação tem uma forte acção depuradora pela grande capacidade de absorção e fixação de metais pesados, muitos dos quais são tóxicos para outros seres vivos; por outro lado, os abundantes microrganismos aqui existentes metabolizam e convertem em nutrientes matérias que, de outro modo, poluiriam as suas águas. Por este motivo o sapal pode, até certo ponto, reduzir a poluição (Dunbabin & Bowmer, 1992; Orson *et al.*, 1992; Vernberg, 1993 *in* Silva, 2000) e prestar um importante serviço, de depuração, do ecossistema (Costanza *et al.*, 1997).

### **2.1.2. A VEGETAÇÃO DO SAPAL**

Designam-se por halófitas as plantas que necessitam, para o seu desenvolvimento normal, de cloreto de sódio, carbonato de cálcio, sulfato de magnésio ou sulfato de sódio e podem suportar soluções salinas muito concentradas (Braun-Blanquet, 1979 *in* Louçã, 1986). Confundem-se frequentemente os termos halófita e halófila. Algumas halófitas podem sobreviver normalmente em solos não salgados logo seu halofilismo é facultativo e só vivem nestes meios porque, na luta competitiva travada com outras plantas em solos normais, são remetida para os salgados, como que por exclusão (*e.g.*, *Juncus acutus*) (Silva, 1993). As halófilas, pelo contrário, só se desenvolvem completamente na presença de fortes concentrações salinas, isto é, são halófitas obrigatórias (*e.g.*, plantas dos géneros *Salicornia*, *Sarcocornia*, *Arthrocnemum*, *Limonium*, *Suaeda*, *Atriplex* e *Frankenia* (Braun-Blanquet, 1979 *in* Costa, 1991; Silva, 1993).

A composição florística dos sapais é fundamentalmente constituída pela família Chenopodiaceae, Gramineae e pouco mais famílias, limitada a menos de

aproximadamente 20 géneros que se repetem por todo o planeta (Silva, 1993). É característica a ausência de elementos arbóreos e os elementos arbustivos só ocorrem na zona mais recuada do sapal, já em zonas de transição. Predominam os elementos herbáceos lenhosos (Adam, 1990).

Pedro (1986), refere que a halófita de sapal vive numa situação de secura fisiológica porque a elevada concentração salina do meio lhe dificulta o acesso à água que sobeja à sua volta. Deste modo surgem adaptações morfológicas e fisiológicas próximas das xerófitas, como seja (Pedro, 1986; Ranwell, 1972, Schrimmer & Breckle, 1982, Keley *et al.*, 1982 *in* Costa, 1991; Silva, 1993):

- a redução das folhas (*e.g.*, *Suaeda vera* e *Salsola vermiculata*);
- grande massa radicular;
- protecção dos órgãos aéreos por espessa cutícula (*e.g.*, *Limonium algarvese* e *Inula crithmoides*);
- denso revestimento de pêlos secretores de sal (*e.g.*, *Atriplex halimus*);
- extrusão iónica mediante glândulas especiais de sais (*e.g.*, em plantas da famílias das Plumbagináceas e na *Spartina marítima*);
- suculência de folhas e caules (*e.g.*, *Salicornia ramosissima* e *Arthrocnemum macrostachyum*);
- absorção em alto grau de certos iões, como o potássio na presença de elevadas concentrações de sódio no meio exterior (*e.g.*, algas marinhas);
- capacidade de acumulação, em certas partes da planta, de grandes quantidades de sais provenientes do seu metabolismo que depois eliminam conjuntamente com os órgãos que os armazenam (folhas em algumas espécies de género *Limonium*).

O controlo do crescimento das plantas no sapal está intimamente dependente de um complexo conjunto de factores limitantes interligados, como sejam a salinidade, deficiências nutricionais, ambiente redutor, encharcamento, acumulação de sulfuretos, mudanças climáticas, fotoperíodo, erosão e sedimentação provocadas pela acção das marés, deposição de sedimentos na superfície das folhas, efeitos mecânicos das correntes marítimas, pH (associado à presença de sais, principalmente cloretos) e ainda a anaerobiose do sedimento. Surgem também outros factores que controlam a distribuição das várias espécies, nomeadamente a invasão de outras plantas devido a mudanças no clima e no regime hídrico (Adam, 1990).

A frequência e a amplitude das marés podem influenciar fortemente as condições ambientais nos sapais. Com efeito, a inundação menos frequente do sapal superior, associada a valores elevados de evapotranspiração e baixa pluviosidade durante o Verão, resulta no desenvolvimento de condições hipersalinas. Por outro lado, a complexa geomorfologia dos sapais, assim como as suas previsíveis flutuações temporais nas condições edáficas, originam uma considerável heterogeneidade ambiental (Adam, 1990).

A salinidade e o conteúdo em água do solo parecem ser os parâmetros ecológicos do sapal mais importantes na distribuição das plantas. O conteúdo em água do solo é influenciado pelas condições climáticas, propriedades do solo e critérios hidrológicos (Böer, 1996 *in* Silva, 2000). A grande tolerância à salinidade pode ser devida também à variabilidade fenotípica e genotípica (Pennings & Callaway, 1992 *in* Silva, 2000).

### **2.1.3. OS DOIS FACTORES DE STRESS MAIS IMPORTANTES NA DISTRIBUIÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE HALÓFITAS**

#### **2.1.3.1. SALINIDADE**

A salinidade da água de superfície e da água do sedimento depende de vários factores incluindo pluviosidade, entradas de água doce, afluxo da água subterrânea, extensão e frequência da inundação pela maré, evapotranspiração, tipo de solo e vegetação. Se a salinidade desce abaixo de 5 ‰, a vegetação do sapal é substituída por vegetação característica de água doce. Em alguns estuários, durante períodos de altas temperaturas e sem entrada de água doce, as salinidades podem atingir valores acima de 90 ‰ (Vernberg, 1993 *in* Silva 2000).

Solos salinos podem causar diversos problemas às plantas, tais como (Maestre, 1998):

- químicos: menor disponibilidade de nutrientes essenciais, tais como ferro, fósforo e potássio, devido a formarem fases insolúveis que não podem ser absorvidos pelas plantas;
- físicos: formação de crostas que bloqueiam os poros e diminuem a permeabilidade.

Os efeitos da salinidade nas plantas podem agrupar-se em (Maestre, 1998):

- efeitos osmóticos: a absorção de água do solo é dificultada devido à diminuição do seu potencial hídrico, ou seja, as partículas do solo retêm mais eficazmente a água devido à sua elevada concentração de solúveis, subtraindo-as aos vegetais;
- efeitos tóxicos: associados à excessiva concentração de alguns iões no solo, especialmente sódio e cloro;
- efeitos no seu desenvolvimento vegetal: com alterações vitais para as plantas no seu processo de germinação e crescimento.

No entanto as halófitas são únicas na sua capacidade de acumular sais nas suas folhas, em concentrações iguais ou superiores às da água do mar, sem prejuízo para a planta, com o objectivo de fazer face a uma das suas maiores adversidades que é a dificuldade de absorver água do solo (Silva, 1993). Assim a acumulação iónica tem uma função positiva na medida em que permite a manutenção dum elevado conteúdo hídrico na célula, em presença de um baixo potencial hídrico externo como resultado dos valores elevados da salinidade (Maestre, 1998).

As plantas vasculares diferem na sua tolerância à salinidade, porém, existe um limite para esta tolerância que corresponderá a um nível de salinidade acima do qual o crescimento não é possível. Os níveis de salinidade para os quais deixa de haver crescimento podem variar desde concentrações muito baixas a níveis superiores aos da água do mar. A razão fisiológica para a paragem de crescimento poderá estar relacionada com este aumento de salinidade e/ou com o facto das plantas pertencerem a diferentes grupos taxonómicos e, por isso, possuírem diferentes mecanismos de adaptação à salinidade (Adam, 1990).

#### **2.1.3.1.1. MECANISMOS DE TOLERÂNCIA À SALINIDADE**

##### **SUCULÊNCIA**

A suculência pode ser avaliada pelo conteúdo hídrico por unidade de área da folha, sendo uma adaptação morfológica normalmente observada em espécies tolerantes ao sal.

Na suculência, o desenvolvimento de tecidos carnudos evidencia-se através de uma morfologia específica, nomeadamente no aumento da espessura da folha, sendo um mecanismo mediante o qual as plantas podem acumular sais no interior das suas células, regulando a concentração dos mesmos (Maestre, 1998).

Por outro lado, o efeito da salinidade reflecte-se também numa diminuição do número de folhas por planta ou mesmo a diminuição do número de estomas por unidade de área (Marschner, 1995 *in* Silva 2000).

Adam (1990) refere que a turgescência, estando intimamente associada à suculência, é considerada um pré-requisito para a expansão das células. A acumulação de cloreto de sódio pelas plantas para a regulação da turgescência é, no entanto, limitada pela toxicidade de altas concentrações deste sal. Uma queda na pressão de turgescência pode ser o principal motivo para a redução do crescimento, possivelmente resultado duma regulação osmótica inadequada.

#### **ACUMULAÇÃO DE SAIS, DE COMPOSTOS AZOTADOS E DE SOLUTOS ORGÂNICOS**

Fenómenos bioquímicos permitem a tolerância a ambiente iónico tão concentrado (Silva, 1993).

O sal mais abundante é o cloreto de sódio, mas os sais de sódio e potássio, absorvidos em excesso, a partir de determinado níveis de concentração tornam-se tóxicos porque inibem fortemente a acção enzimática sobre que assenta toda a actividade metabólica, ao mesmo tempo que destroem os ácidos nucleicos, dos quais depende a síntese proteica e, portanto, a matéria viva (Silva, 1993).

As halófitas têm então mecanismos que evitam que esses sais se concentrem na célula. Os sais de potássio e de sódio praticamente não existem no citoplasma, embora se encontrem bastante concentrados no vacúolo (Maestre, 1998). Segundo Silva (1993), a pressão osmótica entre o vacúolo e o citoplasma tem que estar equilibrada e, para tal, as halófitas absorvem selectivamente outros elementos, preferencialmente azoto. O citoplasma destas plantas é rico em compostos azotados que, perfazendo a concentração em falta, participam na osmorregulação, sem, no entanto, afectarem a actividade enzimática. Assim sendo, a sua quantidade nas águas costeiras vai naturalmente condicionar a produtividade primária do sapal e é de importância crucial para a produção de todos os níveis tróficos. Uma das estratégias mais comuns para que este elemento indispensável não falte a estas plantas é a transferência de azoto de uns para outros órgãos, dos mais velhos para os mais novos, dos a nível do solo para os aéreos. No Inverno o azoto atinge níveis consideráveis nos rizomas, mas, no início do Verão, quando a planta se prepara para a reprodução e formação de novas raízes, o que terá lugar no fim da estação, o azoto é transferido para as folhas (Silva, 1993).

Uma estratégia similar à da concentração de sais consiste em acumular compostos orgânicos que tem a capacidade de reduzir o potencial hídrico das células. Estas substâncias podem concentrar-se no citosol sem danificar a célula. Estes compostos orgânicos têm a designação de solutos compatíveis e alguns são a prolina, a betaína, o glicerol e certos açúcares, sendo sintetizados pela célula de tal forma que o potencial osmótico interno varia com o potencial osmótico do meio externo, ajudando na manutenção da hidratação e turgescência das células (Salisbury *et al.*, 1994 *in* Maestre, 1998).

## **EXCREÇÃO SALINA**

Os sais absorvidos são em parte expelidos através das raízes mas o excesso pode ser segregado por glândulas salinas especiais das folhas, os tricomas vesiculares; quando estas secam, as glândulas expulsam o sal, que fica a revestir a superfície das folhas dando-lhes o aspecto pruinoso ou pulverulento que se vê, por exemplo em *Atriplex halimus*. As glândulas salinas permitem à planta excretar sal selectivamente, particularmente cloreto de sódio da porção aérea, pois a acumulação destes iões é excessiva para a regulação da turgescência. Esta característica morfológica permite não só a redução da carga salina como também a melhoria da relação dos nutrientes dentro da planta (Adam, 1990).

Podem também não expelir o sal mas armazená-lo nas folhas e caules; quando finda a estação de crescimento, as folhas e caules velhos caem, com eles vai uma parte do sal que a planta continha. Pode ainda ocorrer retranslocação do sal para outros órgãos (Maestre, 1998; Silva, 1993).

### **2.1.3.2. ENCHARCAMENTO**

Os efeitos do encharcamento provocados pela água de maré encontram-se intrinsecamente relacionados com os efeitos da salinidade, influenciando consideravelmente o crescimento e desenvolvimento das halófitas. A principal alteração ecológica para as plantas que crescem em meios encharcados é a redução da disponibilidade de oxigénio para as raízes já que este difunde-se dez mil vezes mais devagar do que em solos bem arejados (Adam, 1990).

Deste modo, as plantas que vivem em solos encharcados enfrentam alguns problemas tais como (Adam, 1990):

- inibição da respiração aeróbia que pode interferir com a absorção e transporte de nutrientes e também com a exclusão do cloreto de sódio das raízes das plantas de sapal;
- elevado custo metabólico em manter um menor potencial osmótico vacuolar do que o da solução salina envolvente;
- absorção, em excesso, de ferro na forma reduzida e de manganésio;
- distúrbio do metabolismo hormonal e da fotossíntese;
- morte das raízes nas camadas profundas do sedimento e o estabelecimento de um sistema de raízes adventícias na superfície do solo.

Para sobreviver num solo deficiente em oxigénio a planta recorre a dois processos (Silva, 1993):

- metaboliza sem oxigénio, sendo o etanol, e não o anidrido carbónico, o produto final do metabolismo;
- promove a transferência de oxigénio, das partes aéreas para as submersas, através dos espaços cheios de ar que tipicamente estas plantas possuem. Estes espaços adquirem grande importância mecânica quando se trata das raízes. Com um amplo espaço vazio na parte central, o sistema radicular torna-se mais volumoso, espalha-se por uma maior área e o maior atrito criado fixa melhor a planta ao substrato. Por outro lado, um tubo oco é mais difícil de dobrar ou quebrar e isto representa uma defesa adicional contra a força das águas.

## **2.2. CARACTERIZAÇÃO BIOFÍSICA DA RIA DE ALVOR**

No desenvolvimento de um dos objectivos enunciados, segue-se uma caracterização da Ria de Alvor, segundo várias vertentes.

### **2.2.1. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E CARACTERIZAÇÃO GERAL**

A Ria de Alvor localiza-se a meio caminho entre Portimão e Lagos, mais concretamente entre as pontas rochosas da Piedade, a ocidente e dos Três Irmãos, a oriente, aproximadamente entre as coordenadas geográficas 37°7′N - 37°10′N e 8°35′W – 8°38′W (Azerêdo,1981).

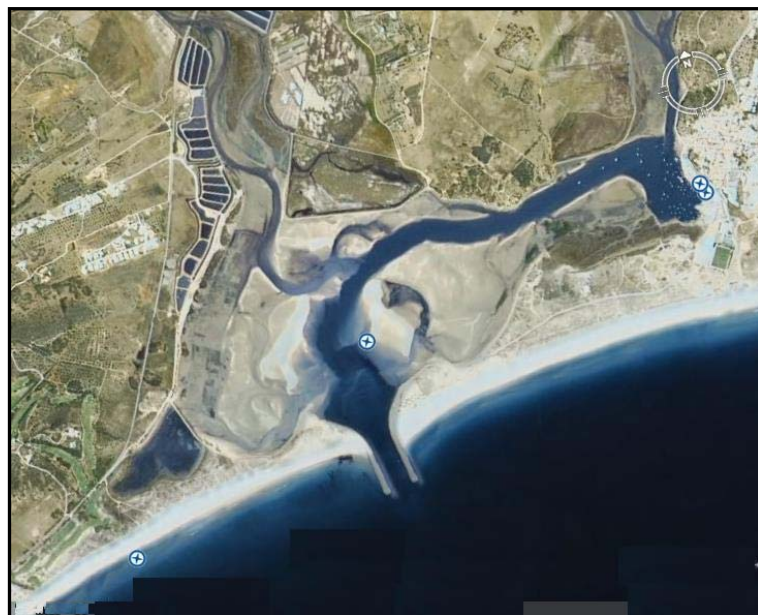
O seu clima é mediterrâneo caracterizado por Verões quentes, secos e prolongados. O Inverno é húmido com pelo menos um mês frio e seco. Cerca de 65% da chuva anual ocorre durante os meses de Inverno, havendo pelo menos um mês com temperaturas abaixo dos 15° C. Os valores médios de humidade relativa para a região são altos (Jorge *et al.*, 2001).

A designação Ria de Alvor é envolta numa grande controvérsia, motivo pelo qual este complexo sistema recebe várias designações distintas, tais como sistema de baía-barreira, laguna estuarina ou estuário meso-tidal. Assim, segundo Azerêdo (1981), as características geomorfológicas e sedimentológicas da Ria de Alvor correspondem mais a um sistema de baía-barreira. Já Dias (1993), considera-a ser uma pequena laguna costeira, do tipo laguna estuarina complexa, enquanto Batty (1997) é da opinião que se trata de um estuário meso-tidal. De facto, a Ria de Alvor corresponde a um corpo de água semi-fechado, com um único, estreito e pouco profundo canal de entrada e

comunicação com o oceano, o que é geralmente assumido como definição de um sistema lagunar costeiro (Dias, 1993).

Topograficamente tem uma forma de U, resultante da confluência de quatro linhas de água, as ribeiras de Odiáxere e Arão a poente, e as ribeiras do Farelo e Torre a nascente de cuja confluência resulta o denominado “Rio” de Alvor (Jorge *et al.*, 2001). Estes quatro cursos de água, de importância desigual, têm origem no maciço de Monchique e atravessam planícies aluvionares utilizadas para a agricultura (Azerêdo, 1981). O regime das ribeiras é do tipo mediterrânico torrencial, com fluxo sazonal característico e período de secagem durante o Verão (Cabral *et al.*, 1989).

O sistema mantém-se ligado ao mar através do canal estreito e pouco profundo, permanentemente aberto, implementado por um par de molhes de protecção com cerca de 550 m de extensão (Figura 2.1), permitindo as entradas de água salgada e saídas de água doce salobra, cujo fluxo depende do regime de marés (Batty, 1997).



**Figura 2.1** - Fotografia de satélite da Ria de Alvor (adaptado de <http://earth.google.com/earth.html>)

A amplitude máxima das marés na zona da Ria de Alvor é inferior a 4 m de altura (amplitude de marés meso-tidal, compreendida entre 2-4 m de altura), mas devido às fortes correntes de maré, a água da zona mais externa da Ria de Alvor é praticamente toda renovada em cada ciclo de maré, sendo as entradas e saídas de água na Ria de Alvor praticamente permanentes, pelo que o sistema apresenta profundidades relativamente reduzidas (0-10 m) (Batty, 1997). Devido às suas profundidades médias reduzidas, os canais da Ria de Alvor apenas são navegáveis durante os períodos de preia-mar.

Na zona costeira da Ria de Alvor, os ventos predominantes sopram geralmente de NW e de SW, com períodos de tempestade vindos principalmente de SE (“levante”) do Estreito de Gibraltar, caracterizados por uma ondulação com persistência de alguns dias, com altura de 2-2,5 m, raramente excedendo os 3 m (Cabral *et al.*, 1989). O mar de sudoeste corresponde aos maiores temporais, com altura de 2-3 m, atingindo com frequência altura de 3-4 m (Cabral *et al.*, 1989; Batty, 1997). No entanto a ondulação com altura significativa média anual inferior a 1 m é a que domina (Cabral *et al.*, 1989; Batty, 1997).

Na vizinhança com o mar, a laguna possui barreiras litorais com dunas fixadas, sendo a Ria protegida do oceano por um cordão dunar (duas restingas de areia: Meia-Praia e Alvor) que limitam uma vasta área (Cabral *et al.*, 1989; Sturgess *et al.* 1990; Dias, 1993; Batty, 1997).

Todas estas características e a presença de habitats em bom estado de conservação fazem com que a Ria de Alvor seja considerada uma componente importante do património natural do Algarve, sendo assim a terceira zona húmida mais importante do

Algarve e a mais importante do barlavento algarvio (designada pelo Instituto de Conservação da Natureza como habitat RAMSAR, na Convenção RAMSAR - Convenção Internacional sobre Zonas Húmidas) (Jorge *et al.*, 2001). Este reconhecimento reflecte-se não só nos vários instrumentos de planeamento e ordenamento em vigor no Algarve (a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento da Região do Algarve designou a área como Zona de Protecção da Natureza e Área de Especial Interesse Ecológico e os Planos Directores Municipais dos Concelhos de Lagos e Portimão classificam a zona da Ria de Alvor como Área de Interesse Ambiental) como através das diversas classificações em diplomas nacionais e internacionais de conservação e protecção de zonas ecologicamente importantes:

- Reserva Ecológica Nacional e Reserva Agrícola Nacional, estando protegida legalmente da actividade cinegética (Jorge *et al.*, 2001);
- Biótopo CORINE (ao abrigo do programa CORINE, instituído ao nível da Comunidade Económica Europeia), nº de código C23000120, o que atesta a sua importância ecológica a nível nacional e o elevado valor florístico e faunístico - decisão do Conselho nº85/338/CEE, de 27 de Junho de 1985;
- ao abrigo da Directiva Habitats - Sítio de Importância Comunitária (SIC), Zona Especial de Conservação (ZEC), com 17 habitats naturais, quatro dos quais considerados prioritários, e ao abrigo da Directiva Aves – Zona de Protecção Especial (ZPE): Sítio pertencente à Rede Natura 2000 – sítio nacional PTCON0058 (Freitas, 2003).

### 2.2.2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

A Ria de Alvor é um sistema muito dinâmico, cuja configuração física tem variado bastante ao longo do tempo.

A fotografia aérea datada de 1977 (figura 2.2 em anexo I) traduz uma situação semelhante à actual, descrita em pormenor no subcapítulo 2.2.3.. Nesta verifica-se a existência de um sistema laguna-barreira litoral, uma grande diversificação dos bancos de areias e da rede de canais, no interior da laguna e o assoreamento da laguna.

A Ria de Alvor é então uma laguna costeira com origem natural, formada sobre uma bacia de aluvião, cuja evolução depende da acção conjunta das marés, transporte de sedimentos de origem marinha e deposição sedimentar de partículas fluviais.

O estuário da Ria de Alvor apresenta uma baía com mais de 1,5 km de largura, estendendo-se por mais de 15 km em direcção ao interior. Durante a baixa-mar, a maior parte da área da Ria de Alvor encontra-se emersa (Bolton *et al.*, 1987).

Segundo Batty (1997), a área total da Ria de Alvor é de cerca de 760 ha (o maior complexo estuarino do barlavento algarvio), e dos cerca de 324 ha de área inter-tidal total estimada, 228 ha correspondem a bancos arenosos ou vasosos inter-tidais, enquanto os restantes 96 ha são áreas de sapal. Actualmente, tal não se verifica, pois em Janeiro do presente ano, foi completada a destruição do “sapal Este” da Quinta da Rocha (Figura 2.3), correspondendo aproximadamente a cerca de 25 ha (Paula Banza, Comunicação Oral).



**Figura 2.3** - “Sapal Este” lavrado de fresco (*in* <http://www.barlavento.online.pt/index.php/noticia?Id=11543>).

### **2.2.3. CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA E SEDIMENTOLÓGICA**

Embora em fase de evolução avançada, a estrutura-barreira de Alvor possui ainda uma apreciável dinâmica fluvio-marinha e eólica, a qual condiciona o comportamento morfo-sedimentológico do ambiente de barreira, que engloba diversas fácies características (Azerêdo, 1981; Cabral *et al.*, 1989).

O cordão oriental exhibe uma sequência de fácies bem desenvolvidas, que compreendem a praia de barreira, voltada para o mar, o cordão dunar, praticamente contínuo e apenas cortado por alguns corredores de barreira importantes, o sapal, correspondente à zona com menor energia do sistema e a noroeste por um cordão dunar incipiente (Cabral *et al.*, 1989).

O cordão ocidental, mais recente, e conseqüentemente menos desenvolvido, compreende apenas a praia de barreira, retalhos isolados de dunas e pequenas manchas de sapal (Cabral *et al.*, 1989).

Na barra, individualizam-se um canal de vazante bem marcado e dois canais de enchente periféricos e com baixa profundidade, existindo apenas um delta de vazante muito recortado (Cabral *et al.*, 1989).

Quanto à composição mineralógica dos sedimentos, esta revela uma origem continental, provavelmente do Miocénico e Pliocénico, traduzindo a influência do processo de erosão e drenagem em formações litológicas encaixantes muito diversificadas (Cabral *et al.*, 1989). Os sedimentos são francamente arenosos, com percentagens variáveis das fracções carbonatadas e silto-argilosa permitindo a diferenciação de cinco fácies: fácies de praia, fácies de base de duna, fácies de topo de duna, fácies de sapal e fácies de laguna (Cabral *et al.*, 1989).

Num estudo sobre granulometria e distribuição dos sedimentos superficiais da Ria de Alvor, foram identificados quatro tipos sedimentares, respectivamente areias média e vasosa, vasa arenosa e vasa. Reflecte-se assim uma nítida acção conjunta de duas componentes distintas (Rodrigues *et al.*, 1988):

- a acção da componente fluvial que determina sedimentos mistos, constituídos por elementos finos e grosseiros, sendo determinante no estabelecimento do fácies envasado (vasa e vasa arenosa);
- acção da componente oceânica que determina a existência de sedimentos muito homogéneos, ricos em areais, estando na origem do fácies arenoso, composto

exclusivamente por areais médias, que cobrem praticamente toda a faixa da Ria de Alvor paralela à linha de costa.

## **ASSOREAMENTO**

O processo de sedimentação predomina nas zonas adjacentes à barra de Alvor, indicando que grande parte do assoreamento da laguna advém da deposição de areias transportadas pela deriva litoral através da barra, pois o delta de enchente é bastante desenvolvido, indicando claramente a predominância dos processos de maré sobre os processos fluvio-estuarinos, enquanto que a actuação da agitação marítima é bastante eficaz no desmantelamento, ou inibição do crescimento do delta de vazante (Dias, 1993; Batty, 1997). As variações climáticas verificadas nos últimos anos no sentido de uma pequena elevação progressiva do nível médio relativo do mar, contribuiu certamente para esta intensificação do processo de assoreamento (Dias, 1993).

Todo este processo de predomínio da sedimentação sobre a erosão vem a verificar-se desde a década de 50 do século XX, fenómeno indissociável da construção da barragem da Bravura (1956) na Ribeira de Odiáxere, e dos diques da Penina (final da década de 60 do século XX) na Ribeira da Torre e da Quinta da Rocha (final da década de 60 do século XX), estruturas que regularizaram o caudal dos cursos de água das respectivas ribeiras, provocando uma redução da competência dos caudais de vazante no período invernal, que desempenha uma importante função de desassoreamento, e consequentemente, o desequilíbrio do balanço erosão/sedimentação na laguna (Cabral *et al.*, 1989; Sturgess *et al.*, 1990; Dias, 1993; Batty, 1997).

De igual modo, a intensa construção ocorrida nas bacias hidrográficas drenantes para a laguna contribuiu de forma significativa para o seu assoreamento, principalmente devido ao arrastamento de materiais de construção das áreas adjacentes, durante a época pluviosa (Dias, 1993).

Tal como é normal, o assoreamento reflectiu-se em atrasos na propagação da maré, principalmente da baixa-mar, traduzindo-se numa diminuição da capacidade de transporte das correntes da vazante (que transportam areais para o exterior do sistema, logo possuindo função desassoreante). Deste modo, trata-se de um processo do tipo *feedback*, ou seja, o assoreamento diminui a capacidade de transporte das correntes, facto que induz ainda maior assoreamento (Dias, 1993).

Devido aos problemas causados pelo intenso assoreamento da Ria de Alvor, a Direcção Geral dos Portos implementou entre Outubro de 1989 e Julho de 1992 um plano de melhoramento das condições do estuário, que contemplou a construção de molhes à entrada da barra da Ria de Alvor e a realização de operações de dragagem envolvendo a remoção de cerca  $3,8 \times 10^6 \text{ m}^3$  de materiais no canal navegável até Alvor (resultando um canal com 400 m de comprimento, 120 m de largura e 3 m de profundidade) Os materiais dragados foram depositados na zona dunar formando um grande amontoado (DGP, 1988 *in* Batty, 1997). O impacte deste projecto terá afectado certamente zonas de *Zoostera* sp. as quais são de extrema importância para a reprodução e desenvolvimento dos juvenis de diversas espécies marinhas.

Parte destes depósitos foram explorados ao longo dos últimos anos, conduzindo à ocorrência de uma depressão que, aparentemente atingiu uma cota aproximada, ou mesmo inferior à da zona antedunar do areal da praia. A crivagem no local dos inertes

resultantes dos dragados, com remoção de menor granulometria, tem como consequência o surgimento de depósitos com volumes significativos de material grosseiro de pouco ou nulo interesse na reconstituição da tipologia dunar (Nemus, 1999). Actualmente ainda se verifica a existência de parte desses depósitos constituindo uma das componentes de elevado impacte ambiental no local, com claras modificações do ecossistema (Figura 2.4).



**Figura 2.4** - Duna artificial.

#### **2.2.4. IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA E QUALIDADE AMBIENTAL**

A Ria de Alvor constitui uma área de extrema importância ecológica, incluindo uma variedade assinalável de habitats distintos, nomeadamente as zonas do complexo laguno-estuarino, sapal, dunas, mato, áreas agrícolas e salinas, reunindo assim condições óptimas para o desenvolvimento de um elevado número de diferentes espécies (Bolton *et al.*, 1987).

#### **FAUNA AQUÁTICA**

A observação macroscópica directa da zona lagunar, revela a existência de numerosos moluscos bivalves (*Arca* sp., *Cardium* sp., *Tellina* sp. e *Cerastoderma edule* mais conhecido por berbigão) e moluscos gastrópodes (*Cerithium* sp., *Gibbula* sp. e *Turritella*

sp.), bem como vestígios da presença de anelídeos (detectados pela existência de tubos de areia segregados por estes organismos). Em menor escala existem alguns equinodermes (*Echinocardium cordatum*) (Azerêdo, 1981).

Adicionalmente, a Ria de Alvor constitui uma área privilegiada para o crescimento de várias espécies de peixes e cefalópodes, como o choco (*Sepia officinalis*). De facto, esta área é privilegiada para o crescimento de várias espécies piscícolas, nomeadamente a tainha, o besugo, a sardinha, a dourada, o linguado, o salmonete e o xarroco. A importância deste sistema lagunar como maternidade reflecte-se na elevada abundância de exemplares juvenis ao longo do ano, nomeadamente de sardinha (*Sardina pilchardus*) na Primavera, de salema (*Sarpa salpa*) no Verão e ainda peixe-rei (*Atherina boyeri*) (Antunes *et al.*, 1986).

Há que referenciar na fauna aquática a presença de zooplâncton, obviamente parte integrante da cadeia trófica da Ria de Alvor, nutrindo-se essencialmente de fitoplâncton e constituindo alimento ao ictioplâncton e à ictiofauna. (Santos, 1986).

## **FAUNA TERRESTRE**

Num contexto regional, este sistema lagunar possui uma grande importância como habitat para a avifauna aquática, nomeadamente no respeitante às espécies tendencialmente associadas às manchas de sapal e às salinas, servindo estes como locais de repouso, alimentação, invernada e reprodução de aves, especialmente de aves limícolas (Batty, 1997). Neste âmbito, a Ria de Alvor constitui um importante local de concentração de aves limícolas e aquáticas e uma escala migratória utilizada por numerosas espécies migradoras do Sistema Paleártico-Africano (Cabral *et al.*, 1989).

Assim, existem cerca de 200 espécies de aves nidificantes e migratórias que são registadas anualmente nas respectivas listas sistemáticas de aves, publicadas periodicamente (Batty, 1997). Deste conjunto de espécies, 22 estão listadas no Anexo I da Directiva Habitats da Comunidade Europeia, enquanto que 4 espécies constam da lista do Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal (SNPRCN, 1990 *in* Batty, 1997). Destacam-se as seguintes espécies de aves limícolas e aquáticas (Harris *et al.*, 1990): andorinha-do-mar-anã (*Sterna albifrons*), borrelho-de-coleira-interropida (*Charadrius alexandrinus*), cegonha-branca (*Ciconia ciconia*), galinha-d'água (*Gallinula chloropus*), garça-branca (*Egretta garzetta*), garça-real (*Ardea cinerea*), guincho-comum (*Larus ridibundus*) e maçarico-real (*Numenius arquata*).

Segundo Gardiner (1994), a Ria de Alvor apresenta também uma elevada importância no que concerne a anfíbios e répteis, registando-se 6 espécies de anfíbios e 13 espécies de répteis, ou seja, o correspondente a cerca de 42% do total das espécies representantes da herpetofauna em Portugal. No grupo de espécies de anfíbios, o discoglossos (*Discoglossus galganoi*), o sapo-corredor (*Bufo calamita*) e a rã-meridional (*Hyla meridionalis*) assumem um destaque particular, pois são espécies listadas na Directiva Habitats da Comunidade Europeia (Batty, 1997). No vasto conjunto de espécies de répteis, o camaleão (*Chamaleon chamaleo*), os cágados (*Mauremys* spp.) e a cobra-de-ferradura (*Coluber hippocrepis*) assumem particular relevância, pois também são espécies listadas na Directiva Habitats da Comunidade Europeia (Batty, 1997).

Em relação aos insectos, os mais bem estudados na área são os Lepidóptera (577 espécies registadas), com especial incidência nas mariposas. Entre as espécies de borboletas inventariadas destaca-se *Euchloe tagis*, *Colias australis*, *Pandoriana pandora*, *Eurodryas aurinia beckeri* e *Gegenes nostradamus* (Aguar *et al.*, 2003).

Outros insectos foram também alvo de alguma pesquisa, como os Coleópteros, dos quais foram detectadas 200 espécies. A maioria destas espécies ocupa grande parte dos habitats disponíveis, enquanto outras, com estratégias de alimentação mais específicas, tem uma distribuição restrita a habitats particulares (Jorge, 2001).

Por último existem cerca de 10 espécies de mamíferos na área de Ria de Alvor como por exemplo o coelho bravo (*Oryctolagus cuniculus*), o gato-bravo (*Felis silvestris*), duas espécies de morcegos (*Todarida taniotis*, considerado raro e *Rhinolophus ferrumequinum*, espécie em perigo) e a lontra (*Lutra lutra*), espécie muito difícil de avistar e, por consequência, de monitorizar, sendo por isso considerada insuficientemente conhecida, embora a sua presença, seja essencialmente comprovada através de fezes (Jorge, 2001)

## FLORA

A flora desta área, apesar de não ser excepcionalmente rica, apresenta alguns endemismos importantes abrangendo várias unidades de vegetação, nomeadamente pré-duna, duna, transição duna-sapal, sapal, arriba, matos e pinhais, facto que confere à Ria de Alvor um elevado interesse florístico (Costa, 1982).

No âmbito da flora da Ria de Alvor, assume-se neste subcapítulo uma breve descrição da flora representante das várias unidades de vegetação anteriormente referenciados, à excepção do sapal que será caracterizada no subcapítulo 2.3.. Destaca-se a espécie *Linaria munbyana*, endémica das costas sul da Península Ibérica e ainda as espécies *Linaria pedunculata*, *Linaria algarviana*, *Limonium algarvense*, *Limonium diffusum* e *Thymus camphoratus*, espécies características do Algarve (Simonson, 1993).

De acordo com o estudo efectuado por Costa (1982), sobre a vegetação da Ria de Alvor (esboço da carta de vegetação), são distinguidas três zonas ao nível do coberto vegetal dunar, nomeadamente a pré-duna, a duna e a transição duna-sapal.

A formação vegetal da pré-duna é muito esparsa e apresenta largas discontinuidades, com as espécies *Amophila arenaria* e *Eryngium maritimum* a cobrir menos de 20% do substrato. As dunas possuem *Armesia campestris* (marítima), *Lotus creticus*, *Malcolmia littorea*, *Ononis natrix* (ramosíssima), *Vulpia alopecurus* e *Vulpia bromoides*, que dominam nalgumas áreas, ainda com a presença de *Linaria pedunculata*, espécie característica do Algarve. A zona de transição duna-sapal é maioritariamente coberta por vegetação de duna, com algumas espécies de sapal, tal como *Limoniastrum monopetalum* (Costa, 1982).

O sopé da arriba apresenta a zona mais halofítica e o alto da falésia o extremo xerófito deste ecótono. *Pistacia lentiscus*, *Chamaerops humilis*, *Limoniastrum monopetalum*, *Olea europaea sylvestris* e *Ceratonia siliqua* ocorrem com frequência (Costa, 1982).

As zonas de mato circundantes da Ria de Alvor estão parcialmente ocupadas por uma área de pinhal misto, ou colonizado por vegetação arbustiva perene, que inclui espécies vegetais como *Pinus pinea*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus coccifera* e ainda algumas espécies de *Cistus* (Bolton *et al.* 1987).

### **2.2.5. PRINCIPAIS ACTIVIDADES HUMANAS NA RIA DE ALVOR**

As actividades humanas tradicionalmente ligadas à Ria de Alvor, nomeadamente a apanha de moluscos, a piscicultura, a pesca e a agricultura, atestam o seu interesse sob o

ponto de vista sócio-económico. O marisqueio e a moluscicultura (apanha de moluscos bivalves, especialmente amêijoas, berbigão e mexilhão), são actividades tradicionais muito importantes na Ria de Alvor.

Existem diversas concessões atribuídas para a exploração de viveiros de amêijoas na Ria de Alvor, com 20 viveiros de amêijoas licenciados na Capitania de Portimão. A área total é de 7,71 ha e a área média por viveiro é aproximadamente de 3858 m<sup>2</sup>.

Actualmente a actividade de marisqueio na área da Ria de Alvor, envolve algumas centenas de pessoas, podendo mesmo afirmar-se que, durante alguns dias de Verão (principalmente ao fim-de-semana), no período de baixa-mar, podem encontrar-se mais de 500 pessoas a mariscar.

A salinicultura na Ria de Alvor era uma das actividades tradicionais, pelo menos desde o século XVI, cuja importância e intensidade de exploração tem variado ao longo do tempo (Pullan, 1988a). De facto, na zona estuarina da Ria de Alvor as salinas encontram-se em diversos graus de abandono, embora alguns tanques estejam a ser utilizados para a piscicultura semi-intensiva, sendo as principais espécies cultivadas a dourada, o robalo e o linguado. De acordo com a Direcção Geral de Pescas, existem licenciadas, em actividade, pisciculturas com uma área total de 36,22 ha.

Na zona envolvente da Ria de Alvor existem algumas explorações agrícolas, cujos tipos de cultura praticados e extensões ocupadas têm sofrido importantes alterações e reduções ao longo do tempo, nomeadamente ao nível da produção de arroz (progressivamente reduzida e abandonada) e da produção de culturas de regadio.

Actualmente, uma nova realidade da Ria de Alvor diz respeito ao desenvolvimento turístico. O turismo é uma fonte de rendimento relativamente recente para o Algarve, incrementando-se ainda mais nos últimos vinte anos. A expansão do turismo na Ria de Alvor ameaça destruir alguns dos biótopos vitais deste ecossistema, tais como as áreas de sapal e de dunas. A actividade é altamente sazonal sendo muito mais acentuada nos meses de Verão. Presentemente, a Ria de Alvor está sujeita à pressão causada pelo elevado número de utilizadores das praias que com ela confinam (Meia-Praia e Praia de Alvor) que aproveitam o cordão dunar de forma indiscriminada para acesso e estacionamento de automóveis. Devido à presença de uma marina, a própria laguna é frequentemente utilizada como zona de recreio náutico cada vez mais diversificado, nomeadamente de veículos aquáticos motorizados que provocam perturbações no ecossistema através de poluição sonora, emissão de poluentes, agitação e turbidez das águas.

## **2.3. OS SAPAIS DA RIA DE ALVOR**

### **2.3.1. CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS**

O fácies de sapal é caracterizado por areias (sapal alto) e areias silto-argilosas (sapal baixo), médias a finas, com grau de selecção moderado, processando-se uma sedimentação dendrítico-orgânica, representada fundamentalmente por lodos orgânicos de origem marinha e fluvial (Cabral *et al.*, 1989), o que faz com que estes terrenos apresentem à superfície uma cor parda escura ou parda, em função da maior ou menor percentagem de humidade, possuindo nas camadas sub-superficiais de textura fina uma

cor cinzenta ou manchada de cinzento, consoante o grau de hidromorfismo (Fernandes, 1975).

Segundo Fernandes (1975), estes sapais apresentam frequentemente uma variação nos valores de pH (entre 2 a 9), sendo os valores de pH mais baixos registados normalmente nas camadas mais profundas, enquanto que mais para montante os solos com camadas ácidas são menos frequentes.

A salinidade dos sapais da Ria de Alvor é a sua característica mais relevante o que justifica a sua classificação como aluviossolos halomórficos. Os teores de cloreto de sódio aumentam geralmente com a profundidade e as camadas profundas encontram-se frequentemente saturadas de água salgada, por vezes com uma concentração salina superior à da água do mar. Na área de sapal é evidente uma diminuição da salinidade em direcção a montante e nos locais afastados das linhas de água ainda sujeitas à influência das marés (Fernandes, 1975).

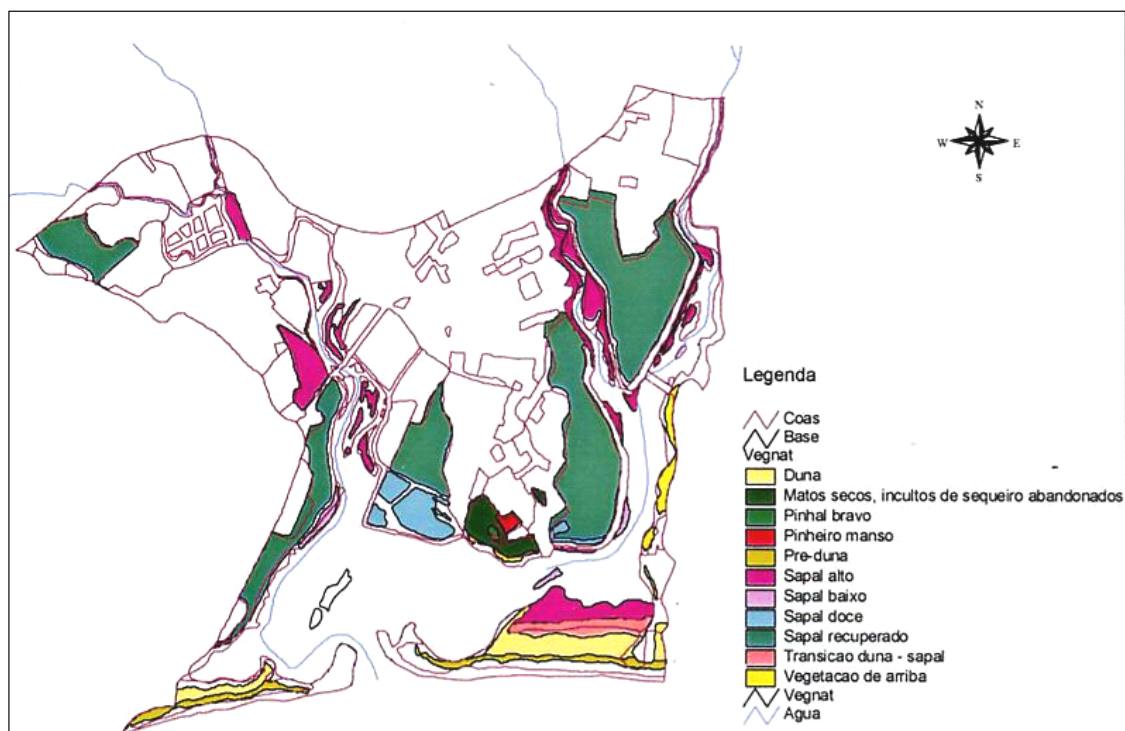
Os carbonatos detectados nalguns sapais da Ria de Alvor surgem normalmente sob a forma de conchas, mais ou menos fraccionados, que denunciam a sua origem fluvio-marinha, tratando-se de calcário não activo, incorporado durante o processo de deposição aluvial, e constituindo elementos grosseiros de solos cuja fracção de terra fina acusa geralmente elevada acidez (Fernandes, 1975).

### **2.3.2. UNIDADES DE VEGETAÇÃO**

A intensidade do hidrodinamismo na Ria de Alvor está dentro de parâmetros que permitem o estabelecimento de sapal numa área maior, mas a geometria dos solos

salinos inundáveis, linear e fragmentada em pequenas manchas pela construção de diques e taludes, limita a sua colonização pelas espécies aptas a desenvolver-se nesse meio salino. De facto, a maior proporção de sapal encontra-se na mancha de solo salino inundável (Costa, 1982).

Tal como verificaram Costa (1982), Costa *et al.* (1989) e Simonson (1989), na Ria de Alvor podem ser referidas zonas com características distintas ao nível da vegetação de sapal, nomeadamente o sapal baixo, o sapal médio, o sapal alto (áreas de sapal que irei abordar seguidamente), o sapal doce (zonas alagadiças de salinidade mínima delimitadas por um dique em que a água do mar entra no sapal através de um canal no muro e enche um sistema de canais profundos, alguns dos quais escavados aquando a construção do dique), o sapal recuperado e de talude, que corresponde sensivelmente a zonas de sapal natural que foram drenadas pela construção de diques e canais de drenagem que isolam os terrenos das marés, e que actualmente são utilizados como pasto para gado ovino e bovino (Figura 2.5).



**Figura 2.5** - Esboço da carta de vegetação da Ria de Alvor: Unidades de Vegetação - sem escala (adaptado de Costa, 1982, fornecido pela CCDR Algarve).

## SAPAL BAIXO

A unidade do sapal baixo que corresponde a terrenos permanentemente saturados de água salgada, submersos (em média duas vezes por dia), e que coloniza solos de salinidade mais ou menos constante, apresenta os primeiros estádios da sucessão halo-mediterrânea, sendo dominada inicialmente pela espécie *Spartina maritima* onde é visível à superfície das suas folhas o excesso de sal que excretam (Costa, 1982; ICN-1130, S/D). Nesta área poderão também surgir *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis* e *Halimione portulacoides* acompanhadas de *Puccinellia convoluta* e *Limonium vulgare*. Nas clareiras pode aparecer a planta anual *Suaeda marítima* (Costa *et al.*, 1989; Costa, 2001).

## SAPAL MÉDIO

Ao caminhar para o interior do sapal, o tempo de submersão reduz-se à medida que a cota dos fundos estuarinos se eleva, verificando-se um intenso ciclo de inundaçãodrenagem bidiário, surgindo assim modificações graduais na vegetação que é mais diversificada (Costa, 1982; ICN-1420, S/D). Aqui as espécies dominantes são *Sarcocornia fruticosa*, *Sarcocornia perennis* subsp. *alpini* e *Halimione portulacoides* acompanhadas de *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis*, *Limonium vulgare*, *Puccinellia convoluta*, *Limonium ferulaceum*, *Suaeda marítima* (nas clareiras), *Cistanche phelypaea* e *Spergularia maritima*. A associação *Cistanche luteae* - *Sarcocornia fruticosa* encontra-se nas margens dos canais em solos removidos (Costa *et al.*, 1989; Costa, 2001).

## SAPAL ALTO

O sapal alto, em regra, só é visitado pelas águas marinhas da preia-mar que trazem muitas das vezes os detritos que aí ficam depositados. (ICN-1420, S/D; Costa, 2001). Esta zona é dominada por *Limonium diffusum*, espécie muito rara e característica do Algarve, *Limonium ferulaceum*, *Limonium algarvense*, *Atriplex halimus*, *Arthrocnemum macrostachyum*, *Suaeda marítima* e *Sarcocornia fruticosa* (Costa, 1982; Costa *et al.*, 1989; ICN-1420, S/D). Nos locais mais elevados domina *Limoniastrum monopetalum*, que se encontra apenas no Algarve, ou espécies do género *Juncus*, com a presença de *Frankenia* sp., *Inula crithmoides*, *Suaeda vera*, *Salsola vermiculata* e a espécie parasita *Cistanche phelypaea*, cuja distribuição se limita apenas ao Algarve (Costa, 1982; Costa *et al.*, 1989; ICN-1420, S/D).

A maior variação de salinidade encontra-se no sapal alto: a água das chuvas baixa a sua salinidade e, devido a evaporação entre submersões consecutivas, a salinidade aumenta chegando a formar-se, à superfície do solo, uma camada cristalina de sal (Costa, 1982). Ao contrário do que acontece no sapal baixo, as comunidades de sapal alto suportam também variações bruscas e grandes variações sazonais na profundidade dos lençóis freáticos (ICN-1130, S/D).

### 2.3.3. O SAPAL OESTE DA VILA DE ALVOR

O Sapal Oeste da Vila de Alvor de 13,7 ha de área, encontra-se ligado ao cordão dunar, localizando-se junto à povoação de Alvor (Figura 2.6) (Garcia, 1997).



**Figura 2.6** – Fotografia de satélite do Sapal Oeste da Vila de Alvor, delimitado por uma linha vermelha (adaptado de <http://www.geo.algarvedigital.pt/Default.aspx>).

Seguidamente irei descrever de uma forma sucinta a “recuperação ambiental dos sapais e rasos de maré” de acordo com o estudo prévio e projecto de execução efectuado pela empresa Nemus – Gestão e Requalificação Ambiental (1999; 2000), essencial para a sua compreensão visto que a actual investigação incide sobre este sapal.

Em 1999, aquando das obras de execução do plano da zona marginal de Alvor, parte do sapal Oeste contíguo à Vila de Alvor foi sujeito a um processo de decapagem com a consequente destruição total da vegetação por aterro e escavações. Devido à afectação deste importante habitat que representa parte do património natural da Ria de Alvor, o plano da zona marginal de Alvor foi reformulado através de novas localizações para os usos propostos nesse mesmo plano. No entanto, devido à destruição efectuada propôs-se a implementação de um projecto (de carácter experimental, visto que até à data não existiam documentadas em Portugal intervenções deste tipo) na tentativa de recuperar ambientalmente a área afectada.

O sapal destruído cobria a zona entre marés, situação semelhante à que ocorria em grande parte das margens dos braços da ria, conferindo assim características idênticas. De facto tanto na margem direita, como na margem esquerda da Ria de Alvor, verificava-se a presença de extensas áreas de sapal (Figura 2.7).



**Figura 2.7** – Áreas de sapal em ambas as margens da Ria de Alvor (extraído de Nemus 1999).

Antes da decapagem, a área era constituída por uma sapal de baixo porte, que cobria toda a plataforma vaso-arenosa da zona entre marés. Era um sapal característico do andar intertidal médio/superior, com cotas que variavam entre os 3-3,5 m (Z.H.). O substrato observado no local apresentava sedimentos essencialmente arenosos e granulometrias médias a grosseiras, o que traduzia a modelação dos bancos sedimentares marginais por correntes de maré com intensidades variáveis. Nas áreas contíguas, o substrato arenoso encontrava-se coberto por uma camada de sedimentos argilosos constituindo uma camada superficial de 10-20 cm. Os rasos de maré eram superfícies aplanadas que apresentavam uma tipografia relativamente regular, apenas entrecortada por pequenos canais de maré que drenavam o aplanamento para o canal principal. Com a destruição do sapal (Figura 2.8) foi retirada uma camada lodosa superficial com cerca de 20 cm de espessura (incluindo a vegetação existente), que foi

colocada na sua periferia. Com o decorrer das obras do plano marginal de Alvor, houve reposição de vasa de cor negra e cheiro putrefacto, provenientes das dragagens realizadas, sobre as lamas retiradas do sapal.



**Figura 2.8** – Sapal Oeste da Ria de Alvor destruído após aterro e escavações (extraído de Nemus 1999).

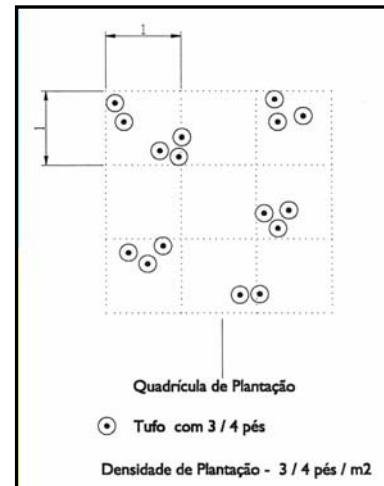
No primeiro semestre de 2000, a “recuperação ambiental do sapal e dos rasos de maré” afectados (reflectindo uma tentativa de reposição da situação original), compreendeu as seguintes acções:

- recuperação da topografia original do terreno;
- reposição das camadas de lodos (com separação das lamas putrefactas das provenientes do substrato do sapal, para que não houvesse mistura de solos no sapal; 20% da camada lodosa teve que ser transportada de outros locais);
- replantação da vegetação com exemplares retirados da área de sapal contígua, zona não intervencionada (Figura 2.9), nomeadamente *Salicornia* sp., *Arthrocnemum* sp. e *Halimione portulacoides*. Para o processo de recuperação da vegetação na área afectada, considerou-se que deveriam ser replantadas cerca de 4 plantas/m<sup>2</sup>, sendo necessários aproximadamente 81320 exemplares, visto que a zona a recuperar tinha uma área de 2,1ha. Arrancaram-se entre 2 a 3 pés/m<sup>2</sup> da área de empréstimo (com 3,8 ha). Este

arranque foi efectuado por tufos posteriormente replantados na área a recuperar (zona intervencionada), com uma distribuição irregular do terreno, de modo a evitar a formação de regueiras pela circulação de água e com um espaçamento de 0,5 m com abertura de covacho (Figura 2.10).



**Figura 2.9** – Área do Sapal Oeste da Ria de Alvor - zona decapada à direita e zona contígua não destruída à esquerda (área de empréstimo para a replantação) (extraído de Nemus 2000).



**Figura 2.10** – Esquema de replantação do sapal na zona intervencionada; escala 1:50 (extraído de Nemus 2000).

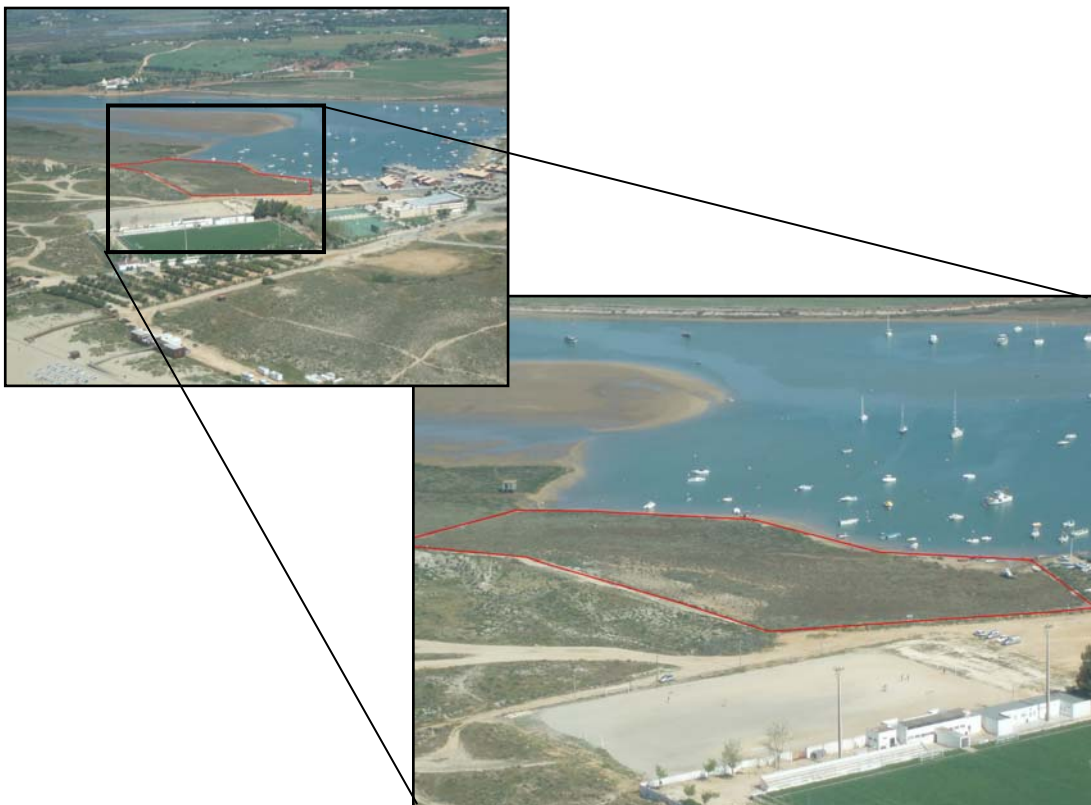
Posteriormente procedeu-se à colocação de vedação e enquadramento paisagístico da área de sapal a recuperar e implementação de um sistema de informação ambiental.

### **3. METODOLOGIA GERAL DE ESTUDO**

---

### 3.1. METODOLOGIA DO TRABALHO DE CAMPO

Este estudo teve lugar na costa Sul de Portugal, na zona do sapal Oeste da Vila de Alvor, tendo sido efectuadas seis Saídas de Campo no decorrer dos meses de Fevereiro, Março e Abril de 2007. Durante este período, seleccionou-se e delimitou-se a área a investigar (zona intervencionada – Figura 3.1 e zona não intervencionada – Figura 3.2). Durante o estudo foi utilizado o método dos transectos (Sutherland, 1996), tendo-se aplicado o critério de serem paralelos entre si e perpendiculares à largura do sapal. Com base nos transectos foi descrita a zonação da vegetação em relação com a distância à água, estimada a abundância relativa de cada espécie e a riqueza e diversidade de diferentes zonas do sapal. Para além disso os transectos foram usados como guia para a realização de levantamentos de espécies em zonas comparáveis entre a parte intervencionada e não intervencionada.



**Figura 3.1** – Sapal Oeste da Ria de Alvor - zona intervencionada com cerca de 2,1 ha, delimitada por uma linha vermelha.



**Figura 3.2** – Sapal Oeste da Ria de Alvor – vista parcial da zona não intervencionada, delimitada por uma linha vermelha.

O material utilizado consistia em fitas de 30 m, graduadas de cm em cm, quadrados de amostragem de  $0,25 \text{ m}^2$  com 25 divisões e GPS. Na identificação das espécies utilizou-se a Flora da Andaluzia e a Flora Ibérica.

A área mínima de cada levantamento foi estabelecida com base na distância máxima entre a cerca que delimitava a zona de sapal intervencionada e a linha de água da mesma zona. Assim, tendo em conta os cerca de 90 m existentes numa área em que o coberto vegetal se afigurava mais homogéneo, foram aí feitos três levantamentos de 30 m de comprimento por 2 m de largura, em distância sucessiva à linha de água (transecto longo - I2). Foram ainda feitos mais dois levantamentos de 30 m de comprimento por 2 m de largura (transecto longo - I1), na zona intervencionada mais próxima do porto de recreio, uma vez que aí o coberto vegetal se apresentava muito heterogéneo.

Na zona não intervencionada, a distância entre a linha de água e o caminho de terra batida variava entre 135 m e 150 m. Deste modo foram feitos numa das extremidades, quatro levantamentos de 30 m de comprimento por 2 m de largura e um levantamento de

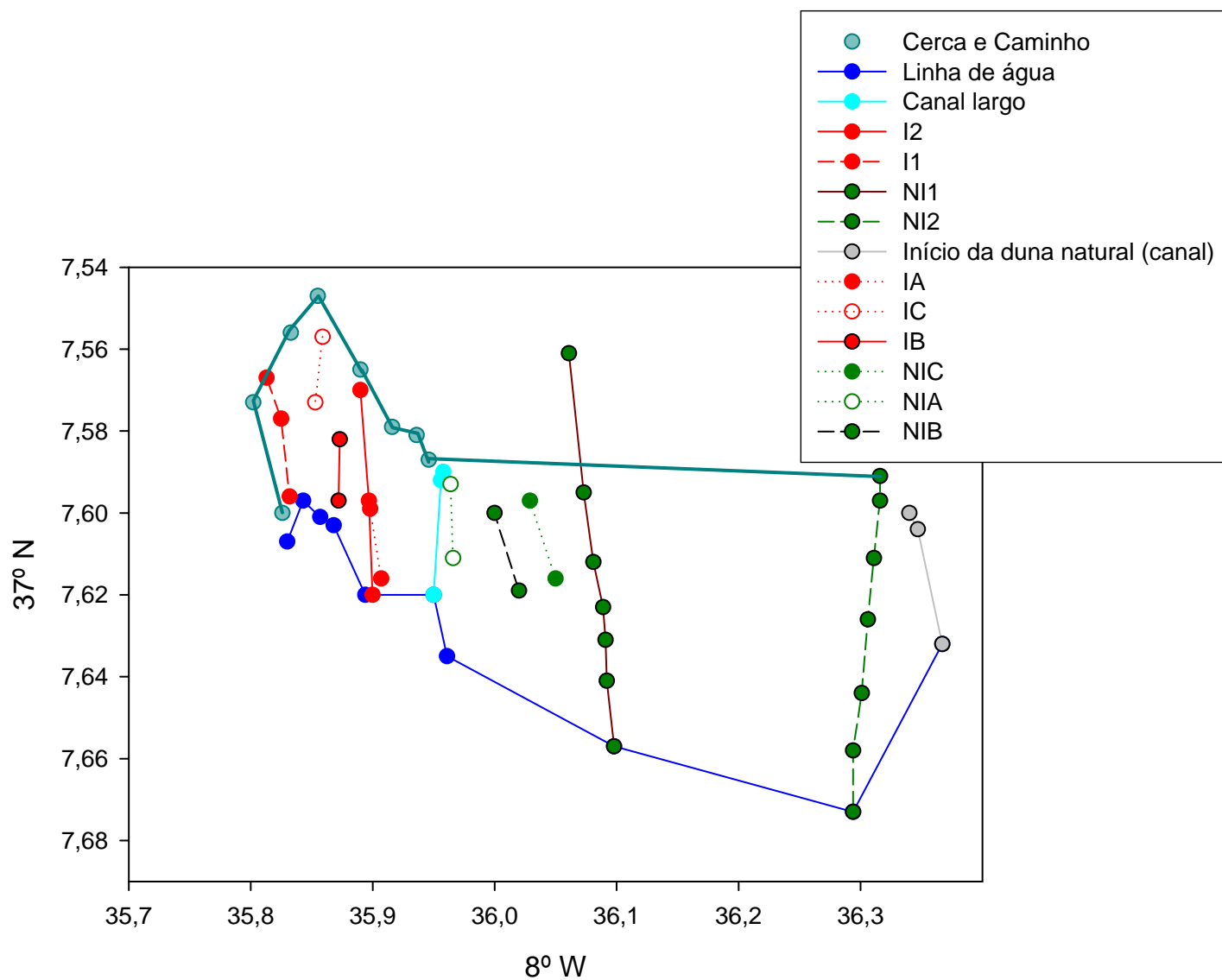
15m de comprimento por 2 m de largura, sucessivamente distanciados da linha de água (transecto longo-NI1), e outros cinco levantamentos de 30 m de comprimento por 2 m de largura, sucessivamente distanciados da linha de água (transecto longo - NI2), na outra extremidade da zona não intervencionada.

A figura 3.3 localiza todos os transectos efectuados no sapal Oeste da Vila de Alvor, identificando a área não intervencionada e intervencionada (separadas pelo canal largo), a cerca que separa a área intervencionada do caminho de terra batida e a linha de água que acompanha toda a área estudada. Na zona intervencionada realizaram-se dois transectos longos (I1 e I2) e três transectos curtos (IA, IB e IC, cada um com 30 m) e igualmente na zona não intervencionada realizaram-se dois transectos longos (NI1 e NI2) e três transectos curtos (NIA, NIB e NIC, cada um com 30 m).

Em cada transecto longo, de 0,5 m em 0,5 m foi observado e registado que espécie vegetal tocava a fita, ou na ausência desta, a presença de areia, canal com água ou caminho. Nos transectos curtos utilizou-se a mesma metodologia, mas de 1 m em 1 m.

Nos transectos curtos, realizou-se também uma estimativa da percentagem de cobertura das várias espécies, utilizando o método dos quadrados, quadrados estes que eram colocados contígua e alternadamente à linha do transecto, a cada 3 m (Sutherland, 1996). Estes transectos foram realizados tanto na zona não intervencionada como na zona intervencionada.

Na metodologia de amostragem em quadrados, utilizaram-se quadrados de 0,25 m<sup>2</sup> com 25 divisões com o objectivo de se proceder a uma amostragem mais intensa e mais



**Figura 3.3** – Localização dos vários transectos efectuados no Sapal Oeste da Vila de Alvor, com identificação: da área não intervencionada (NI) e intervencionada (I) (separadas pelo canal largo), da cerca que separa a área intervencionada do caminho pedestre, da linha de água e do início da duna natural. I1 e I2 – transectos longos, IA, IB e IC – transectos curtos, na zona intervencionada; NI1 e NI2 – transectos longos, NIA, NIB e NIC – transectos curtos, na zona não intervencionada.

significativa. Plantas de pequeno porte, com grande densidade ou grande diversidade requerem a utilização do método dos quadrados usando quadrados menores (Sutherland, 1996).

Na zona não intervencionada, os transectos curtos efectuaram-se numa área relativamente equidistante da água e do caminho, visto ser aquela que aparentemente não evidenciava perturbações antrópicas, nomeadamente turistas a passarem no caminho de terra batida ou mariscadores na Ria, resultando assim dados mais fidedignos para estabelecer comparações com a zona intervencionada.

A informação proveniente dos transectos longos, curtos e da amostragem por quadrados, contribuiu também para a análise estatística multivariada.

### **3.2. METODOLOGIA DO TRATAMENTO DOS DADOS**

Os transectos longos tiveram como objectivo estimar a diversidade, determinar a abundância relativa das espécies e estabelecer um perfil de zonação de água para terra. O índice de sociabilidade de cada espécie (Braun-Blanquet, 1928) foi estimado por observação directa em cada levantamento. As percentagens de cobertura de cada espécie foram quantificadas pelo método dos quadrados (Sutherland, 1996).

Com a informação recolhida durante o trabalho de campo, elaborou-se uma base de dados em Microsoft Excel. Foram elaborados gráficos de abundância relativa e de distribuição das espécies em função da distância à linha de água. Com a informação recolhida através do método dos quadrados elaboraram-se gráficos de variação da percentagem de cobertura das várias espécies em função da distância percorrida.

O índice de sociabilidade de cada espécie foi estimado a partir da informação recolhida durante os levantamentos. Este índice traduz o modo como os indivíduos duma mesma espécie se dispõem dentro de uma população em relação uns aos outros. Assim, segundo Braun-Blanquet (1928), é atribuído um valor entre 1 e 5, conforme a distribuição dos indivíduos de cada espécie:

**1** Indivíduos isolados.

**2** Indivíduos em grupos ou tufos.

**3** Indivíduos em aglomerados (pequenas manchas ou moitas).

**4** Indivíduos em colónias, ou formando tapetes.

**5** Indivíduos em populações estremes ou quase.

Nos inventários este índice indica a presença da espécie no respectivo levantamento. É dada também indicação do número de levantamentos em que a espécie aparece (com numeração romana) no total de levantamentos efectuado em cada zona (intervencionada e não intervencionada) do sapal.

### **3.2.1. RIQUEZA ESPECÍFICA E ÍNDICES DE DIVERSIDADE**

A informação recolhida através dos vários métodos de amostragem (método dos transectos e método dos quadrados) foi uniformizada em matrizes com a abundância relativa de cada espécie em cada fracção de 30 m analisada. Ou seja, os transectos longos foram divididos em fracções de 30 m, com início na linha de água, e estimada a abundância relativa de cada espécie em cada fracção do transecto. A abundância relativa de cada espécie foi também estimada nos transectos curtos e ainda em relação à informação recolhida através do método dos quadrados, somando toda a informação dos

vários quadrados de cada transecto curto e calculando seguidamente a abundância relativa.

Para cada zona amostrada foram calculadas a riqueza específica ( $S$  = número de espécies) e a diversidade, utilizando os índices de Simpson, de Shannon-Wiener e Equitabilidade de Pielou.

Índice de diversidade de Simpson:

$$D = \sum p_i^2$$

$p_i = n_i/N$ ; proporção da espécie  $i$  na comunidade;  $n_i$  = número de indivíduos da espécie  $i$  ( $i=1$  até  $S$ , número total de espécies) (ou percentagem de cobertura, biomassa ou produção);  $N$  = número total de indivíduos (ou percentagem total, biomassa total ou produção total). O índice de diversidade de Simpson mede a probabilidade de dois indivíduos, tirados ao acaso, de uma comunidade, pertencerem à mesma espécie. Para converter esta probabilidade numa medida de diversidade, é costume utilizar o complemento ( $1-D$ ) ou o recíproco ( $1/D$ ). O complemento varia entre 0 até próximo de 1 (diversidade máxima), e o recíproco varia entre 1 e  $S$ . É um índice de diversidade sensível a alterações nas espécies abundantes (Krebs, 1999).

Índice de diversidade de Shannon-Wiener:

$$H' = - \sum (p_i \log_2 p_i)$$

O índice de diversidade de Shannon-Wiener é um índice de diversidade sensível a alterações nas espécies raras. Este índice aumenta com o número de espécies presentes na comunidade e com a homogeneidade nas abundâncias relativas.  $H'$  varia entre 0 e  $\log_2 S$ ; o valor máximo será igual a  $H'_{\max} = - S (1/S \log_2 1/S) = \log_2 S$  (Krebs, 1999).

Índice de Equitabilidade de Pielou:

$$j' = H'/H'_{\max}.$$

A medida de equitabilidade é a proporção da diversidade observada pela diversidade máxima. O índice de equitabilidade está compreendido entre 0 e 1, com 1 a representar a situação em que todas as espécies são igualmente abundantes (Krebs, 1999).

### 3.2.2. ANÁLISE MULTIVARIADA

As técnicas de análise multivariada permitem a análise de dados a nível de comunidades e dos ecossistemas. No início da análise através destas técnicas, todos os dados são igualmente importantes, sem ideias preconcebidas de que espécies tendem a estar associadas entre si, ou que variáveis ambientais estarão correlacionadas com a distribuição das espécies (Begon *et al.*, 2006).

Com a informação recolhida na amostragem ao longo dos diferentes transectos e no método dos quadrados efectuaram-se análises de estatística multivariada, através da utilização de técnicas de ordenação como a análise de correspondências (AC) e a “Non-metric Multidimensional Scaling” (NMDS). Na análise de correspondências foi utilizado o programa CANOCO, versão 4.54, e na NMDS foi utilizado o programa PRIMER, versão 5.2.

Estas técnicas de ordenação permitem avaliar as semelhanças entre espécies ou entre estações em gráficos ou diagramas de ordenação, a duas ou três dimensões (Ter Braak, 1985; Clarke, 1993). A análise das correspondências permite ainda diferenciar e caracterizar grupos de espécies/associações de espécies, permitindo estabelecer relações

directas entre estes grupos e as zonas de amostragem ou gradientes ecológicos, através de um gráfico conjunto ou “biplot” (Legendre e Legendre, 1998).

A análise de correspondências permite separar espécies que têm uma amplitude ecológica reduzida (localizadas nos bordos extremos do diagrama de ordenação) e as espécies de maior amplitude ecológica (próximo do centro do diagrama de ordenação) (Legendre e Legendre, 1998).

Os inventários que ocupam as posições mais excêntricas em relação à origem são os mais individualizados e pertencem a agrupamentos bem definidos. Os inventários que num diagrama se encontram agrupados pertencem ao mesmo conjunto, aqueles que pertencem a diferentes agrupamentos nunca se sobrepõem. A eliminação dos inventários mais excêntricos, seguida de uma nova análise conduz a fazer colocar em posição excêntrica os inventários cujo grau de individualização é imediatamente inferior aos inventários eliminados (Ritter, 1972 *in* Lousã, 1986).

## **4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

---

#### 4.1. ABUNDÂNCIA RELATIVA

A abundância relativa traduz a contribuição de cada espécie para o conjunto total. Esta relação entre todos os valores constitui um sistema fechado: se numa amostra a abundância relativa de uma espécie aumenta, todas as outras espécies do mesmo conjunto diminuem.

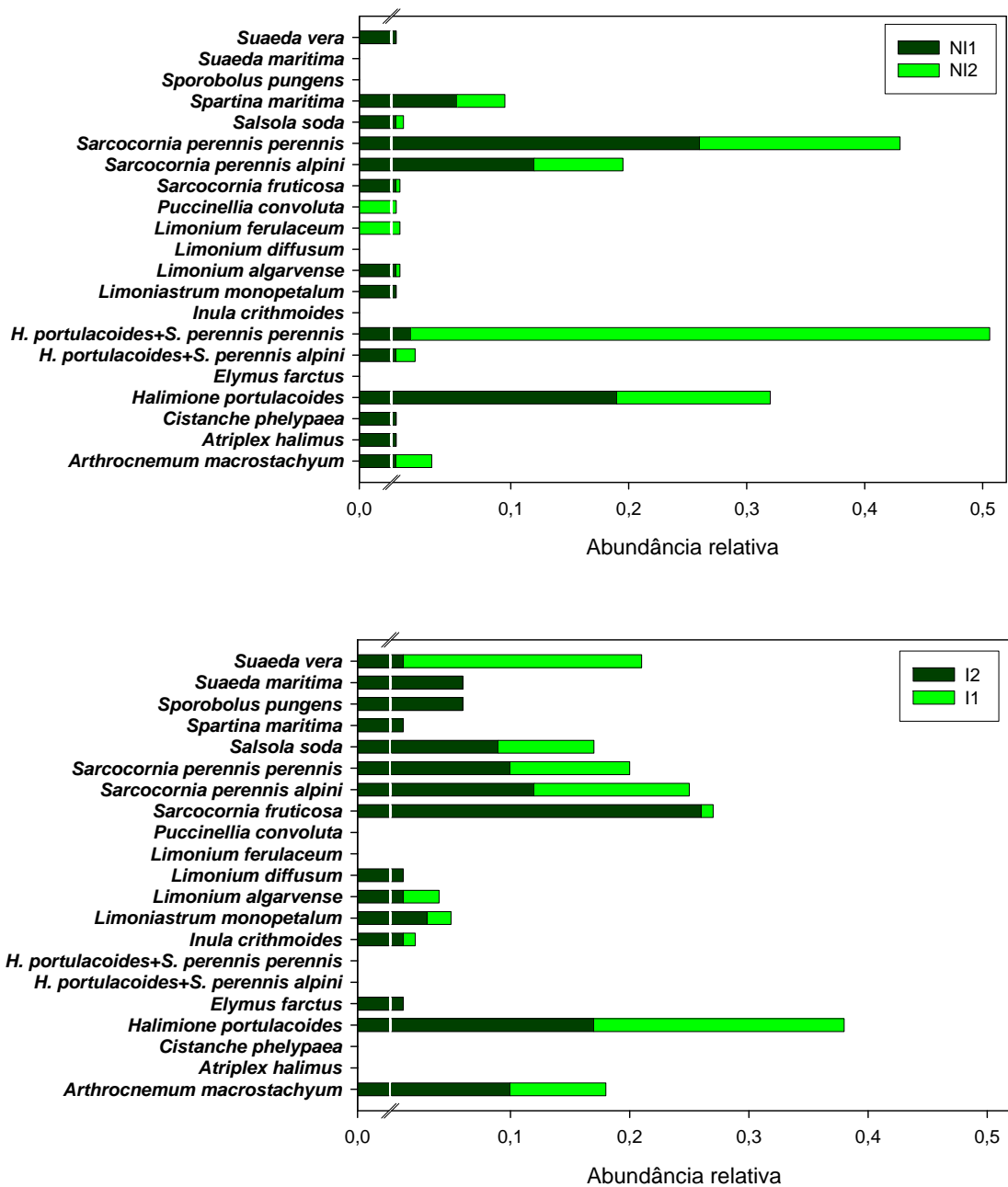
A Figura 4.1 representa o levantamento da vegetação vascular, ao nível da espécie e/ou subespécie. Em cada local de amostragem, transectos longos, 1 e 2, da zona não intervencionada e intervencionada, registou-se a abundância relativa de cada *taxon*, havendo *taxa* pouco abundantes, abundantes e muito abundantes.

As Chenopodiaceae são as mais frequentes, nomeadamente *Halimione portulacoides*, *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis* e *Sarcocornia perennis* subsp. *alpini*, encontrando-se nos quatro transectos longos das duas zonas, por vezes com a formação de mantos bastante extensos.

Na zona não intervencionada a associação entre *Halimione portulacoides* e *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis* também é muito abundante, principalmente no transecto NI2, sendo característica de sapal baixo. Verificou-se a ausência de *Suaeda marítima*, *Sporobolus pungens*, *Limonium diffusum*, *Inula crithmoides* e *Elymus farctus* nos dois transectos. As espécies *Suaeda vera*, *Sarcocornia fruticosa*, *Limonium algarvense*, *Limoniastrum monopetalum*, *Cistanche phelypaea* e *Atriplex halimus* são muito pouco abundantes, encontrando-se apenas no transecto NI1. *Puccinellia convoluta* e *Limonium ferulaceum* também são pouco abundantes, encontrando-se apenas no transecto NI2. Nos transectos NI1 e NI2, as espécies *Spartina marítima*, *Salsola soda*, *Arthrocnemum macrostachyum* e a associação entre *Halimione portulacoides* e *Sarcocornia perennis*

subsp. *alpini* são pouco abundantes. A espécie *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis* é considerada abundante nos dois transectos.

Na zona intervencionada as associações entre *Halimione portulacoides* e *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis* e entre *Halimione portulacoides* e *Sarcocornia perennis* subsp. *alpini* estão ausentes, assim como as espécies *Puccinellia convoluta*, *Limonium ferulaceum*, *Cistanche phelypaea* e *Atriplex halimus*. *Halimione portulacoides* é a espécie mais abundante, tanto no transecto I1 como no I2. *Suaeda vera*, *Salsola soda*, *Sarcocornia perennis* subsp. *alpini*, *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis* e *Arthrocnemum macrostachyum* são espécies abundantes. Verificou-se uma abundância relativa muito baixa de *Suaeda marítima*, *Sporobolus pungens*, *Spartina marítima*, *Limonium diffusum* e *Elymus farctus*, encontrando-se estas espécies apenas no transecto I2. As espécies *Limonium algarvense*, *Limoniastrum monopetalum* e *Inula crithmoides* também são pouco abundantes, no entanto encontram-se no dois transectos. *Sarcocornia fruticosa* é abundante, no transecto I2, pois no transecto I1 é muito pouco abundante.



**Figura 4.1** – Flora vascular e respectiva abundância relativa encontrada nos transectos longos, 1 e 2, da zona não intervencionada (NI1 e NI2) e zona intervencionada (I1 e I2).

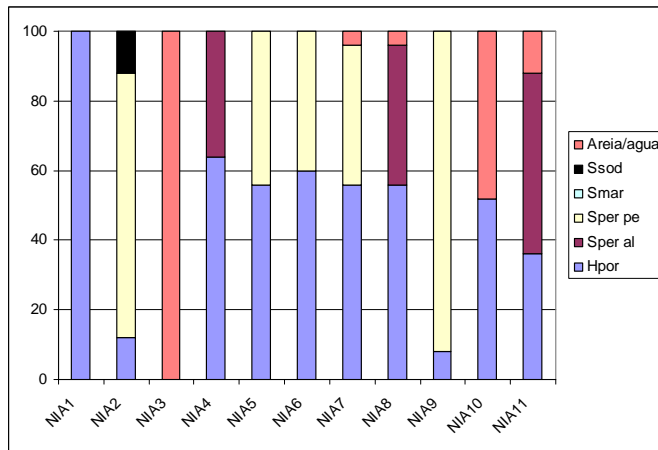
## 4.2. PERCENTAGEM DE ÁREA DE COBERTURA

### ZONA NÃO INTERVENCIÓNADA

Pode verificar-se pela Figura 4.2 que a espécie *Halimione portulacoides* é a que maior percentagem de área de cobertura apresenta nas amostragens NIA1 (100%), NIA4, NIA5, NIA6, NIA7 e NIA8; nas amostragens NIA2 e NIA9 a espécie *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis* é a dominante. A espécie *Salsola soda* é a que ocorre em menor abundância em todas as amostragens. A espécie *Sarcocornia perennis* subsp. *alpini* apenas domina na amostragem NIA11. Será importante salientar que a amostragem NIA3 corresponde a um dos canais de água que atravessa este ponto. Este local de amostragem encontra-se próximo da zona intervencionada.

A observação da Figura 4.3 evidencia que a espécie *Halimione portulacoides* é a que domina nas amostragens NIB2, NIB3 e NIB8 (100%), NIB6, NIB9, NIB10 (com percentagens superiores a 80%) e NIB11. Na amostragem NIB4 é mais abundante a espécie *Sarcocornia perennis* subsp. *alpini*. A espécie *Spartina marítima* é a que ocorre em menor abundância ao longo de todas as amostragens.

Pode observar-se na Figura 4.4 novamente uma dominância de *Halimione portulacoides* em todas as amostragens excepto nas NIC1, NIC4, NIC6 onde a percentagem de área coberta é partilhada quase equitativamente com a espécie *Sarcocornia perennis alpini*. Este local de amostragem encontra-se na zona mais afastada da zona intervencionada, evidenciado uma maior estabilidade.

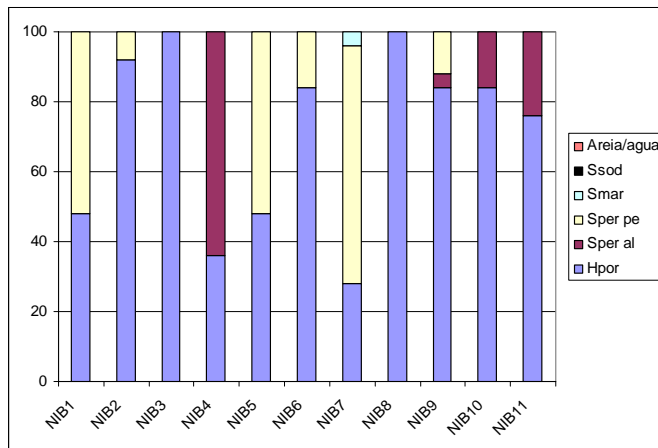


**Figura 4.2** – Percentagem de área de cobertura de cada espécie no respectivo quadrado de amostragem.

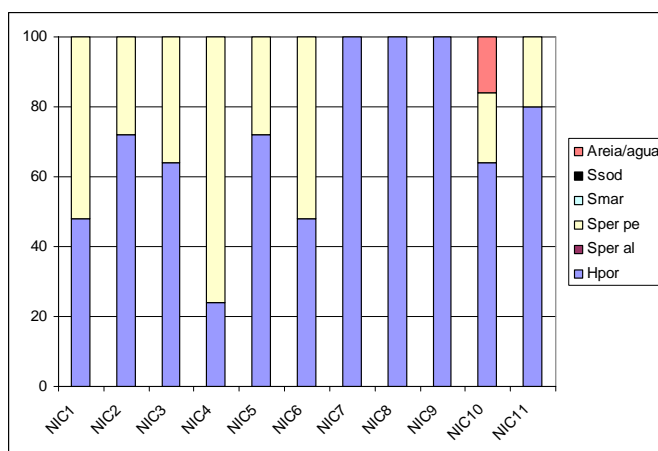
**Taxa:**

- Ssod** *Salsola soda*
- Smar** *Spartina maritima*
- Sper pe** *Sarcocornia perennis perennis*
- Sper al** *Sarcocornia perennis alpini*
- Hpor** *Halimione portulacoides*

**Códigos:** NIA, NIB e NIC - transecto curto A, B e C da zona não intervencionada. Números seguintes – ordem cronológica das amostragens por quadrados, do meio do sapal para o caminho.



**Figura 4.3** – Percentagem de área de cobertura de cada espécie no respectivo quadrado de amostragem.



**Figura 4.4** – Percentagem de área de cobertura de cada espécie no respectivo quadrado de amostragem.

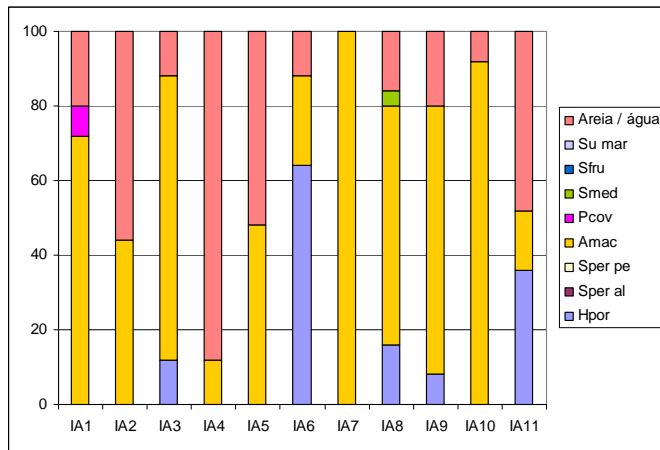
## ZONA INTERVENCIONADA

Pode verificar-se pela Figura 4.5 que a espécie *Arthrocnemum macrostachyum* é a que maior percentagem de área de cobertura apresenta nas amostragens IA1, IA3, IA7 (100%), IA8, IA9 e IA10; apenas na amostragem IA6 é que domina *Halimione portulacoides*. As espécies *Puccinellia convoluta* e *Spergularia media* são as que ocorrem em menor abundância ao longo de todas as amostragens. Será importante salientar que a presença de areia é uma constante em todas as amostragens (excepto na IA7) o que poderá corresponder a uma zona “recentemente” colonizada por plantas de sapal, recuperando a vegetação da difícil fase de adaptação ao local. Este local de amostragem encontra-se mais próximo da linha de água.

A Figura 4.6 evidencia a dominância da espécie *Halimione portulacoides* nas amostragens IB1, IB2 e IB5. Nas amostragens IB6 e IB9 é mais abundante a espécie *Arthrocnemum macrostachyum*, na IB7 a espécie *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis* e na IB11 *Sarcocornia fruticosa*. *Sarcocornia perennis* subsp. *alpini* e *Spergularia media* ocorrem em menor abundância ao longo de todas as amostragens. Também nestas amostragens a presença de areia é uma constante (excepto na IB1) chegando mesmo a dominar na amostragem IB10 o que poderá corresponder a uma zona “recentemente” colonizada por plantas de sapal, recuperando a vegetação da difícil fase de adaptação ao local.

Pode observar-se na Figura 4.7 novamente a presença de areia em todas as amostragens, excepto na IC4 e IC8, dominando nas amostras IC3 e IC9 e atingindo o valor de 100% em IC10 e IC11 o que reforça a interpretação anteriormente apresentada. As espécies *Halimione portulacoides*, *Sarcoconia fruticosa* e *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis*

ocorrem em maior abundância unicamente na amostragem IC1, IC7 e IC5 respectivamente, dominando nas amostragens IC4 e IC8 *Sarcocornia perennis* subsp. *alpini*. Este local de amostragem encontra-se na zona mais próxima da cerca da zona intervencionada, revelando que há uma maior distribuição de espécies com elevada percentagem de cobertura. As espécies *Suaeda marítima* e *Arthrocnemum macrostachyum* são as que ocorrem em menor abundância ao longo de todas as amostragens.

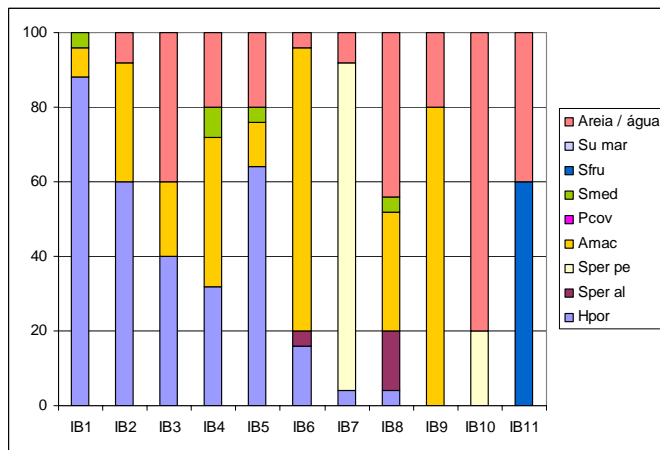


**Figura 4.5** – Percentagem de área de cobertura de cada espécie no respectivo quadrado de amostragem.

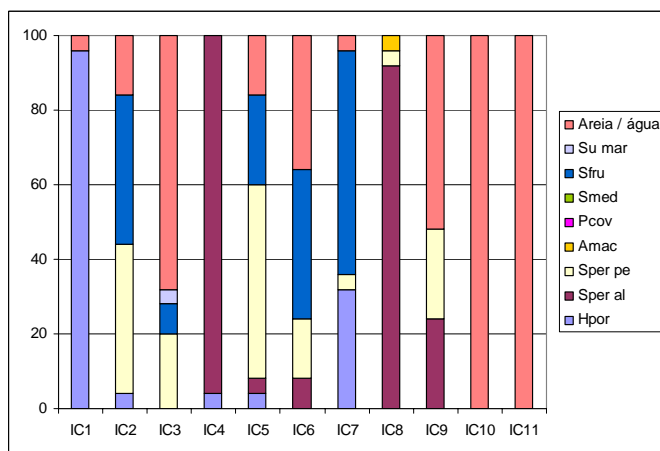
**Taxa:**

<b>Su mar</b>	<i>Suaeda maritima</i>
<b>Sfru</b>	<i>Sarcocornia fruticosa</i>
<b>Smed</b>	<i>Spergularia media</i>
<b>Pcov</b>	<i>Puccinellia convoluta</i>
<b>Amac</b>	<i>Arthrocnemum macrostachyum</i>
<b>Sper pe</b>	<i>Sarcocornia perennis perennis</i>
<b>Sper al</b>	<i>Sarcocornia perennis alpini</i>
<b>Hpor</b>	<i>Halimione portulacoides</i>

**Códigos:** IA, IB e IC - transecto curto A, B e C da zona intervencionada. Números seguintes- ordem cronológica das amostragens por quadrados, do meio do sapal para o caminho.



**Figura 4.6** – Percentagem de área de cobertura de cada espécie no respectivo quadrado de amostragem.



**Figura 4.7** – Percentagem de área de cobertura de cada espécie no respectivo quadrado de amostragem.

### 4.3. ÍNDICE DE SOCIABILIDADE E PRESENÇA ABSOLUTA DE CADA ESPÉCIE

Observando as Tabelas I e II, verifica-se que o índice de sociabilidade mais elevado (5 – indivíduos em populações extremas ou quase) é apresentado na Tabela I pelas espécies *Halimione portulacoides* e *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis* na zona não intervencionada, no transecto longo NI2C (onde não foram encontradas mais espécies). Inclusive, estas espécies apresentam na mesma zona uma indicação de presença X, ou seja, aparecem em dez levantamentos, o que corresponde ao número total de levantamentos realizados. Nos restantes levantamentos estas espécies revelam também índices de sociabilidade elevados (4) o que confere a associação entre *Halimione portulacoides* e *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis*). Na mesma tabela as espécies *Arthrocnemum macrostachyum*, *Limonium algarvense*, *Limonium diffusum*, *Limonium ferulaceum*, *Puccinellia convoluta*, *Sarcocornia fruticosa*, *Spergularia media*, *Suaeda vera* e *Suaeda marítima* evidenciam índices de sociabilidade mínimos (1 – indivíduos isolados), variando a presença absoluta nos dez levantamentos entre I e V. A espécie *Spartina marítima* também apresenta um índice de sociabilidade alto (4 – indivíduos em colónias) e uma presença V. As restantes espécies, *Cistanche phelypaea* e *Salsola soda* apresentam índices de sociabilidade de 2 e 3, com valores de presença absoluta de I e IV respectivamente.

**Tabela I** - Levantamentos de 60 m<sup>2</sup>, efectuados na zona não intervencionada do Sapal Oeste da Vila de Alvor. Os algarismos indicam índice de sociabilidade e os números romanos a presença absoluta.

DISTÂNCIA À ÁGUA (m)	0-30	30-60	60-90	90-120	120-135	0-30	30-60	60-90	90-120	120-150	PRESENÇA
LEVANTAMENTOS	NI1A	NI1B	NI1C	NI1D	NI1E	NI2A	NI2B	NI2C	NI2D	NI2E	
<b>ESPÉCIE</b>											
<i>Arthrocnemum macrostachyum</i>	-	-	-	-	1	1	-	-	-	1	III
<i>Cistanche phelypaea</i>	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	I
<i>Elymus farctus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Halimione portulacoides</i>	4	4	4	4	3	4	4	5	4	4	X
<i>Inula crithmoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Limoniasrum monopetalum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Limonium algarvense</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	II
<i>Limonium diffusum</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	I
<i>Limonium ferulaceum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	I
<i>Puccinellia convoluta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	I
<i>Salsola soda</i>	2	-	1	1	-	2	-	-	-	-	IV
<i>Sarcocornia fruticosa</i>	-	1	1	1	-	1	-	-	-	1	V
<i>Sarcocornia perennis alpini</i>	3	3	3	3	3	3	3	-	-	4	VIII
<i>Sarcocornia perennis perennis</i>	4	4	4	3	3	4	4	5	4	4	X
<i>Spartina maritima</i>	4	4	-	-	-	4	4	-	4	-	V
<i>Spergularia media</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	I
<i>Sporobolus pungens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Suaeda maritima</i>	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	II
<i>Suaeda vera</i>	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	II

Códigos: Levantamentos efectuados ao longos dos transectos NI1 e NI2, realizados na zona não intervencionada; A – [0;30m]; B – [30;60m]; C – [60;90m]; D – [90;120m]; E – [120;150m], por 2 m de largura.

Na Tabela II o índice de sociabilidade mais elevado (4 – indivíduos formando tapetes) é apresentado pela espécie *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis*, na zona intervencionada com uma presença absoluta em quatro levantamentos num total de cinco. As espécies *Inula crithmoides*, *Limoniastrum monopetalum*, *Limonium algarvense*, *Limonium diffusum*, *Limonium ferulaceum*, *Puccinellia convoluta*, *Salsola soda*, *Sarcocornia fruticosa*, *Spergularia media*, *Suaeda vera* e *Suaeda maritima* evidenciam índices de sociabilidade mínimos (1 – indivíduos isolados), variando a presença absoluta nos cinco levantamentos entre I e V. *Elymus farctus*, *Halimione portulacoides*, *Sarcocornia perennis* subsp. *alpini* e *Sporobolus pungens* apresentam um índice de sociabilidade 3 (indivíduos em aglomerados), sendo a espécie *Halimione portulacoides* a que revela uma presença absoluta mais elevada, V e as gramíneas *Elymus farctus* e *Sporobolus pungens* com um valor de presença I. As restantes espécies, *Arthrocnemum macrostachyum*, *Cistanche phelypaea* e *Sarcocornia perennis* subsp. *alpini* apresentam índices de sociabilidade de 1 a 3, com valores de presença absoluta de IV, III e IV respectivamente, no total dos cinco levantamentos.

**Tabela II** - Levantamentos de 60 m<sup>2</sup>, efectuados na zona intervencionada do Sapal Oeste da Vila de Alvor. Os algarismos indicam índice de sociabilidade e os números romanos a presença absoluta.

DISTÂNCIA À ÁGUA (m)	0-30	30-60	0-30	30-60	60-90	
LEVANTAMENTOS	I1A	I1B	I2A	I2B	I2C	PRESENÇA
ESPÉCIE						
<i>Arthrocnemum macrostachyum</i>	2	2	1	-	1	IV
<i>Cistanche phelypaea</i>	2	1	-	-	2	III
<i>Elymus farctus</i>	-	-	-	-	3	I
<i>Halimione portulacoides</i>	2	1	3	3	2	V
<i>Inula crithmoides</i>	1	1	1	-	1	IV
<i>Limoniastrum monopetalum</i>	-	1	-	-	1	II
<i>Limonium algarvense</i>	1	1	-	-	1	III
<i>Limonium diffusum</i>	-	1	-	1	1	III
<i>Limonium ferulaceum</i>	-	1	-	-	-	I
<i>Puccinellia convoluta</i>	-	1	1	1	1	IV
<i>Salsola soda</i>	-	-	1	-	-	I
<i>Sarcocornia fruticosa</i>	1	2	1	1	1	V
<i>Sarcocornia perennis alpini</i>	2	2	2	3	-	IV
<i>Sarcocornia perennis perennis</i>	4	4	4	4	-	IV
<i>Spergularia media</i>	1	1	-	1	1	IV
<i>Sporobolus pungens</i>	-	-	-	-	3	I
<i>Suaeda maritima</i>	1	1	1	1	1	V
<i>Suaeda vera</i>	1	1	-	1	1	IV

Códigos: Levantamentos efectuados ao longo dos transectos I1 e I2, realizados na zona intervencionada; A – [0;30m[; B – [30;60m[; C – [60;90m[, por 2 m de largura.

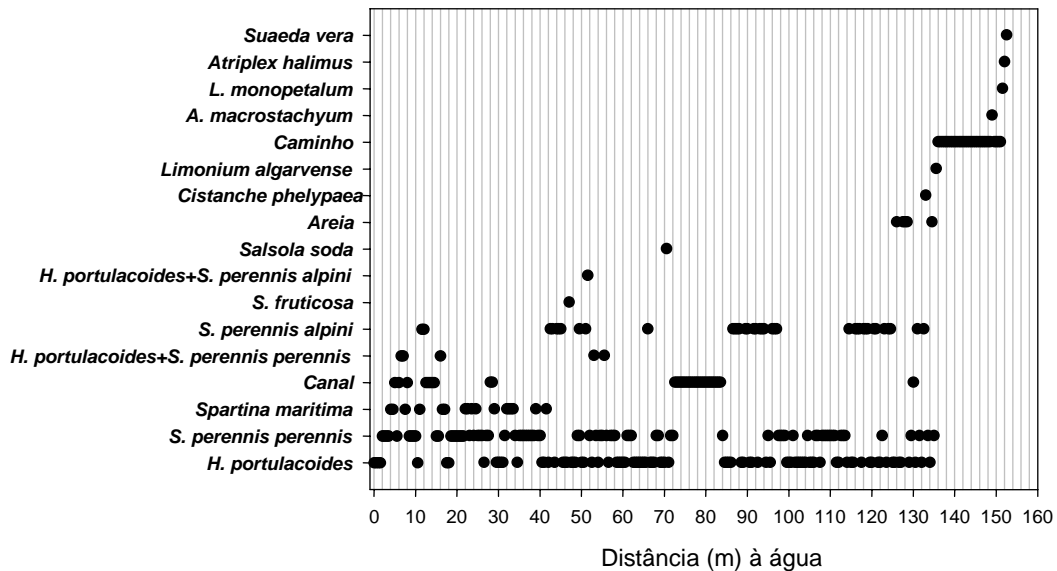
#### 4.4. DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA À LINHA DE ÁGUA

A análise da Figura 4.8, referente ao transecto longo 1 da zona não intervencionada, permite afirmar que as espécies *Suaeda vera*, *Atriplex halimus*, *Limoniastrum monoperalum*, *Arthrocnemum macrostachyum*, *Limonium algarvense* e *Cistanche phelypaea* apenas se encontram nos locais muito afastados da linha de água, próximo do caminho, sendo estas espécies características de sapal alto. *Halimione portulacoides* e *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis*, não associadas, têm uma distribuição regular ao longo de todo o transecto até aos 134 m; associadas distribuem-se de uma forma irregular até aos 55,5 m. A espécie *Sarcocornia perennis* subsp. *alpini* associada a *Halimione portulacoides* apenas está presente aos 51,5 m; não associada, ao longo de todo o transecto até aos 132,5 m, de uma forma descontínua. A espécie *Spartina marítima* encontra-se entre os 4-41,5 m, próximo da linha de água, não de uma forma contínua, mas em bancos. Este transecto atravessou repetidas vezes zonas de canais, que sulcam, de grosso modo o terreno, funcionando como uma rede de valas de drenagem natural ou permitindo que as marés penetrem o mais profundo possível no sapal.

Na Figura 4.9, referente ao transecto longo 2 da zona não intervencionada, as espécies *Puccinellia convoluta*, *Limonium algarvense*, *Sarcocornia fruticosa*, *Limonium ferulaceum*, *Arthrocnemum macrostachyum* e a associação entre *Halimione portulacoides* e *Sarcocornia perennis* subsp. *alpini* encontram-se apenas nos locais muito afastados da linha de água, perto do caminho, sendo na generalidade, características de sapal alto. A espécie *Sarcocornia perennis* subsp. *alpini* isolada encontra-se de modo irregular nos primeiros 32 m e novamente na zona mais próxima do caminho. *Salsola soda* observa-se unicamente perto da linha de água. *Spartina marítima* encontra-se entre

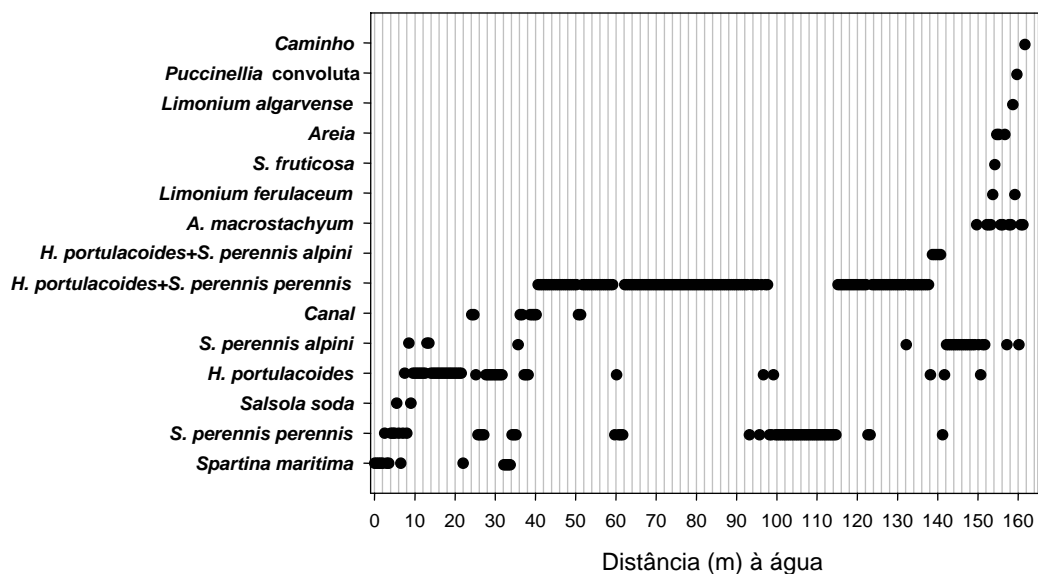
os 0-32m, também não de uma forma contínua como no transecto NI1, mas em bancos perto da água. A associação entre *Halimione portulacoides* e *Sarcocornia perennis perennis* verifica-se de uma forma contínua entre os 32-136 m. A espécie *Halimione portulacoides* isolada observa-se também ao longo de todo o transecto até aos 149 m.

#### Transecto NI1



**Figura 4.8** – Distribuição das espécies em função da distância à água, no transecto NI1 – transecto longo 1 da zona não intervencionada com 152,5 m de comprimento.

#### Transecto NI2



**Figura 4.9** – Distribuição das espécies em função da distância à água, no transecto NI2 – transecto longo 2 da zona não intervencionada, com 159,5m de comprimento.

A análise da Figura 4.10, referente ao transecto longo 1 da zona intervencionada, permite afirmar que as espécies *Limoniastrum monopetalum*, *Inula crithmoides* e *Limonium algarvense* distribuem-se unicamente a distâncias mais afastadas da linha de água. *Halimione portulacoides* e *Arthrocnemum macrostachyum* distribuem-se continuamente ao longo de todo o transecto. A espécie *Suaeda marítima* foi localizada de um modo relativamente contínuo entre os 7-41 m. As espécies *Suaeda vera* e *Sarcocornia fruticosa* observam-se pontualmente a uma distância mais próxima da linha de água. *Sarcocornia perennis* subsp. *alpini* e *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis* observam-se em maior concentração a uma distância mais afastada da linha de água e mais próxima da linha de água, respectivamente. *Spergularia media* é uma espécie que se verifica entre os 16,5-46,5 m pontualmente. A existência de vários locais com areia ao longo de todo o transecto, revela uma descontinuidade na distribuição da vegetação no sapal, indicativo de zonas não colonizadas.

Como se pode verificar através da análise da Figura 4.11, referente ao transecto longo 2 da zona intervencionada, as espécies *Sporobolus pungens*, *Limoniastrum monopetalum*, *Elymus farctus*, *Limonium diffusum*, *Limonium algarvense* e *Suaeda marítima* distribuem-se na zona mais afastada da linha de água. *Arthrocnemum macrostachyum*, *Sarcocornia fruticosa*, *Halimione portulacoides* e *Sarcocornia perennis* subsp. *alpini* encontram-se de uma forma regular/contínua ao longo de todo o transecto. As espécies *Suaeda vera* e *Inula crithmoides* observam-se esporadicamente ao longo do transecto, tanto em locais mais próximo da cerca como no meio do sapal. A espécie *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis* apresenta uma maior concentração de indivíduos entre os 20-30m. A existência de areia, principalmente em zonas mais afastadas da linha de água, revela uma descontinuidade na distribuição da vegetação no sapal, indicativo de zonas não colonizadas. Toda esta área é atravessada por um caminho originado através do

pisoteio constante efectuado pelos mariscadores, pescadores e turistas, impeditivo do desenvolvimento da vegetação.

Transecto I1

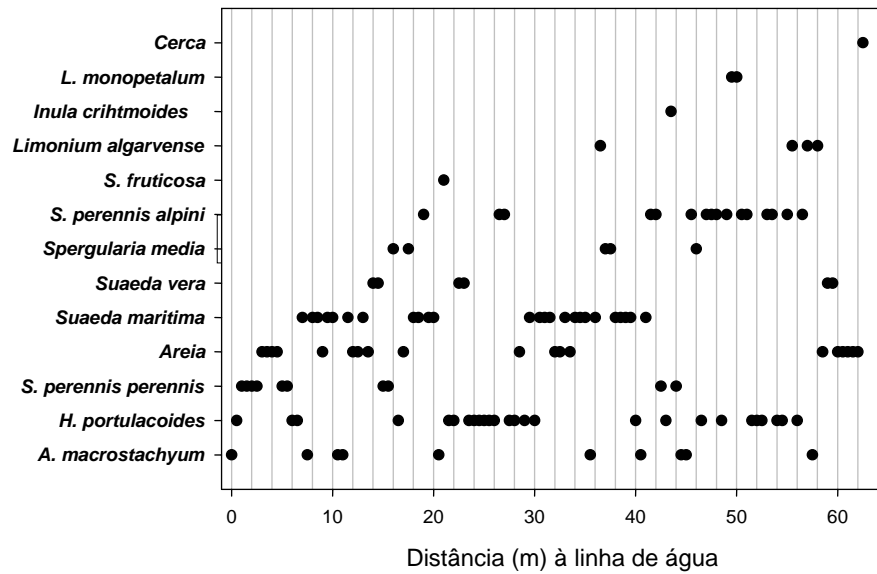


Figura 4.10 – Distribuição das espécies em função da distância à água, no transecto I1 – transecto longo 1 da zona intervencionada, com 62,5 m de comprimento.

Transecto I2

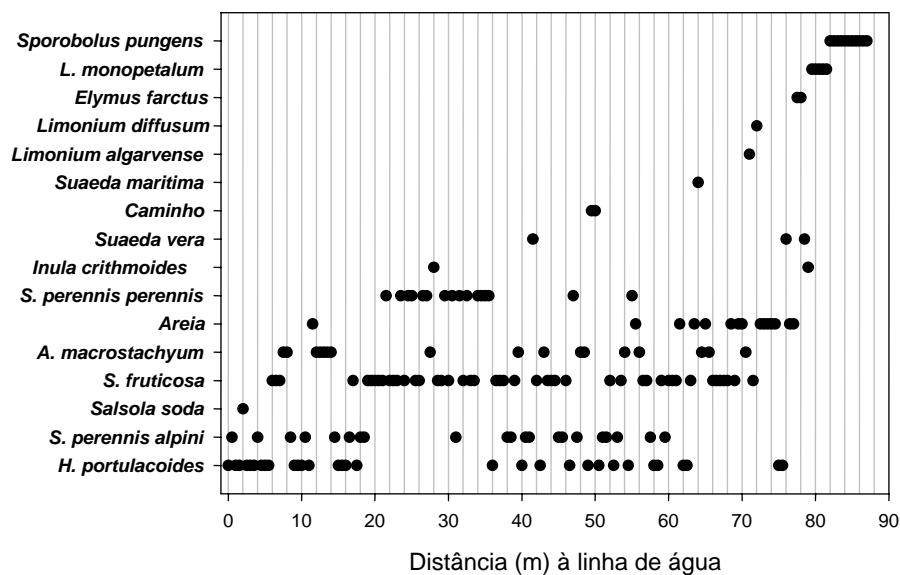


Figura 4.11 – Distribuição das espécies em função da distância à água, no transecto I2 – transecto longo 2 da zona intervencionada, com 87 m de comprimento.

#### 4.5. RIQUEZA ESPECÍFICA E ÍNDICES DE DIVERSIDADE

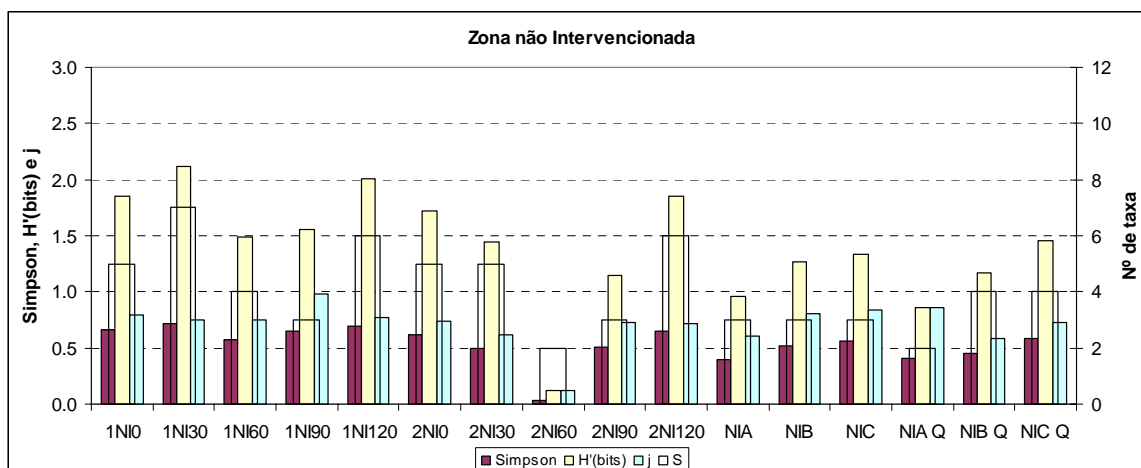
No total dos transectos e quadrados analisados foram inventariados 19 *taxa*. Apesar da riqueza específica apresentar nas duas zonas valores relativamente baixos, verificaram-se os valores mais elevados na zona intervencionada devido à não existência de zonação, isto é, devido à mistura de vegetação característica de áreas de sapal baixo, médio e alto. A maior riqueza em espécies reflecte-se nos valores dos índices de diversidade, mais elevados na zona intervencionada (Figuras 4.12 e 4.13).

A diversidade expressa pelo índice de Simpson, na zona não intervencionada (Figura 4.12), varia, na maioria dos transectos e amostragens por quadrados, entre 0.5 e 0.7, sendo o valor máximo 0.72. O valor mais baixo foi observado na fracção 2NI60, próximo de zero onde se registou a presença de apenas dois *taxa*, um dos quais claramente dominante, a associação *Halimione portulacoides* com *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis*. O índice de Shannon-Wiener apresentou uma variação semelhante, com valores entre 1 e 2 bits na maior parte dos transectos longos, e valores entre 1 e 1.5 nos transectos curtos, com o valor mais baixo, 0.12, registado na fracção 2NI60.

Na zona intervencionada, o índice de Simpson variou entre 0.5 e 0.83 em todas os transectos, excepto nalguns dos transectos curtos, onde apresentou valores mais baixos, e o índice de Shannon-Wiener variou entre 2.0 e 2.9, excepto nos transectos curtos B e C, onde variou entre 0.8 e 2.0.

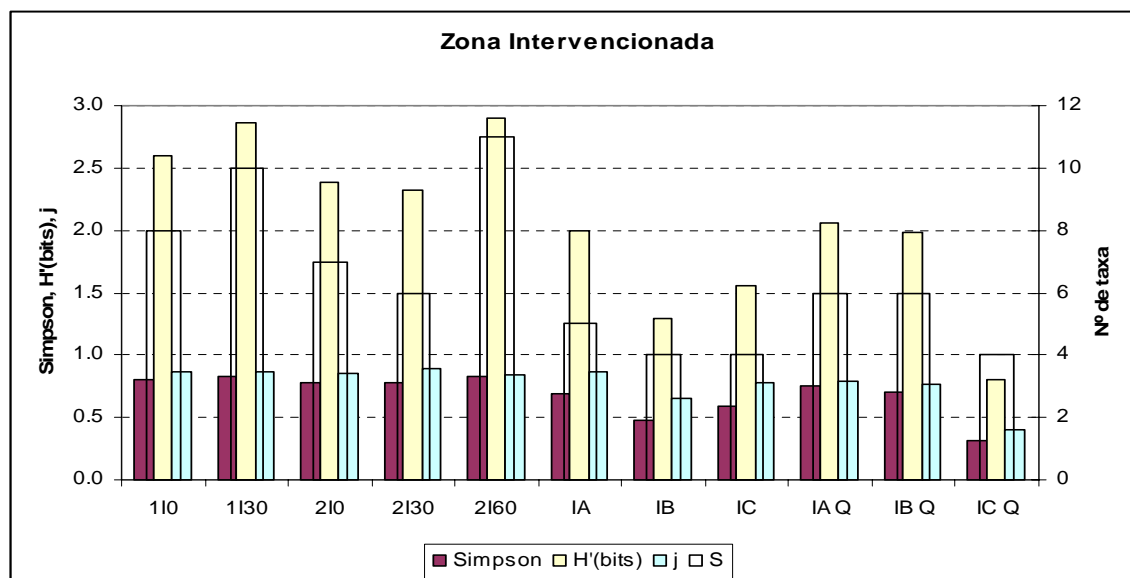
Os valores de equitabilidade foram, em geral, mais elevados na zona intervencionada, devido a uma distribuição mais uniforme entre os vários *taxa*, excepto no transecto C – método dos quadrados, onde houve uma clara dominância da espécie *Arthrocnemum macrostachyum* sobre os restantes três *taxa* aí registados. A dominância desta espécie

reflectiu-se também nos valores dos restantes índices de diversidade, que foram mais baixos que na mesma zona amostrada através do método dos transectos, onde se registou também somente quatro taxa.



**Figura 4.12** – Valores de Riqueza específica (Nº de taxa - S) e índices de diversidade: Simpson, Shannon-Wiener (H') e Equitabilidade (j) da zona não intervencionada.

Códigos: 1NI e 2NI – Transectos longos, 1 e 2. Números seguintes – fracções consideradas: 0 – [0;30m]; 30 – [30;60m]; 60 – [60;90m]; 90 – [90;120m]; 120 – [120;150m]; NIA; NIB; NIC – Transectos curtos de 30 m; NIA Q; NIB Q; NIC Q – Amostragem por quadrados, próximo dos transectos curtos.



**Figura 4.13** – Valores de Riqueza específica (Nº de taxa - S) e índices de diversidade: Simpson, Shannon-Wiener (H') e Equitabilidade (j) da zona intervencionada.

Códigos: 1I e 2I – Transectos longos, 1 e 2. Números seguintes – fracções consideradas: 0 – [0;30m]; 30 – [30;60m]; 60 – [60;90m]; IA; IB; IC – Transectos curtos de 30 m; IA Q; IB Q; IC Q – Amostragem por quadrados, próximo dos transectos curtos.

## 4.6. ANÁLISE MULTIVARIADA

Os resultados da análise de correspondências encontram-se representados nas Figuras: 4.14 a 4.16.

Observa-se uma separação entre as diferentes fracções do transecto longo 2 (2NI30, 2NI60 e 2NI120) das restantes, ao longo do primeiro eixo de ordenação, marcada pela presença da associação entre duas espécies (*Halimione portulacoides* com *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis* e com *Sarcocornia perennis* subsp. *alpini*), típica de sapal baixo e médio, respectivamente (Costa, 2001). O segundo eixo separa as zonas mais afastadas da linha de água (próximo do caminho – lado negativo do segundo eixo) das zonas mais próximas da linha de água.

Na zona intervencionada, a fracção 2I60 foi projectada, no diagrama de ordenação, muito afastada das restantes fracções, devido à presença das espécies: Gramínea B - *Elymus farctus*, Gramínea C - *Sporobolus pungens* (espécies características de duna, o que evidencia uma zona de transição entre sapal alto e duna), *Limonium diffusum* e *Limoniastrum monopetalum* (espécies características de sapal alto) (Figura 4.15) (Costa, 2001). A análise de correspondências foi repetida excluindo esta fracção considerada de inventário excêntrico.

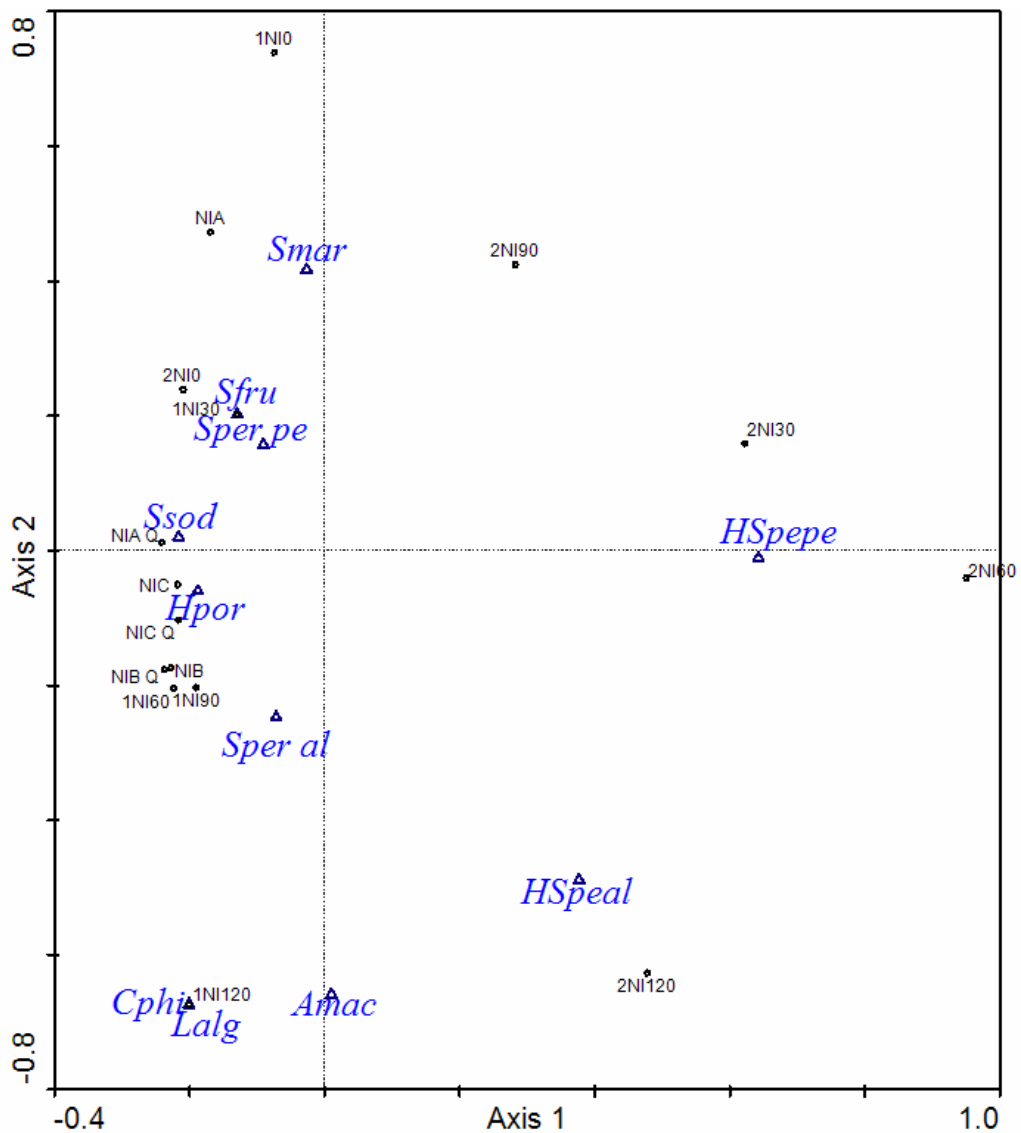
Nesta nova ordenação (Figura 4.16) observa-se uma separação entre os transectos curtos IB, IC, IB Q e IC Q das restantes fracções (resultados obtidos tanto através do método dos transectos como pelo método dos quadrados), que será devida à presença constante e abundante de *Arthrocnemum macrostachyum*. A espécie *Halimione portulacoides*, localizada ao centro dos dois eixos, não define nenhum gradiente, permitindo inferir da sua presença em todas as zonas dos vários transectos, o que é confirmado pela

observação da matriz de dados. No lado negativo do segundo eixo as fracções 2I0 e 2I30 (primeiros 2/3 do transecto longo 2) e IA e IA Q, com espécies características de sapal baixo e médio, encontram-se claramente separadas da fracção 1I30, projectada no lado positivo do segundo eixo, com espécies características de sapal alto e médio (resultados evidenciados tanto pelo método dos transectos como pelo método dos quadrados).

A aplicação da técnica de NMDS (Figuras 4.17 e 4.18) conduz aos mesmos agrupamentos de transectos ou fracções de transectos, quer no sapal intervencionado quer no sapal não intervencionado, já observados na aplicação da técnica de AC. Os valores de stress são baixos o que corresponde a uma boa representação, num espaço a duas dimensões, das semelhanças ou diferenças entre as várias fracções ou transectos analisados.

Devido ao facto de ambas as técnicas terem conduzido a resultados semelhantes e de os valores da variância explicada (na AC) serem elevados ou do stress (na NMDS) serem baixos, significa que as técnicas utilizadas permitiram condensar a informação e representá-la de forma fidedigna, em gráficos a duas dimensões.

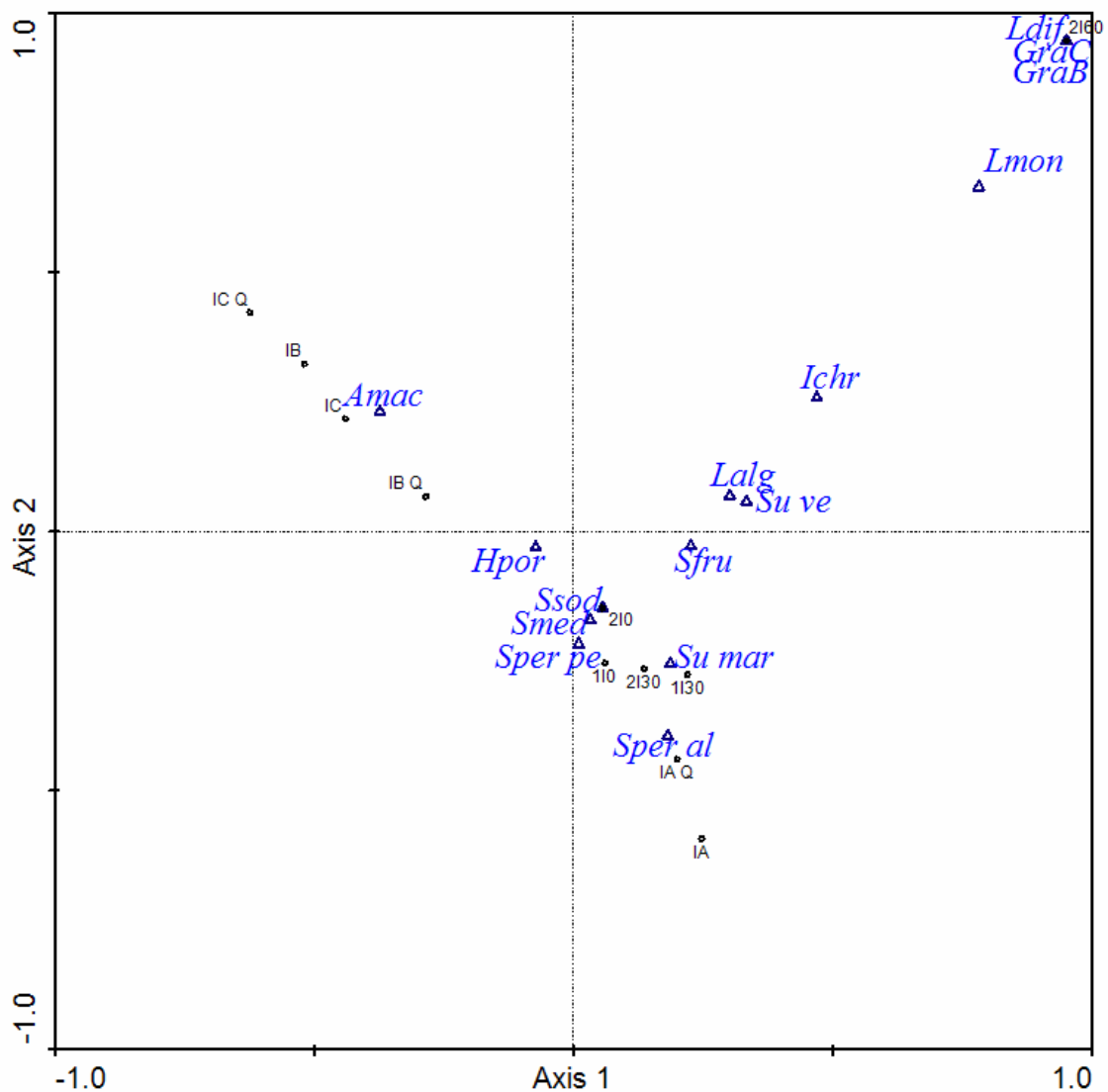
O método de amostragem dos quadrados ou o método dos transectos curtos aparentemente conduziram a resultados idênticos, tendo sido projectados próximos, tanto na AC como no NMDS.



**Figura 4.14** - Zona não intervencionada. Projecção dos transectos e dos *taxa* nos dois primeiros eixos de ordenação da Análise de Correspondências. (Variância explicada: Eixo I: 54,5 %; Eixos 1 e 2: 71,1 %). Códigos das zonas dos diferentes transectos como na Figura 4.12.

Taxa:

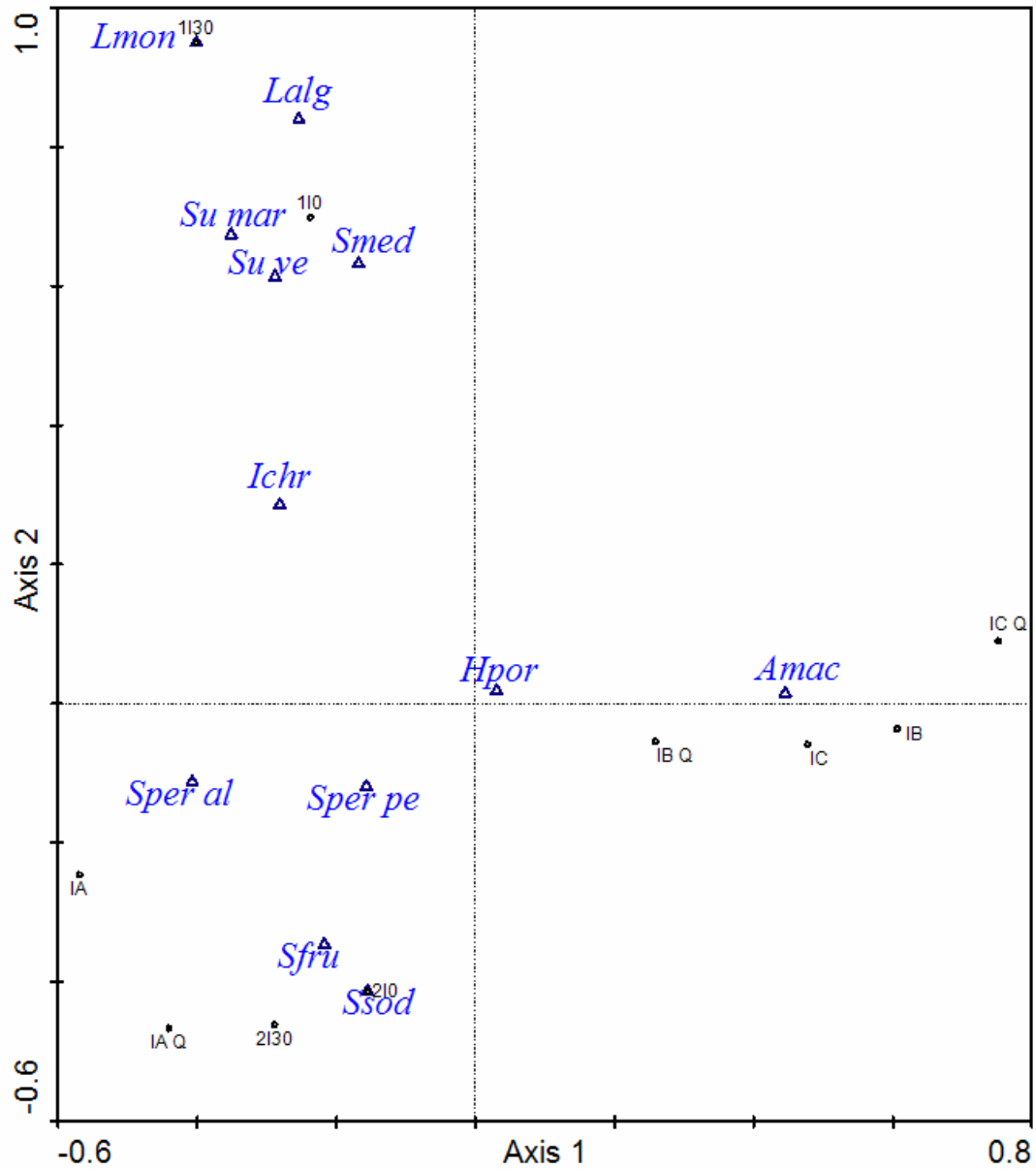
<i>Amac</i>	<i>Arthrocnemum macrostachyum</i>	<i>Sfru</i>	<i>Sarcocornia fruticosa</i>
<i>Cphi</i>	<i>Cistanche phelypaea</i>	<i>Smar</i>	<i>Spartina maritima</i>
<i>Hpor</i>	<i>Halimione portulacoides</i>	<i>Sper al</i>	<i>S. perennis alpini</i>
<i>HSpeal</i>	<i>H. portulacoides+Sarcocornia perennis alpini</i>	<i>Sper pe</i>	<i>S. perennis perennis</i>
<i>HSpepe</i>	<i>H. portulacoides+S. perennis perennis</i>	<i>Ssod</i>	<i>Salsola soda</i>
<i>Lalg</i>	<i>Limonium algarvense</i>		



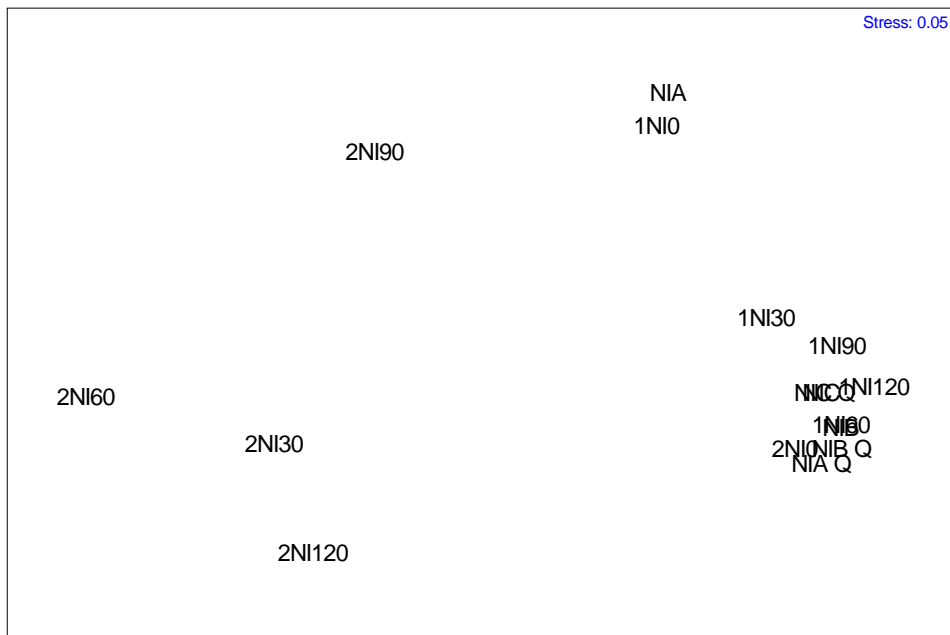
**Figura 4.15** - Zona intervencionada. Projecção dos transectos e dos *taxa* nos dois primeiros eixos de ordenação da Análise de Correspondências. (Variância explicada: Eixo I: 37,4 %; Eixos 1 e 2: 69,5 %). Códigos das zonas dos diferentes transectos como na Figura 4.13.

Taxa:

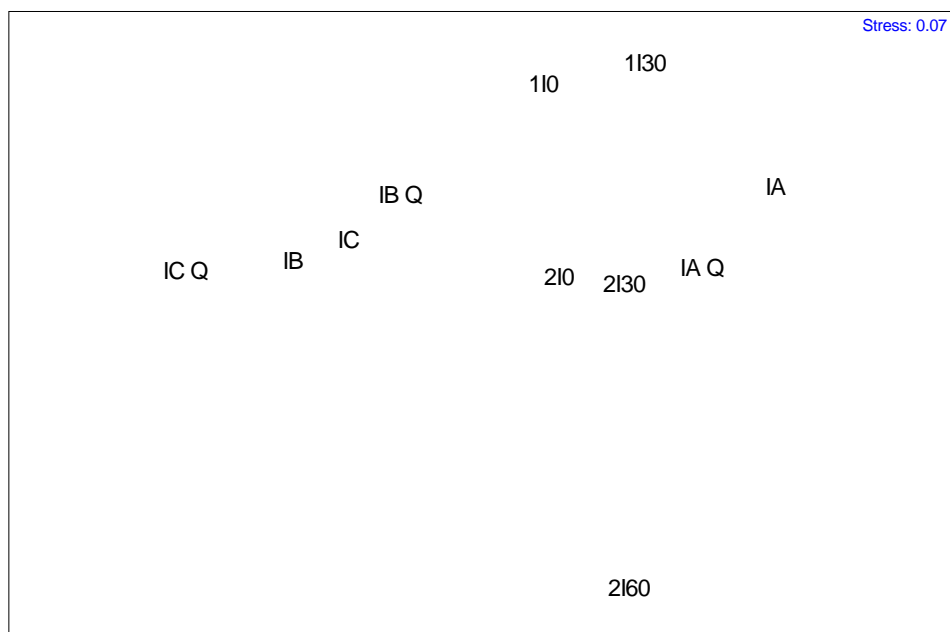
<i>Amac</i>	<i>Arthrocnemum macrostachyum</i>	<i>Sfru</i>	<i>Sarcocornia. fruticosa</i>
<i>GraB</i>	Gramínea B: <i>Elymus factus</i>	<i>Smed</i>	<i>Spergularia media</i>
<i>GraC</i>	Gramínea C: <i>Sporobolus pungens</i>	<i>Sper al</i>	<i>Sarcocornia perennis alpini</i>
<i>Hpor</i>	<i>Halimione portulacoides</i>	<i>Sper pe</i>	<i>Sarcocornia perennis perennis</i>
<i>Ichr</i>	<i>Inula chritmoides</i>	<i>Ssod</i>	<i>Salsola soda</i>
<i>Lalg</i>	<i>Limonium algarvense</i>	<i>Su mar</i>	<i>Suaeda maritima</i>
<i>Ldif</i>	<i>Limonium diffusum</i>	<i>Su ve</i>	<i>Suaeda vera</i>
<i>Lmon</i>	<i>Limoniastrum monopetalum</i>		



**Figura 4.16** - Zona intervencionada. Projecção dos transectos e dos taxa nos dois primeiros eixos de ordenação da Análise de Correspondências, sem a zona 2I60. (Variância explicada: Eixo I: 49,7 %; Eixos 1 e 2: 80,8 %). Códigos das zonas dos diferentes transectos como na Figura 4.13 e dos taxa como na Figura 4.15.



**Figura 4.17** -Zona não intervencionada. Resultado da aplicação do NMDS. Códigos das zonas dos diferentes transectos como na Figura 4.12.



**Figura 4.18** – Zona intervencionada. Resultado da aplicação do NMDS. Códigos das zonas dos diferentes transectos como na Figura 4.13.

## **5. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES**

---

Considerando todos os dados disponíveis, existem diferenças expressivas entre a zona não intervencionada e a intervencionada.

### **ZONA NÃO INTERVENCIÓNADA**

Apesar da riqueza específica apresentar nas duas zonas valores relativamente baixos, é, com efeito, na zona não intervencionada que se verificam os valores inferiores, confirmados pelos resultados dos diferentes índices de diversidade. Esta baixa diversidade de espécies é característica do sapal, podendo este apresentar grandes áreas cobertas quase exclusivamente por uma espécie com características morfológicas e fisiológicas bem adaptadas ao habitat em que se desenvolve (Adam, 1990), o que acontece com a espécie *Halimione portulacoides* com uma percentagem de cobertura de 100% em várias amostragens. *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis* e *S. perennis* subsp. *alpini* também apresentam valores elevados de percentagem de cobertura.

As espécies anteriormente referidas são, também, as mais abundantes, conjuntamente com a associação entre *Halimione portulacoides* e *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis* que apresentou um índice de sociabilidade 4, característico de indivíduos que formam tapetes (Braun-Blanquet, 1928). Estas duas últimas espécies, quando não associadas, são as que apresentam maior índice de sociabilidade, 5, característico de indivíduos em populações estremes ou quase (Braun-Blanquet, 1928), aparecendo em todos os levantamentos realizados. Todas as espécies identificadas anteriormente são características de sapal médio e baixo (Costa, 2001). Existe então claramente um domínio de três espécies nessa zona do sapal.

Verificou-se que *Suaeda marítima*, *Limonium diffusum*, *Inula crithmoides*, espécies características de sapal alto, *Sporobolus pungens* e *Elymus fractus*, espécies características de sapal alto mas de terrenos mais arenosos, fazendo a transição entre a duna e o sapal ou encontrando-se à beira de caminhos (Costa, 2001), estiveram ausentes nesta zona de sapal. Contudo outras espécies características de sapal médio/alto foram encontradas, no transecto NII, mas com valores de abundância relativa baixos, nomeadamente: *Sarcocornia fruticosa*, *Suaeda vera*, *Limonium algarvense*, *Limoniastrum monopetalum*, *Cistanche phelypaea* e *Atriplex halimus*, que apresentaram índices de sociabilidade baixos, 1, correspondente a indivíduos isolados (Braun-Blanquet, 1928). Das espécies de sapal alto, *Arthrocnemum macrostachyum* foi a mais abundante, com uma presença III (em dez levantamentos). A dominância de três espécies na zona do sapal baixo/médio e de uma no sapal alto indica a existência de um ecossistema relativamente estável e maduro, próximo da fase de clímax. Segundo Lefeuvre *et al.* (2003), num ecossistema em clímax, maduro e estável, a diversidade tende a baixar do sapal baixo (comunidade dominada por 4/5 espécies) para a comunidade de sapal alto, dominada por 2 espécies. Este domínio verifica-se nos sapais naturais, em que a diversidade de plantas varia de acordo com a maturidade do sapal.

Os dados obtidos pela análise da distribuição das espécies em função da distância à linha de água apoiam a existência de uma zonação, constatando-se três áreas de sapal: baixo, médio e alto. No conjunto dos dois transectos, as espécies *Suaeda vera*, *Atriplex halimus*, *Limoniastrum monopetalum*, *Arthrocnemum macrostachyum*, *Limonium algarvense*, *Limonium ferulaceum* e *Cistanche phelypaea* apenas se encontram nos locais muito afastados da linha de água, próximo do caminho, sendo características de sapal alto (Costa, 2001). *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis*, *Halimione portulacoides*, e *Sarcocornia perennis* subsp. *alpini*, não associadas, têm uma

distribuição regular ao longo dos transecto NI1 e NI2, até distâncias bem afastadas da linha de água, sendo características de sapal baixo/médio (Costa, 2001). Nos dois transectos, *Spartina marítima*, característica de sapal baixo (Costa, 2001), encontra-se nos primeiros metros, perto da linha de água. Existe assim um gradiente de zonação do mar para terra, paralela à linha de água. A presença desta zonação evidencia uma maturidade do ecossistema (Lefeuvre *et al.*, 2003). A zonação identificada está muito provavelmente relacionada com sucessões ecológicas ocorridas no passado e estas, por sua vez, relacionadas com a geomorfogénese do sapal em que a substituição das plantas ocorre numa sequência ordenada de colonização e desenvolvimento (Lefeuvre *et al.*, 2003). A contínua acumulação de sedimentos eleva consideravelmente o nível dos fundos, com a conseqüente redução do tempo de submersão e do teor salino. O resultado final são as modificações graduais na vegetação, numa sucessão que vai originar a zonação que se observa nos sapais (Silva, 1993) e presente na zona não intervencionada da Ria de Alvor.

Assim, fazendo a comunidade da zona não intervencionada parte de um sapal laguno-estuarino com clara zonação, a sua vegetação reflecte uma distribuição de acordo com a influência do ambiente abiótico e biótico (Onaindia *et al.*, 1999).

Durante o trabalho de campo foram observados vários canais ao longo de todo o sapal da zona não intervencionada, alguns dos quais com grande profundidade e largura, designados de esteiros (ICN-1130, S/D). A sua existência deve-se ao efeito erosivo da água das marés nos bancos de sedimentos, responsável pela meandrização do sapal. A proximidade aos esteiros cria um gradiente ecológico que se revela numa zonação da vegetação (desde a vegetação de sapal baixo até à vegetação de sapal alto) em cada um

dos bancos de sedimentos (ICN-1130, S/D). Na zona não intervencionada também foi observada a zonação da vegetação próximo dos canais.

Num estuário em que se verifique uma deposição activa de sedimentos, as comunidades pioneiras de sapal baixo são substancialmente mais extensas do que num estuário em regressão por erosão (ICN-1130, S/D). Uma das comunidades pioneiras é constituída por *Spartina marítima*. Na zona não intervencionada esta espécie não é particularmente abundante, embora o índice de sociabilidade atribuído fosse de 4, indicativo de disposição relativa próxima, cobrindo a área em tapete (Braun-Blanquet, 1928). A reduzida abundância da espécie não será consequência de regressão por erosão desta complexa laguna estuarina, visto que há um predomínio da sedimentação sobre a erosão (referido no subcapítulo 2.2.3.), mas será eventualmente devida à intensa actividade de marisqueio e consequente pisoteio na área do sapal baixo.

Se for novamente realizada uma operação de dragagem envolvendo a remoção de sedimentos que se vêm a acumular na Ria de Alvor desde 1992 (data da última grande dragagem envolvendo a remoção de cerca  $3,8 \times 10^6 \text{ m}^3$  de materiais no canal navegável até Alvor (DGP, 1988 *in* Batty, 1997), irá ocorrer certamente, num futuro próximo, uma regressão por erosão da laguna estuarina devido à remoção de sedimentos, reflectindo-se numa redução da área de sapal ou numa modificação na zonação identificada presentemente, tal como aconteceu após 1992. Anteriormente a este processo, toda a área do Sapal Oeste da Vila de Alvor tinha sido caracterizada como sapal alto (Costa, 1982), o que não se verifica actualmente. Com a abertura definitiva deste sistema lagunar costeiro à influência das marés, aquando da transformação das restingas em pontões permanentes, e as dragagens efectuadas para manter o canal de navegação, o

hidrodinamismo do sapal sofreu alterações sucessivas, apresentando actualmente o produto duma zonação/sucessão ecológica resultante das alterações hidrológicas.

Apesar daquelas alterações sofridas, toda a vegetação de sapal observada actualmente nesta zona revela condições de tensão ambiental baixa, pois a zonação é nítida estando correlacionada com as cotas alcançadas pelas marés, ou seja, com o tempo de submersão das águas salinas (Simonson, 1989).

### **ZONA INTERVENCIONADA**

Os valores mais elevados de riqueza específica verificaram-se na zona intervencionada. A maior riqueza em espécies reflectiu-se nos valores dos índices de diversidade também elevados. Os valores de equitabilidade foram, em geral, mais elevados na zona intervencionada, devido a uma distribuição mais uniforme das abundâncias relativas entre os vários *taxa*.

Nesta zona não houve um claro domínio de um conjunto reduzido de espécies, o que se verificou foi uma dominância e abundância relativa semelhante partilhada por várias espécies, características das três áreas de sapal (baixo, médio e alto), nomeadamente *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis*, *Halimione portulacoides*, *Sarcocornia perennis* subsp. *alpini*, *Sarcocornia fruticosa*, *Salsola soda*, *Suaeda vera* e *Arthrocnemum macrostachyum* (esta última com uma percentagem de cobertura de 100% em três amostragens). À excepção de *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis*, as restantes espécies apresentam índices de sociabilidade relativamente baixos (indivíduos isolados, em grupo ou aglomerados em pequenas manchas) (Braun-Blanquet, 1928), com valores de presença absoluta compreendidos entre IV e V (à excepção de *Salsola soda* com um

valor de presença absoluta de I) num máximo de cinco levantamentos, confirmando a dominância e abundância relativa semelhante partilhada por várias espécies.

A presença de areia foi uma constante na maior parte das amostragens o que poderá corresponder a uma zona “recentemente” colonizada por plantas de sapal. Uma dinâmica de colonização semelhante tem sido encontrada para vegetação em recuperação numa fase de adaptação (Onaindia *et al.*, 1999).

É importante referir que toda esta área é atravessada por um caminho originado pelo pisoteio constante efectuado pelos mariscadores, pescadores e turistas, impeditivo do desenvolvimento da vegetação.

Inferre-se assim a não existência de uma zonation, comprovada durante a análise da distribuição das espécies em função da distância à linha de água. As espécies *Halimione portulacoides*, característica de sapal baixo/médio, *Inula crithmoides* e *Arthrocnemum macrostachyum*, características de sapal alto, distribuíram-se continuamente ao longo de todos os transectos, desde distâncias muito próximas da linha de água até zonas muito afastadas, perto da cerca. No que concerne a *Suaeda vera* e *Sarcocornia fruticosa*, espécies características de sapal alto e médio, respectivamente, observaram-se pontualmente a uma distância próxima da linha de água. *Sarcocornia perennis* subsp. *alpini*, característica de sapal médio, observa-se em maior concentração a uma distância mais afastada da linha de água. No entanto, *Limoniastrum monopetalum*, *Limonium diffusum*, *L. algarvense*, *Sporobolus pungens* e *Elymus farctus*, espécies características de sapal alto, que habitam em locais que só são visitados nas marés equinocionais (Costa, 2001), distribuíram-se pela zona mais afastada da linha de água. As duas últimas

espécies mencionadas, que fazem a transição entre a duna e o sapal (Costa, 2001), foram encontradas muito próximo da cerca/caminho.

Conclui-se assim que a comunidade de sapal da zona intervencionada apresenta uma maior diversidade, mas, no entanto, sem zonação, e com grandes clareiras sem qualquer tipo de vegetação, não existindo uma diferenciação em sapal baixo, médio e alto. Embora a ausência de zonação num sapal possa em determinadas circunstâncias ser indicativo dum ecossistema ainda imaturo, parece-nos que a situação actual descrita na zona intervencionada revela o resultado da acumulação de alterações sucessivas, nomeadamente hidrodinamismo, destruição duma faixa de coberto vegetal e recolonização em diferentes condições de competição. Estas alterações acabaram por produzir o actual mosaico de manchas de vegetação característica de diferentes zonas de sapal, irrespectivas da distância à linha de água.

O sapal da zona intervencionada, por comparação com a zona não intervencionada aparenta estar longe do clímax de zonação, decorridos sete anos desde o início da intervenção ambiental no sentido de recuperá-lo.

Mas haverá sinais de um sapal recuperado?

Até à data não existe muita informação acerca da medição da taxa de sucesso de recuperação de sapais. Parte do debate em como definir o sucesso foca-se na questão de se o objectivo deverá ser o restauro da estrutura do ecossistema - condição num determinado período de tempo (ex. diversidade de espécies) ou o seu funcionamento - função como um processo que ocorre ao longo do tempo (ex. produção primária) (Wolters *et al.*, 2005). Apesar de não se refutar o facto de que o sucesso do restauro deverá incluir o funcionamento característico da estrutura e funcionamento do sistema,

salienta-se o restauro da componente estrutural como o primeiro e mais importante estágio do recuperação dos sapais, impulsionador de outras diferentes funções, tais como retenção de sedimentos, ciclo de nutrientes, área de desova para peixes, reprodução e descanso de aves, etc (Adam, 1990).

Wolters *et al.* (2005) desenvolveram indicadores de sucesso de recuperação de sapais, entre os quais o índice de saturação, em que o número de espécies na zona alvo ou recuperada é expresso em percentagem em relação ao número total de espécies da região, tendo sido consideradas três regiões: Atlântico Norte-Central, Atlântico Norte-Sul e Báltico. Com base nesta abordagem, foi utilizado como indicador de sucesso neste trabalho a relação entre o número de espécies existentes na zona intervencionada em comparação com a zona não intervencionada. Foram inventariadas 19 *taxa* de plantas de sapal no local que foi sujeito ao projecto de recuperação (zona intervencionada) e 17 *taxa* na zona adjacente (zona não intervencionada). Embora a zona não intervencionada tenha decerto contribuído para a colonização da zona intervencionada, tanto mais que foi usada como zona de empréstimo, o estabelecimento natural por parte de outras espécies terá dependido da contribuição de outras áreas de sapal próximas, nomeadamente a Norte da zona intervencionada, ou seja, do conjunto de outras espécies regionais. A recuperação da zona intervencionada do Sapal Oeste da Vila de Alvor no que respeita à riqueza em espécies poderá ser qualificada como um caso de sucesso. No entanto ressalva-se a ausência de zonação característica de sapal.

### **POSSÍVEIS ACÇÕES DE GESTÃO**

As acções que afectam a presença ou ausência de certas espécies são discutidas nos próximos parágrafos e esta informação poderá ser utilizada pelos gestores dos locais

para determinar quais as opções de gestão que serão necessárias para aumentar a hipótese de certas espécies de plantas se estabelecerem no local. A política de gestão actual implementada na maioria dos sapais a recuperar, após a sua destruição, prende-se com a não intervenção humana deixando o local desenvolver-se naturalmente. No entanto é questionável se esta política irá resultar numa recuperação com mais sucesso.

Torna-se então necessário avaliar se todas as acções projectadas e implementadas no Sapal Oeste da Vila de Alvor terão contribuído, ou não, para a sua recuperação ambiental, tornando-o assim um caso de sucesso.

Recordando o que foi feito, cerca de 2,1 ha foram sujeitos a um processo de decapagem com a conseqüente destruição total da vegetação de sapal em 1999. Esta destruição foi complementada com a remoção de uma camada lodosa superficial com cerca de 20 cm de espessura (incluindo a vegetação ainda existente). A recuperação iniciou-se no primeiro semestre de 2000.

Uma das acções que poderá ser crítica relaciona-se com a recuperação de apenas 2,1 ha que correspondiam a uma parcela mínima de uma extensa área destruída aquando das obras de execução do plano da zona marginal de Alvor (Alexandre Furtado, Comunicação Oral). De facto deve ser considerado que, na recuperação de um sapal, a largura do local (ou seja, a linha perpendicular à costa) é mais importante que o comprimento (ou seja, a linha paralela à costa), imprescindível aos processos de zonação que levam a uma maior diversidade de espécies (Wolters *et al.*, 2005). Neste caso, não existe largura suficiente no sapal intervencionado para a estruturação de uma zonação, no entanto existe uma maior diversidade em comparação com a zona não intervencionada.

Quanto à recuperação da topografia original do terreno, com a reposição das cotas que variavam entre os 3-3,5 m (Z.H.), esta é sem dúvida uma das acções preponderantes que terá contribuído para a diversidade encontrada. Costa (2001) afirma que nas manchas onde a cota é superior a 3 m a vegetação é mais diversificada com a existência de *Sarcocornia perennis* subsp. *alpini*, *Sarcocornia fruticosa*, *Halimione portulacoides*, *Puccinellia convoluta*, *Cistanche phelypaea*, *Spergularia media*, *Arthrocnemum macrostachyum* acompanhado, entre outras, de *Halimione portulacoides*, *Inula crithmoides*, *Limonium ferulaceum*, *Limonium diffusum*, *Limonium algarvense* e por vezes *Sporobolus pungens* nos sítios mais arenosos, tendo todas estas espécies sido inventariadas nesta zona. Nos locais de cotas superiores a 3,5 m (sapal alto) que só são visitados nas marés equinocionais ou nunca o são, assinala-se *Limoniastrum monopetalum* acompanhado de *Limonium algarvense* e *Limonium ferulaceum*, *Salsola vermiculata* acompanhada de *Suaeda vera*, *Atriplex halimus*, *Elymus farctus* (Costa, 2001), o que também se observou. Deste modo a reconstrução geomorfológica da superfície do sapal é muito importante para o processo de recuperação (Fernández *et al.*, 2007).

A reposição das camadas de lodos, com a devolução à superfície do sapal do seu substrato orgânico original, na altura da recuperação, é outra das acções extremamente importantes para a colonização. Este substrato contribui não só como banco de sementes (aprisionadas no próprio substrato), como acelera a sedimentação (Handa *et al.*, 2002; Laegdsgaard, 2006). Nos sapais emergentes, depois de uma fase inicial de colonização, o substrato encontrar-se-á mais estabilizado e nesta altura os sedimentos são aprisionados pela própria vegetação (Silvestri *et al.*, 2004). À medida que a sedimentação aumenta no sapal, as sementes agora transportadas pelas correntes da maré aprisionam-se no sedimento já existente e prosseguem de uma forma consistente o

processo de colonização. Os insectos também poderão polinizar, bem como as aves, dispersando as sementes (Onaindia *et al.*, 1999).

Para a recolonização do Sapal Oeste da Vila de Alvor também terá contribuído o seu não isolamento, permitindo que as correntes da maré transportassem as sementes vindas, por exemplo, da área não intervencionada (contínua à zona intervencionada) ou de outros sapais circundantes. É geralmente assumido que a distância entre a área-alvo (neste caso a área intervencionada) e a fonte de espécies irá determinar a hipótese de chegada das sementes à área-alvo, portanto, deverão ser esperados melhores resultados, quando um sapal estabelecido está directamente adjacente (Wolters *et al.*, 2005; Fernández *et al.*, 2007). Inclusive, para Laegdsgaard (2006), após ter ocorrido a perturbação de um sapal, a sua recuperação ocorre desde que se estabeleça o banco de sementes e que não se verifique um elevado grau de isolamento, pois este afectará a recolonização.

Será ainda pertinente referir uma acção que, apesar de não ter sido implementada, contribui para a recuperação do sapal: construção e manutenção de estruturas de drenagem. No início do restauro, são necessários canais para aumentar a drenagem e o acesso ao regime de marés, permitindo assim aumentar as taxas de colonização natural (Wolters *et al.*, 2005; Laegdsgaard, 2006; Fernández *et al.*, 2007). Os canais podem ajudar também no fornecimento de sedimento à superfície do sapal e à deposição de diferentes padrões de sedimentos influenciando positivamente a riqueza e distribuição das espécies. Nesta zona, embora a riqueza de espécies fosse confirmada, no entanto, não se verificou qualquer padrão de distribuição na vegetação, isto é, não se verificou zonação (como já foi referido).

Quanto à última acção implementada, nomeadamente a replantação da vegetação com cerca de 81320 exemplares retirados da área de sapal contígua (zona não intervencionada, também considerada para este fim como zona de empréstimo), foi aparentemente um fracasso, já que testemunhos de pescadores locais sugerem que alguns dias após a replantação, uma percentagem muito elevada de exemplares transplantados tinha morrido, o que indica que esta acção não terá contribuído de uma forma directa para recuperar o sapal. Contudo, poderá ter tido um contributo indirecto, uma vez que as espécies transplantadas terão coadjuvado na retenção de sedimentos, essenciais à colonização do sapal, como já foi referido. Vários estudos feitos na Austrália examinaram o processo de transplantação activa de plantas de sapal cultivadas em estufas ou retiradas de locais com populações dadoras concluindo que poucas são as espécies de sapal que conseguem propagar-se e crescer através de transplantação, podendo muito ocasionalmente e de um modo lento, sobreviver e reproduzirem-se (Laegdsgaard, 2006). As plantas que surgem espontaneamente tendem a desenvolver-se melhor do que as transplantadas, desde que o ambiente tenha sido antecipadamente preparado (Burchett *et al.*, 1995 *in* Laegdsgaard, 2006) de acordo com as acções já discutidas. Na transplantação de locais naturais, é importante considerar o impacte para a zona dadora, podendo ser evidentes os efeitos de devastação, demorando a vegetação algum tempo a recuperar. O tempo que as plantas de sapal requerem para recuperar da sua densidade natural em pequenos locais, varia de espécie para espécie e de local para local (Laegdsgaard, 2006). Após sete anos não se verificou qualquer tipo de impacte aparente na zona não intervencionada causado por esta doação. No entanto, em 2000, a área apresentava grandes clareiras sem qualquer tipo de vegetação o que revelou um claro impacte, pelo menos visual (Alexandre Furtado, Comunicação Oral). O acesso à inundação terá contribuído claramente para a sua recuperação (Laegdsgaard, 2006).

Para aprofundar este tipo de estudo dever-se-ia ainda ter em conta a competição inter e intra-específica que também é muito importante no processo de colonização e distribuição das espécies no sapal, de acordo com factores edáficos, bióticos, ciclo de nutrientes, salinidade, teor em oxigénio, inundações diárias e intervenção humana.

Restabelecer as funções ecológicas e os elos de ligação entre a componente biótica e abiótica é um dos pressupostos para estabelecer o auto-sustento do sapal. Promover a todos os níveis a biodiversidade local, considerando o sapal como um todo é também um dos pressupostos para existir recuperação (Fernández *et al.*, 2007).

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

---

A crescente pressão humana, sentida nas zonas naturais, particularmente nas zonas húmidas, traduzidas num contínuo aumento da utilização da área para fins económicos, lazer e desportivos, e pela sua ocupação urbanística, provoca na maioria das vezes uma acentuada degradação ambiental. O principal factor de instabilidade da Ria de Alvor é sem dúvida o turismo, cuja grande expansão ameaça destruir não só o Sapal Oeste da Vila de Alvor, mas também alguns biótopos vitais deste ecossistema: arribas, dunas e matos costeiros, bem como conduzir a situações de eutrofização, que inevitavelmente afectam as condições ambientais e a biomassa explorável pelo Homem. Para a conservação da Ria de Alvor é imperativo impedir a degradação da paisagem, bem como impedir que a sua produtividade biológica seja afectada.

Assim os principais problemas que afectam o Sapal Oeste da Vila de Alvor, em concreto a zona intervencionada, prendem-se com a intervenção humana no local. O pisoteio quer por residentes (pescadores e mariscadores), quer por turistas é o primordial factor de degradação. As áreas onde este problema se verifica são, no entanto, relativamente localizadas. As áreas degradadas correspondem a áreas marginais do sapal e funcionam como depósito de barcos abandonados e como estacionamento de barcos, acções que destroem a vegetação. Em simultâneo foi estabelecido um percurso pedonal que atravessa a área no sentido longitudinal. Embora o restabelecimento da vegetação seja até à presente data uma realidade, a requalificação paisagística e ecológica desta área e da contígua (zona não intervencionada) fica comprometida, caso estes e outros factores de degradação não sejam desencorajados.

Esta área se bem gerida, pode contribuir muito no sentido de mitigar os efeitos da perda de grandes percentagens de outras áreas de sapal da Ria de Alvor. É possível atingir um compromisso entre os benefícios económicos e a conservação das áreas de sapal,

principalmente porque estas áreas prestam um conjunto de serviços tais como: refúgio de biodiversidade, sendo um habitat muito importante no ciclo de vida de alguns animais marinhos, área de alimentação de aves, presença de espécies raras, regulação do ciclo de nutrientes, eliminação-reciclagem de resíduos, recursos genéticos, educação e ciência (ICN-1130, S/D).

Por conseguinte, na Educação em Ciências, o presente estudo investigativo, assume um elevado grau de importância devido à sua forte componente de Trabalho de Campo, considerado como um recurso de inegável valor, encarado para alguns como fundamental quando se pretende que os alunos estabeleçam a relação dos conhecimentos adquiridos em contexto de sala de aula com a realidade envolvente. Os alunos deverão ter a oportunidade de observar o meio ambiente, de planificar Saídas de Campo, de elaborar roteiros de observação, instrumentos simples de registo de informação, diários de campo e de usar instrumentos auxiliares (lupa, bússola, flora, chaves dicotómicas, etc.). Os professores desempenham um papel fundamental tanto na implementação do Trabalho de Campo como na mudança de orientação das actividades que poderão implementar, promovendo assim curiosidade/investigação científica em diversas áreas de conhecimento.

Por tudo isto se torna imprescindível individualmente ou como comunidade contribuir para uma melhoria do meio ambiente e da conservação do Sapal Oeste da Vila de Alvor. Isto é possível através de um conhecimento destas matérias, da mudança de comportamentos e da obtenção de um espírito mais crítico que nos impele a agir e a não nos conformar ou ignorar. Conservar uma área como a Ria de Alvor, significa, antes de mais, conservar um ecossistema que é constituído por uma imensa variedade de espécies e de habitats, desempenhando todos um papel no seu funcionamento. Se não se compreender esta teia de interligações, não se pode conservar.

## **7. BIBLIOGRAFIA**

---

- ADAM, P. (1990). *Saltmarsh Ecology* (1ª edição). UK: Cambridge University Press, Cambridge. 461p.
- AGUIAR, C; ARAÚJO, M. B.; SAURA, E.; PEREIRA, P.; SILVA, J.M.; HONRADO, J.; MARAVALHAS, E.; MEYER, M.; MIRALTO, M. O.; SAMWAYS, M. J.; SCHMITT, T. (2003). *As borboletas de Portugal*. Ernestino Maravalhas. 455 p.
- ALVIM, A. J. S. (1976). Reconhecimento dos Sapais e Salgados de Castro Marim-Vila Real de Santo António. *Pedologia*. Oeiras: Estação Agronómica Nacional, 11, (2), pp. 1-19.
- ALVIM, A. J. S. e SERPA A. M. (1976). Reconhecimento dos Sapais e Salgados do Arade. *Pedologia*. Oeiras: Estação Agronómica Nacional, 11, (2): 49-33.
- ANTUNES, M. M. e CUNHA, P. G. (1986). Estudos dos Recursos Haliêuticos na Ria de Alvor. *Caracterização Ecológica da Ria de Alvor. Plano Geral Director de Aproveitamento e Valorização da Ria de Alvor*. (Coordenação Científica – M.C. Peneda). Relatório LNETI. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial. pp. 203-282.
- AZERÊDO, A. C. C. N. S. (1981). *Estudo sedimentológico da Baía Barreira de Alvor*. Relatório de Estágio Científico de Licenciatura em Geologia. Lisboa: Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências. 198p.
- BATTY, L. (1997). *Ria de Alvor – Coastal Processes and Conservation*. Preliminary Report. 35p.
- BEGON, M., TOWNSEND, C. R. e HARPER, J. L. (2006). *Ecology. From individuals to ecosystems* (4ª edição). Blackwell Publishing, Malden.
- BOLTON, M. e VIEIRA, J. (1987). A Ria de Alvor: um caso para protecção. *I Congresso Nacional de Áreas Protegidas, 15-17 de Dezembro*. Serviço Nacional de Parques, Reservas e Conservação da Natureza. Lisboa. Comunicações, s/p.
- BRAUN-BLANQUET, J. e PAVILLARD, J. (1928). *Vocabulaire de Sociologie Végétale*. Imprimerie Roumégous et Déhan. Montpellier. 23p.
- CABRAL, M. C., MARQUES, F. M. S. F., AZERÊDO, A. C. e ROMARIZ, C. (1989). Caracterização Morfo-Sedimentológica da Baías-Barreira de Alvor. *Geolos*, III (1/2): 196-206.
- CACHAPUZ, A., PRAIA, J. e JORGE, M. (2003). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação (IIE). 353p.
- CASTROVIEJO, S., LAÍNIZ M., LÓPEZ-GONZÁLEZ, G., MONTSERRAT, P., MUÑOZ GARMENDIA, F., PAIVA, J. & VILLAR, L. Eds. (1986). *Flora Iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Madrid: Real Jardín Botánico. ISBN 84-00-06221-3 obra completa.
- CLARKE, K. R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18: 117-143.
- COSTA, J. C. A. e LOUÇÃ M. F. (1989). Communautés psamophiles et halophiles du “Ria d’Alvor”. *Phytosociologiques* (18): 121-135.

- COSTA, J. C. A. (1991). *Flora e Vegetação do Parque Natural da Ria Formosa*. Tese de Doutoramento. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia. 323p.
- COSTA, J. C. A. (2001). Tipos de vegetação e adaptações das plantas do litoral de Portugal continental. In Albergaria Moreira, M.E., A. Casal Moura, H. M. Granja & F. Noronha (ed.) *Homenagem (in honório) Professor Doutor Soares de Carvalho*. Braga. Universidade do Minho. pp. 283-299.
- COSTA, M. A. S. (1982). *Ria de Alvor- Esboço da Carta de Vegetação*. Relatório de estágio da licenciatura em Biologia. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Departamento de Botânica, Centro de Engenharia Biológica da Universidade de Lisboa. 97pp.
- COSTANZA, R., D'ARGE, R., GROOT, R., FARBER, S., GRASSO, M., HANNON, B., LIMBURG, K., NAEEM, S., O'NEILL, R.V., PARUELO, J., RASKIN, R.G., SUTTON, P. e VAN DEN BELT, M. (1997). The value of the World's ecosystem services and natural capital. *Nature*, **387**: 252-260.
- DIAS, J. M. A. (1993). *Estudo de Avaliação da Situação Ambiental e Proposta de Medidas de Salvaguarda para a Faixa Costeira Portuguesa: X – O Caso do Alvor*. Liga para a Protecção da Natureza (Relatório não publicado). Lisboa, pp. 87-93.
- FERNANDES, J. F. (1975). Reconhecimento dos Sapais de Portugal – Baixas do Alvor. *Pedologia*. Oeiras: Estação Agronómica Nacional, **10**, (2): 151-195.
- FERNÁNDEZ, J. B. G. e NOVO, F.G. (2007). High-intensity versus low-intensity restoration alternatives of a tidal marsh in Guadalquivir estuary, SW Spain. *Ecological Engineering* **30**: 112-121.
- FONSECA, L. C. (1995). Importância Ecológica dos Estuários e das Lagoas Costeiras. *Seminário: Conservação das Zonas Húmidas, 19-21 de Outubro*. Odemira. Resumos das Comunicações, s/p.
- FREITAS, H. (1997). A Rede Natura 2000 em Portugal – as dificuldades na implementação de uma rede ecológica à escala europeia. *Liberne*, N°77, Outubro/Dezembro, pp. 9-11.
- GARCIA, G. M. D. (1997). *A utilização dos sapais naturais e transformados da Ria de Alvor pela avifauna*. Relatório de estágio para obtenção da Licenciatura em Biologia Aplicada aos Recursos Animais Terrestres. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Departamento de Zoologia e Antropologia. 48pp.
- GARDINER, A. (1994) Algumas observações de répteis e anfíbios na Quinta da Rocha. *Relatório anual de A Rocha, ano de 1994*. Associação A Rocha, pp. 88-91.
- GOMES, M. B. A. (2004). *Rede Natura 2000, sua gestão e ordenamento*. (Não publicado). 16p.
- GRANJA, H, FROIDEFOND, J. M. e PERA, T. (1984). Processus d'évolution morpho-sédimentaire de la Ria Formosa (Portugal). *Bull. Inst. Geol. Bassin d'aquitaine*, **36**: 37-50.

- HANDA, I. T., HARMSSEN, R. e JEFFERIES, R.L. (2002). Patterns of vegetation change and the recovery potential degraded areas in a coastal marsh system of the Hudson Bay lowlands. *Journal of Ecology*, **90**: 86-99.
- HARRIS, P. e JACKSON, C. (1990) Lista sistemática das aves observadas na Quinta da Rocha. *Relatório anual de A Rocha, ano de 1990*. Associação A Rocha, pp. 10-20.
- ICN (S/D). 1130 – Estuários. *Plano Sectorial da Rede Natura 2000 – habitats naturels*. pp. 41-50.
- ICN (S/D). 1420 – Matos halófitos mediterrânicos e termoatlânticos (*Sarcocornietea fruticosae*). *Plano Sectorial da Rede Natura 2000 – habitats naturels*. pp. 102-112.
- JORGE, F, e KAYE J. (2001). *Ria de Alvor, entre a terra e o mar*. A Rocha – Associação Cristã de Estudo e Defesa do Ambiente. 78p.
- KREBS, C. J. (1999). *Ecological methodology* (2ª Edição). Menlo Park: Benjamin/Cummings. 620p.
- LAEGDSGAARD, P. (2006). Ecology, disturbance and restoration of coastal saltmarsh in Australia: a review. *Wetlands Ecology and Management*, **14**: 379-399.
- LEFEUVRE, J. C., BOUCHARD, V., FEUNTEUN, E., GRARE, S., LAFFAILE, P. e RADUREAU A. (2000). European salt marshes diversity and functioning: The case study of the Mont Saint-Michel bay, France. *Wetlands Ecology and Management*, **8**: 147-161.
- LEFEUVRE, J. C., LAFFAILE, P., FEUNTEUN, E., BOUCHARD, V., e RADUREAU A. (2003). Biodiversity in salt marches: from patrimonial value to ecosystem functioning. The case study of the Mont Saint-Michel bay. *C.R. Biologies*, 326, pp. S125-S131.
- LEGENDRE, P. e LEGENDRE, L. (1998). *Numerical ecology* (2ª Edição). Elsevier, Amsterdam.
- LOUÇÃ, M. F. (1986). *Comunidades Halofílicas da Reserva Natural de Castro Marim – Vila Real de Santo António (Estudo Fitossociológico e Fitoecológico)*. Tese de Doutoramento. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia. 172p.
- MAESTRE, F. T. (1998). Adaptaciones de las plantas ibéricas a los suelos salinos. *Quercus*, **143**: 19-22.
- NEMUS (1999). *Plano da zona Marginal do Alvor; Recuperação Ambiental dos Sapais e Rasos de Maré - Estudo Prévio* (Relatório não publicado). Lisboa. 26p.
- NEMUS (2000). *Plano da zona Marginal do Alvor; Recuperação Ambiental dos Sapais e Rasos de Maré – Projecto de Execução* (Relatório não publicado). Lisboa. 25p.
- ONAINDIA, M. e AMEZAGA, I. (1999). Natural regeneration in salt marsh of northern Spain. *Ann. Bot. Fennici*, **36**: 59-66.

- PEDRO, J. G. (1986). O papel da vegetação na formação dos sistemas lagunares da Ria Formosa. *Os Sistemas Lagunares do Algarve – Textos e resumos do seminário comemorativo do dia mundial do ambiente, 5- 7 de Junho de 1985*. Faro: Universidade do Algarve, pp. 61-68.
- PRIMACK, R. B. (2002). *Essentials of conservation biology* (3ª edição). Sunderland: Sinauer Associates Inc. 698p.
- PULLAN, R. (1988a). Salinas no barlavento algarvio. *Relatório anual de A Rocha, anos 1988 e 1989*. Associação A Rocha, pp. 30-36.
- PULLAN, R. (1988b). Introdução à ecologia das salinas do barlavento algarvio. *Relatório anual de A Rocha, anos 1988 e 1989*. Associação A Rocha, pp. 37-42.
- RODRIGUES, A. M. e QUINTINO, V. (1988). Estudo Granulométrico e Distribuição dos Sedimentos Superficiais da Ria de Alvor (Costa Sul de Portugal). *Recursos Hídricos*, **8** (3): 5-16.
- SANCHEZ, J. M., IZCO, J. e MEDRANO, M. (1996). Relationships between vegetation zonation and altitude in a salt-marsh system in northwest Spain. *Journal of Vegetation Science*, **7**: 695-702.
- SANTOS, C. (1986). Estudo do Zooplâncton na Ria de Alvor. *Caracterização Ecológica da Ria de Alvor. Plano Geral Director de Aproveitamento e Valorização da Ria de Alvor*. (Coordenação Científica – M.C. Peneda). Relatório LNETI. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial . pp. 444-474.
- SILVA, C., AMADOR, F., BAPTISTA, J., VALENTE, R., REBELO, D., MENDES, A. e PINHEIRO, E. (2001). *Programa de Biologia e Geologia – 10º Ano*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário. 97p.
- SILVA, J. F. (1980). Aspectos do ambiente natural da ria de Aveiro. *Boletim da Associação de Defesa do Património Natural e Cultural da região de Aveiro, Maio/Junho*, pp 18-22.
- SILVA, M. G. (1993). *Vegetação do Sapal – Parque Natural da Ria Formosa* (3ª Edição). Eurosite – Programa de Germinação dos Sítios Naturais Europeus. s/p
- SILVA, M. H. A. (2000). *Aspectos morfológicos e ecofisiológicos de algumas halófitas do sapal da Ria de Aveiro*. Tese de Doutoramento. Universidade de Aveiro. 191p.
- SILVESTRI, S., DEFINA, A. e MARANI, M. (2004). Tidal regime, salinity and salt marsh plant zonation. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, pp. 1-13.
- SIMONSON, W. (1989). Apontamentos sobre a vegetação e ecologia do sapal a Oeste da Quinta da Rocha. *Relatório anual de A Rocha, anos de 1988 e 1989*. Associação A Rocha, pp 66-72.
- SIMONSON, W. (1993). *Wild Flowers of the Alvor Estuary*. A Rocha Occasional Publication N°3, 76p.
- STURGESS, P. e SIMONSON, W. (1990). A vegetação das Dunas de Alvor. *Relatório anual de A Rocha, ano de 1990*. Associação A Rocha, pp. 73-80.

SUTHERLAND, W.J. (1996). *Ecological Census Techniques – A handbook* (1ª Edição). UK: Cambridge University Press, Cambridge. 336 p.

TER BRAAK, C. J. F. (1985). Correspondence analysis of incidence and abundance data: Properties in terms of a unimodal response model. *Biometrics*, **41**: 859-873.

VALDÊS, B., TAVERA, S., FERNÁNDEZ-GALIANO, E. Eds. (1987). *Flora Vascular de la Andalucía Occidental*. Barcelona: Ketres. ISBN 84-85256-63-8, obra completa.

VASCONCELOS, J. C. (1960). *De Sapal a Arrozal (Estudo da vegetação na zona do Sado)*. Lisboa: Ministério da Economia, Secretaria de Estado do Comércio, Comissão Reguladora do Comércio de Arroz. 30p.

WOLTERS, M., GARBUTT, A. e BAKKER J. P. (2005). Salt-marsh restoration: evaluating the success of de-embankments in north-west Europe. *Biological Conservation* **123**: 249-268.

#### ENDEREÇOS CONSULTADOS

BARLAVENTO ONLINE. Regional: Quinta da Rocha volta a lavrar sapal Leste da Ria de Alvor in Rodrigues, Elisabete. Barlavento online [em linha]. Mediregião, 4 de Janeiro de 2007 (revisto em 28 de Fevereiro de 2007) [citado em 28 de Fevereiro de 2007 – 14:26]. Disponível em URL: <http://www.barlavento.online.pt/index.php/noticia?Id=11543>

GOOGLE EARTH. Google earth. Explore, Search and Discover [em linha]. (revisto em 2007) [citado em 14 de Março de 2007 – 15:55]. Disponível em URL: <http://earth.google.com/earth.html>

INSTITUTO GEOGRÁFICO PORTUGUÊS. Mapas interactivos do Algarve [em linha]. (revisto em 2006) [citado em 12 de Março de 2007 – 14:10]. Disponível em URL: <http://www.geo.algarvedigital.pt/Default.aspx>

US NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE AND NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH. NCBI – Nacional Center for Biotechnology Information. [em linha]. (revisto em 17 de Abril 2007) [citado em 24 de Abril de 2007 – 13:53]. Disponível em URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>