



Catarina Isabel Salgueiro Duarte Gaspar

Licenciada em Ciências de Engenharia do Ambiente

**O uso do solo como factor de influência
na evolução de um sapal. Casos de
estudo do Sapal de Corroios e do Sapal
de Pancas**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia do Ambiente perfil Ordenamento do Território e
Impactes Ambientais

Orientador: Prof^a. Doutora Maria Paula Oliveira Sobral

Co-orientador: Prof^a. Doutora Maria Teresa Calvão
Rodrigues

Júri:

Presidente: Prof. Doutor. Pedro Manuel da Hora Santos
Coelho

Vogais: Prof. Doutor Fernando Jorge Pedro da Silva
Pinto da Costa

Mestre José Carlos Ribeiro Ferreira



Março de 2013

O uso do solo como factor de influência na evolução de um sapal. Casos de Estudo do Sapal de Corroios e do Sapal de Pancas

Copyright© Catarina Isabel Salgueiro Duarte Gaspar

A faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

"We cannot afford another century like this one"
By George Schaller (conservationist)

Agradecimentos

A dissertação apresentada resultou de uma combinação de um tema, para mim apaixonante, com momentos positivos e outros menos bons. Enfim, tudo aquilo que uma dissertação deve ter para se tornar memorável. Por tudo isto, o contributo, a ajuda e o incentivo de determinadas pessoas durante a elaboração desta foi de extrema importância para a conclusão e o sucesso final.

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à minha orientadora, Prof. Doutora Paula Sobral que esteve presente durante todas as etapas de desenvolvimento. Desde o apoio na escolha e aperfeiçoamento do tema e dos locais de estudo, até à ajuda nos momentos em que as coisas correram menos bem. Embora grande parte deste trabalho tenha sido realizado enquanto estive ausente de Portugal, é importante dizer que nunca me senti abandonada quer seja pela prontidão nas respostas às minhas dúvidas quer seja pelo fornecimento de material essencial ou mesmo pela sinceras opiniões quando algo não estava bem.

É de destacar o apoio prestado pela minha co-orientadora Prof. Doutora Teresa Calvão. Durante todo o processo de elaboração desta dissertação, o suporte prestado pela Professora nas questões sobre o ArcGIS ou as deslocações aos locais cruciais ao desenvolvimento desta dissertação, mostrou que para além de um lado extremamente profissional possui um pessoal tão grande ou ainda maior.

O meu reconhecimento ao Instituto Geográfico Português, pela cedência das fotografias aéreas através do PROGRAMA DE APOIO AO FORNECIMENTO DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA PARA INVESTIGAÇÃO, ENSINO E EDIÇÃO (FIGEE) e seus funcionários que tão agradavelmente me ajudaram na identificação e fornecimentos dos materiais necessários.

Ao Pedro Moreno que me lembrou as bases para trabalhar correctamente em ArcGis e forneceu dados iniciais que permitiram todo o desenvolvimento desta dissertação.

À minha irmã, Ana Gaspar, que por já ter acabado a sua dissertação, usufruía uma experiência maior e essencial que permitiu que não cometesse os mesmos erros. O seu incentivo durante as “marés baixas” também ajudou a ultrapassar os problemas que iam aparecendo.

Ao meu namorado, Ricardo Marques, que com o seu adorável sentido de humor permitiu contornar as situações menos boas mais facilmente.

Por fim, mas não menos importante, aos meus pais. O seu reconhecimento vai, principalmente para quando estava fora de Portugal e o apoio a que estava habituada parecia, por vezes menor. Foi graças a eles que me senti sempre apoiada em todos os níveis.

Resumo

Os sapais são sistemas altamente sensíveis e que têm de ser protegidos contra o crescimento urbano e de serviços que se tem feito sentir desde o século XX. O sapal de Corroios e o sapal de Pancas pertencem ambos ao estuário do Tejo no entanto, apresentam características muito diferentes. Para além do primeiro apresentar um recessão, influenciada pelos processos erosivos e dinâmica estuarina a mudança do uso do solo é também um factor que interferiu, ao longo dos anos com a evolução do sapal. Já o sapal de Pancas apresenta uma acreção de vegetação e uma maior permanência dos usos do solo originais.

O estudo do uso do solo nestas duas áreas é realizada tendo em conta os anos de 1947, 1977, 1989, 1999, 2004 e 2010. Os resultados indicam que a área A, em volta ao sapal de Corroios, sofreu um boom populacional e um crescimento de tecido urbano e área industrial de 12,9 % e 6,1 %, respectivamente. Este sapal também apresenta uma forte actividade de aquacultura, actividade esta que interfere com o crescimento deste tipo de vegetação. A juntar à fraca sedimentação que este sapal apresenta, a poluição difusa proveniente do tecido urbano e industrial é também um dos factores da recessão do sapal de Corroios. A sinergia destas características provoca uma diminuição durante os anos de estudo sendo o valor final da perda de 0,6 km².

O sapal de Pancas para além de usufruir de uma taxa de sedimentação superior ao processo de erosão também apresenta outro factor favorável ao seu crescimento. O uso do solo em seu redor tem-se mantido, relativamente, no estado natural desde o início deste estudo. Ao contrário do caso de estudo do sapal de Corroios os temas maioritários são a “*Floresta e vegetação arbórea aberta*” e “*Áreas Agrícolas e de pastagem*”. Regista-se, assim, um aumento de 1,3 % da área de sapal o que corresponde a 2,1 km².

Palavras-chave: Uso do solo, crescimento urbano, sapal de Corroios, sapal de Pancas, poluição difusa.

Abstract

Salt marshes are highly sensitive systems that must be protected from urban and services growth that has been part since twentieth century. Corroios and Pancas salt marshes belong to the Tagus estuary however, they have very different characteristics. First one has a strong recession, influenced by erosion and estuarine dynamics however, land use changes are a factor that interferes, over the years, with the evolution of the salt marsh. Pancas salt marsh has an accretion of vegetation and better retention of original land uses.

The study of the land use influence in these two areas is performed taking into account the years 1947, 1977, 1989, 1999, 2004 and 2010. The results indicate that the area A, around Corroios salt marsh, suffered a population boom and growth of urban and industrial area in 12,9 % and 6,1 %, respectively. This marsh also shows a strong activity aquaculture, activity that interferes with the growth of such vegetation. Adding to the low marsh sedimentation that this presents, diffuse pollution from urban and industrial area is also a factor of the recession in this salt marsh. Synergism of these features leads to a decrease during the years of study and the final value of the loss is 0,6 km².

Pancas salt marsh plus the sedimentation rate greater than the erosion process also has another factor for its growth. The land use around it has remained relatively natural since the beginning of this study. Unlike Corroios salt marsh case study themes majority are "*Open forest and woody vegetation*" and "*Agricultural and pasture areas.*" It is noted, therefore, an increase of 1,3 % salt marsh area which corresponds to 2,1 km².

Keywords: Land use, urban growth, Corroios and Pancas salt marshes, diffuse pollution.

Índice de Matérias

1) Objectivos e Introdução	1
1.1 Objectivo	1
1.2 Enquadramento.....	1
1.3 Factores que justificam a escolha do tema.....	2
1.4 Estrutura e organização da dissertação	2
2) Revisão da literatura	4
2.1 Caracterização de um sapal	4
2.1.1 Definição e formação de um sapal.....	4
2.1.2 Nutrientes e energia.....	5
2.1.3 Zonação de um sapal.....	5
2.2 A influência do uso do solo no sapal	9
2.2.1 Serviços dos ecossistemas.....	9
2.2.2 Crescimento populacional e Capacidade de Carga dos sistemas costeiros	10
2.2.3 Actividades humanas e perda de sapal	13
2.3 Observação da Terra através de SIG	24
3) Metodologia	26
3.1 Processo metodológico	26
3.2 – Enquadramento e características das áreas de estudo.....	28
3.2.1 Caso de estudo do sapal de Corroios	31
3.2.2 Caso de estudo do sapal de Pancas.....	39
4) Resultados	48
4.1 Uso do solo da área A – sapal de Corroios.....	48
4.2 Uso do solo da área B – sapal de Pancas.....	63
5) Discussão.....	78
6) Conclusão	82
Referências Bibliográficas	84

Índice de Figuras

Figura 1 – Crescimento e previsão mundial do número de habitantes nos meios rurais e urbanos.....	11
Figura 2 –Densidade populacional em 1700 (A) e em 1998(B).....	12
Figura 3 – Recuperação da área de sapal (1A) após anos de práticas agrícolas (1B).....	18
Figura 4 – Perda de sapal e urbanização em Boston entre 1777 e 1999.....	19
Figura 5 - Sapal rodeado por complexo industrial em Somerset. Massachusetts.....	19
Figura 6 - Área de sapal dissecada por uma auto-estrada em Quincy, Massachusetts.....	20
Figura 7 – Mudanças históricas no estuário da Baía de São Francisco.....	21
Figura 8 - Mapa da zona húmida de Ballona Creek em 1876 e 1903, respectivamente.....	22
Figura 9 – Agricultores a cortar feno nas ilhas de Boston Harbor.....	23
Figura 10 – Mudanças no tamanho do sapal entre 1893-1952 em Neponset River, Boston.....	24
Figura 11 - Enquadramento da Região hidrográfica do Tejo.....	28
Figura 12 – Localização das zonas de sapal do estuário do Tejo.....	29
Figura 13 – Localização das áreas de estudo. Sapal de Corroios (A) e Sapal de Pancas (B).....	31
Figura 14 – Carta Militar da área de estudo do Sapal de Corroios. Escala 1:25 000.....	32
Figura 15 – Centro urbano junto à Baía do Seixal nos anos 60.....	33
Figura 16 – Saída dos trabalhadores da fábrica da Mundet & C.ª Lda do Seixal na década de 50.....	33
Figura 17 – Sapal de Corroios.....	36
Figura 18 – Antigos tanques de aquacultura, Sapal de Corroios.....	36
Figura 19 – Pressão urbanística (A) e poluição (B) no sapal de Corroios.....	37
Figura 20 – Exemplo de algumas espécies encontradas no sapal de Corroios.....	38
Figura 21 – Carta Militar da área de estudo do sapal de Pancas. Escala 1:25000.....	39
Figura 22 - Monte de Pancas.....	41
Figura 23 – Sapal de Pancas.....	43
Figura 24 – Antigas salinas no sapal de Pancas.....	44
Figura 25 – Exemplo de espécies encontradas no sapal de Pancas.....	45
Figura 26 – Zonação no sapal de Pancas.....	46
Figura 27 – Reserva Ecológica Nacional e delimitação dos estatutos de protecção.....	47
Figura 28 – Áreas (%) do uso do solo de 1947, sapal de Corroios	48
Figura 29 – Uso do solo de 1977 da área de Corroios.....	49
Figura 30 - Uso do solo de 1977 da área de Corroios.....	50
Figura 21 - Áreas (%) do uso do solo de 1977, sapal de Corroios.....	51

Figura 32 – Diferenças no uso do solo entre 1947 e 1977. Zona agrícola no primeiro ano e urbanizada no segundo.....	52
Figura 33 – Diferença do tamanho do sapal em 1947 e 1977.....	52
Figura 34 - Uso do solo de 1989 da área de Corroios.....	53
Figura 35 - Áreas (%) do uso do solo de 1989, sapal de Corroios.....	54
Figura 36 – Substituição da zona florestal por vegetação e zona descoberta em 1977 e 1989, respectivamente.....	54
Figura 37 – Áreas (%) do uso do solo de 1999, sapal de Corroios.....	55
Figura 38 - Uso do solo de 1999 da área de Corroios	56
Figura 39 – Substituição da vegetação de sapal, 1989, por tanques de aquacultura em 1999.....	57
Figura 40 – Diferença no tamanho do sapal entre 1947 e 1999.....	57
Figura 41 – Uso do solo de 2004 da área de Corroios.....	58
Figura 42 - Áreas (%) do uso do solo de 2004, sapal de Corroios.....	59
Figura 43 – Substituição de zonas agrícolas em 1999 por áreas em construção em 2004.....	59
Figura 44 - Uso do solo de 2010 da área de Corroios.....	60
Figura 45 - Áreas (%) do uso do solo de 2010, sapal de Corroios.....	61
Figura 46 - Áreas (%) do uso do solo de 1947, sapal de Pancas.....	63
Figura 47 – Uso do solo de 1947 da área de Pancas.....	64
Figura 48 - Uso do solo de 1977 da área de Pancas. As zonas assinaladas como 1 e 2 indicam as principais locais de crescimento do sapal.	65
Figura 49 – Áreas (%) do uso do solo de 1977, sapal de Pancas	66
Figura 50 - Aumento do sapal na zona 1 entre 1947 e 1977, respectivamente	66
Figura 51 – Uso do solo de 1989 da área de Pancas	67
Figura 52 – Diferenças na agricultura entre 1977 e 1989, respectivamente.....	68
Figura 53 - Áreas (%) do uso do solo de 1989, sapal de Pancas	68
Figura 54 - Uso do solo de 1999 da área de Pancas... ..	69
Figura 55 – Áreas (%) do uso do solo de 1999, sapal de Pancas	70
Figura 56 – Desaparecimento do coberto vegetal em 1989 para aparecimento dos círculos característicos da agricultura em 1999.....	70
Figura 57 - Uso do solo de 2004 da área de Pancas	71
Figura 58 - Áreas (%) do uso do solo de 2004, sapal de Pancas.....	72
Figura 59 – Áreas (%) do uso do solo de 2010, sapal de Pancas.....	72

Figura 60 – Uso do solo de 1999 da área de Pancas . A zona assinalada como 2 representa a maior zona de crescimento do sapal.....	73
Figura 61 – Aumento do sapal na zona 2 entre 1947 e 2010, respectivamente.....	74
Figura 62 – Evolução das classes mais significativas. As áreas A e B representam os usos do solo em volta do sapal de Corroios e de Pancas, respectivamente.....	76
Anexo 1 – Número de pontos de controlo usados e respectivos RMS Error.....	89

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Relação da distribuição das espécies de plantas do sapal com gradientes de factores abióticos como tempo de imersão e salinidade.....	7
Tabela 2 – Estado de alguns dos habitats costeiros.....	14
Tabela 3 – Resumo da perda de ecossistemas costeiros.....	15
Tabela 4 – Resumo das perdas históricas das zonas húmidas no Estado da Califórnia.....	20
Tabela 5 – Características das fotografias aéreas e ortofotomapas pertencentes ao Sapal de Corroios e Pancas.....	27
Tabela 6 – População residente nas freguesias do Seixal nos anos 1991, 2001 e 2011.....	35
Tabela 7 – Dados de interesse territorial do Concelho de Alcochete.....	42
Tabela 8 – Áreas (km ² e %) dos temas do uso do solo em cada ano de análise, Corroios.....	66
Tabela 9 – Áreas (km ² e %) dos temas do uso do solo em cada ano de análise em Alcochete.....	75

Lista de abreviaturas, acrónimos e siglas

AML – Área Metropolitana de Lisboa

DPH – Domínio Público Hídrico

IBA – Important Bird Area

ICN – Instituto da Conservação da Natureza

ICNF – Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas

PBHRT – Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Tejo

RNET – Reserva Natural do Estuário do Tejo

SIG – Sistema de Informação Geográfica

UNOP – Unidades Operativas de Planeamento e Gestão

ZPE – Zona de Protecção Especial

1) Objectivos e Introdução

1.1 Objectivo

O principal objectivo desta dissertação é a avaliação do efeito da modificação do uso do solo nos sapais. Esta dissertação pretende conhecer a evolução de duas áreas de estudo considerando um intervalo de tempo de várias décadas e confirmar o que diversos autores haviam estudado acerca do efeito do incorrecto planeamento do uso do solo no desaparecimento de um sapal. As duas áreas distintas, do ponto de visto do seu actual uso do solo são o Sapal de Corroios e o Sapal de Pancas e as suas áreas envolventes.

1.2 Enquadramento

O crescimento populacional, que se fez sentir a partir das revoluções agrícolas e industriais, trouxe consequências para os ecossistemas mais próximos dos novos centros urbanos. Sabendo que até ao ano 2030 61 % da população mundial deverá viver em áreas urbanas, o correcto ordenamento e planeamento do uso do solo torna-se urgente Raven et. al., (2000). Weng (2001) afirma que para um desenvolvimento sustentável é necessário e urgente uma avaliação da magnitude, padrão, tipo de uso do solo e as mudanças que se têm vindo a verificar ao longo dos anos (Weng, 2001).

Algumas das mudanças que se têm vindo a verificar no uso do solo tendem a minar a saudável relação que deve existir entre pessoas e meio ambiente. As agressões aos sapais são descritas, um pouco por todo o mundo, desde o início do século XIX para aumentar a área a ser utilizada nas práticas agrícolas e mais recentemente para construção de empreendimentos e indústrias. Estas decisões são tomadas, muitas vezes, sem se ter em conta os serviços que os sapais nos prestam, a diversidade biológica aí presente ou o papel no combate a agressões mais recentes como o aumento do nível médio das águas dos mares (Raven et. al., 2000).

A maioria dos teóricos concorda que a pressão humana sobre os ecossistemas naturais é um produto de três factores: a população, o consumo por pessoa e a tecnologia. A população é o número total de pessoas, o consumo refere-se à quantidade de cada pessoa consome e tecnologia determina quantos recursos são utilizados e a quantidade de resíduos ou de poluição que são produzidos para cada unidade de consumo (Raven et. al., 2000).

Segundo Ehrlich e Holdren (1974) in Raven et. al., (2000) em cada interacção humana, mesmo nas sociedades mais simples, os três factores estão em jogo e podem ser expressos segundo a fórmula abaixo [1]:

$$[1] \quad I = P \times A \times T$$

Onde,

I = Impacte

P = População

A= Consumo

T = Tecnologia

É importante de salvaguardar que na presente dissertação são analisados quantitativamente apenas um dos três factores, a população e qualitativamente a poluição. No entanto, não pode ser desvalorizado qualquer dado aqui apresentado, estando assim o primeiro passo dado para uma melhor compreensão das acções humanas e da tríada defendida pelos especialistas.

1.3 Factores que justificam a escolha do tema

O estuário do Tejo apresenta uma zona de sapal, cerca de 20 km², principalmente ao longo da sua margem esquerda. Tendo em conta a presença de grandes centros urbanos e industriais na Área Metropolitana de Lisboa e o aumento da população verificada na Margem Sul do Tejo, torna-se importante avaliar em que estados se encontram esses sapais através da evolução ao longo dos anos.

É tendo em conta a situação de desenvolvimento industrial e urbano que esta dissertação tem incidência. Quais os principais efeitos deste desenvolvimento nos sistemas naturais como os sapais? As duas áreas de estudo, zona em volta ao sapal de Corroios e de Pancas foram escolhidas por terem, actualmente, diferentes usos do solo. O interesse em saber qual os temas presentes há 63 anos atrás e se essa diferença influencia a evolução de um sapal foi o principal factor de escolha do tema desta dissertação.

As zonas húmidas apresentam características peculiares e embora sejam muitas vezes desvalorizadas são, por mim consideradas, como zonas muito interessantes de analisar. Por toda este interesse da minha parte não poderia deixar de desenvolver a minha dissertação fora deste âmbito.

1.4 Estrutura e organização da dissertação

A estrutura da dissertação encontra-se organizada em seis capítulos. No primeiro capítulo é feito um enquadramento geral e apresentado o contexto em que se desenvolve o estudo, referindo os objectivos que se pretendem alcançar.

O capítulo 2 inicia-se com uma caracterização do sapal aprofundando temas como a zonação e definição de um sapal. Aqui são apresentados os serviços deste ecossistema e como o crescimento populacional e o aumento da capacidade de carga nos sapais colocam em causa a qualidade e sustentabilidade destes sistemas. Também são apresentados dois exemplos de exploração dos sapais (Califórnia e Boston) e descritas, aprofundadamente, as consequências dos actos praticados. Por último, são identificadas as vantagens da utilização das ferramentas SIG na avaliação do uso do solo.

O capítulo 3 – Metodologia- é caracterizado pela apresentação da metodologia escolhida e são descritos todos os passos efectuados. Aqui também é realizado todo o enquadramento das duas áreas de estudo, apresentando dados da evolução do uso do solo e população. É também neste capítulo que se relatam algumas situações mais invulgares e mediáticas que os sapais das duas áreas de estudo sofreram.

É no capítulo 4 que são apresentados e analisados os resultados do estudo e identificados alguns obstáculos à realização da dissertação. Aqui são exibidos seis mapas para cada área de estudo pertencentes aos anos de 1947, 1977, 1989, 1999, 2004 e 2012. Os resultados deram também origem a gráficos e tabelas que pretendem mostrar a evolução do uso do solo e do

sapal ao longo de 63 anos. Aqui também se comparam os dados obtidos nas duas áreas de estudo para melhor se perceber a evolução de cada uma delas. No seguinte capítulo, Discussão são justificados e apresentadas conceitos que fundamentem e suportem os resultados obtidos.

Por último, no capítulo 6 salienta-se os principais resultados obtidos e a importância de um correcto planeamento do uso do solo, principalmente, quando o desenvolvimento urbano se realiza perto dos sapais.

2) Revisão da literatura

2.1 Caracterização de um sapal

2.1.1 Definição e formação de um sapal

Os sapais são ecossistemas costeiros que se desenvolvem nos bancos de sedimentos aluviais, arenosos e vasosos dos estuários (Ricklefs & Miller, 2000). Reed (1990) e Costa (2001) identificam, para além dos sedimentos, a importância dos climas temperados como factor determinante no desenvolvimento destes. Já o conceito de estuário é definido, em primeiro lugar por Odum (1988) e confirmado, mais tarde, por outros autores como Chapin III (2000), como uma massa de água costeira semi-cercada que tem uma ligação livre com o mar e onde se mistura com água doce proveniente dos rios.

A formação dos sapais está intimamente relacionada com dois factores: a amplitude das marés e a altitude da costa (Eleuterius & Eleuterius, 1979 in Simas et.al., 2001). Nas linhas de costa pouco estáveis existe uma baixa probabilidade deste ecossistema se desenvolver (Ranwell, 1972), pois a colonização do substrato pela vegetação só acontece sob determinadas características. Lousã (1986) identifica-as como sendo a protecção da acção directa das vagas e correntes marítimas mas tem de haver, ao mesmo tempo, influência de água doce e a deposição de sedimentos.

O desenvolvimento dos sapais começa com a acreção de sedimentos de modo a que uma parte fique mais elevada em relação ao nível médio da água do mar. Após este processo, as condições para a germinação das sementes das plantas pioneiras ou dos rizomas estão garantidas. Depois da fixação das espécies pioneiras entram em curso processos, como a pedogénese, que irão ocorrer paralelamente ao crescimento da comunidade. As sucessivas marés de vazante são essenciais nesta fase de desenvolvimento do ecossistema. Aqui a erosão gera uma inclinação abrupta e diferenciação evidente entre uma superfície com vegetação e outra de maior contacto com as marés. Esta diferença vai-se esbatendo à medida que as lamas se depositam e, aumentam assim, o tamanho e a maturação do sapal (Ranwell, 1972, Sebold, 1992 e Glenn- Lewin et al., 1992 in Collin et al., 2010).

Reed (1990) conclui, assim, que é o baixo hidrodinamismo e a mecânica das marés os factores determinantes na morfologia deste ecossistema. É interessante notar que desde o início da formação até à maturação final deste ecossistema dois processos opostos, o crescimento e a erosão, ocorrem sucessivamente (Ranwell, 1972).

Desde os autores mais antigos como Odum (1988) aos mais recentes como Mitsch & Gosselink (2000) existe uma concordância sobre a alta produtividade tão característica dos sapais. Este facto deve-se, principalmente, à combinação do elevado nível de nutrientes, à sua regeneração e à ausência do stress provocado pelas ondas (Ricklefs & Miller, 2000, Ranwell, 1972 e Odum, 1988). No entanto, esta teoria não é apoiada por todos os autores; diversos estudos contradizem o conceito do ecossistema com maior produtividade ser atribuído aos sapais em detrimento das zonas húmidas de água doce (Wieski et al., 2010 e Craft et al., 2009).

2.1.2 Nutrientes e energia

Uma das perguntas mais básicas sobre a ecologia de qualquer ecossistema natural é se o seu padrão de distribuição, abundância e produção são controlados por factores físicos e fornecimento de nutrientes (bottom-up) ou pelos consumidores (top-down). Os sapais são o caso típico de um ecossistema bottom-up onde as condições físicas do solo e a disponibilidade de nutrientes controlam os padrões de produção primária (Teal, 1962 in Silliman, 2009).

O factor nutricional presente nos sapais não é só importante para os organismos que nele habitam como também apresenta uma importância ecológica a uma maior escala (Krohne, 2001 e UNEP, 2006). Valiela et al. (2005) exemplifica este facto com a capacidade de interceptação do azoto da terra por parte das plantas de sapal proveniente impedindo um acréscimo de algas. Klein (1970) e Dixon (1970) in Krebs (1978) enaltecem tanto a importância do factor nutricional que afirmam mesmo que são os nutrientes e não a energia o factor limitante para as populações aí presentes.

Embora haja divergências nos factores limitantes não há dúvida de que estes sistemas, graças às suas características peculiares, são altamente produtivos. Os sapais podem mesmo apresentar uma produtividade líquida de $2 \text{ mg}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, sendo este valor apenas comparável ao das florestas tropicais (Caçador, 1994 e Naturlink, 2009).

Através da informação bibliográfica é possível perceber que existem dois nutrientes que influenciam toda a dinâmica do sapal (e.g. plantas e processos quimio-biológicos): o azoto e o fósforo (Montague, 1987, Krohne, 2001 e Wieski, 2010). Embora estes ecossistemas sejam, no seu todo, muito produtivos, é abaixo da superfície que se encontram os sedimentos mais ricos e escuros. Estas características devem-se a dois factores: à estabilização dos nutrientes por parte das raízes das plantas (Chapin III, 2002 e Wieski et al, 2010) e às altas taxas de decomposição microbiana nos sedimentos anóxicos (e.g. desnitrificação) que se verificam graças às bactérias quimioautotróficas (Ricklefs e Miller, 2000).

As entradas de azoto compensam as perdas verificadas por processos como a desnitrificação, a acumulação nos sedimentos e a remoção através das marés. Ricklefs e Miller (2000) identificam essas entradas como a precipitação, os fluxos de água subterrânea e a fixação local do azoto atmosférico.

Os sapais apresentam uma estreita relação com os estuários sendo que o fluxo de água no sapal é um factor determinante para o processo de exportação e importação de nutrientes (Montague et al., 1978). Este autor afirma também que a exportação e importação de nutrientes entre estes dois ecossistemas não é fácil de explicar. Desde o início do estudo dos sapais se percebeu que compostos de azoto e matéria orgânica dissolvida e particulada são extremamente importantes para assegurar o metabolismo dos ecossistemas receptores (Krebs, 1978, Odum, 1988, Ricklefs & Miller, 2000 e Valiela et al., 2005) aumentando tanto a sua qualidade como a dos ecossistemas que dependem dos sapais.

2.1.3 Zonação de um sapal

As condições adversas deste habitat impõem muitas limitações, pelo que apenas algumas espécies conseguem sobreviver. Por isso, e para sobreviver neste tipo de habitat, a comunidade vegetal presente tem de possuir um conjunto de características que lhes

permitam tolerar aos factores de “stress” como a imersão e a salinidade. Uma consequência da presença destes factores é a baixa riqueza específica do ponto de vista florístico (Adam, 1990).

A flora e os gradientes de salinidade e inundação

Um sapal não perturbado mostra um padrão de distribuição da vegetação constituinte muito específico, que resulta da diferente tolerância das plantas a dois factores, que determinam diversos gradientes: inundação e salinidade dos solos (Chapman, 1974, Pennings e Callaway, 1992 e Krohne, 2001). Devido a estes dois factores é possível observar uma transição abrupta e muito característica entre as espécies do sapal baixo, de transição e do alto.

Tanto as espécies florísticas como as faunísticas são dotadas de diferentes estratégias que lhes permitem permanecer em diferentes zonas, o que tem como consequência o aparecimento de uma zonation de espécies (Adam, 1990 e Sebold, 1992). As plantas do sapal como as halófitas (tolerantes ao sal) são um desses casos. Cada espécie do sapal desenvolveu a sua própria estratégia de, fixação, crescimento e dispersão de modo a ser mais eficaz a sua sobrevivência neste meio, hostil para muitas plantas.

No que se refere às marés, Ranwell (1972) e Adam (1990) identificam os factores que afectam a sobrevivência de todos os organismos dos sapais e a distribuição e dinâmica das plantas neste habitat. São eles o ciclo de imersão/emersão provocado pela intensidade e frequência das ondas e a duração da submersão e emergência.

Os regimes hidrológicos não só definem directamente o habitat mas indirectamente influenciam inúmeras variáveis edáficas e físicas, controlando assim o ambiente físico-químico do ecossistema (Silliman et.al., 2009).

Os regimes hidrológicos também influenciam outro factor físico determinante: a salinidade. A inundação provocada pelas marés traz sais para os sedimentos e, juntamente com as entradas de água doce, a textura do solo e a vegetação presente, conduzem a padrões de salinidade diferentes (Mitsch e Gosselink, 2000).

Todas as halófitas apresentam estratégias que as ajudam a enfrentar a secura fisiológica causada pela elevada concentração salina no meio. Este alto valor de sais dificulta o acesso à água, embora estejam, muitas delas, inundadas frequentemente. Como consequência, surgiram adaptações tais como a redução e succulência das folhas, osmose intra-celular e revestimento de pêlos secretores de sal (Ranwell, 1972, Sebold, 1992 e Costa 2001).

Este tipo de vegetação é fundamental na qualidade do ecossistema. Entre eles destacam-se os principais papéis:

- [1]** A absorção e estabilização do excesso de nutrientes, tais como o fósforo e o azoto, atrasando a eutrofização dos lagos e rios (Krohne, 2001 e Chapin III, 2002),
- [2]** A assimilação de toxinas e metais pesados, o que reduz a biodisponibilidade destes produtos, tornando muito limitada a sua circulação nas cadeias tróficas (Caçador, 1994 e Krohne, 2001) e
- [3]** A influencia na sedimentação. As raízes e os rizomas deste tipo de vegetação aumentam a coesão dos sedimentos e atrasam o processo erosivo, permitindo uma maior estabilização das

zonas costeiras (Krohne, 2001 e Chapman III, 2002 e Savage, 1972) e reduzindo, assim, as cheias e os picos associados às tempestades (Shepard et al., 2011).

Baldwin e Mendelsohn (1998) in Wieski et al., 2010 apresentam ainda uma ideia interessante acerca do gradiente de salinidade. Estes autores afirmam que o factor salinidade é, em termos evolutivos, uma barreira que impede a fixação e adaptação das espécies de água doce. No entanto, algumas espécies conseguiram ultrapassar essa barreira e fixaram-se em zonas específicas, são elas as plantas de sapal.

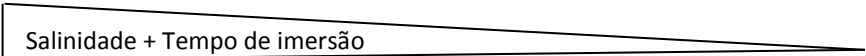
As 3 zonas de um sapal

As interações biológicas que ditam a competitividade anunciadas por Pennings e Callaway (1992) são aprofundadas alguns anos mais tarde. As espécies do sapal alto conseguiram, ao longo da sua evolução, ocupar as zonas com menos factores de “stress” e deslocar as espécies menos competitivas para esses locais. A competição entre espécies faz com que seja bem definida a transição entre elas e assim são formadas zonas bem distintas de vegetação (Pennings e Bertness, 2001).

Pennings et al. (2005) afirmam que os gradientes ambientais referidos não são constantes e podem variar espacialmente, sendo que nas posições topográficas mais baixas a salinidade é o principal factor e nas mais altas este é substituído pelas inundações periódicas. No entanto, este conceito não é confirmado por todos os autores e Bertness et al. (1992) e Ranwell (1972) defendem que, pelo facto da maior parte das plantas do sapal ser halófita, o principal factor de distribuição é a inundação e não a salinidade. Apesar destas divergências entre autores, o facto do padrão da vegetação ser dinâmico e adaptar-se à variação nas condições hidrológicas é confirmada por todos os autores.

Devido a todas estas características os sapais apresentam três zonas com características bem distintas. A primeira zona, mais baixa, é também conhecida como zona pioneira, a segunda como sapal médio e habitat de transição e, por último, encontra-se o sapal alto com as plantas menos tolerantes à salinidade (Krohne, 2001) (Tabela 1). No entanto, devido à complexidade do ambiente físico-químico nem sempre é possível associar a distribuição da vegetação a um padrão bem conhecido (Pennings e Callaway, 1992).

Tabela 1 – Relação da distribuição das espécies de plantas do sapal com gradientes de factores abióticos como tempo de imersão e salinidade. Fonte: Costa (2001) e Collin et al. (2010)



Zonação	Sapal Baixo	Sapal Médio	Sapal Alto
Espécies características	<i>Spartina maritima</i> <i>Spartina alterniflora</i> <i>Zostera noltii</i>	<i>Salicornia ramosissima</i> <i>Sarcocornia perennis</i> <i>Halimione portulacoides</i>	<i>Juncus maritimus</i> <i>Typha latifolia</i>

A vegetação pioneira presente no sapal baixo consiste num número restrito de halófilas capazes de tolerar não só as inundações (Ranwell, 1972 e Ponnampurna, 1972) como também sobreviver a uma ampla gama de valores de salinidade (Wieski et al., 2010). Adam (1990) atribui muita importância ao primeiro factor já que em meios encharcados há uma

redução da disponibilidade de oxigénio para as raízes. Isto porque nestes meios o oxigénio difunde-se dez mil vezes mais devagar se compararmos com meios secos. Já Odum (1988) e Kunza (2008) afirmam que é o inconstante factor da salinidade a principal causa para a baixa diversidade deste local.

Nesta primeira zona as plantas pioneiras substituem, constantemente, aquelas que não sobrevivem às investidas frequentes das marés. Krohne (2001) afirma que são estas marés enchentes periódicas um dos principais factores abióticos responsáveis pela distribuição da vegetação nesta zona. A este tipo de plantas, enraizadas no sedimento e cuja parte superior emerge da água, denomina-se de vegetação emergente (Odum, 1988, Ricklefs & Miller, 1999) e é normalmente caracterizada por *Spartina alterniflora* pois esta espécie apresenta maior resistência às inundações de água salgada (Krebs, 1978, Bertness & Ellison, 1987, Pennings et al., 2005 e Wieski, 2010). Esta espécie cobre uma grande parte deste ecossistema e é característica dos sapais de zonas temperadas (Craft et al., 2009).

À medida que se caminha para o interior, a diversidade vegetal aumenta e o tempo de inundação diminui. Este aumento de diversidade é explicado por diversos factores como [1] a moderação tanto do gradiente de salinidade como do de inundação que acontece nos sapais dos climas mediterrâneos e [2] pelas diferentes características que lhes permitem resistir à submersão e à emersão (e.g. plantas sem aerênquima persistente ou estabelecimento de um sistema de raízes adventícias na superfície do solo) (Ranwell, 1972). Esta zona torna-se, assim, naquela que apresenta as características mais benéficas para o crescimento da vegetação (Pennings e Callaway, 1992 e Krohne, 2001).

As áreas situadas a cota mais elevada apenas são inundadas aquando das marés vivas equinociais (Bertness e Ellison, 1972 e Wiegert e Freeman, 1990) que trazem detritos que aí ficam depositados (Costa, 2001). O que significa que o contacto com a água proveniente da inundação é, normalmente, mínimo, sendo a água proveniente da precipitação a presença mais comum. 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 de grande variação de salinidade (Ranwell, 1972, Adam 1990, Pennings e Callaway, 1992 e Silliman, 2009). É interessante reparar que à medida que se caminha para esta zona do sapal verifica-se um aumento no porte da vegetação devido à diminuição de algumas variáveis de “stress” (Wieski, 2010) tais como o distúrbio mecânico das marés (Ranwell, 1972).

Para além da salinidade e inundação existem outros factores que influenciam a distribuição da vegetação. Krebs (1978) acrescenta as diferenças de temperatura e exposição solar que ocorrem devido às variações da maré, Pennings e Callaway (1992) as interações biológicas nas bordas e Bertness e Ellison (1972) e Wiegert e Freeman (1990) as condições edáficas que mudam consoante a posição topográfica. É este aspecto que Collin et al. (2010) se debruça e explica a importância da topografia como um dos factores mais complexos que explicam a estrutura espacial dos ecossistemas intertidais.

A fauna do sapal

O importante papel das bactérias no sapal (e.g. eliminação de detritos) e o facto de estes ecossistemas apresentarem processos de controlo bottom-up poderia sugerir que os animais têm uma menor importância na comunidade. No entanto, a fauna é relevante em actividades

como a decomposição e formação de túneis para o crescimento saudável da flora (Krebs, 1978, Montague, 1980 in Montague et.al., 1987).

Embora pouco se saiba sobre o papel dos predadores, como os mamíferos, nos sapais (Valiela et al., 2005) existe algum conhecimento sobre os consumidores primários. A fauna herbívora pode ser dividida em dois grupos (Krebs 1978), aquela que se alimenta das plantas mortas no solo e aquela que se alimenta directamente das plantas vivas (Ranwell, 1972). Segundo Montague et al. (1987) a percentagem das plantas vivas consumidas pelos herbívoros é de 10 % sendo a maioria consumida já morta.

Neste ecossistema verifica-se uma relação directa entre o número de consumidores e a quantidade de comida disponível (Valiela et al., 2005). Vince et al., (1981) vai mais longe e afirma que quanto mais elevada a quantidade de azoto presente nas plantas maior o número de herbívoros a habitar um sapal.

Os sapais são também conhecidos por constituírem características óptimas à utilização como berçários, local de paragem e refúgio das aves migratórias (Valiela et al., 2005), habitat de diversas espécies de algas (Ranwell, 1972) e importantes áreas de alimentação tanto para organismos em fases larvar como para peixes e invertebrados (Ricklefs & Miller, 2000).

2.2 A influência do uso do solo no sapal

2.2.1 Serviços dos ecossistemas

Os conceitos dos serviços e recursos provenientes dos sapais e zonas húmidas não se têm mantido estáticos ao longo dos tempos. Aquilo que a humanidade retira destes ecossistemas muda também com a transformação da sociedade e as suas necessidades. Os sapais oferecem um variado leque de serviços ecológicos dos sistemas costeiros, no entanto e historicamente, a população humana tem excedido a sua capacidade de carga.

No século XVII os agricultores usavam os diversos recursos que os sapais ofereciam para o seu sustento. Nesta altura o serviço mais importante que daí advinha era a própria terra aquando da sua reconversão para a prática agrícola. Já no início do séc. XIX foram designados por serviços económicos mas continuavam a ser os únicos conhecidos destes ecossistemas (Sebold, 1992). Este autor explica este conceito no seu livro dizendo que, com a reconversão destas terras em áreas agrícolas, os proprietários teriam mais lucros e a própria terra poderia valer até \$120 por hectare.

Devido à crescente consciência de que as zonas húmidas apresentam também um valor económico para a sociedade humana surgiram várias tentativas de quantificar esse valor. Num estudo realizado nos pântanos Hadejia Nguru, no norte da Nigéria, descobriu-se que a zona húmida correspondente rendia um lucro 30 vezes superior no seu estado natural do que se a água fosse desviada para projectos de irrigação. Este lucro provinha essencialmente dos peixes, lenha e irrigação natural de culturas (Hinrichen, 1996 in Raven et.al., 2000). Costanza et.al (1997) vai mais longe e calcula o valor económico dos serviços associados aos estuários e zonas húmidas chegando ao valor de \$32,822 ha⁻¹ ano⁻¹.

Actualmente, a sociedade humana obtém um conjunto de serviços fundamentais à actual civilização (Daily et al. 1997) conhecidos como “serviços do ecossistema” (Shepard et al.,

2011). Como qualquer ecossistema, difere no tipo de funções de acordo com as suas características o tipo de serviços que pode oferecer à sociedade é também ele distinto. Consciente destes factos a Avaliação dos Ecossistemas do Milénio (Millennium Ecosystem Assessment – MA) desenvolveu quatro categorias destes serviços (UNEP, 2006 e WWF, 2008):

- Serviços de apoio – ciclo de nutrientes, produção primária;
- Serviços de abastecimento – produção de alimentos e materiais;
- Serviços de regulação – de inundações, climáticas;
- Serviços culturais.

Especificamente no que respeita às zonas húmidas, o ecossistema sapal fornece serviços como produção (e.g., biomassa), habitat (e.g., diversidade) e regulação (e.g., desnitrificação e retenção de nutrientes) (Daily et al. 1997, de Groot et al. 2002 e Craft et al., 2009), sendo que os estuários e os sapais fornecem mais serviços por unidade de área do que qualquer outro ecossistema conhecido (UNEP, 2006).

Shepard et al. (2011) destacam os serviços de regulação e protecção das linhas costeiras (e.g., atenuação das ondas, cheias e estabilização do litoral) como dos serviços mais importantes, face às consequências das alterações climáticas e mitigação dos riscos da costa. Daí que este autor afirme que as pressões que se têm feito sentir nas zonas costeiras resultam num decréscimo do fornecimento de sedimentos aos sapais. de Groot et al. (2002) conclui que estes serviços advêm da posição de interface entre a terra e o mar de que os sapais usufruem.

O mesmo autor ao reunir informação sobre a função dos sapais enquanto sistemas estabilizadores dos efeitos das tempestades concluiu que muitos dos estudos analisados mostravam evidências de que as áreas de sapal em estado natural drenavam mais facilmente a água em comparação com áreas já alteradas (Shepard et. al., 2011). O que significa que a degradação e perda destes ecossistemas implicam também a perda das funções e serviços que prestam (Valiela et al., 2005).

A recente tentativa de atribuir um valor económico aos serviços prestados pelos diferentes ecossistemas em todo o mundo atribuiu às zonas húmidas o valor de \$15 000 ha⁻¹ ano⁻¹, colocando-as num patamar sete vezes superior ao das florestas tropicais. Não deixa também de ser importante referir que este valor provém, essencialmente, da prevenção de cheias (Choudhury, 1997 in Raven *et.al.*,2000).

Esta é apenas mais uma razão para a protecção destes ecossistemas. Porém estes factos parecem não surtir efeito na escolha da localização para o desenvolvimento dos grandes aglomerados urbanos. Estes, bem como as diversas actividades económicas, provocam mudanças no padrão do uso do solo e conseqüentemente a destruição dos sapais (Weng, 2001 e Valiela *et al.*, 2005).

2.2.2 Crescimento populacional e Capacidade de Carga dos sistemas costeiros

O crescimento exponencial da população acelerou o caminho para o limite da capacidade de carga de muitos recursos. O aumento da pressão antropogénica em determinados ambientes naturais, em particular no litoral, tem vindo a ser relevante no que diz respeito à capacidade de carga destes sistemas (Schwartz, 2005).

O aumento da população pode ser visto de forma dramática no tempo que levou para cada mil milhão de pessoas ser alcançado. O primeiro mil milhão aconteceu por volta do ano 1804 e demorou cerca de 200 000 anos a ser atingido. O segundo demorou 123 anos e o terceiro, em 1960, já só demorou 33 anos. Desde então adicionamos mais um a cada 13/14 anos (Durand, 1974 in Raven et.al., 2000).

Este rápido crescimento tem como consequência o desenvolvimento de mais zonas urbanas e/ou o aumento da áreas destas. Como tal, os ecossistemas próximos destas zonas vão sofrer, necessariamente, mais ou menos danos (Figura 1).

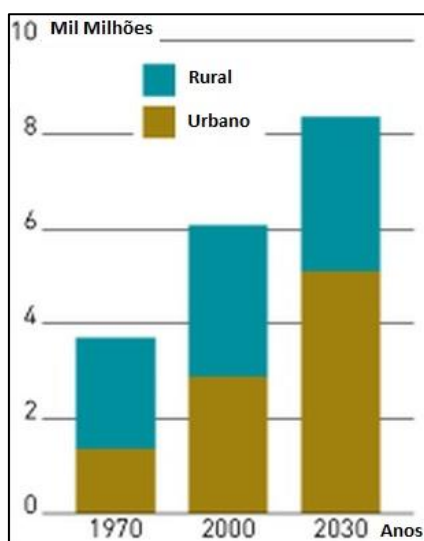


Figura 1 – Crescimento e previsão mundial do número de habitantes nos meios rurais e urbanos. Fonte: Raven et.al., 2000.

A taxa de crescimento da população humana foi muito lenta até ao ano 1500 com uma média inferior a 0,1 % ao ano. As revoluções agrícola e industrial do século XVIII estimularam o crescimento para 0,5 % ano⁻¹ até ao início do século XX. Em 1950, apenas 29 % da população mundial vivia em áreas urbanas. No final do século XX a proporção o valor era de 47 % e deverá subir para 61 % até ao ano 2030. É de frisar que metade do crescimento urbano é alimentado a partir da migração das áreas rurais (Raven et. al., 2000).

A escala das actividades humanas pode, em parte, ser observada através da densidade populacional ao longo do tempo por todo o globo. A figura 2 mostra a crescente difusão e densidade populacional ao longo dos últimos três séculos.

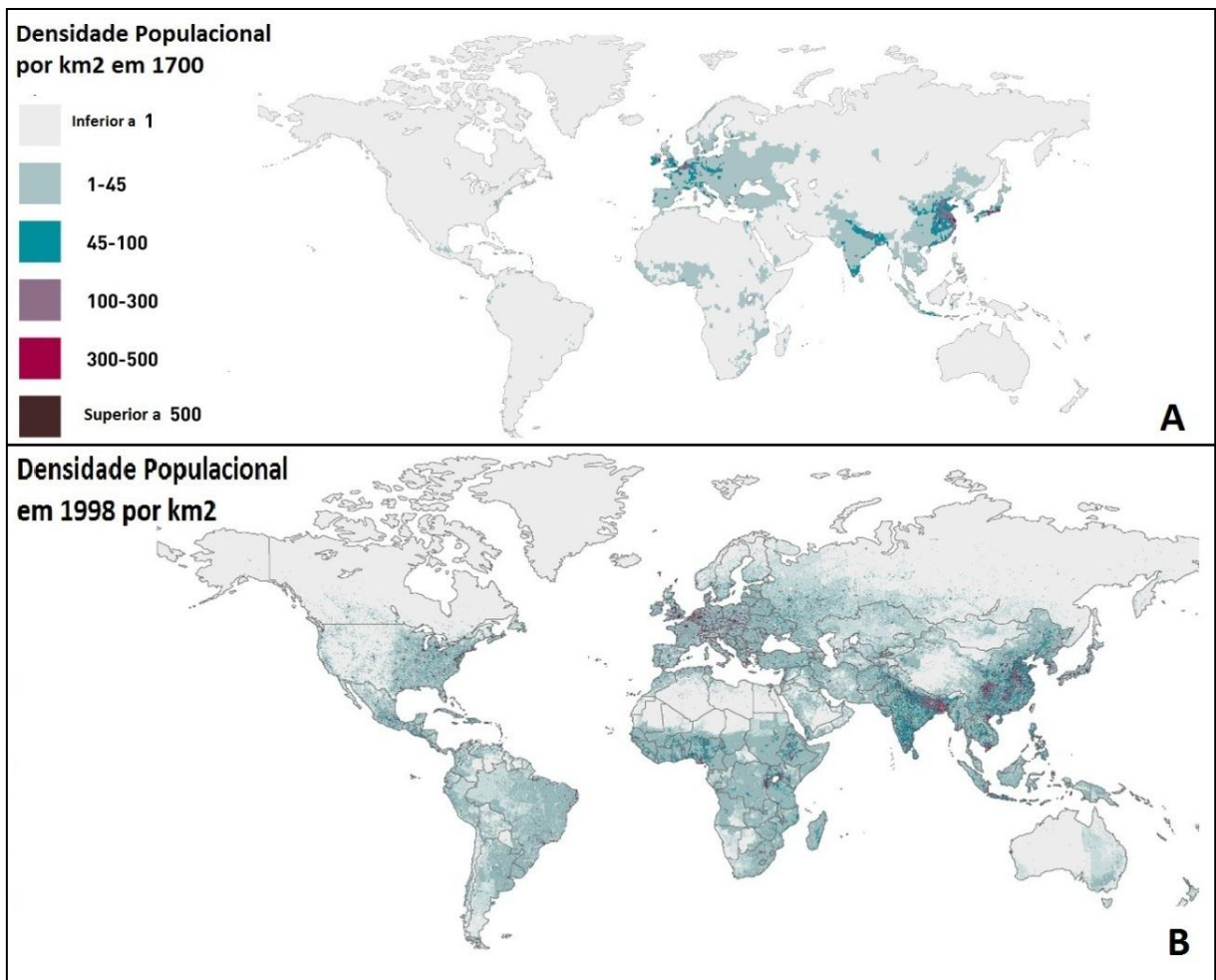


Figura 2 – Densidade populacional em 1700 (A) e em 1998(B). Fonte: Raven et al., 2000.

A figura ilustra aquilo que os autores mais antigos como Odum já descreviam. Faz parte da história da humanidade não só a mudança das cidades para as zonas de litoral como o próprio aumento das áreas das cidades costeiras. A juntar a esta mudança de localização existe também o fraco factor de protecção legislativo. Em 1997 apenas 6,4 % da área da Terra estava protegida pelos diversos estatutos de protecção e 88 % dessas áreas eram menores a 100 000 há (World Resources, 1998 in Raven et.al. 2000).

A densidade populacional está relacionada com a maioria das perdas de habitat. Numa amostra de 50 países da Ásia e África onde foi estudado a perda de habitat da vida selvagem verificou-se que a perda percentual tende a ser mais alta onde a densidade populacional é maior (Harrison, 1993 in Raven *et. al.*, 2000).

Segundo um estudo realizado pelo World Resources Institute (in Raven *et al.*, 2000) 51 % das zonas litorais de todo o mundo apresentam um nível de ameaça “moderado” a “alto”. Este estudo afirma também que existe uma correlação entre a perda de ecossistemas costeiros e o crescimento das cidades e portos e uma moderada relação entre a densidade populacional, sendo o planeamento do uso do solo e dos próprios aglomerados urbanos essencial para minimizar estes efeitos. É sobre este ponto de vista que muitos autores se debruçam tentando, assim, explicar a urgência e a necessidade de um correcto planeamento do uso do solo como medida de protecção dos ecossistemas aí presentes (Odum, 1988 e Weng, 2001).

A UNEP (2006) justifica a concentração dos impactes humanos nos ecossistemas costeiros devido à sinergia de três factores. A proximidade das actividades humanas nestes ecossistemas, as repercussões dos impactes terrestres e a concentração da permanência humana ao longo da linha da costa.

O conceito Capacidade de Carga (CC), um termo derivado da ecologia, varia de acordo com o autor em causa. Raven et al., (2000) afirma que “ (...) não é o número de pessoas que faz a diferença no meio ambiente mas sim a nossa carga total de uso de recursos e produção de resíduos”.

Já Schwartz (2005) define-a como a população que um ecossistema pode sustentar, definida pela variação da densidade populacional das espécies presentes, sem causar qualquer tipo de degradação nos seus recursos. Lim (1998) acrescenta o factor social dizendo que a capacidade de carga é um dos conceitos que exemplifica a necessidade de equilibrar o desenvolvimento e as actividades, num nível que sejam simultaneamente ecológico e socialmente sustentável. No entanto, dada a complexa interacção entre população-ambiente, estimar a CC da Terra para as populações humanas é uma tarefa vã.

O conceito é, actualmente, mais do que a estimativa numérica tendo evoluído para uma ferramenta de planeamento que permite responder a questões que os urbanistas e ambientalistas têm vindo a colocar (Williams e Gill, 1991 in Lim, 1998). No entanto, alguns problemas ainda persistem como os distintos significados para diferentes públicos ou a ampla variedade de standards para a sua medição (Simón, et al., 2004). A adopção de uma definição ou metodologia universal apresenta pouca relevância, não devendo existir uma única e precisa capacidade de carga mas várias, que incorporem elementos importantes como valores pessoais, questões éticas e políticas que desempenhem um papel preponderante na sua determinação (Silva, 2002).

2.2.3 Actividades humanas e perda de sapal

Os humanos têm uma longa história no que se refere a alterações dos ecossistemas costeiros. Em 1988 Odum, e mais tarde confirmado por outros autores como Silliman (2009), afirmava que os usos e abusos praticados nos estuários e ecossistemas associados a estes estavam a tornar-se de tal maneira críticos que seria essencial compreender bem as suas características para perceber os reais efeitos das nossas acções. No entanto, esses actos continuaram e durante décadas de actividades antrópicas, o impacte crescente nos processos reguladores (Chapin III et al, 2002) e a transformação dos ecossistemas intertidais em agro-sistemas ou áreas urbanas foi inevitável (Collin et al., 2010).

Esta degradação dos ecossistemas é, para Hughes (2001), fruto da extrema proximidade entre estes e as cidades ou áreas industrializadas. Factos como metade da população do mundo viver a menos de 200 km da costa ou das 32 maiores cidades do mundo, 22 situarem-se na costa (Ross, 1995 in Oceanservice, 2012) corroboram a ideia defendida pelo autor.

Só na Ásia estima-se que 80 milhões de pessoas se mudaram para as cidades costeiras na última década e nos Estados Unidos cerca de 140 000 pessoas, ou seja, 53 % da população (NOAA, 2001). Outro exemplo interessante de referir é o da Austrália onde 90 % de todo o edificado se situa na zona costeira (Raven et al., 2000). É assim inevitável que com a mudança

da população para a costa se mudem também todas as actividades e serviços a nós associados provocando *stress* nestes ecossistemas e nos recursos aí presentes.

No entanto, apesar da capacidade de adaptação dos sapais às condições de salinidade e inundação e sobrevivência a diversos factores “stressantes” (descritos no sub-capítulo 2.1.3) Tiner (1985) in Sebold, (1992) afirma que estes ecossistemas são frágeis, sendo afectados tanto pelas flutuações nas condições naturais como pelas acções humanas e provocando perdas ou danos irreversíveis (Tabela 2).

Tabela 2 – Estado de alguns dos habitats costeiros. Adaptado de UNEP, 2006.

Tipo de Habitat	Estado
Estuários	Substancialmente perdidos
Mangais	35% deste ecossistema desapareceu nas duas últimas décadas
Zonas intertidais	Degradação substancial
Sapais	Massiva alteração e perda

A partir da década de 70, os serviços dos sapais foram finalmente reconhecidos ao mesmo tempo que organizações internacionais centravam a sua atenção na rápida regressão destes. Até aqui era política, nos países europeus, encorajar a sua conversão em terrenos de maior utilidade para a sociedade (e.g. terrenos agrícolas, zonas urbanas e zonas industriais) mas conceitos como restauração e protecção começavam agora a surgir (Chapin III et al., 2002 e Silliman et. al., 2009). Consequência deste novo paradigma foi o abrandamento do desenvolvimento urbano nos sapais a partir da década 70 devido à crescente preocupação de grupos ambientalistas e à legislação de protecção. Exemplo disto é o abrandamento da destruição (inferior a 1 % ano⁻¹) nos Estados Unidos devido à legislação nacional de protecção Beedtink (1977) in Chapin III et al., (2002).

Chapin III et al (2002) corrobora as ideias de Beedtink (1977) e aplaude a nova consciência mas recrimina que a planificação do uso do solo só tenha começado a surgir depois do Homem ter danificado severamente as características intrínsecas do ecossistema referindo que “ (...) apesar destes esforços estamos agora a viver com a herança de regimes hidrológicos modificados e perdas irreversíveis de habitats”. A tabela seguinte sumariza a destruição deste tipo de habitat em todo o mundo.

Tabela 3 – Resumo da perda de ecossistemas costeiros.

	Local	Citação	Fonte
América	EUA	“Perdas de sapal com valores entre 30 a 40 %”	Horwitz (1978)
	EUA	“Estima-se que no ano 2000 45 % da área de sapal desaparecerá e 41 % está a caminho da destruição”	Orson et al. (1998)
	EUA	“Mais de metade dos sapais dos EUA foram destruídos devido aos impactes humanos directos e indirectos ”	Shepard et al. (2011)
	Louisiana	“Perda de 24 a 40 m ² ano ⁻¹ de zonas húmidas nos últimos 40 anos”	NOAA (2001)
	Califórnia	“91 % das zonas húmidas foram destruídas, estando esta perda directamente relacionada com actividades humanas ”	CCC (1994)
	Baía de São Francisco	“Alteração de 79 % de área tidal entre 1800 e 1988 devido a actividades humanas ”	Goals Project (1999)
	Baía de São Francisco	“Perda de 90 % da área de sapal devido à progressiva drenagem para maior ocupação de terra. ”	Williams e Faber (2001)
	Sul de New England	“Cerca de 37 % dos sapais do sul de Nova Inglaterra desapareceram devido à extensa urbanização ”	Bromberg e Bertness (2005) in Silliman et. al., 2009
	Manhattan	“Apenas 3 dos 149 ha permanecem como sapais, uma perda de 98 % para mais espaço industrial e residencial ”	Sanderson e Brown (2007) in Silliman et. al., 2009
Europa	Inglaterra	“80 % dos pântanos foram perdidos para desenvolvimentos humanos ”	Bertness et al., (2002) in Shriver et al., (2004)
Ásia	Indonésia	“269 000 ha de mangal destruídos entre 1960 e 1900 para aquacultura ”	Raven et.al.,2000
	Malásia	“235 000 ha de mangal destruídos entre 1980 e 1990 para aquacultura e agricultura ”	Raven et.al.,2000

Embora o valor da perda dos ecossistemas costeiros varie consoante o autor, a grandeza dessa perda é comum a todos. É também interessante reparar que os autores mais antigos estimavam perdas inferiores aquelas que se vieram de facto a confirmar. Quer isto dizer que o cenário actual é bem pior do que aquele que se pensava.

Quer se esteja a estudar o desaparecimento dos mangais na Ásia, dos pântanos em Inglaterra ou dos sapais na Califórnia todos têm algo em comum: as actividades humanas são, em grande

parte, responsáveis por esse desaparecimento. A juntar a estas condutas mais antigas que se verificaram, estes ecossistemas enfrentam agora novas ameaças face à subida do nível médio do mar que se vai fazer sentir durante o próximo século. (Silliman, 2009). Este assunto é descrito e aprofundado em diversos estudos tais como em Simas et al. (2000), Craft et al. (2008) e mais recentemente Gedan et.al. (2011).

Um pouco por todo o planeta, os sapais até então vistos como “ecossistemas sem interesse”, sofreram danos que ainda hoje são visíveis. Segundo Raven et.al., (2000) as zonas húmidas cobrem agora cerca de 6 % da área terrestre de todo o mundo decaindo para metade da sua extensão original. Especificamente em Portugal, apesar da progressiva consciencialização ambiental da sociedade não foi possível, nas décadas de 70 e 80, evitar o aparecimento de graves problemas de poluição hídrica, degradação e ocupação desordenada de algumas linhas de água. Este decréscimo da qualidade ambiental é consequência do acentuado crescimento populacional e da actividade industrial, sobretudo na zona da bacia mais próxima do litoral, e do desenvolvimento de uma agricultura com características mais intensivas (MAOT, 2001).

Segundo a EPA (2012), os principais problemas registados aquando da reconversão das zonas húmidas noutro tipo de habitat são: **[1]** a perda do habitat associado às zonas húmidas, **[2]** a alteração da composição desse habitat, **[3]** a perda e modificação da diversidade e abundância de espécies (e.g. aumento do nº de espécies exóticas) e **[4]** a redução do fluxo das águas das marés e água doce que suportariam a vida aquática e o seu habitat.

Segundo o mesmo documento existe uma variedade de actividades que causam as alterações descritas e possíveis perdas. No entanto, para o desenvolvimento desta dissertação é de salientar cinco actividades:

- **Uso agrícola** → A reclamação de terra para agricultura drenando áreas de sapal é prática comum ao longo da história da humanidade. Em meados do séc. XIX, com o aumento da população e a diminuição da área agrícola, rapidamente se percebeu as vantagens da reconversão das terras (Sebold, 1992).

A construção de diques foi muitas vezes usada para conter as marés diárias e impedir a inundação das terras e os sapais foram preenchidos e/ou a vegetação removida a fim de expandir a cultura ou a pastagem. Só que o que antes não se sabia é que a introdução ou remoção de espécies com efeitos significativos num ecossistema pode alterar, permanentemente, o carácter desse ecossistema. Essas mudanças podem ser visíveis através das alterações nos recursos ou regime de perturbação, principalmente porque é influenciado o processo de entrada de lamas e o próprio ciclo de vida dos sapais (Ranwell, 1972 e Chapin III et al, 2002).

Outros problemas associados é o uso de pesticidas e fertilizantes que ocorre e é tanto mais severo quanto maior a área agrícola (Dahl, 1990 in CCC, 1994). O pisoteio provocado pelo gado que destrói e perturba o normal funcionamento tanto das plantas de sapal como do escoamento também é um factor de *stress* que Silliman et.al. (2009) aprofunda no seu livro.

Uma consequência interessante de analisar é o crescimento de algumas espécies de algas verdes como *Enteromorpha* e *Ulva* que foi registado nos sapais no sudeste inglês. Estes apresentaram, ao longo de 20 anos, uma acumulação, nas zonas mais protegidas das ondas, de

substâncias provenientes da lixiviação dos campos de cultivo devido ao aumento do uso de fertilizantes azotados e fosfatados (WWF, 2008).

Este aumento interfere com a conversão e assimilação de nitratos e nitritos nos ambientes anaeróbios e modificou a composição, a relação de competitividade, a morfologia e a produção tanto da flora (Levine et al., 1998) como da fauna (Vince et al., 1981). Valiela et al. (2005) conseguiu demonstrar outro aspecto interessante; a clorofila nas microalgas bênticas varia sazonalmente mas esta era claramente mais elevada em sedimentos fertilizados.

No entanto, caso o *stress* provocado pelas técnicas agrícolas cesse, e o sapal recupere, quer seja através de técnicas mais recentes ou através da natural recuperação deste ecossistema, é possível este voltar às suas características anteriores, processo chamado de resiliência. A resiliência de um ecossistema é maior quando a intervenção humana na recuperação é nula. Exemplo disto é a área de sapal no estuário Urdaibai, nordeste de Espanha, onde após anos de práticas agrícolas foi possível a sua recuperação.

Apesar de estudos indicarem que um sapal recuperado apresenta características diferentes das originais, principalmente, no que se refere à mudança na qualidade do solo e à composição de matéria orgânica causada pela própria recuperação (Santín et al., 2009) a figura 3 mostra que é possível a reclamação de terras agrícolas por parte do sapal.

Já Tiner (1985) in Sebold (1992) afirma que, no caso da reconversão para agricultura, a terra pode ser “devolvida” ao seu estado natural mais facilmente, uma vez que basta a remoção dos diques para que comece o processo de renaturalização. Obviamente o autor não se referia a produtos químicos usados na agricultura intensiva mas sim a pequenas obras de engenharia.

- **Crescimento urbano** → A conversão de sapal em terras para a agricultura no séc. XX foi ofuscada, este século, pela conversão deste tipo de terras para o desenvolvimento urbano. Para além das consequências inerentes ao próprio crescimento, quando os sapais estão localizados perto de áreas poluídas estes recebem grandes quantidades de resíduos e descargas urbanas (Caçador, 1994 e UNEP, 2006). Exemplo destes acontecimentos é o caso de New Jersey e Boston, USA.

Até ao final do séc. XIX os agricultores, ao longo da costa do Atlântico têm praticado, excessivamente, a transformação de zonas húmidas para assim aumentar o potencial agrícola de uma área. Actualmente a transformação de terras em New Jersey continua a ocorrer mas para o desenvolvimento dos centros urbanos, apesar do grau de destruição ser o mesmo (Sebold, 1992).

De igual modo ao caso anterior o enchimento para uso residencial provoca a perda de área de sapal no entanto, estes casos apresentam mais um factor que deve ser tido em conta. A fragmentação da zona para a subdivisão em terrenos aquando da urbanização (Zedler, 1982 in CCC, 1994).

A figura 4 mostra a perda de sapal devido ao crescimento urbano em cerca de 200 anos. É possível observar que em 1777 o principal centro urbano localizava-se em Boston e que com o passar dos anos este aumento tem retirado área de sapal. Em 1999 restam apenas algumas zonas do sapal sendo que este também se encontra totalmente envolto pela urbanização.

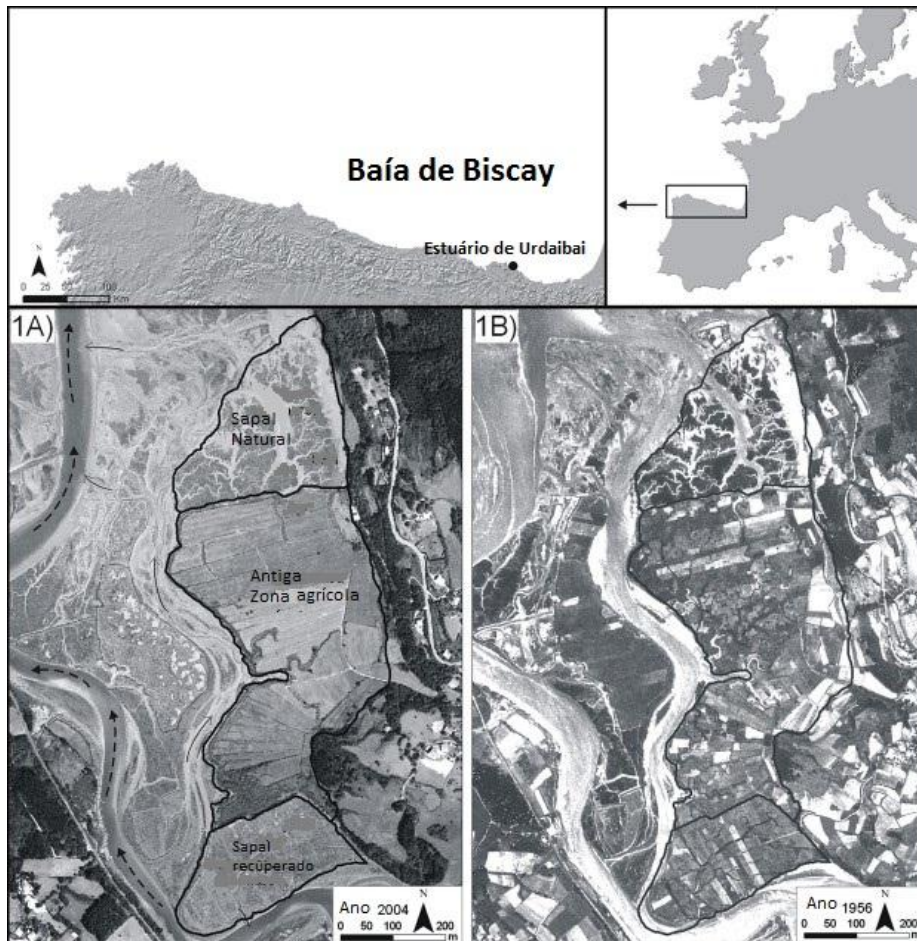


Figura 3 – Recuperação da área de sapal (1A) após anos de práticas agrícolas (1B). Fonte: Santín *et al.*, 2009.

- **Desenvolvimento industrial e comercial** → A invasão da área de sapal por parques empresariais e complexos industriais é particularmente perigosa junto às grandes cidades e capitais devido à complexação dos contaminantes, armazenamento no solo. A juntar aos efeitos desta mudança existe o problema da poluição difusa como a libertação de substâncias químicas que derivam de operações industriais e despejo de resíduos (Figura 5) (Tiner, 1985 in Sebold, 1992, CCC, 1994, Caçador, 1994 e WWF, 2008).

Um acontecimento interessante foi descoberto por McCrone (1966) in Ranwell (1972). Este autor encontrou fracções de compostos metálicos, de escórias e de carvão a 35 cm de profundidade nos sedimentos do estuário do rio Hudson, em Nova Iorque. Anos mais tarde diversos autores confirmaram esta característica dos sapais; estes ecossistemas são verdadeiros depósitos naturais de produtos tóxicos e metais pesados (Doyle e Otte (1997) in Duarte *et al.*, (2010) impedindo a libertação para o meio deste tipo de compostos. Daí que as

plantas de sapal apresentam quantidades significativas de metais pesados nos seus tecidos (Caçador, 1994 e Duarte et al., 2010).

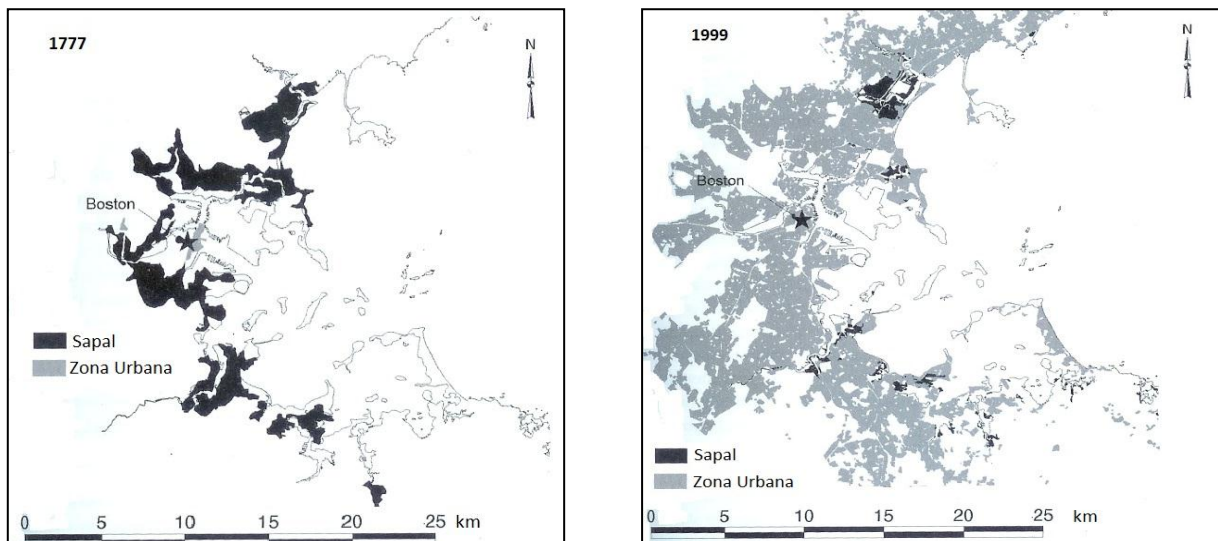


Figura 4 – Perda de sapal e urbanização em Boston entre 1777 e 1999. Fonte: Bromberg e Bertness (2005) in Silliman et.al., 2009



Figura 5- Sapal rodeado por complexo industrial em Somerset, Massachusetts. Fonte: Silliman, 2009

- **Vias de transporte** → Uma das consequências do crescimento populacional é a necessidade de ligação entre os centros urbanos através de vias de transporte. A manutenção e o desenvolvimento destas grandes vias resultam numa perda acentuada de sapal através de processos como o enchimento. Existem também outras consequências tais como o escoamento de poluentes provenientes das pontes e estradas (CCC, 1994) e o bloqueio natural

da migração de sedimentos provocado pela interceptação das vias (NOAA, 2001). A figura 6 mostra um sapal segmentado por uma auto-estrada no estado de Massachusetts, EUA. Este sapal, devido à fragmentação, apresenta consequências no regime hidrológico e zonação das espécies.



Figura 6 - Área de sapal dissecada por uma auto-estrada em Quincy, Massachusetts. Fonte: Silliman, 2009

O caso da Califórnia

O caso das zonas húmidas da Califórnia é talvez dos mais conhecidos devido tanto à sua extensão como à vastidão da destruição que se veio posteriormente a verificar (Tabela 4). Esta é a maior área de zonas húmidas nos EUA, excluindo o Alasca.

Não há dúvida de que a modificação e perda deste ecossistema está directamente relacionada com actividades humanas tais como crescimento urbano, comercial e industrial, implementação de estradas e caminhos-de-ferro, marinas e sistemas de controlo de cheias (EPA, 2012).

Tabela 4 – Resumo das perdas históricas das zonas húmidas no Estado da Califórnia. Fonte: Dennis e Marcus, 1984 in CCC, 1994.

Região	Área original (ha)	Área perdida (ha)	Redução (%)
Costa Norte	Desconhecido	12,7	Desconhecido
Costa Central	Desconhecido	1,5	Desconhecido
Baía de São Francisco	80,9	37,7	21,9
Costa Sul	21,5	5,3	30,4
Estado da Califórnia	2023427,3	182,1	36,8

Para além das consequências intrínsecas ao próprio desenvolvimento urbano dentro de áreas sensíveis, estas mudanças acarretam, muitas vezes, outro tipo de problemas. Pelo facto de

estes ecossistemas estarem sob stress faz com que fiquem mais susceptíveis à invasão de espécies exóticas e, tal facto, veio mesmo a verificar-se no Estado da Califórnia (EPA, 2012).

O Estado da Califórnia perdeu cerca de 90 % da área total das suas zonas húmidas, mais do que qualquer outro estado, com consequências também para todos os animais que dependem directa ou indirectamente deste. Segundo Bryant (2003) in EPA (2012), as aves migratórias apresentaram um decréscimo de 96,7 %, passando de 60 milhões para apenas 2 milhões de indivíduos, devido à perda de habitat e zona de paragem aquando da migração.

Dentro no Estado da Califórnia existem casos importantes de analisar. A Baía de São Francisco é um deles pois sofreu ao longo dos anos mudanças impressionantes no que se refere ao tamanho do sapal devido à dragagem com o objectivo de ganhar terreno para usos humanos. Através da figura seguinte é possível observar a área que foi retirada ao sapal restando apenas alguns locais deste ecossistema.

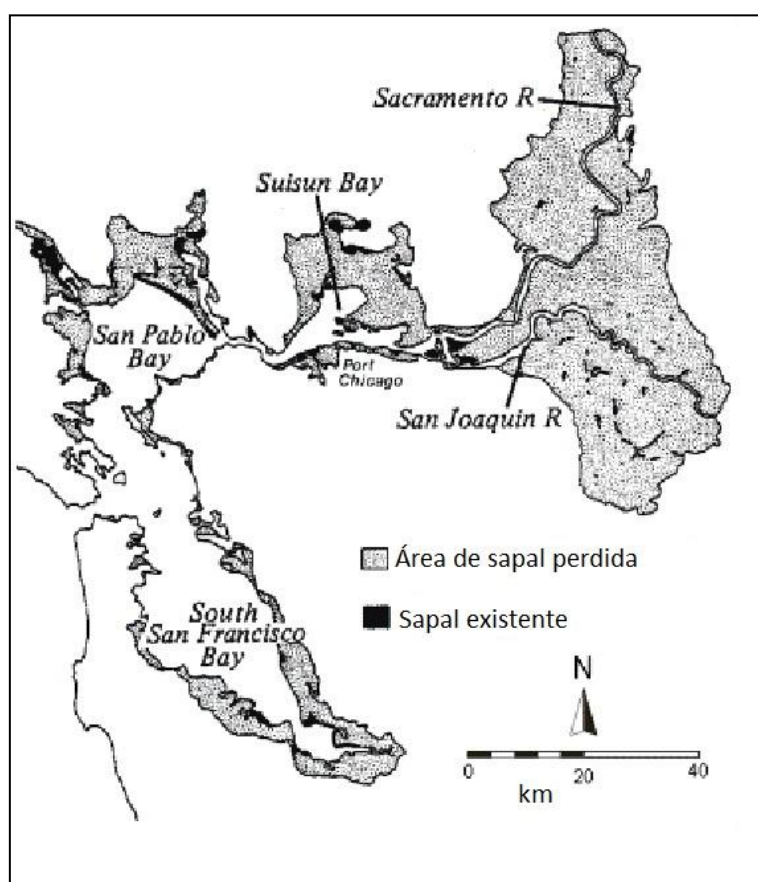


Figura 7 – Mudanças históricas no estuário da Baía de São Francisco. Fonte: Williams e Faber, 2001.

Outro caso problemático neste estado é a Baía de Ballona Creek (Figura 8). Nos últimos 200 anos, acções humanas causaram mudanças significativas no tamanho e nas funções naturais desta Baía. Pode observar-se pela figura que a zona húmida característica deste local sofre mudanças na sua forma e tamanho que, inevitavelmente influenciam toda a dinâmica do ecossistema (EPA, 2012).

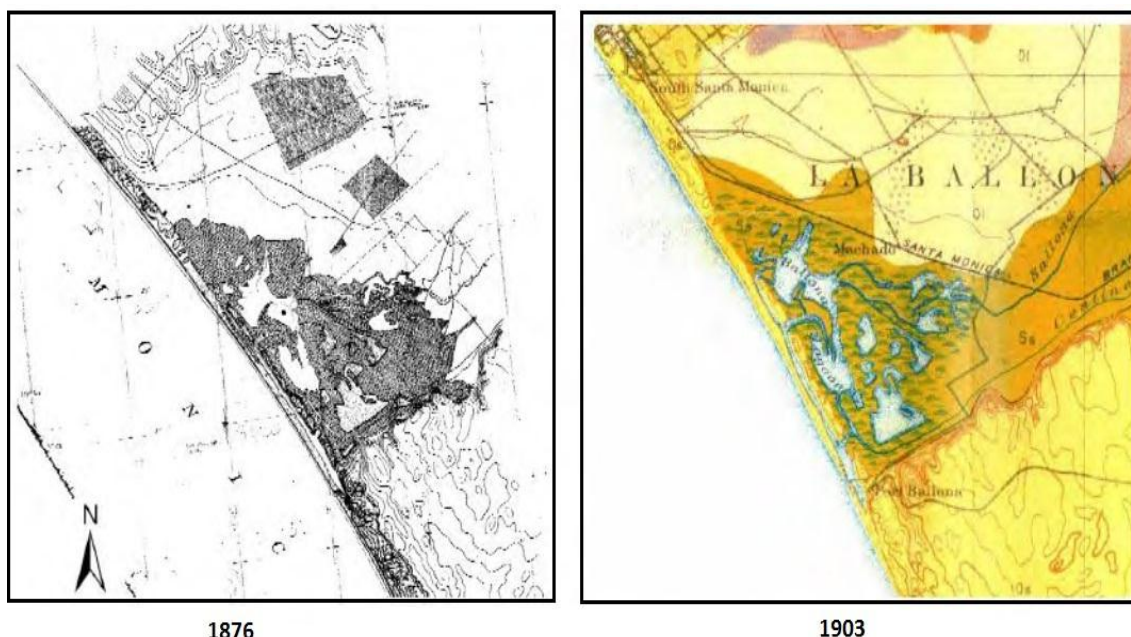


Figura 8 - Mapa da zona húmida de Ballona Creek em 1876 e 1903, respectivamente. Fonte: EPA, 2012.

O mapa das zonas húmidas de Ballona Creek mostra as mudanças na estrutura desta área em apenas 27 anos. Onde, no séc. XIX, existiam mais de 809 ha deste tipo de ecossistema, em 1903 restavam apenas 242 ha. Esta mudança drástica deve-se principalmente à construção de caminhos-de-ferro e estradas por parte do exército entre os anos 1880 e 1910. O desenvolvimento urbano deste local começa no início do séc. XX (EPA, 2012), pois só é possível este tipo de desenvolvimento após a implementação das vias. Depois do primeiro tipo de poluição e destruição vêm as descargas poluídas das águas pluviais e drenagem urbana reduzindo a qualidade da água e aumentando a toxicidade dos sedimentos (CCC, 1994).

A perda quase total de zonas húmidas em todo o Estado da Califórnia (91 %) fez alertar consciências para a sua preservação e restauração. O estado, a partir da década de 90, mudou o seu interesse passando este a ser a preservação e restauração ao invés da destruição (CCC, 1994). A Baía de Ballona Creek é, actualmente, um caso de sucesso no que se refere à restauração de ecossistemas sensíveis como os sapais. Dividida em três zonas distintas (A, B, C) consoante as principais características e gerida por diferentes órgãos esta Baía apresenta agora estratégias e políticas de restauração que visam combater o que anteriormente foi ordinário (EPA, 2012).

O caso de Boston Harbor Islands

Boston Harbor é um estuário pertencente à Baía de Massachusetts. Devido à sua vastidão, 516 ha e um total de 34 ilhas, inclui toda a cidade de Boston e grande parte da metrópole. Os sapais aí presentes oferecem o habitat perfeito para mais de 100 espécies de aves migratórias nativas, suportam uma grande variedade de peixes e é local de passagem de peixes anádromos (U.S. Fish & Wildlife Service, 2003).

Durante a era colonial, os agricultores utilizaram os sapais de Boston Harbor como área de cultivo de feno (Figura 9). Nos séculos posteriores, para além do feno cultivado em muitas das

ilhas outras actividades também eram aí desenvolvidas tais como a pecuária (Silliman et.al., 2009).



Figura 9 – Agricultores a cortar feno nas ilhas de Boston Harbor. Fonte: Natural Park Service, 2013

Como consequência das excessivas práticas nos antigos sapais da região de Boston Harbor, apenas uma fracção permanece agora intacta. Estima-se que o total de perda associado a este ecossistema seja cerca de 81 % e está em grande parte associada tanto ao enchimento e drenagem das águas como à construção de diques que impedem as inundações normais (Boston Harbor Habitat Atlas, 2012). Mais tarde estes sapais sofreram, de novo, novas drenagens mas agora para controlo de mosquitos e depois para aumento da área de terra para usos humanos (Silliman et.al., 2009).

Devido às descargas das estações de tratamento e ao escoamento das águas pluviais este local ficou conhecido pelas suas águas poluídas. Numa tentativa de restauração e melhoria da qualidade deste habitat, em 1982, uma parte da área do estuário foi designada como Parque Natural o qual compreende cerca de 384 ha. Ultimamente tem-se feito esforços para uma melhoria neste tipo de infra-estruturas o que melhorou a qualidade da água no estuário (Natural Park Service, 2013).

Em 2006, Massachusetts Office of Coastal Zone Management, U.S. Fish and Wildlife Service e a Universidade de Massachusetts desenvolveram um estudo onde analisam e descrevem as mudanças no estuário e sapais ao longo do tempo comparando, para isso, fotografias de quatro períodos distintos do tempo, 1893, 1952, 1971 e 1995 (Figura 10). A zona analisada inclui Boston Harbor mas ainda Cape Cod, Nantucket, Martha's Vineyard e Elizabeth Islands. No período de análise concluiu-se que houve uma perda de 6 070 ha, no entanto, nalgumas áreas o efeito contrário também se verificou sendo assim o valor final da perda de 3 237 ha (Carlisle et.al., 2005).

As principais conclusões desta análise foram a grande perda de sapal entre os três primeiros anos analisados, cerca de 3 167 ha. É ainda referido que a perda deste ecossistema coincide

com o boom populacional, o aumento das áreas industriais e a expansão da cidade (Carlisle et.al., 2005).

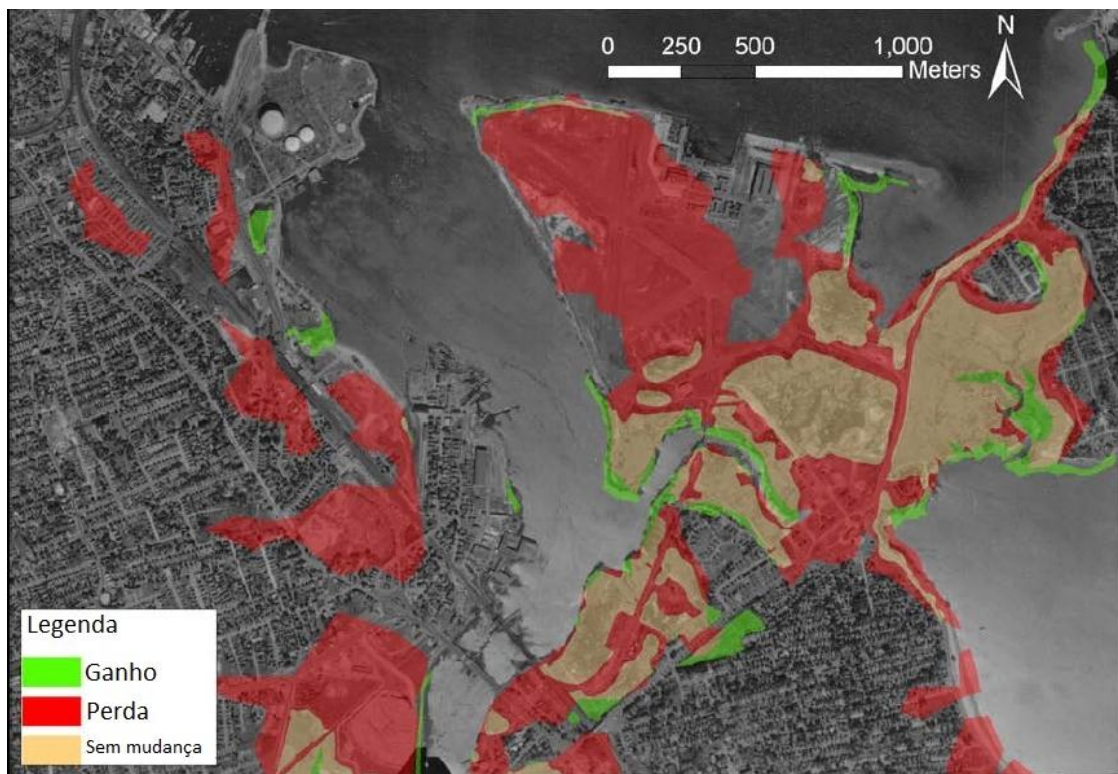


Figura 10 – Mudanças no tamanho do sapal entre 1893-1952 em Neponset River, Boston. Fonte: Carlisle et.al., 2005.

Também neste caso a drenagem dos sapais para aumentar a área de terra para a agricultura aconteceu tornando-se na principal razão da degradação deste ecossistema (Boston Harbor Habitat Atlas, 2012). Actualmente, as causas da perda dos sapais são diferentes, embora o resultado seja o mesmo. Os impactes indirectos do desenvolvimento costeiro como a construção de estradas e ferrovias modificam a hidrologia natural e fragmenta o habitat (Carlisle et.al., 2005). Neste caso, devido à susceptibilidade que apresenta, foi mais fácil a colonização de espécies invasoras como o caniço comum (*Phragmites australis*). Isto aconteceu porque com a diminuição da entrada normal das marés o escoamento de água doce tornam-se mais frequentes, diminuindo os factores que outrora eram característicos e desenvolvendo condições para que espécies não típicas do sapal possam assim colonizar-se.

Numa visão mais optimista, a perda dramática dos sapais de Boston Harbor pode ser vista como uma oportunidade de um projecto de restauração. Alguns dos sapais que sofreram drenagem são, assim, candidatos a este tipo de renaturalização numa tentativa de emendar os erros do passado.

2.3 Observação da Terra através de Detecção Remota

A visualização da superfície da Terra é um factor auxiliar para melhor compreender o uso do solo e o valor da terra para a sociedade. À medida que a gestão e o planeamento se tornam importantes a informação da superfície da terra emerge paralelamente (Cihlar, 2000).

O desenvolvimento da detecção remota, que se iniciou através de fotografias aéreas e que engloba imagens de satélite, permite o mapeamento da superfície da terra (Colwell, 1960 in Cihlar, 2000). Um Sistema de Informação Geográfica (SIG) permite analisar e exibir todas as formas de informação geograficamente referenciada. Esta ferramenta permite visualizar e interpretar dados que muitas vezes revelam relações, padrões ou tendências na forma de mapas, relatórios e gráficos (ESRI, 2012). As tecnologias SIG fornecem, assim, um ambiente flexível para o armazenamento, análise e apresentação de dados digitais (Steininger, 1996 in Weng, 2001).

Segundo Cihlar (2000) existiam razões para que a aplicação deste método a largas áreas fosse dificultado. O autor enumera-as como sendo a falta de tecnologia adequada, a ausência de utilizadores com real necessidade de tais informações, a falta de metodologias de análise adequadas e os custos de dados. No entanto, muitos dos obstáculos foram ultrapassados e estes métodos tornam-se numa ferramenta extremamente útil e necessária para a resolução de problemas.

Uma das principais áreas temáticas para a qual é necessária informação sobre a superfície da terra é o uso do solo e o seu planeamento (Jennings, 1995). As técnicas de detecção remota e geo-processamento são fundamentais para a manutenção de registos do uso da terra ao longo do tempo. As imagens de satélite são úteis pois permitem avaliar as mudanças ocorridas na paisagem de uma região e num dado período, registando a cobertura vegetal em cada momento (Vitousek, 1994). O Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas (United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC) afirma, por isto mesmo, que os SIG são desenhados para colaborar na tomada de decisão e na resolução dos problemas. É também reforçada a ideia de que o planeamento geográfico através de ferramentas como esta elucida novos problemas que de outro modo não conheceríamos. (ESRI, 2012). A China é um exemplo dos países que usam a detecção remota para examinar o padrão espacial e temporal do uso do solo e determinar assim o crescimento urbano (Dai, 1996, Chen, 2000 in Weng, 2001).

Actualmente, os países desenvolvidos usufruem desta tecnologia para melhor entender a mudança da cobertura da Terra. É por esta razão que Vitousek (1994) afirma que a cobertura da superfície da Terra é uma variável fundamental que mostra os impactes ocorridos cruzando-os com as actividades humanas. Esta é, por isso, considerada como a variável mais importante da mudança global dos sistemas ecológicos.

3) Metodologia

3.1 Processo metodológico

A metodologia adoptada para o desenvolvido desta dissertação é diferenciada em três etapas distintas: Pesquisa bibliográfica, definições e conceitos; Caracterização das áreas de estudo e da evolução do uso do solo e Tratamento da Informação Geográfica.

Pesquisa bibliográfica, definições e conceitos

Na primeira fase de elaboração desta tese procedeu-se a uma pesquisa de referências sobre as várias temáticas, para uma melhor compreensão de conceitos. Aqui recorre-se a dados secundários como livros, artigos e teses. Esta fase é assim caracterizada por concepções e definições teóricas e por análise de casos de estudo semelhantes aos da pesquisa nesta dissertação.

Caracterização das áreas de estudo e da evolução do uso do solo

Esta etapa é caracterizada pelas visitas ao campo com a finalidade de identificar as espécies presentes nos sapais, o tipo de uso do solo predominante e as problemáticas e potencialidades que daí advém. Nesta fase, foi realizada um levantamento dos estatutos de protecção existentes pois só assim foi possível compreender de que modo estes instrumentos influenciam e protegem o sapal do crescimento urbano e industrial.

Tratamento da Informação Geográfica

Para o tratamento dos dados foram utilizados métodos computacionais, tendo sido usado o software S16 ArcGis 9.3 e 10.1.

Para estudar correctamente a evolução do tipo de uso do solo e da área total do sapal foi imprescindível recorrer-se a imagens o mais antigas possível. Foram conseguidas fotografias aéreas dos anos 1947, 1977, 1989/90 e 1999 e ortofotomapas de 2004 e 2010 (Tabela 5). O Instituto Geográfico do Exército (IGeoE) forneceu as fotografias aéreas de 1947, o Instituto Geográfico Português (IGP) as fotografias aéreas dos anos 1977, 1989/90 e 1999 e os ortofotomapas de 2010 através do Programa FIGIEE – Fornecimento de Informação Geográfica para Investigação, ensino e Edição.

Tabela 5 – Características das fotografias aéreas e ortofotomapas pertencentes ao Sapal de Corroios e Pancas. Fonte: Dados fornecidos pelo IGP e IGeoE e FCT.

Local	Tipo de documento	Data	Formato	Escala
Sapal de Corroios	Fotografia aérea	1947	TIFF	1:15000
		1977	TIFF	1:31000
		1989/90	TIFF	1:15000
		1999	TIFF	1:31000
	Ortofotomapa	2004	TIFF	-----
		2010	ECW	-----
Sapal de Pancas	Fotografia aérea	1947	TIFF	1:15000
		1977	TIFF	1:31000
		1989/90	TIFF	1:15000
		1999	TIFF	1:31000
	Ortofotomapa	2004	TIFF	-----
		2010	ECW	-----

Quer as fotografias aéreas quer os ortofotomapas foram fornecidos em formato digital. As fotografias aéreas foram georeferenciadas com base nos ortofotomapas do ano 2004. Efectuou-se em ecrã, a foto-interpretação bem como a valorização dos elementos de interesse nas imagens. Para cada data foi produzido um tema vectorial de polígonos correspondentes ao uso do solo. Aquando do tratamento das fotografias aéreas entre 1947 e 1999 não foi tido em conta o erro associado à ortorectificação, sendo apenas realizado a georreferenciação das mesmas.

Depois de uma análise preliminar das fotografias aéreas/ortofotomapas desenvolveu-se uma legenda com 11 classes. As classes aqui apresentadas foram desenvolvidas tendo em conta alguns critérios. São eles a falta de pormenor de algumas fotografias aéreas, a importância da classe para a compreensão e justificação da mudança da área do sapal e a abrangência de vários tipos de usos de solos e ocupação do solo (“Aquaculturas e salinas” e “Espaços verdes urbanos, equipamentos desportivos e de lazer”). Sendo assim, a legenda do uso do solo e ocupação atribuídas foi a seguinte:

- Tecido urbano;
- Indústria, comércio e transportes;
- Áreas de construção e extracção de inertes;
- Espaços verdes urbanos, equipamentos desportivos e de lazer (cemitérios, bibliotecas, campos de jogos, escolas, parques de estacionamento e parques urbanos);
- Áreas agrícolas e de pastagem (pomares, culturas temporárias e permanentes e sistemas agro-florestais);
- Florestas e vegetação arbórea aberta (vegetação arbórea mais ou menos densa, florestas naturais ou semi-naturais);
- Vegetação arbustiva aberta e herbácea (zonas relvadas e parques sem estrato arbóreo);
- Zonas descobertas (dunas e locais sem vegetação herbácea);
- Zona de sapal;
- Aquacultura e salinas;

- Zona intertidal, águas marinhas e interiores (planos de água artificiais, lagos).

Para comparar diferentes períodos de tempo com imagens de diferentes áreas, a percentagem da área perdida é normalmente usada.

3.2 – Enquadramento e características das áreas de estudo

O rio Tejo, o maior rio da Península Ibérica, percorre uma distância superior a 1000 km, dos quais mais de 20 % são em território português. Este rio possui uma bacia hidrográfica com aproximadamente 80 600 km², conferindo-lhe o estatuto da terceira mais extensa da Península Ibérica (Figura 11). Desta área 55 750 km² pertencem ao país vizinho e 24 850 km² a Portugal. De entre um total de 23 sub-bacias hidrográficas em Portugal, a sub-bacia do Estuário é aquela que envolve todo o estuário do Tejo (PBHRT, 1999).

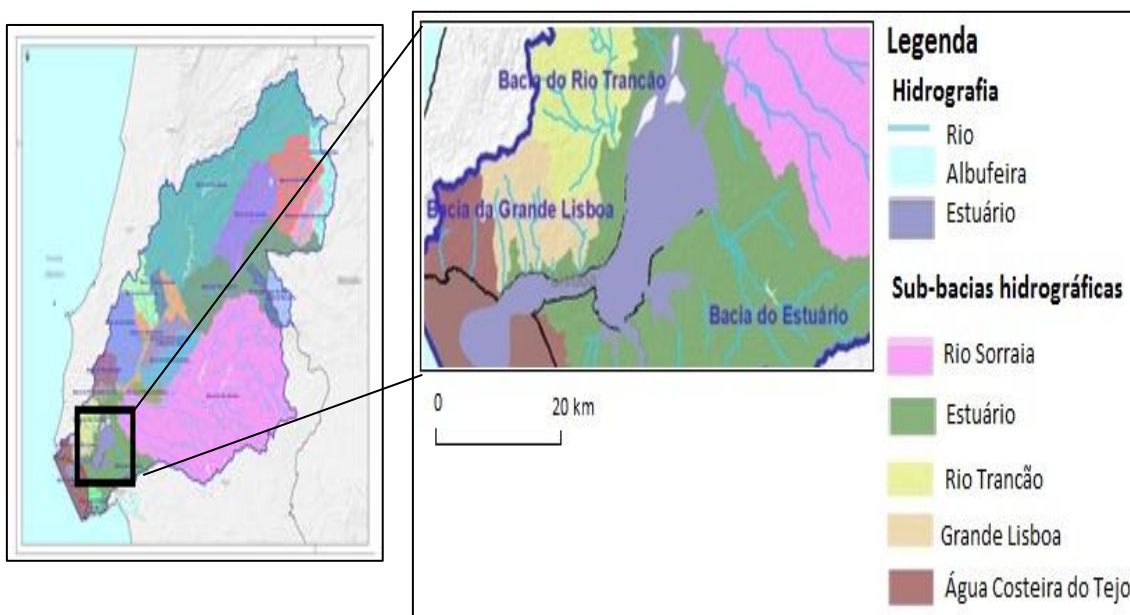


Figura 11 - Enquadramento da Região hidrográfica do Tejo. Fonte: Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Tejo, 2001.

O estuário do Tejo apresenta uma área total de 32 000 ha. Devido à sua extensão, é o maior estuário da Europa Ocidental, abrangendo seis municípios de Portugal: Alcochete, Benavente, Loures, Moita, Montijo e Vila Franca de Xira.

É em torno das margens deste estuário que se iniciou o desenvolvimento de todo o sistema urbano. É também através dele que se fazem as ligações entre a margem norte e sul da área urbana mais densa da AML (PROT – AML, 2002), sendo, por isso, um local sujeito a ameaças provenientes da intensa presença humana e das actividades a esta associadas.

Com grande potencial biótico e a presença de ecossistemas produtivos, com funções naturais económicas e ecológicas importantes e insubstituíveis, o Estuário do Tejo é uma das zonas húmidas mais importantes a nível internacional. Constitui uma área de importância excepcional para a conservação da avifauna da Europa, ocorrendo regularmente concentrações notáveis de muitas espécies (Naturlink, 2009).

As actividades desenvolvidas no Estuário do Tejo estiveram desde sempre ligadas à exploração dos seus recursos naturais, como sucede com as actividades piscatórias e extracção de sal. Nas

últimas décadas, com a instalação de um elevado número de indústrias e com o aumento crescente da população humana estabelecida na sua periferia, o estuário passou a receber uma carga poluente elevada, levando à destruição física de grandes manchas de sapal, muitas vezes para implantação de unidades industriais (Caçador, 1994). Em 1993 cerca de 20 km² de vegetação de sapal cobriam o estuário (Crespo, 1993 in Caçador, 1994), correspondendo a 6,3 % da área total (Figura 12).

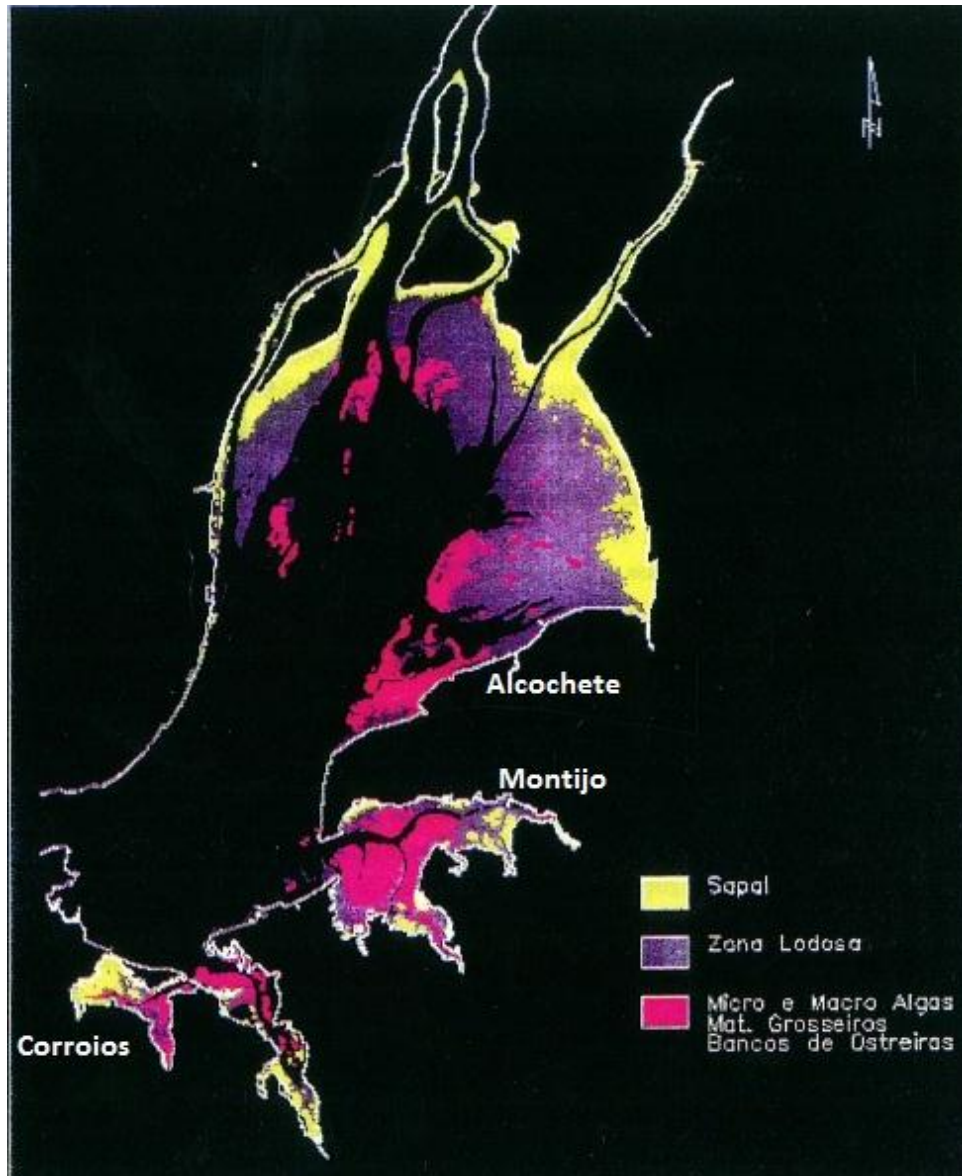


Figura 12 – Localização das zonas de sapal do estuário do Tejo. Fonte: Crespo, 1993 in Caçador, 1994.

Através da figura 12 é possível observar três principais manchas de sapal ao longo do estuário: uma linha contínua compreendida entre o mouchão das Garças e Alcochete, uma mancha mais pequena a sul desta perto do Montijo e a mancha de Corroios. É na margem esquerda que se situa a principal mancha deste tipo de vegetação, merecendo particular destaque o troço entre o mouchão das Garças e Alcochete.

Num estudo de 1994 foram identificadas várias fontes de poluição, principalmente ligadas à indústria. Junto ao estuário do Tejo estão instaladas várias indústrias de produtos agrícolas e agro-pecuários, como indústria de tomate, extracção de azeite e curtumes. A juntar a estas fontes de poluição existem ainda os esgotos urbanos. Todos estes focos de poluição são responsáveis pelas principais descargas de matéria orgânica no rio (Caçador, 1994).

No mesmo trabalho é referido que, em 1994, o estuário recebia efluentes de uma população com mais de 2,5 milhões de habitantes além dos resíduos de numerosas actividades industriais (química, petroquímica, siderurgia, estaleiros navais e produção de cimentos) e agrícolas (fertilizantes e pesticidas). A jusante de Vila Franca de Xira foram identificadas, em 1978, mais de 600 fontes de poluição (Vale, 1986 in Caçador, 1994). No entanto, é na margem Sul que se situam as maiores concentrações industriais, sendo também aí lançadas as maiores quantidades de resíduos industriais.

Se na região norte da Grande Lisboa não existe problemas no que se refere ao tratamento de efluentes urbanos (praticamente 100 %) na área da Península de Setúbal a mesma situação já não acontece (PBHRT –Relatório Final, 2001). Esta situação é ainda agravada pelo facto de os principais aglomerados desta área se localizarem em zona sensível nomeadamente Barreiro, Seixal, Moita e Montijo (Decreto–Lei nº. 152/97).

Desde o estudo de 2004 que a situação se mantém sem grandes alterações. O Plano Sectorial da Rede Natura 2000 elaborado pelo ICN em 2006 refere as actividades industriais, domésticas e agrícolas como actividades desajustadas à conservação das espécies protegidas e habitats que aí se encontram. Segundo o PBHRT (2001) é importante tomar medidas que protejam o próprio estuário e todos os outros ecossistemas dele directa e indirectamente dependentes dos efeitos das crescentes actividades humanas. É precisamente segundo esta linha de raciocínio que esta dissertação pretende incidir.

As características próprias do estuário do Tejo, sobretudo na sua margem esquerda e a proximidade de importantes centros urbanos, levaram a que múltiplas actividades de aquacultura se tenham implantado. Segundo PBHRT –Relatório Final (2001) foram referenciadas treze aquaculturas estuarinas, todas localizadas entre Alcochete e Seixal, sendo que quatro se encontram inactivas.

Segundo o PBHRT – Relatório final (2001) no Estuário do Tejo, embora a situação tenha melhorado nos últimos anos com a desactivação do Complexo Industrial da QUIMIPARQUE, a instalação de desmercurização na SOLVAY, estações de tratamento de águas residuais e a requalificação de zonas ribeirinhas (zona de intervenção da EXPO), subsistem ainda três problemas fundamentais:

- Presença de metais pesados e outras substâncias perigosas em excesso, na proximidade de zonas industriais, associada quer a descargas de efluentes não tratados ou insuficientemente tratados, quer a depósitos de resíduos e com níveis mais expressivos nos sedimentos. São de destacar neste contexto a Cala do Norte – quanto ao mercúrio e ao cádmio na água – e a zona adjacente ao Barreiro – Seixal – no que diz respeito ao arsénio, cobre, zinco e chumbo, na água, e ao arsénio, chumbo, cádmio e PCBs nos sedimentos;
- Presença de PCBs e TBTs na proximidade de zonas portuárias ou de intenso tráfego fluvial, com efeitos extremamente adversos nos seres vivos aquáticos;

- Permanência de elevadas concentrações bacterianas adjacentes à margem norte da zona urbana de Lisboa e nos esteiros da margem sul, associadas a efluentes urbanos insuficientemente depurados, e à quase total inexistência de instalações de tratamento de águas residuais urbanas e ao reduzido hidrodinamismo do meio hídrico, no segundo caso.

Tendo em conta estes dados a presente dissertação apresenta como objectos de estudo duas áreas diferentes no que se refere aos Instrumentos de Gestão Territorial (IGT) e estatutos de protecção, tipos de usos de solo, historial de usos do solo e as próprias características do sapal. Todos estes factores influenciam a qualidade e a evolução dos sapais e como tal foram escolhidos o Sapal de Corroios (A) e o Sapal de Pancas (B) ambos no Estuário do Tejo (Figura 13).



Figura 13 – Localização das áreas de estudo. Sapal de Corroios (A) e Sapal de Pancas (B). Fonte: Google Earth.

3.2.1 Caso de estudo do sapal de Corroios

Descrição e localização

O município do Seixal, com 94 km² e o qual integra o sapal de Corroios, é composto por seis freguesias, Aldeia de Paio Pires, Amora, Arrentela, Corroios, Fernão Ferro e Seixal e situa-se na Península de Setúbal AML-Sul (Figura 14). O município do Seixal foi criado em 1836 sendo que até aí todas as suas freguesias pertenciam ao concelho de Almada. Nessa época a população,



Figura 15 – Centro urbano junto à Baía do Seixal nos anos 60. Fonte: CMS, 2013c

A partir de então multiplicam-se as unidades fabris que se dedicam a diversas actividades: fabrico de produtos químicos, sabão, sola, vidro, seca de bacalhau e sobretudo na viragem do século a transformação de cortiça, em que se destacou a fábrica Mundet (Figura 16). As fábricas de cortiça foram durante três quartos do séc. XX as principais empregadoras do concelho (CMS, 2013a). Actualmente a fábrica alberga os serviços centrais do EcoMuseu do Concelho.



Figura 36 – Saída dos trabalhadores da fábrica da Mundet & C.ª Lda do Seixal na década de 50. Fonte: Revista Ecomuseu, 2008.

O carácter industrial do Seixal manteve-se ao longo da primeira metade do séc. XX a par com a sua vocação agrícola e florestal. Diversos melhoramentos foram sendo feitos no Município, que incluíram a instalação de um ramal ferroviário entre o Seixal e o Barreiro que veio facilitar a ligação entre estes dois centros urbanos (CMS, 2013a). Este troço foi a única parte concluída

do projecto Ramal de Cacilhas, que planeava a ligação entre o Barreiro e Cacilhas, estando, actualmente, desactivado.

No final da década de 40, o Seixal tinha uma forte actividade industrial situando-se os núcleos urbanos principalmente à volta da sede do Concelho. O desenvolvimento industrial, que no pós-guerra caracterizou o sistema económico na Europa, também se fez sentir em Portugal, tendo-se, por isso, decidido construir uma siderurgia no Concelho. O local escolhido para a sua construção abrangia diversas quintas e permitia o acesso por rio ao complexo. A partir da construção deste complexo é induzido o aparecimento de novas unidades industriais, continuando assim a ser a indústria transformadora o suporte económico e a grande empregadora local, diminuindo o número de activos na agricultura (CMS, 2013a).

Tal como estava a acontecer noutros países da Europa e América, o crescimento e o aumento da densidade populacional no meio urbano, após a revolução, vem-se revelar como uma das principais causas da degradação dos recursos naturais. A cidade não oferece condições de habitação para todos aqueles que a procuram e o crescimento dos subúrbios torna-se assim inevitável. Um dos principais impulsionadores deste processo é a finalização da construção da ponte sobre o Tejo em 1966.

Com a chegada da população do meio rural, as cidades foram recebendo um elevado contingente de pessoas, as quais foram ocasionando uma pressão sobre o meio. Apesar do Concelho apresentar sempre crescimento populacional positivo registou, a partir dos anos 70, um fenómeno de boom, devendo-se o mesmo a factores relacionados com a melhoria das acessibilidades e progressão da mobilidade, principalmente ao nível dos transportes públicos, localização geográfica relativamente a Lisboa e fixação da indústria (CMS, 2013b).

O resultado do aumento populacional foi um ambiente poluído devido à não existência de políticas públicas. A estrutura fundiária definida pelas antigas quintas agrícolas, agora abandonadas, presta-se ao desenvolvimento de urbanizações com elevado número de fogos, junto aos principais eixos. Este processo acentua-se durante as duas décadas seguintes e surgem novos bairros, aumentando assim a densidade populacional (CMS, 2013a).

O significativo crescimento e desenvolvimento deste concelho transformou, num curto espaço de tempo, um território de características predominantemente rurais num concelho urbano constituído por aglomerados de grandes dimensões, quer populacionais quer em número de empresas e estabelecimentos. Esta dinâmica de crescimento deu origem em 1993 à elevação, quer da vila do Seixal quer da vila de Amora, à categoria de cidades, assim como da povoação de Corroios à categoria de vila. As duas cidades e a vila albergam, no seu conjunto, aproximadamente 83% da população total concelhia (CMS, 2013b).

O concelho do Seixal, segundo os Censos de 2001, apresenta mais de 150 mil habitantes, facto que o transforma no segundo concelho com mais população na Península de Setúbal e o décimo segundo a nível nacional (CMS, 2013a). A tabela seguinte pretende ilustrar o crescimento populacional nos principais centros urbanos do Concelho.

Tabela 6 – População residente nas freguesias do Seixal nos anos 1991, 2001 e 2011. Fonte: Adaptado de CMS, 2013a e INE, 2012.

Área Urbana	População residente (nº de habitantes)		
	1991	2001	2011
Aldeia de Paio Pires	6 281	7 720	9 364
Amora	7 122	9 768	9 573
Arrentela	8 465	11 858	12 095
Corroios	11 026	11 328	12 494
Fernão Ferro	2 813	5 420	6 504
Seixal	2 762	2 842	3 268

Todas as áreas urbanas deste Concelho aumentaram o seu número de habitantes nos primeiros 10 anos de análise. O total de habitantes cresceu, entre 1991 e 2001, cerca de 10 000 habitantes sendo o maior aumento registado na freguesia da Amora. No entanto, é esta a única freguesia que regista um decréscimo entre 2001 e 2011. Em 2011 o número total de habitantes segue o mesmo padrão de crescimento mas nos últimos 10 anos regista um acréscimo de cerca de 4 300 habitantes, bastante inferior ao registado entre 1991 e 2001. O aumento populacional na península de Setúbal continua a aumentar até 2011 e, segundo os últimos censos, registou-se um aumento da população residente no município do Seixal entre 2001 e 2011 de 5 % (INE, 2012).

Na última década a malha urbana consolidou-se dando início a um processo de requalificação urbana. Simultaneamente assiste-se à desactivação das antigas unidades industriais e à sua reconversão para novos usos urbanos.

Actualmente, o Concelho possui instrumentos e estatutos de protecção que permite a salvaguarda dos recursos naturais, mesmo aquando do crescimento da malha urbana num Concelho que outrora fora de quintas senhoriais. No entanto, algumas características dos tempos mais remotos como a ausência de saneamento parecem persistir. Segundo o PBHRT (1999) no campo do tratamento de águas residuais na Sub-Região da Península de Setúbal cerca de 60 % da população ainda descarrega as águas residuais sem qualquer tratamento no estuário do Tejo. Incluem-se nesta situação grandes centros urbanos nomeadamente, Almada, Barreiro, Montijo, Seixal e Moita.

O sapal de Corroios

O Sapal de Corroios é a zona húmida melhor conservada de todo o estuário do Tejo, a sul de Alcochete (Grupo Flamingo, 2013). O seu coberto vegetal tem sido objecto de estudos que confirmaram a grande produtividade biológica e capacidade de despoluição deste ecossistema (Figura 17). O sapal tem a capacidade de armazenar e sequestrar metais pesados junto às raízes da vegetação, tornando-os inactivos tendo, por conseguinte, um grande valor ecológico. Esta capacidade torna-se ainda mais importantes neste caso por o estuário do rio Tejo ter sido sujeito a descargas de poluentes, onde se incluem os metais pesados, pela indústria metalúrgica pesada no século XX (Caçador, 1994).



Figura 17 – Sapal de Corroios. Fotografia de Catarina Gaspar, 2012.

Este sapal é, segundo diversas associações de defesa do ambiente como a Quercus – Associação Nacional da Conservação da Natureza e o Grupo Flamingo, um local preferencial de abrigo, alimentação e “maternidade” dos peixes juvenis que frequentam todo estuário (Figura 18). É de salientar também a riqueza ornitológica existente pois este local constitui um pouso temporário para muitas aves migratórias (Naturlink, 2009). A biodiversidade dos invertebrados é também elevada sendo a presença de minhocas, bivalves e crustáceos nos esteiros e bancos de lodo do sapal frequente. Estes constituem a base das populações de aves limícolas.



Figura 18 – Antigos tanques de aquacultura, Sapal de Corroios. Fotografia de Catarina Gaspar, 2012

Segundo o PDM-Seixal (2001) a Unidade Operativa de Planeamento e Gestão (UNOP) 8- Ponta dos Corvos/Talaminho, que inclui toda a Baía do Seixal, a Península do Alfeite até à Ponta dos Corvos, o Talaminho e o Sapal de Corroios, possui um elevado valor paisagístico e ecológico. O Sapal de Corroios não está integrado na Reserva Natural do Estuário do Tejo (RNET) mas pertence ao Domínio Público Hídrico (DPH), pelo que se encontra abrangido pela legislação da Reserva Ecológica Nacional (REN), sendo considerado uma Zona de Protecção Especial (ZPE).

Embora o sapal de Corroios possua um elevado valor paisagístico e seja considerado uma ZPE, aquando das visitas ao local, este apresentava fortes indícios de degradação como **[1]** ausência das espécies típicas do sapal baixo como a *Spartina maritima*, **[2]** poluição e **[3]** grande pressão urbanística (Figuras 19). Todas estas características são indícios da qualidade que este sapal usufruí, tornando as medidas de conservação e restauração urgentes.



Figura 19 – Pressão urbanística (A) e poluição (B) no sapal de Corroios. Fotografias de Catarina Gaspar, 2012.

Para além das espécies em baixo representadas (Figura 20) foram também identificadas outras como o *Juncus maritimus*, *Phragmites australis* e *Sarcocornia fruticosa*.



Halimione portucaloides



Inula crithmoides



Atriplex halimus

Figura 20– Exemplo de algumas espécies encontradas no sapal de Corroios. Fotografia de Catarina Gaspar, 2012

A problemática dos viveiros no sapal

O sapal de Corroios sempre esteve associado às actividades piscícolas, mas só em 1945 há registo da primeira actividade deste tipo. Nas explorações tradicionais o investimento e a intervenção humana eram mínimos, não acarretando qualquer sobreexploração dos recursos aí presentes.

No entanto, em 1997 começa um novo capítulo na história deste sapal. Capítulo este que deu origem a ONGA's, muito mediatismo e uma protecção com todos os instrumentos possíveis para que não se cometesse um crime ambiental. Todo o desenvolvimento dos factos abaixo descritos foi recolhido na página oficial do Grupo Flamingo (Grupo Flamingo, 2013).

Em 1997 a empresa Viveilis – Viveiros de Peixe, Lda.® apresentou um novo projecto que incluía um reservatório, quinze tanques para engorda de peixe e duas lagoas de sedimentação no Sapal de Corroios. Este projecto de exploração em regime intensivo envolvia cerca de 17,3 ha da área do sapal, tendo o apoio financeiro dos Fundos da União Europeia. Passados três anos a

obra tem início com a construção de diques que impediam as águas de invadir o viveiro. Este tipo de construção, semelhante ao que se verificou nos casos do século passado apresentados no sub-capítulo 2.2.3 estava agora a ocorrer em Portugal, mesmo sabendo que a secagem das lamias causaria impactes negativos nas espécies aí presentes.

No dia 3 de Maio de 2001, várias entidades foram alertadas da movimentação de máquinas e terras junto ao Sapal de Corroios. No entanto, a destruição de um terço deste importante ecossistema já tinha começado. Para tentar contrariar a destruição do sapal de Corroios foi desenvolvido uma organização não governamental, o Grupo Flamingo mas mesmo com uma denúncia à Comissão Europeia as obras continuaram.

Devido a todo o mediatismo e intervenção das ONGA's que esta situação compreendia, em Outubro de 2002 deu-se o embargo coercivo das obras de construção do viveiro. Embora o secretário de Estado Adjunto e do Ordenamento do Território tenha admitido que a tutela tinha cometido uma irregularidade ao autorizar a construção de uma piscicultura no sapal, a área destruída nunca foi reposta.

Em Dezembro de 2007 decorreu uma sessão pública onde se verifica que foi entregue um novo projecto, pela mesma empresa, para o recomeço das obras no Sapal de Corroios e surpreendentemente o projecto era o mesmo de 1997. Isto porque com a alteração da Lei da REN, é permitido que se desenvolvam este tipo de infra-estruturas em locais frágeis como o Sapal de Corroios. Sendo assim o licenciamento do projecto para a construção de tanques de piscicultura no Sapal de Corroios foi aprovado e a construção dos viveiros aconteceu, ainda que com algumas condicionantes.

3.2.2 Caso de estudo do sapal de Pancas

Descrição e localização

O sapal de Pancas, situado no Concelho de Alcochete é a mais importante zona húmida da Europa. Este Concelho situa-se na margem sul do Tejo e integra a Área Metropolitana de Lisboa, beneficiando de um acesso privilegiado à capital através da Ponte Vasco da Gama. O concelho tem uma área de aproximadamente 128,5 km² e é composto por três freguesias: Alcochete, Samouco e São Francisco (CMA, 2013) (Figura 21).



Figura 21 – Carta Militar da área de estudo do sapal de Pancas. Escala 1:25 000

Historial de actividades e do uso do solo em Alcochete

A ocupação humana do concelho remonta ao Paleolítico Inferior havendo provas das primeiras civilizações sob a estação de serviço da actual Ponte Vasco da Gama. Graças a escavações arqueológicas sabe-se que o Concelho apresenta artefactos que o direccionam para uma intensa utilização agrícola (CMA, 2013).

Os instrumentos que remontam aos primeiros agricultores datam do período Neolítico (entre 5000 e 4500 anos atrás), designadamente instrumentos em pedra que confirmam a presença de comunidades recolectoras e dos primeiros agricultores que exploraram estas terras. Mais tarde, a ocupação romana estendeu-se ao longo da margem, havendo indícios de várias produções oleiras. Assim como no concelho do Seixal, Alcochete mostra ser, desde sempre, um concelho com origens fabris e industriais. Mas foi no séc. XIII que surgiram os primeiros de vários povoados ribeirinhos que tinham como actividades principais ligadas ao rio a salicultura e pesca (CMA, 2013). Nos séculos XVI e XVII o Concelho conhece um significativo desenvolvimento económico motivado por uma crescente produção de sal e motivador de um acréscimo populacional.

No que concerne à actividade agrícola, o Concelho foi alvo de experiências agrícolas, no séc. XVIII e no séc. XIX. Outras actividades até então proeminentes como a pesca e a salicultura entraram em decadência e o concelho de Alcochete viu-se excluído das principais vias de comunicação, com o advento dos transportes ferro-rodoviários, que viriam a substituir o transporte fluvial no escoamento dos produtos e abastecimento para o mercado lisboeta.

Na segunda metade do séc. XX foi posto em acção o Plano de Irrigação do Vale do Sorraia, através da construção das Barragens de Montargil e Maranhão, conjuntamente com o Canal do Sorraia que tinha como objectivo um melhor aproveitamento dos recursos hídricos, para potenciar o rendimento agrícola da região, propósito que foi alcançado.

O Concelho permaneceu, assim, predominantemente rural, até meados do século XX quando se iniciou a actividade da seca do bacalhau. Este sector apresentou grande expansão proporcionando, localmente, a existência do maior centro de secagem em Portugal, favorecido pelo clima e pela facilidade de descargas dos navios bacalhoeiros (CMA, 2013).

O processo de industrialização teve início com a instalação da fábrica de pneus Firestone em 1958, à qual se seguiu a instalação de outras unidades de processamento de cortiça e de alumínio. Em 1959 esta começava a laborar nos terrenos que viriam a ser ocupados, décadas depois pelo Freeport, a primeira grande fábrica do concelho de Alcochete.

Em relação aos nutrientes provenientes das explorações agro-pecuárias, segundo estudos de 1993, as densidades da carga poluente anual (quer em azoto total quer em fósforo total), eram particularmente significativas nos concelhos de Alcochete, Ferreira do Zêzere, Montijo, Porto de Mós, Rio Maior e Seixal (PBHRT – Relatório final, 2001). A Lezíria do Tejo apresentava em 1999 o valor de 32% de população que descarregava as águas residuais directamente nas linhas de água (PBHRT, 1999).

Até à construção da ponte Vasco da Gama, Alcochete era uma vila ribeirinha com profundas tradições de pesca no Tejo, salinas e pecuária (Figura 22). Após a construção da ponte um novo capítulo na história deste Concelho começou. Alcochete voltou a ser alvo de investimentos (e.g. outlet Freeport), retomando o desenvolvimento económico que tinha abrandado com o encerramento das referidas unidades industriais ganhando, assim, uma nova centralidade na AML.



Figura 22- Monte de Pancas. Fotografia de Catarina Gaspar, 2012

Na sub-região da Lezíria do Tejo residiam em 1995 cerca de 7,0 % da população da BHT (Bacia Hidrográfica do Tejo), ou seja, 230,8 mil habitantes tornando-a na terceira sub-região mais relevante do território da bacia em termos populacionais. Nos últimos 50 anos a sub-região ganhou mais de 10 mil habitantes (PBHRT, 1999) e registou, segundo os Censos de 2011, 17 565 habitantes (CMA, 2013) (Tabela 7). O concelho de Alcochete torna-se assim num dos 10 municípios que mais ganharam população apresentando um acréscimo de 35 % (INE, 2012).

Tabela 7 – Dados de interesse territorial do Concelho de Alcochete. Fonte: Adaptado de CMA, 2013.

Unidade Territorial	Indicador	Período de Referência dos Dados	Valor
Alcochete	Área (km ²)	2011	128.5
	População Residente (N ^o)	2011	17 565
	Densidade Populacional (Hab/km ²)	2011	137
	Alojamentos Familiares Clássicos (N ^o)	2011	8 786

A Lezíria do Tejo é percorrida por uma complexa rede de valas de água doce onde se podem observar extensas culturas de regadio e de sequeiro bem como arrozais. Os regadios colectivos de iniciativa pública perfazem um total de aproximadamente 26 000 ha. O aproveitamento hidroagrícola do Sorraia localizado na região agro-ecológica da Lezíria do Tejo representa mais de metade da área dos regadios colectivos de iniciativa pública, o que se justifica pela aptidão agrícola da região e a disponibilidade dos recursos hídricos (PBHRT, 1999). Toda esta área de regadios e agriculturas acarreta consequências para a qualidade do sapal na medida em que são frequentes entradas de fertilizantes e pesticidas.

O sapal de Pancas

O Sapal de Pancas é a maior mancha de sapal no Estuário do Tejo (Figura 23). Este sapal é sulcado por uma teia de calas e canais e é atravessado pelo rio Sorraia. Segundo Vale (1990) in Caçador (1994) este sapal constitui um exemplo “particularmente óbvio” do processo histórico de reclamação de áreas de sapal para usos agrícolas, sendo esta uma das características principais. Nas zonas de estuário de forte ressuspensão é possível assistir ao avanço da linha de margem. Esse fenómeno é particularmente importante na região Pancas/Alcochete, para onde Caçador (1987) calculou um avanço médio da linha de margem na ordem de 0,26 m ano⁻¹, para um período de 40 anos.

Independentemente destas características e serviços importantes como o de regulação (intrínseco a todos os sapais) existe outra que torna este sapal mais conhecido nacional e internacionalmente. As salinas, situadas na zona de sapal junto à Vila de Alcochete e à RNET, foram a grande riqueza natural desta região, tendo Alcochete sido considerado, durante muito tempo, o maior centro de produção de sal do país (Freguesia de Alcochete, 2009).



Figura 23 – Sapal de Pancas. Fotografia de Catarina Gaspar, 2011

Estas salinas foram um importante local de extracção de sal e em virtude da sua grande dimensão, havia sal em abundância, chegando mesmo a ser exportado (Figura 24). Os barcos do Tejo faziam o transporte do sal para os cais de Lisboa, e era então carregado para os bacalhoeiros que pescavam no mar do norte. Actualmente a extracção, por razões financeiras, deixou de ter a importância de outrora. Actualmente a salina da Fundação João Gonçalves Júnior é a única que se mantém activa, por razões etnográficas (Freguesia de Alcochete, 2009).

No Inverno, as salinas constituem um importante local onde as aves vão procurar abrigo e alimentos alternativos. No Verão, as salinas são um local privilegiado de nidificação, nomeadamente para o perna-longa *Himantopus himantopus* (CMA, 2013).



Figura 24 – Antigas salinas no sapal de Pancas. Fotografia de Catarina Gaspar, 2012.

Actualmente, as salinas do Samouco apresentam-se como o salgado com a maior riqueza e abundância de aves durante o período de preia-mar de todo o Tejo. A importância crescente deve-se, essencialmente, a dois aspectos: em primeiro lugar têm sido alvo de manutenção constante desde 1995 e, em segundo, os outros salgados encontram-se ao abandono. Estas razões fazem com que os níveis de água sejam inadequados para utilização por parte das aves limícolas (CMA, 2013).

Em contraste com o seu enfraquecimento económico, verifica-se que a riqueza ecológica das salinas tem sido cada vez mais valorizada e reconhecida. Inseridas nos sapais as salinas constituem um óptimo local de abrigo para muitas aves aquáticas que, antes de hibernarem, encontram nos extensos campos de lama, um óptimo local para se alimentarem. Já na época de nidificação, as salinas transformam-se igualmente no principal habitat de espécies diversificadas (CMA, 2013). Como a actividade de extracção de sal perdeu importância, as salinas tornaram-se progressivamente em áreas naturais, abrigando flamingos, ou substituídos por campos de arroz.

Assim como aconteceu durante a visita ao sapal de Corroios aquando da do sapal de Pancas e zona envolvente também foram identificadas as espécies florísticas aí presentes. Para além das identificadas na figura 25 foram também observadas espécies como *Juncus maritimus*, *Inula crithmoides*, *Atriplex halimus*, *Agrostis Stolonifera*, *Sarcocornia fruticosa* e *Halimione portucaloides*.



Suaeda maritima



Spartina maritima

Figura 25 – Exemplo de espécies encontradas no sapal de Pancas. Fotografia de Catarina Gaspar, 2012.

O sapal de Pancas aparentava melhor qualidade em comparação com o sapal de Corroios devido, principalmente, à ausência de qualquer tipo de pressão industrial ou urbana e poluição. Embora Pennings e Callaway (1992) afirmem que nem sempre é possível associar um tipo de vegetação a uma zonação fixa, a verdade é que esta diferença entre o sapal baixo, médio e alto estava muito bem delimitada no sapal de Pancas, ao contrário do sapal de Corroios (Figura 26).

A problemática na RNET

Não foi apenas o sapal de Corroios que esteve envolto em polémicas de crime ambiental. Também o sapal de Pancas, mais precisamente a RNET, esteve inserido em mediatismo e conflitos governamentais.

Desenvolvia-se, em Alcochete e em toda a região, uma outra problemática relacionada com a defesa da Reserva Natural do Estuário do Tejo da qual o Sapal de Pancas faz parte. Tratava-se do projecto de ampliação do Campo de Tiro, que movimentou dez Câmaras Municipais na luta contra o projecto, sendo que o ecossistema local, a segurança das populações, a desvalorização de bons terrenos agrícolas, as perspectivas de regadio e consequentes acréscimos de produtividade eram os argumentos usados.

No entanto, e apesar do projecto colocar em risco uma das mais importantes reservas ecológicas internacionais – refúgio de muitos milhares de espécies migratórias da avifauna

protegida internacionalmente – esta área acabaria por não ser salvaguardada e o Campo de Tiro passaria, mesmo sob fortes protestos de toda a região, de 1680 para 7539 hectares.



Figura 26 – Zonação de vegetação no sapal de Pancas. Fotografia de Catarina Gaspar, 2012.

Estatutos de Protecção

O sapal de Pancas e toda a zona envolvente, devido à crescente importância que se lhe tem atribuído, encontra-se protegido por diversos estatutos e regimes de conservação nacionais e internacionais (Figura 27). São em seguida descritos esses estatutos bem como as suas principais características.

- A importância dos sapais e o grande significado daquelas áreas na dinâmica do ecossistema estuarino motivou a criação da Reserva Natural do Estuário do Tejo estabelecida em 1976 pelo Decreto – Lei nº 565/76 de 19 de Julho e posteriormente modificada pelo Decreto – Lei nº 487/77 de 17 de Novembro. A Reserva Natural do Estuário do Tejo é uma das mais importantes reservas europeias e a zona húmida mais extensa do país (de onde consta uma das maiores extensões contínuas de sapal). Conta com 14 192 ha e divide-se em duas áreas específicas: a Reserva Integral do Mouchão do Lombo do Tejo (protege a nidificação de algumas espécies) e a Reserva Integral de Pancas (da qual faz parte o sapal que se desenvolve entre a foz do rio Sorraia e Alcochete). Em alturas de migração, a RNET é muito diversificada e serve de abrigo para mais de 120 000 aves e cerca de 194 espécies de ocorrência regular.
- A nível comunitário, a área foi designada ZPE ao abrigo Directiva Aves (PTZPE0010) criada pelo Decreto-Lei 280/94 de 5 de Novembro de 1994 tendo por objectivo “*a salvaguarda do património avifaunístico existente no estuário do Tejo*”.

- A Resolução do Conselho de Ministros nº 142/97 de 28 de Agosto cria o Sítio Estuário do Tejo (PTCON0009), proposto para Sítio de Interesse Comunitário (SIC – Rede Natura 2000).
- No âmbito dos compromissos assumidos pelo Estado Português perante a Convenção sobre Zonas Húmidas (Ramsar 1971) foi designada como Zona Húmida de Importância Internacional em 24 de Novembro de 1980.
- Para além destes estatutos legais de protecção, esta área foi também incluída na lista de Áreas Importantes para Aves (IBA) e na Rede de Biótopos CORINE.

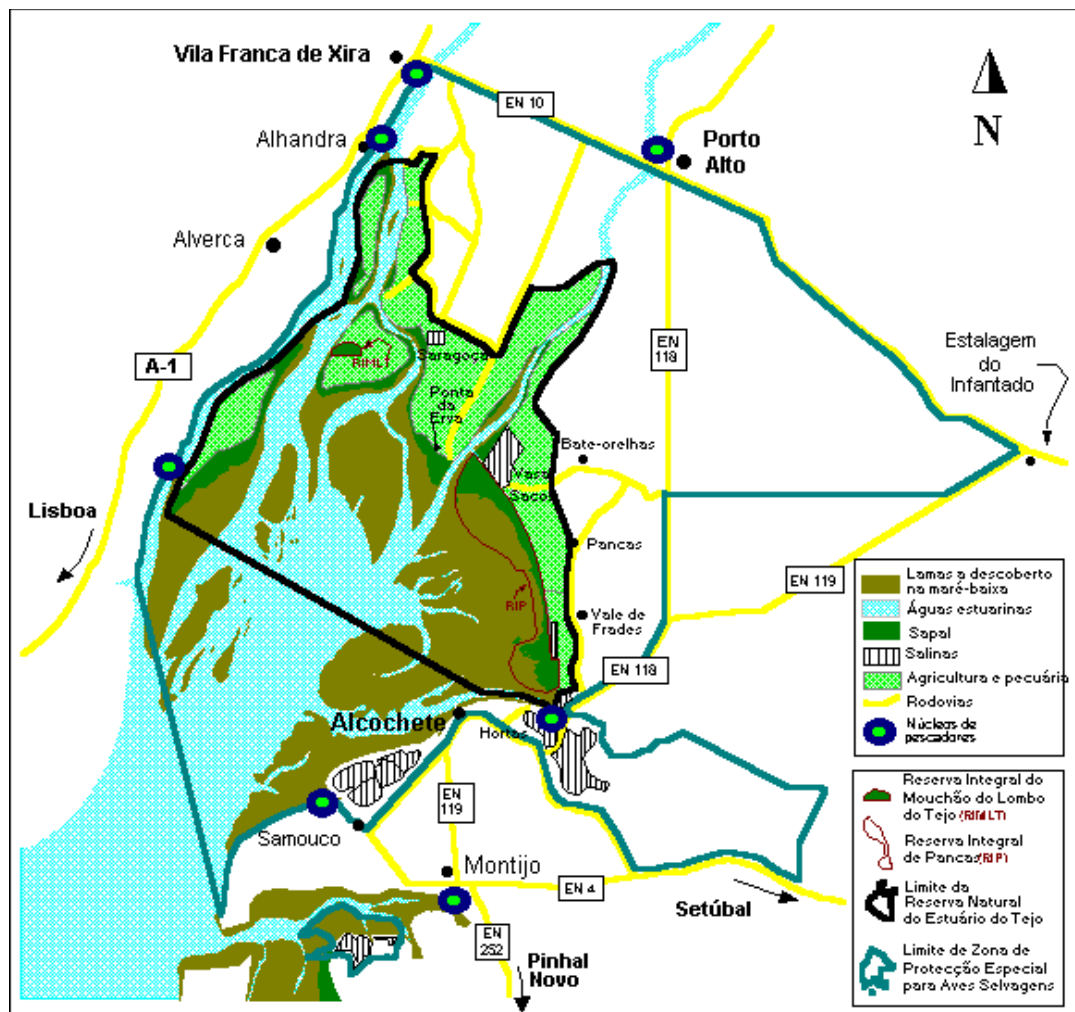


Figura 27 – Reserva Ecológica Nacional e delimitação dos estatutos de protecção. Fonte: ICNF, 2013

4) Resultados

Foram elaborados um total de seis mapas tanto para o uso do solo em volta ao sapal de Corroios como para o sapal de Pancas para os anos de 1947, 1977, 1989, 1999, 2004 e 2010 e, todos os resultados encontram-se abaixo descritos. Os gráficos das áreas percentuais apresentados neste capítulo não têm em conta a classe “Zona intertidal, águas marinhas e interiores” para que os resultados sejam os mais perceptíveis possíveis.

4.1 Uso do solo da área A – sapal de Corroios

No ano 1947 o uso do solo é abrangido quase totalmente por três classes. A classe “Área agrícola” com uma área correspondente a 39 %, a classe “Floresta e vegetação arbórea aberta” com 25 % e a “Vegetação arbustiva aberta e herbácea” com 15 % da área total (Figura 28). O sapal apresenta um aspecto consolidado estando predominantemente a norte, oeste e sudoeste da reentrância do estuário do Tejo que envolve diversas freguesias do Concelho do Seixal, o qual corresponde a 8 % da área de estudo. O sapal localiza-se na zona mais central e apresenta forma de “coração” e pouco dividido.

É também interessante referir que o tecido urbano se encontra, nesta altura, junto às áreas industriais, quer seja junto à zona industrial da Base Naval do Alfeite de Almada quer seja no Concelho do Seixal.

Em 1947 não foi encontrada nenhuma aquacultura ou salina, daí que sejam apresentadas 10 classes no total das 11 escolhidas para esta dissertação. Embora as classes “Espaços verdes urbanos, equipamentos desportivos e de lazer” e “Áreas em construção e extracção de inertes” estejam representadas na figura 29, por serem pouco representativas, nem sempre aparecem nos gráficos.

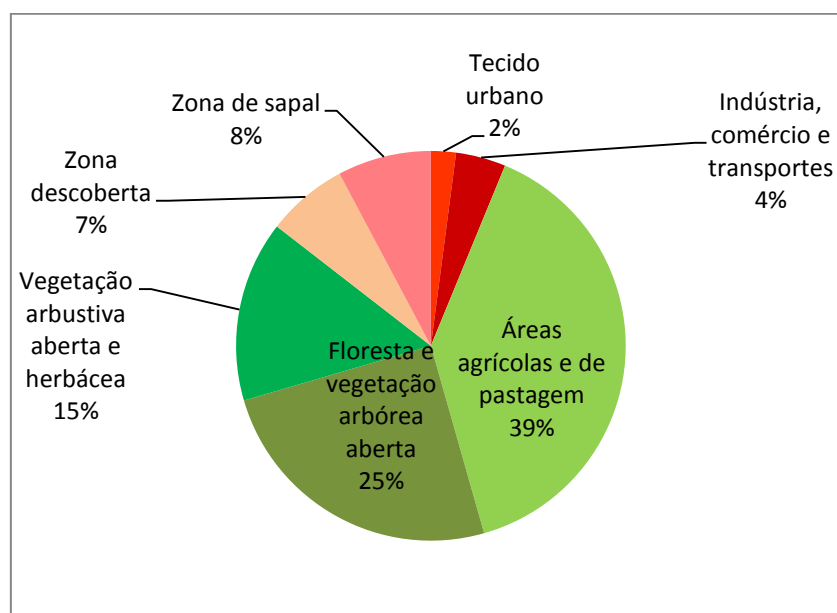


Figura 28 – Áreas (%) do uso do solo de 1947, sapal de Corroios.

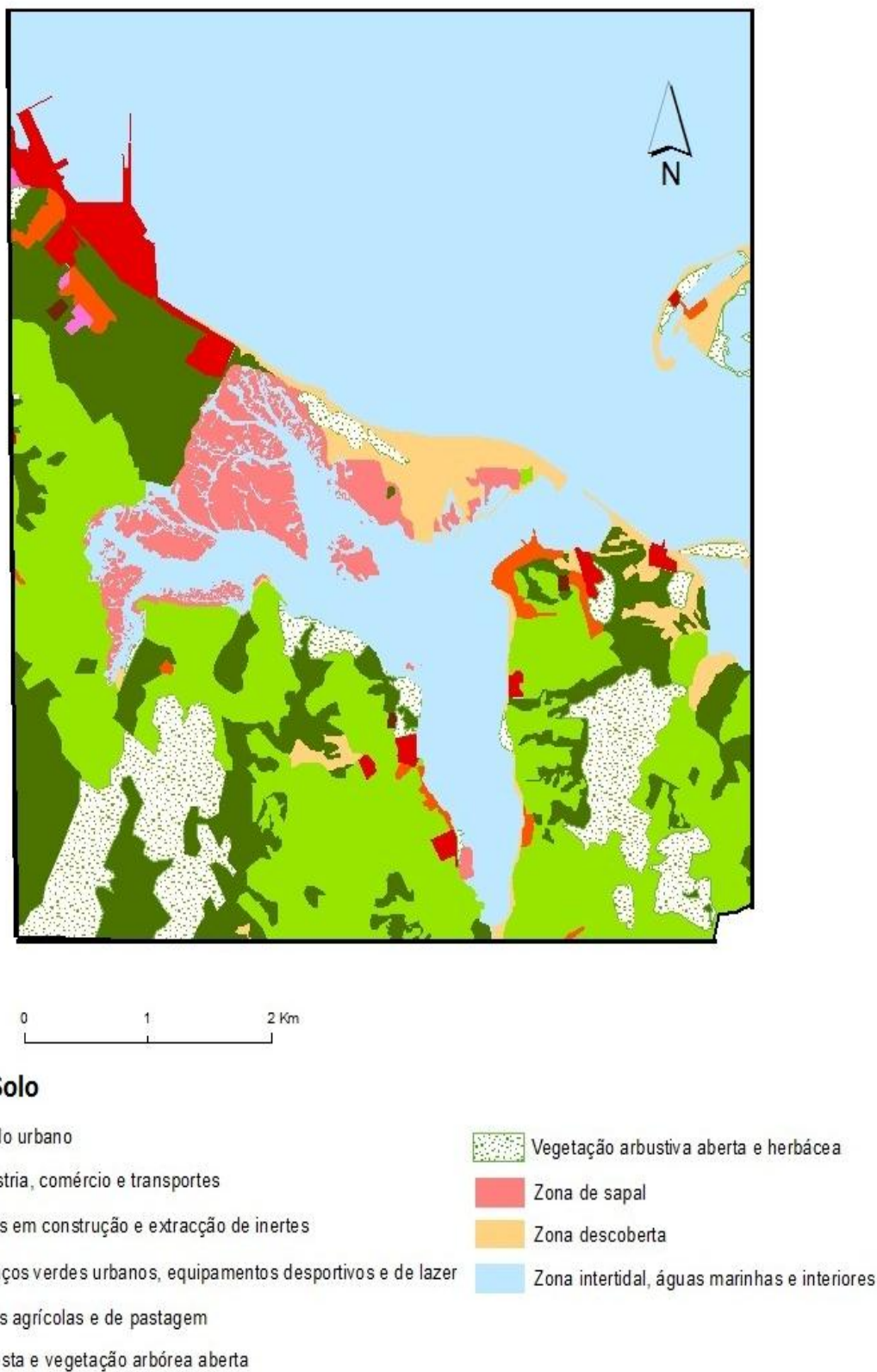


Figura 29 – Uso do solo de 1947 da área de Corroios

Na figura 30 está representado o uso do solo de 1977 referente ao Sapal de Corroios e área em volta.

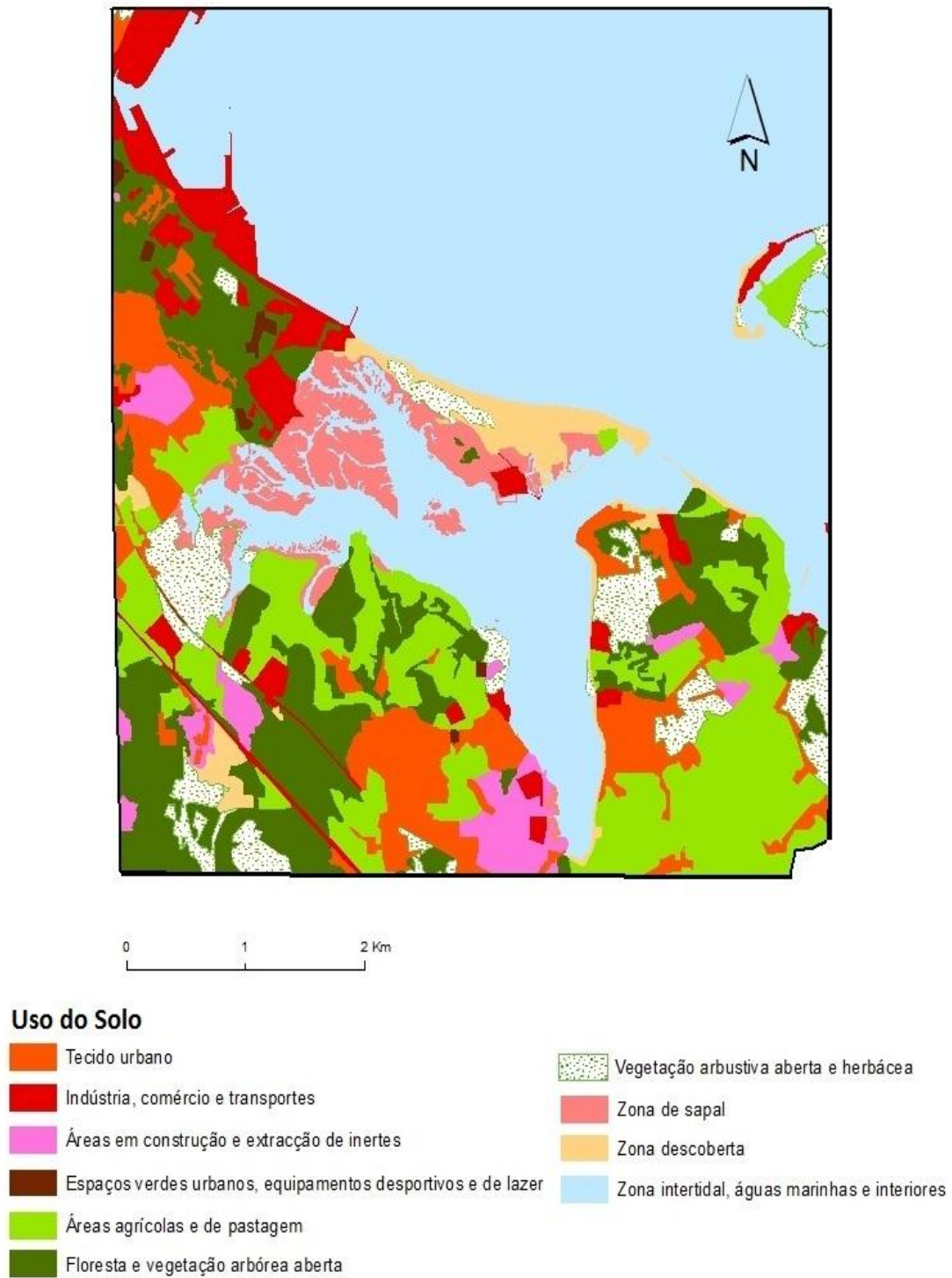


Figura 30 - Uso do solo de 1977 da área de Corroios.

Passados 30 anos desde o primeiro mapa analisado as diferenças surgem, em 1977, muito distintamente (Figura 30 e 31).

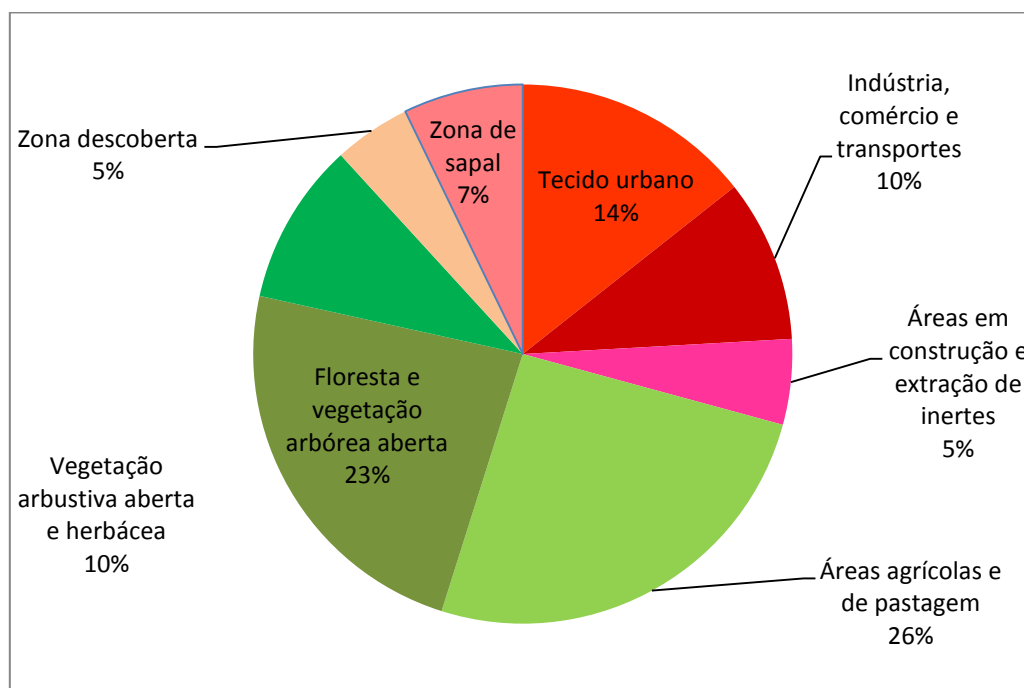


Figura 31 - Áreas (%) do uso do solo de 1977, sapal de Corroios.

As classes “*Tecido urbano*” e “*Indústria, comércio e transportes*” aumentaram tirando lugar ao uso do solo tão característico deste Concelho, a agricultura (Figura 32). Estas classes apresentam agora, um valor de 14 % e 10 %, respectivamente, enquanto em 1947 a primeira classe era 2 % do território e a segunda 4 %. A divisão do território é maior, como se pode observar, no canto inferior esquerdo da figura 32 com a construção de vias de transporte que ligam a freguesia de Corroios à do Seixal, ambas pertencentes ao Concelho do Seixal.

A paisagem encontra-se visivelmente mais dividida e as duas classes que no ano 1947 tinham tão baixa representatividade que não foram consideradas na figura 33 surgem agora. São elas a “*Áreas em construção e extração de inertes*” e “*Espaços verdes urbanos, equipamentos desportivos e de lazer*”.

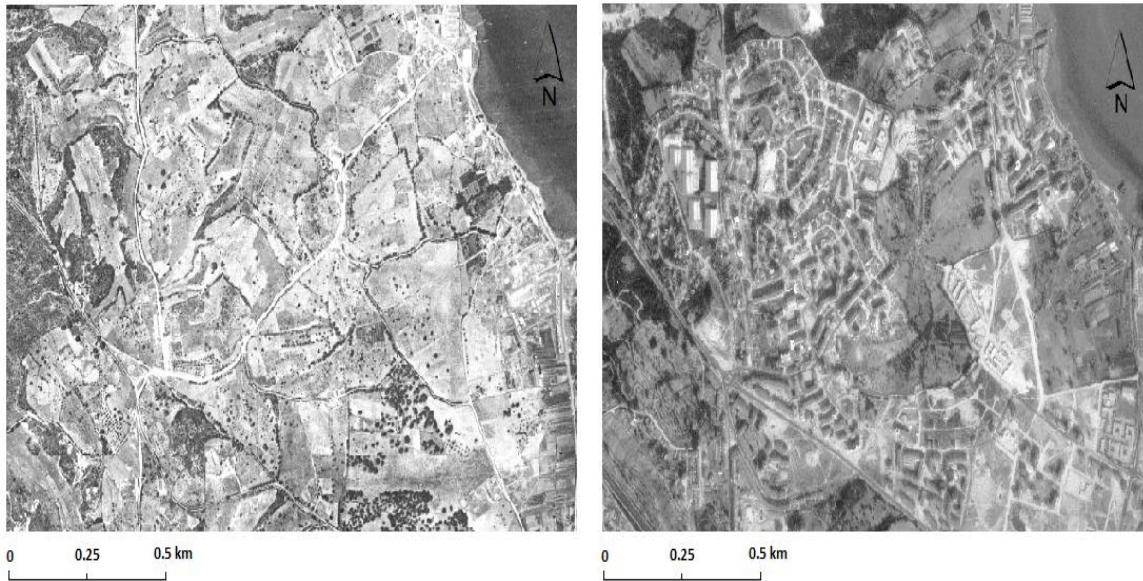


Figura 32 – Diferenças no uso do solo entre 1947 e 1977. Zona agrícola no primeiro ano e urbanizada no segundo. Fonte: IGeoE e IGP.

A classe “Zona de sapal” é menor, constituindo uma área total de 7 % (perda de 1 % em relação ao ano 1947) (Figura 33). Também se pode observar que o sapal se encontra mais dividida e as “ilhas” espalhadas pelo espelho de água diminuíram de tamanho. Em relação aos canais de água interiores ao sapal percebe-se que estes se encontram mais largos.

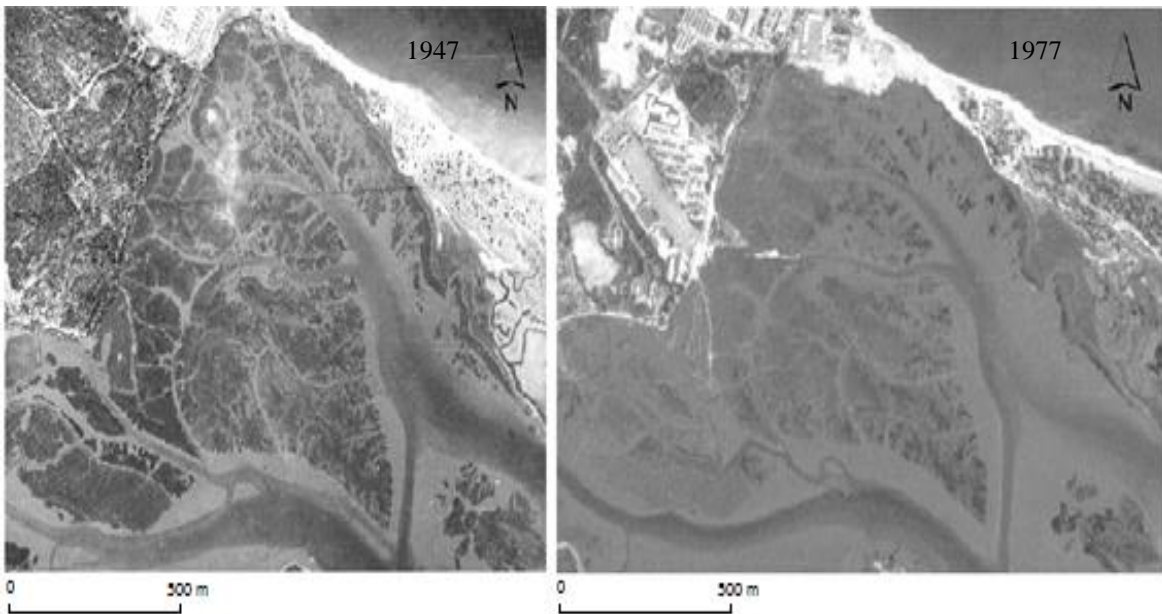


Figura 33 – Diferença do tamanho do sapal em 1947 e 1977. Fonte: IGeoE e IGP.

Na figura 34 está representado o uso do solo de 1989 referente ao Sapal de Corroios e área em volta.

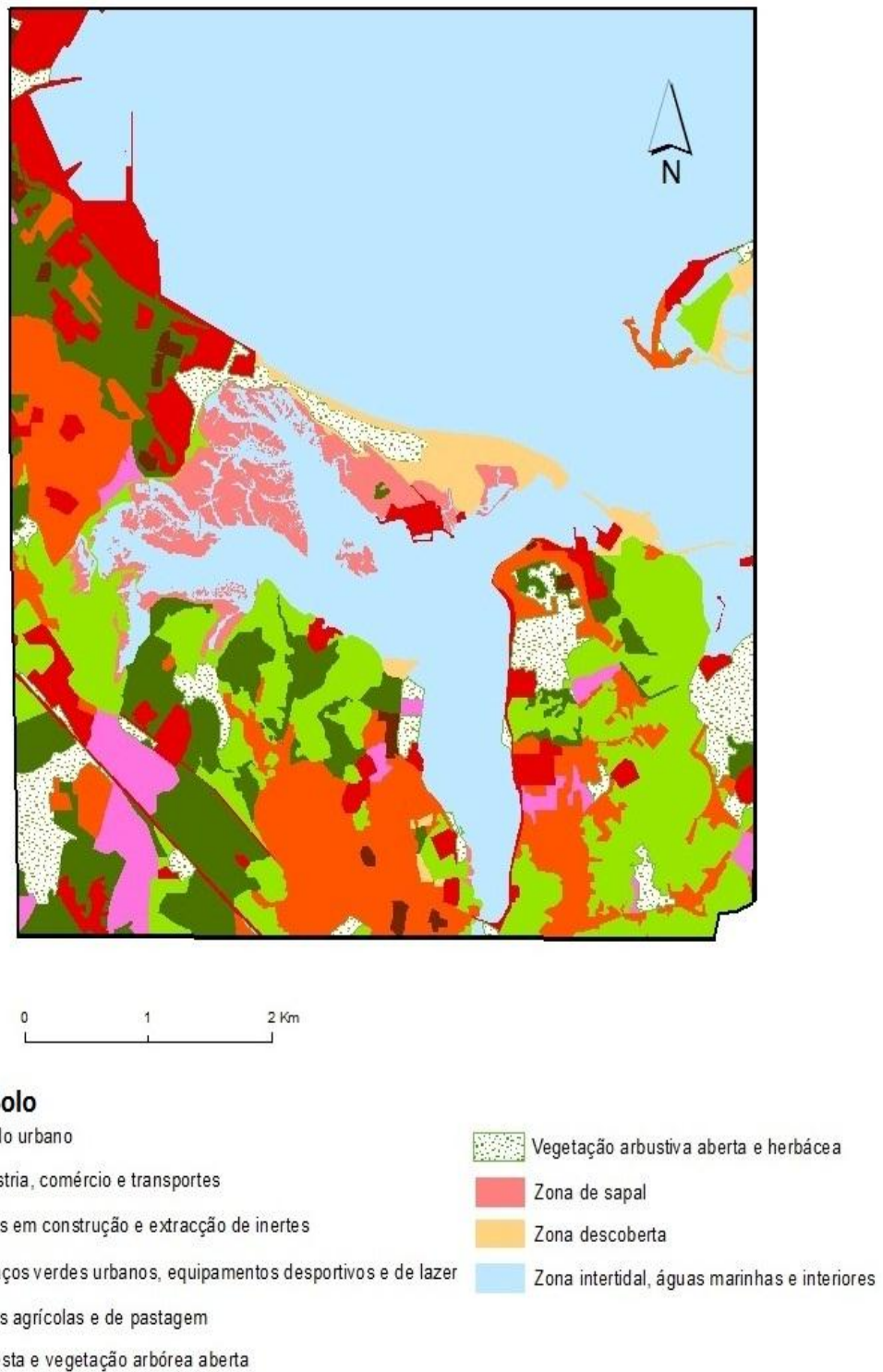


Figura 34 - Uso do solo de 1989 da área de Corroios.

O padrão de divisão do território verificado de 1947 para 1977 é, em 1989, muito mais visível (Figura 34 e 35) embora o espaço de tempo entre estes anos seja muito menor, 12 anos.

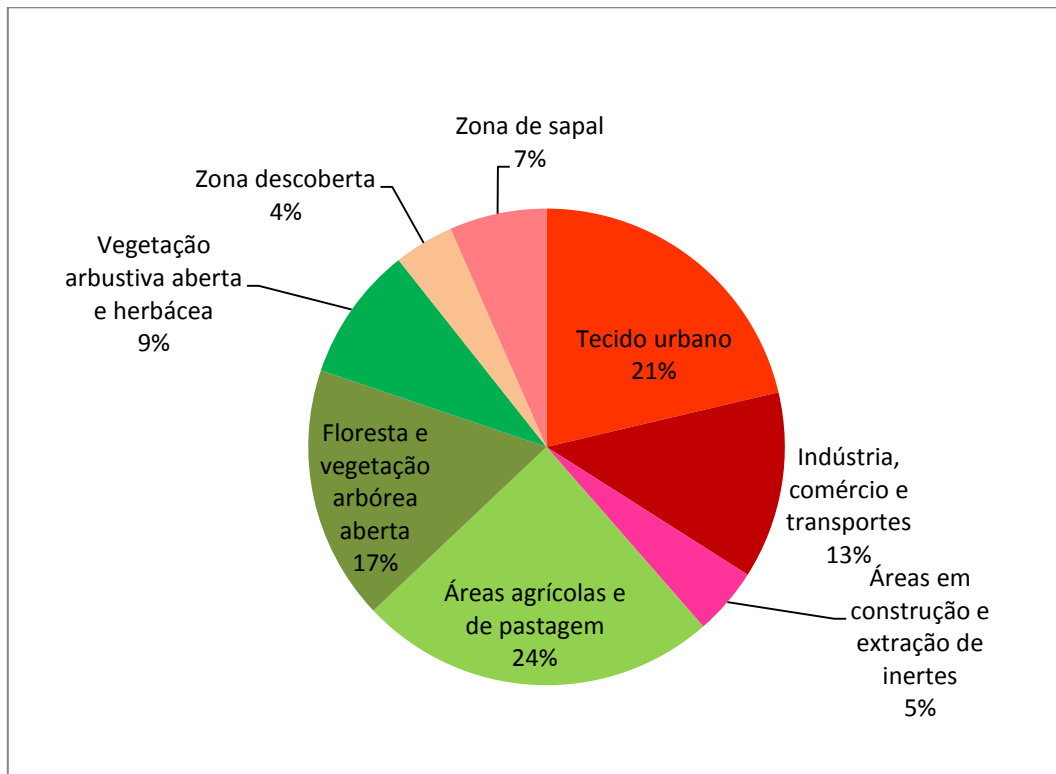


Figura 35 - Áreas (%) do uso do solo de 1989, sapal de Corroios.

A tendência de diminuição das classes “*Floresta e vegetação arbórea aberta*” e “*Áreas agrícolas e de pastagem*” continua e estas classes decrescem agora 6 % e 2 %, respectivamente (Figura 36).

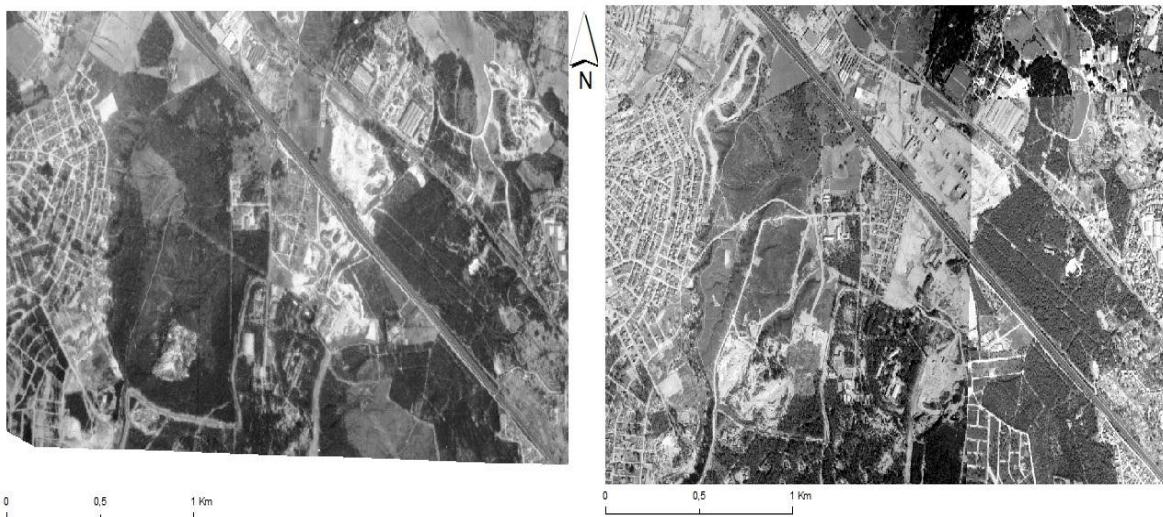


Figura 36 – Substituição da zona florestal por vegetação e zona descoberta em 1977 e 1989, respectivamente. Fonte: IGP.

É interessante analisar que as zonas anteriormente classificadas como “Áreas em construção e extração de inertes” fazem agora parte do tecido urbano. Esta última classe registou um aumento de 7 %, tornando-a na classe que mais aumentou nestes 12 anos. Pode-se considerar que nesta altura existem dois pólos urbanos principais. Um próximo da Base Naval do Alfeite e outro na zona mais a sul da área de estudo nas freguesias de Amora, Cruz de Pau e Paivas. Outra observação importante de referir é que com o crescimento e desenvolvimento dos centros urbanos aumentam também as zonas industriais. Como tal, o aumento de 3 %, em apenas 12 anos, da classe “Indústria, comércio e transportes” não é totalmente surpresa.

A classe “Zona de sapal”, em 1989, não apresenta grandes variações percentuais continuando a registar 7 % da área total. Note-se que um dos dois grandes pólos industriais, o pólo junto à Base Naval do Alfeite, situa-se muito próximo do sapal.

Na figura 37 está representado o uso do solo percentual de 1999 referente ao Sapal de Corroios e área em volta.

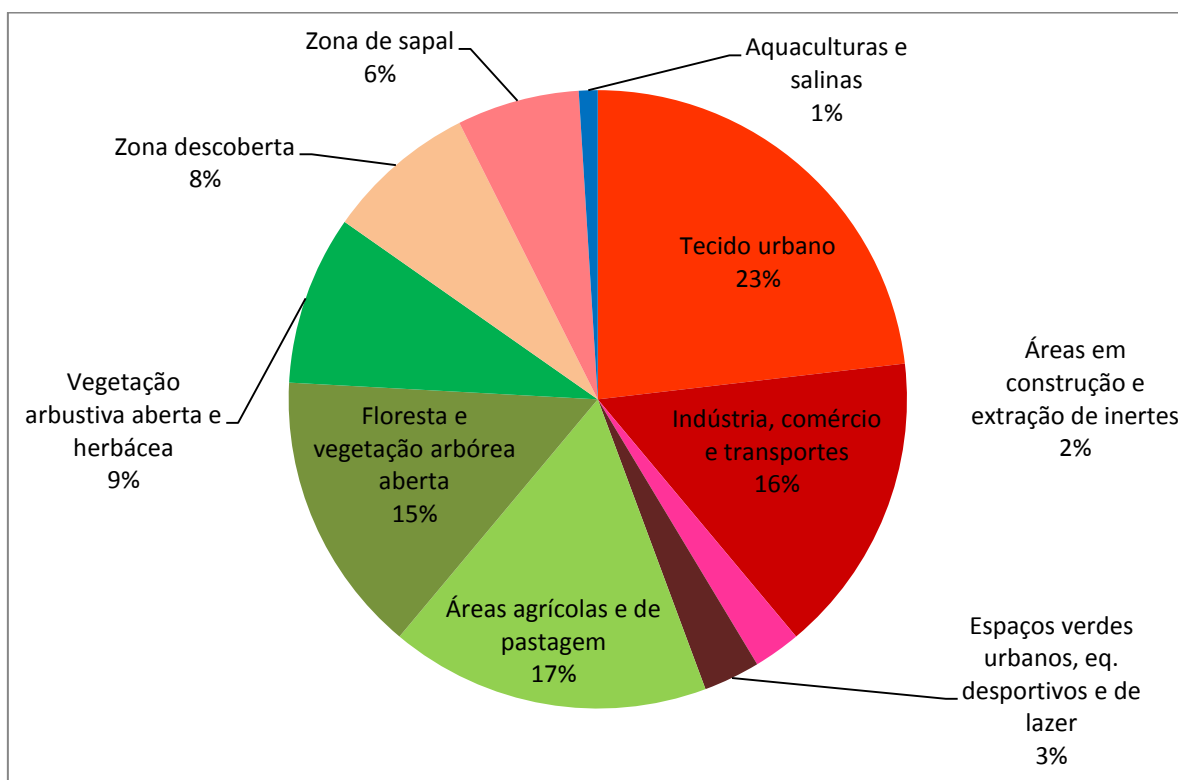


Figura 37 - Áreas (%) do uso do solo de 1999, sapal de Corroios.

Na figura 38 está representado o uso do solo de 1989 referente ao Sapal de Corroios e área em volta.

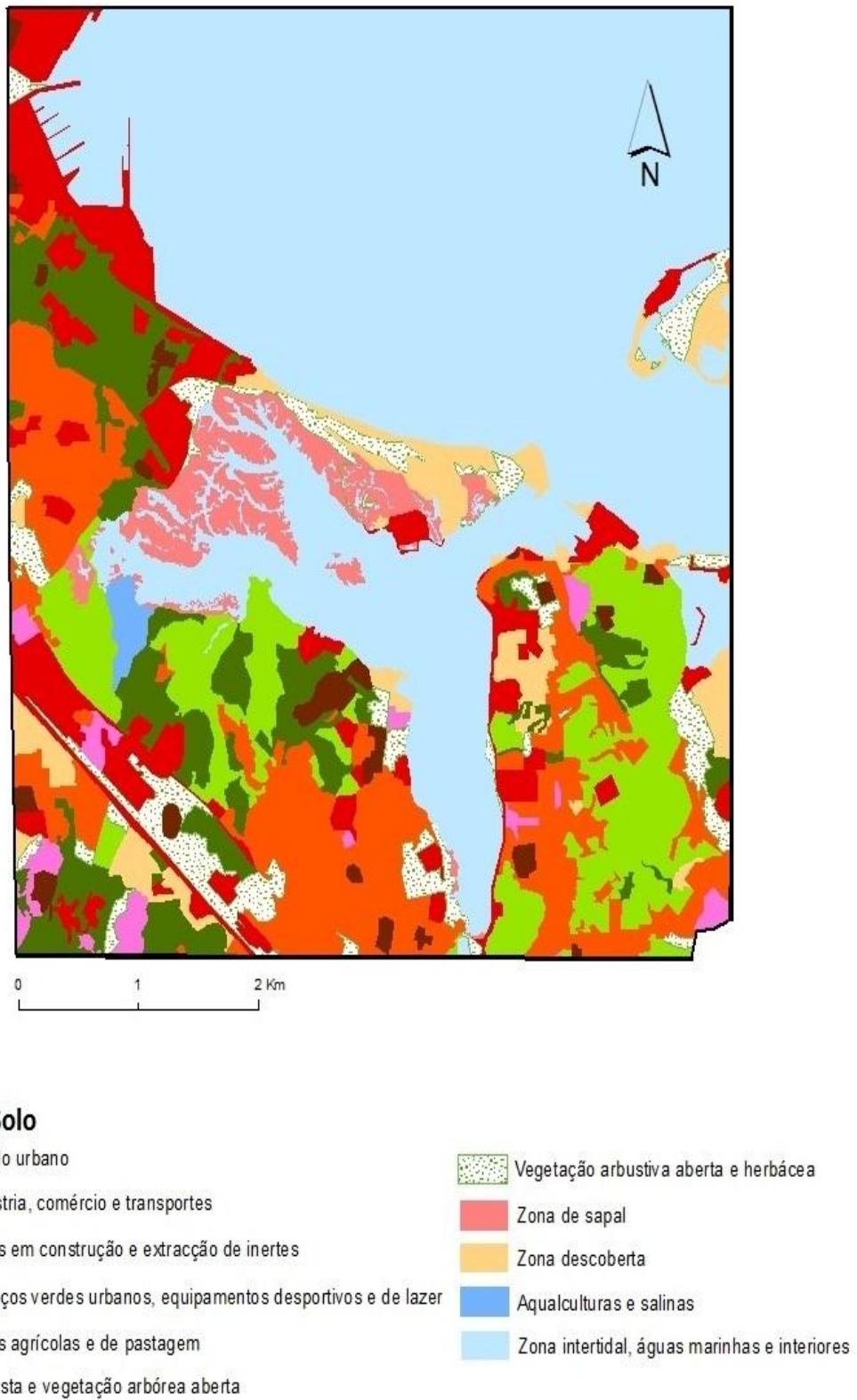


Figura 38 - Uso do solo de 1999 da área de Corroios.

No ano de 1999 existem três importantes aspectos a referir, **[1]** a continuação do aumento das classes “*Tecido urbano*” e “*Indústria, comércio e transportes*”, **[2]** o aparecimento de aquaculturas e salinas e **[3]** a diminuição da classe “*Zona de sapal*” (Figuras 37 e 38).

[1] – Era de esperar que as áreas destas classes continuassem a aumentar. Assim, em 1999 verifica-se um aumento de 2 % e 3 %, respectivamente. Nota-se também que no interior dos grandes centros urbanos aparecem equipamentos desportivos e de lazer como campos de jogos e parques, características de uma consolidação das cidades que se vem a verificar.

[2] – Neste ano verifica-se, pela primeira vez em 52 anos, a presença da classe “*Aquaculturas e salinas*”. A área abrangida pela nova classe estava, nos anos anteriores, coberta por vegetação de sapal e várzea (Figura 39).

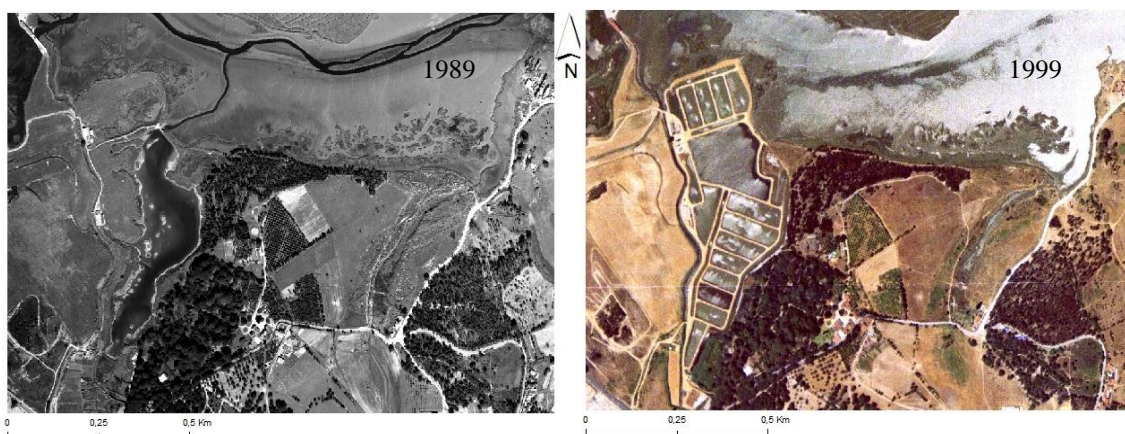


Figura 39 – Substituição da vegetação de sapal, 1989, por tanques de aquacultura em 1999. Fonte: IGP.

[3] – Como consequência de todos factos anteriormente comentados a área de sapal tende a diminuir, mais uma vez com um decréscimo de 1 %. Desde 1947 a área desaparecida é de 200 000 m² (Figura 40).

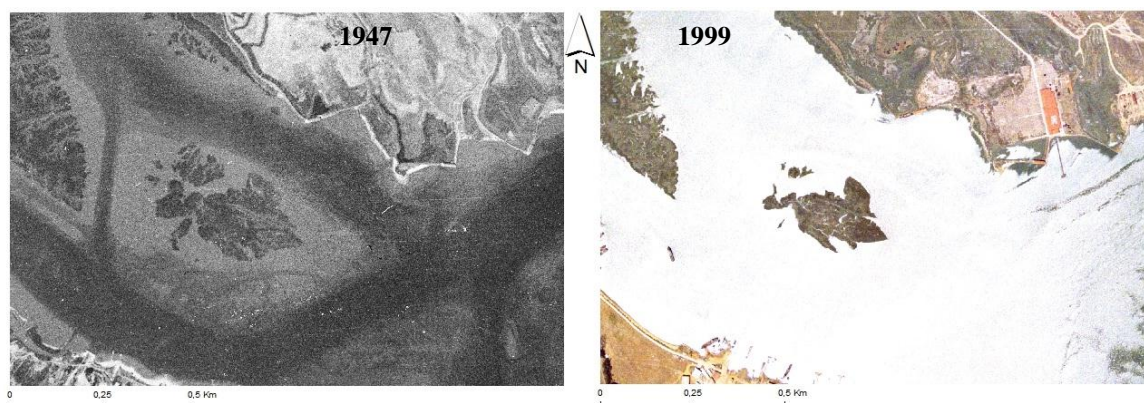


Figura 40 – Diferença no tamanho do sapal entre 1947 e 1999. Fonte: IGeoE e IGP.

Na figura 41 está representado o uso do solo de 2004 referente ao Sapal de Corroios e área em volta.

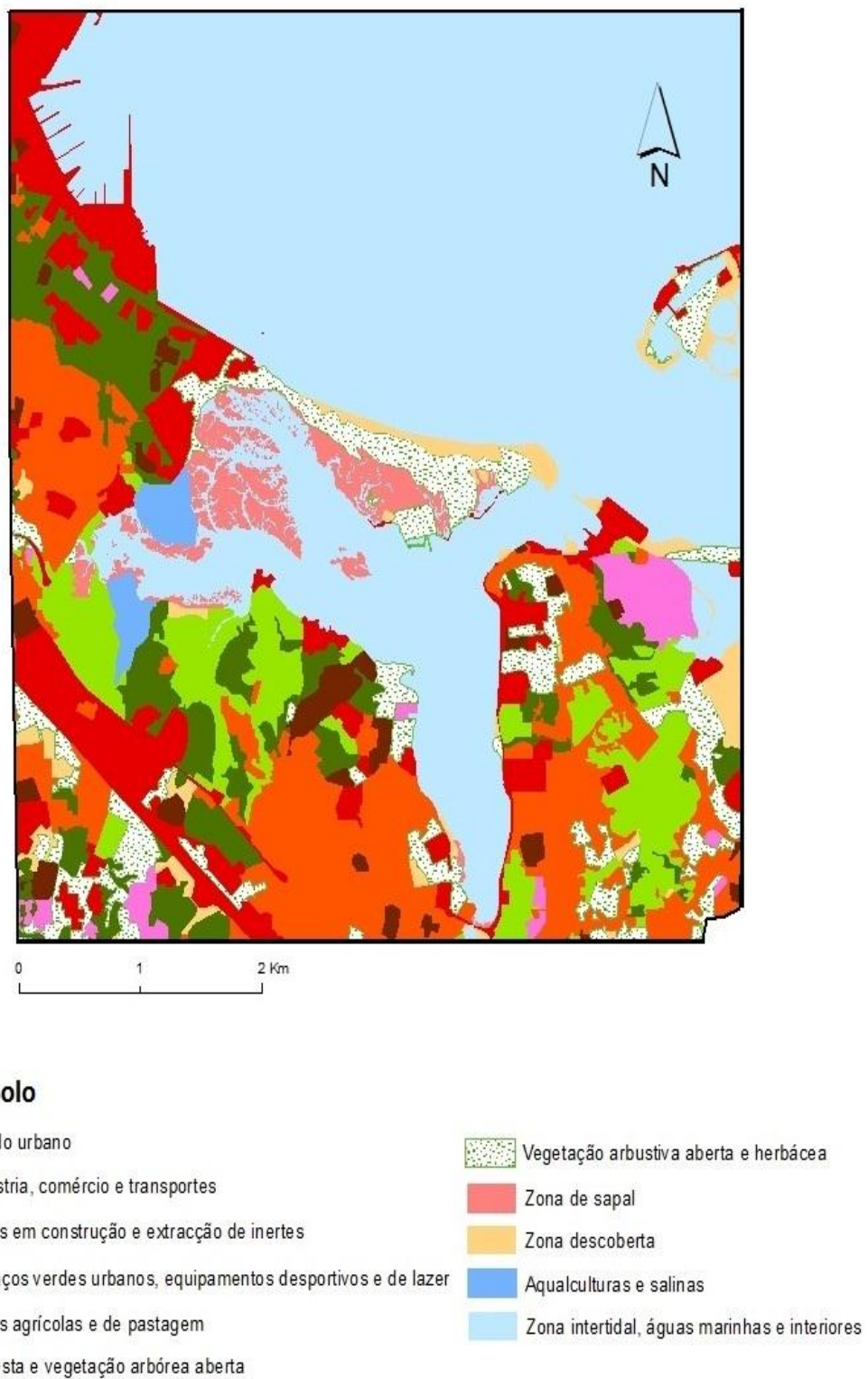


Figura 41 - Uso do solo de 2004 da área de Corroios.

No ano de 2004 há uma consolidação e aumento das classes “*Indústria, comércio e transportes*” e “*Tecido urbano*”, como se pode observar no canto inferior esquerdo da figura 41 contribuindo para o aumento de 2 % destas classes em apenas 5 anos (Figura 42).

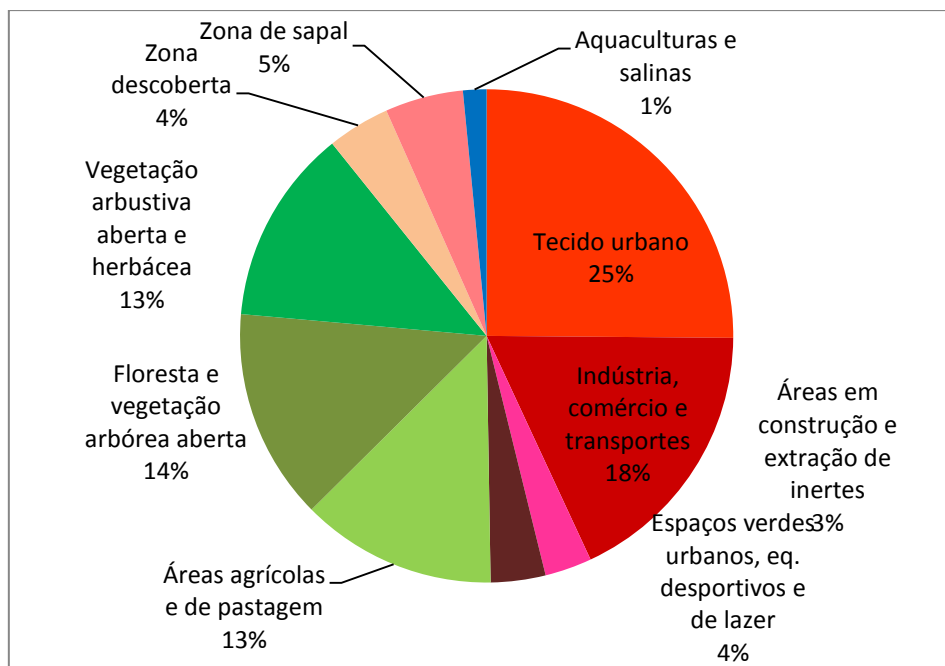


Figura 42 - Áreas (%) do uso do solo de 2004, sapal de Corroios.

As áreas agrícolas e de pastagem são quase totalmente substituídas por tecido urbano e zonas em construção (substituição de 1 %), no Concelho do Seixal (Figura 43). A classe “*Aquaculturas e salinas*” também regista um crescimento, continuando a substituir zonas que, em 1999, eram sapal.



Figura 43 – Substituição de zonas agrícolas em 1999 por áreas em construção em 2004. Fonte: IGP.

Na figura 44 está representado o uso do solo de 2010 referente ao Sapal de Corroios e área em volta.

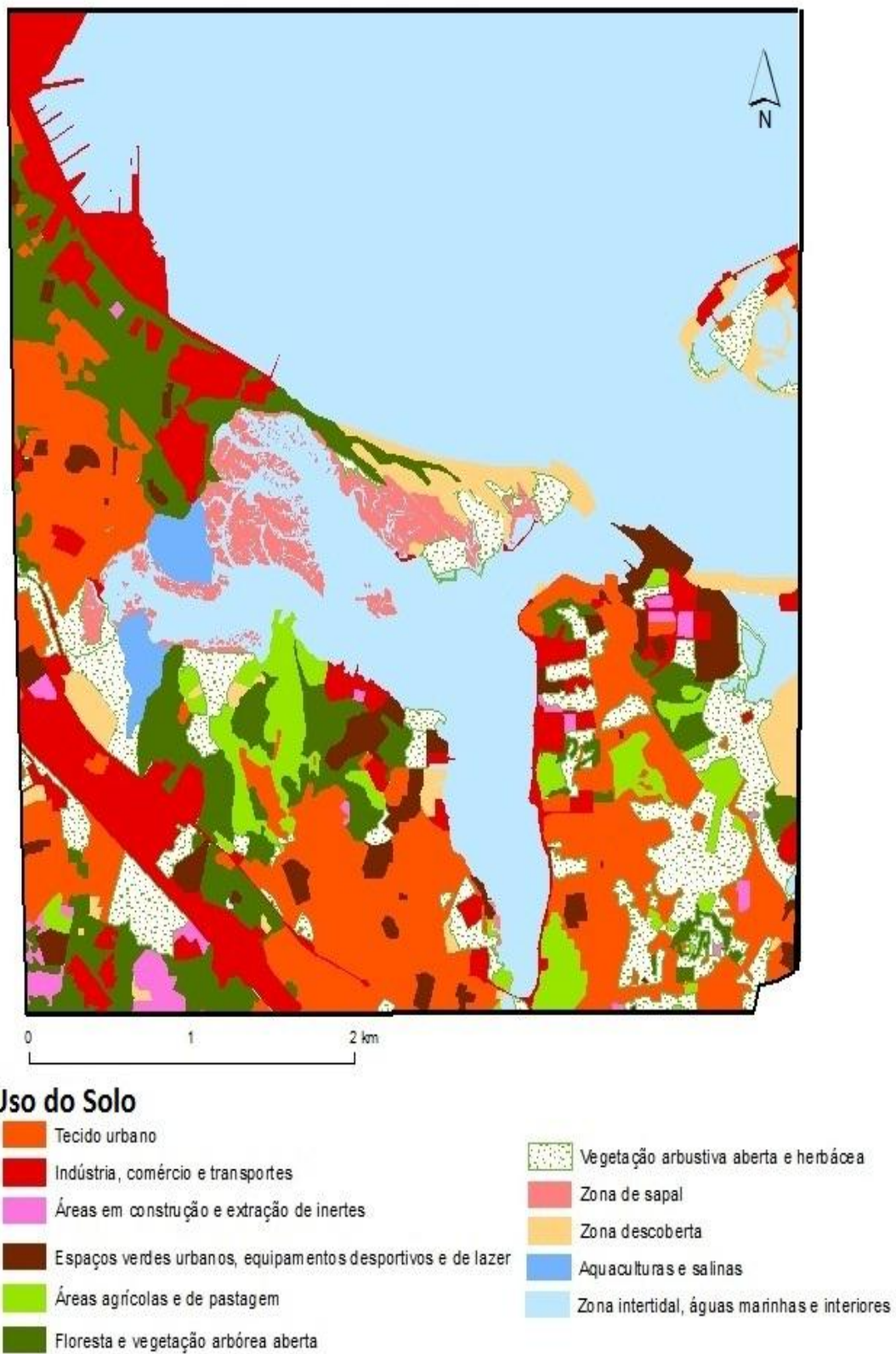


Figura 44 - Uso do solo de 2010 da área de Corroios.

Em 2010 o território, visivelmente mais dividido, apresenta um crescimento das classes “Tecido urbano”, “Espaços verdes urbanos, equipamentos desportivos e de lazer” e “Florestas e vegetação arbórea aberta” (Figuras 44 e 45).

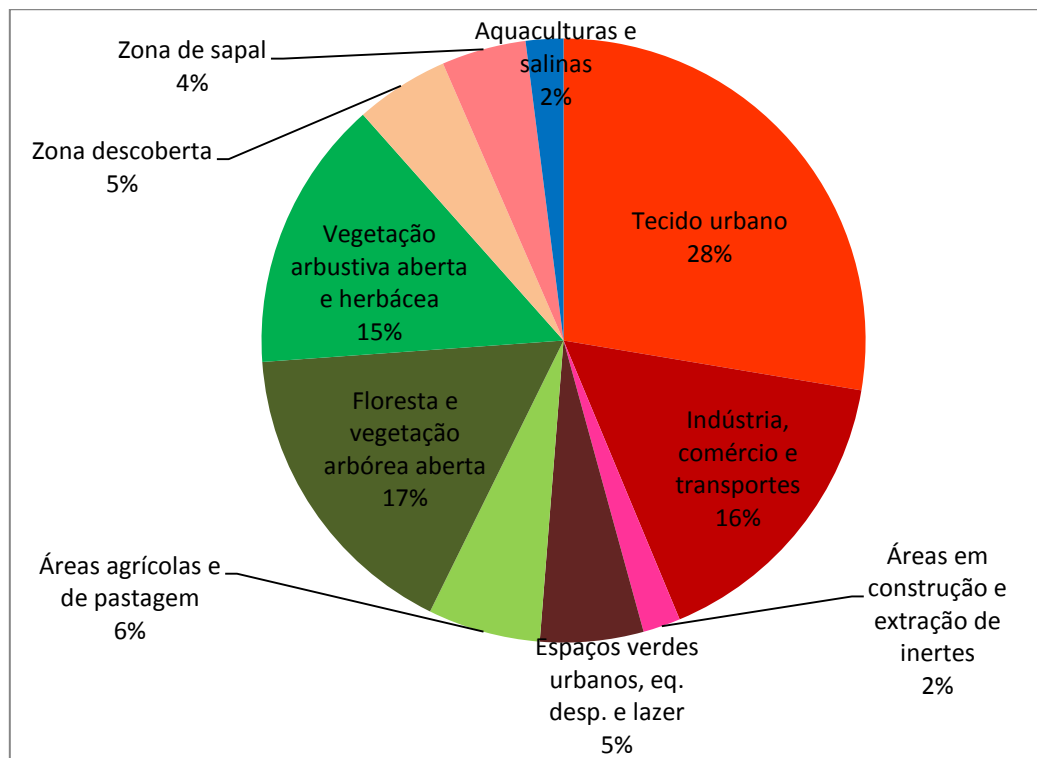


Figura 45 - Áreas (%) do uso do solo de 2010, sapal de Corroios.

Devido à consolidação e crescimento dos pólos urbanos verifica-se um aumento, de 1 %, na classe “Espaços verdes urbanos, equipamentos desportivos e de lazer”, principalmente no Concelho do Seixal. A tendência do decréscimo da zona de sapal verifica-se até ao último ano de análise, sendo o valor final de 4 %. O valor da área percentual desaparecida é cerca de metade da área de vegetação do sapal inicial.

Para além da análise individual realizada aos mapas do uso do solo é também importante analisar as áreas calculadas de uma forma mais geral. É preciso ter sempre em conta o espaço temporal entre os anos dos mapas realizados para uma análise mais correcta. A tabela 8 pretende, por isso, apresentar esses mesmos resultados.

Tabela 8 – Áreas (km² e %) dos temas do uso do solo em cada ano de análise, Corroios.

30 12 10 5 6



Anos	1947		1977		1989		1999		2004		2010	
	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%
Uso do solo												
Tecido urbano	0,4	1,0	2,8	7,1	4,2	10,6	4,7	11,9	5,0	12,6	5,5	13,9
Indústria, comércio e transportes	0,8	2,0	1,9	4,8	2,5	6,3	3,2	8,1	3,5	8,8	3,2	8,1
Áreas em construção e extracção de inertes	0,0	0,0	1,0	2,5	0,9	2,3	0,5	1,3	0,6	1,5	0,4	1,0
Espaços verdes urbanos, equipamentos desportivos e de lazer	0,0	0,0	0,1	0,3	0,2	0,5	0,6	1,5	0,7	1,8	1,1	2,8
Áreas agrícolas e de pastagem	7,6	19,2	5,0	12,6	4,8	12,1	3,4	8,6	2,5	6,3	1,2	3,0
Floresta e vegetação arbórea aberta	4,8	12,1	4,6	11,6	3,4	8,6	3,0	7,6	2,8	7,1	3,3	8,3
Vegetação arbustiva aberta e herbácea	2,9	7,3	1,9	4,8	1,8	4,5	1,8	4,5	2,5	6,3	2,9	7,3
Zona descoberta	1,3	3,3	0,9	2,3	0,8	2,0	1,6	4,0	0,9	2,3	1,0	2,5
Zona de sapal	1,5	3,8	1,4	3,5	1,3	3,3	1,3	3,3	1,0	2,5	0,9	2,3
Aquaculturas e salinas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5	0,3	0,8	0,4	1,0
Zona intertidal, águas marinhas e interiores	20,3	51,3	20,0	50,5	19,9	50,3	19,4	49,0	19,7	49,7	19,7	49,7
Total (km ²)	39,6											

Através desta análise é possível observar que os campos agrícolas e as zonas florestais que cobriam a maior parte do território dos Concelhos em estudo foram substituídos por zonas industriais e urbanas durante os 63 anos do estudo. O tecido urbano, com apenas 0,4 km² em 1947, é a classe que apresenta o maior aumento, crescendo 5,1 km² até 2010. Este comportamento é seguido pelos serviços associados às cidades e, como tal, as indústrias, o comércio e as vias de transporte crescem 2,4 km².

Todas as características intrínsecas às cidades, como escolas, parques de estacionamento, bibliotecas, cemitérios etc., aqui representados pela classe “*Espaços verdes urbanos, equipamentos desportivos e de lazer*” apresentam uma tendência crescente. Esta classe era nula em 1947 mas regista uma área de 1,1 km² no fim do estudo.

Como consequência da mudança drástica verificada no uso do solo, e por os principais centros urbanos e industriais se situarem muito próximos da zona de sapal a área desta classe regista, continuamente, uma tendência negativa. No ano de 1947 esta classe abrange 1,5 km² e decresce continuamente até cobrir 0,9 km² no ano de 2010.

4.2 Uso do solo da área B – sapal de Pancas

Na figura 46 está representado o uso do solo percentual de 1947 referente ao Sapal de Pancas e área em volta.

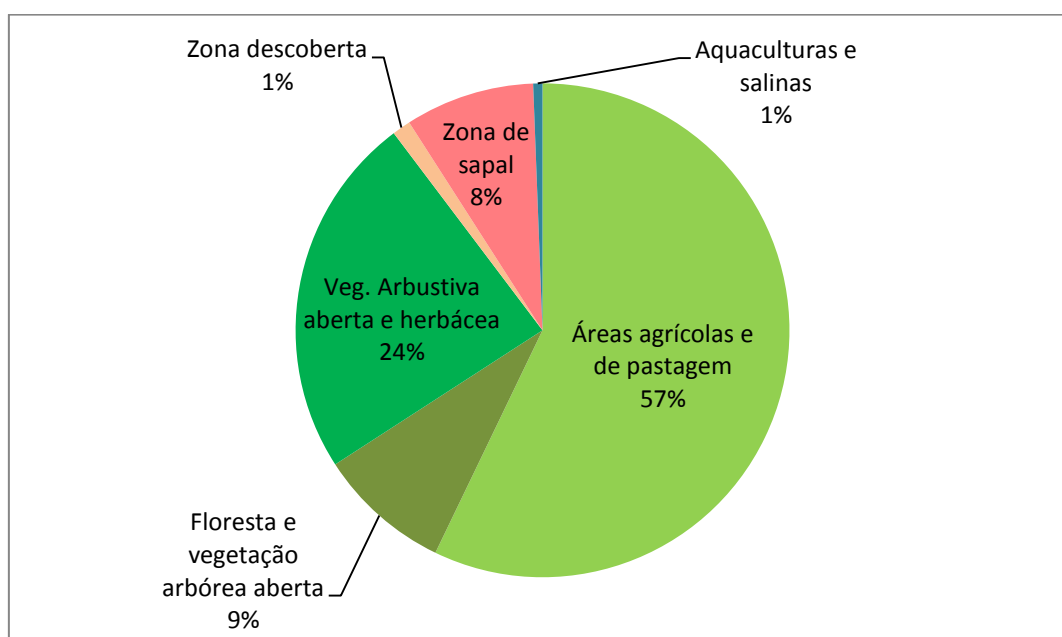


Figura 46 - Áreas (%) do uso do solo de 1947, sapal de Pancas.

No primeiro ano de análise (1947) a classe “*Áreas agrícolas e de pastagem*” cobre mais de metade da área total, 57 % do território em análise. A classe “*Floresta e vegetação arbórea aberta*” e “*Vegetação arbustiva aberta e herbácea*” abrangem 9 % e 24 %, respectivamente da área de estudo. A zona de sapal abrange 8 % do território e localiza-se ao longo de toda a margem do estuário, apresentando uma maior área na zona sul, junto a Alcochete (Figura 49).

As classes “Tecido urbano”, “Indústria, comércio e transportes”, “Espaços verdes urbanos, equipamentos desportivos e de lazer” e “Zona descoberta” não apresentam valores significativos nesta data. Na figura 47 está representado o uso do solo de 1947 referente ao Sapal de Pancas e área em volta.

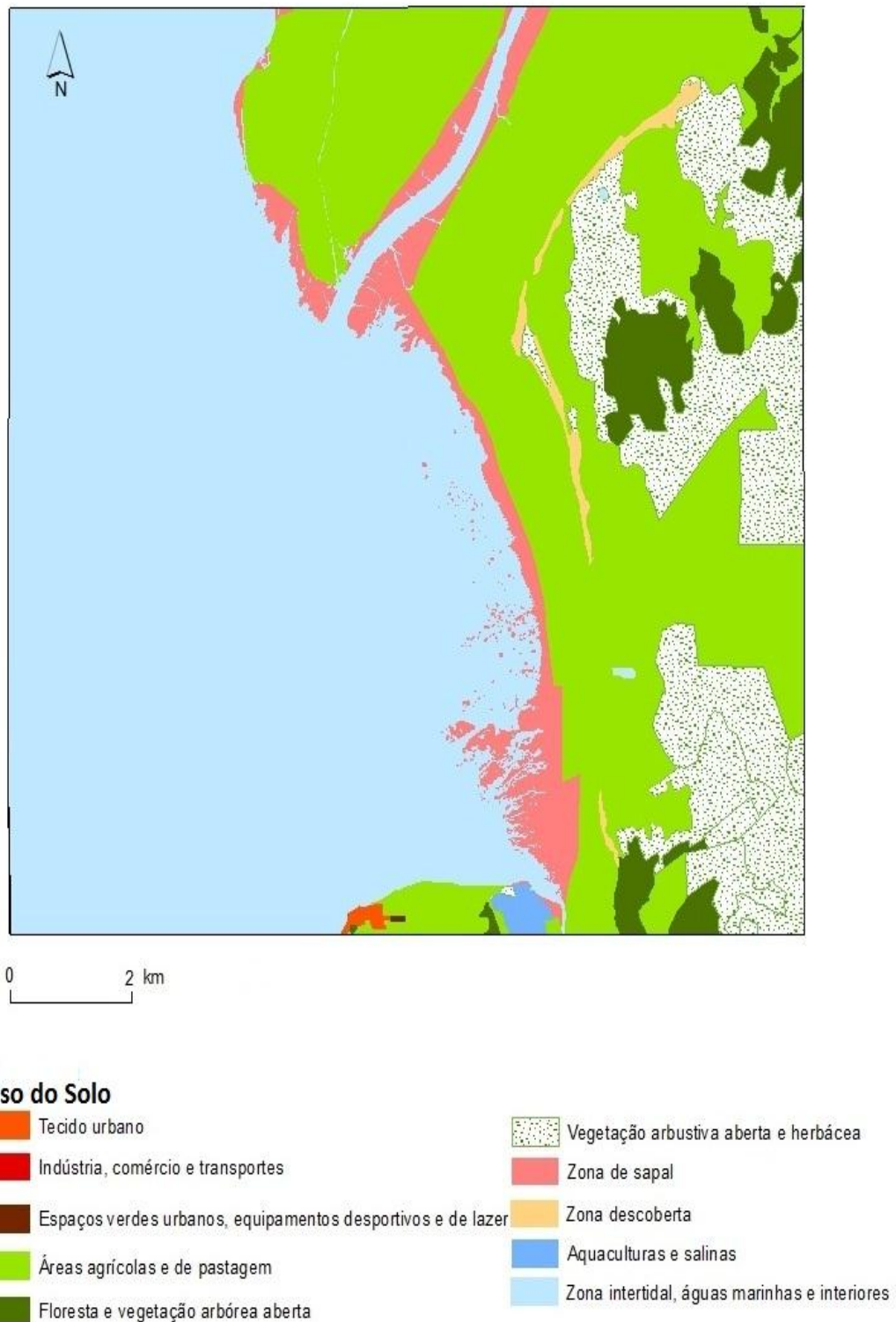


Figura 47 - Uso do solo de 1947 da área de Pancas.

Na figura 48 está representado o uso do solo de 1977 referente ao Sapal de Pancas e área em volta.

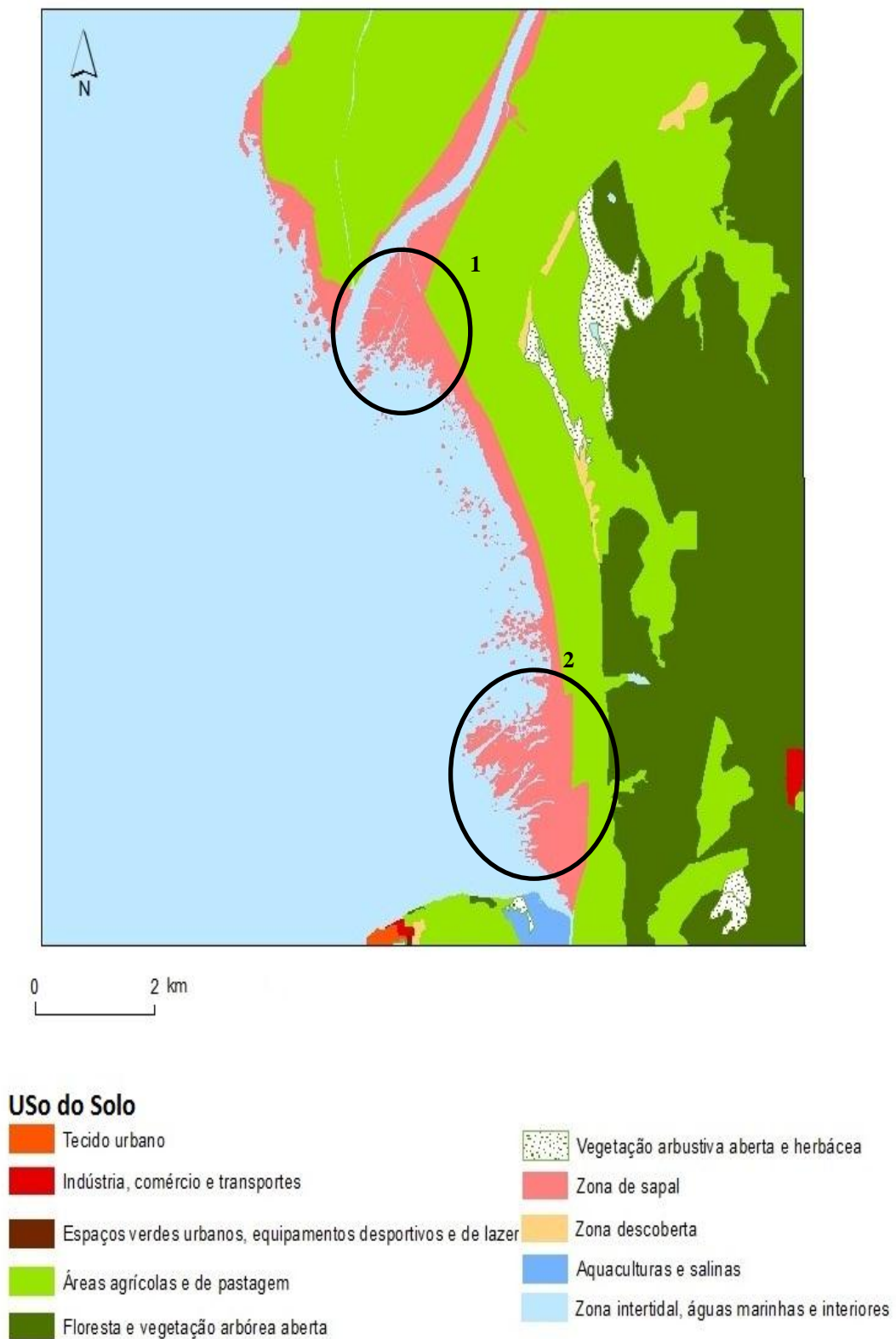


Figura 48 - Uso do solo de 1977 da área de Pancas. As zonas assinaladas como 1 e 2 indicam as principais locais de crescimento do sapal.

Em 1977, passados 30 anos do primeiro ano de análise, a diferença mais visível no uso do solo é o aumento da classe “*Floresta e vegetação arbórea aberta*”, sendo que esta classe veio a substituir 5 % das zonas agrícolas. Nota-se que houve uma substituição de 22 % de área classificada como “*Vegetação arbustiva aberta e herbácea*”, em 1947, por floresta (Figura 50 e 49).

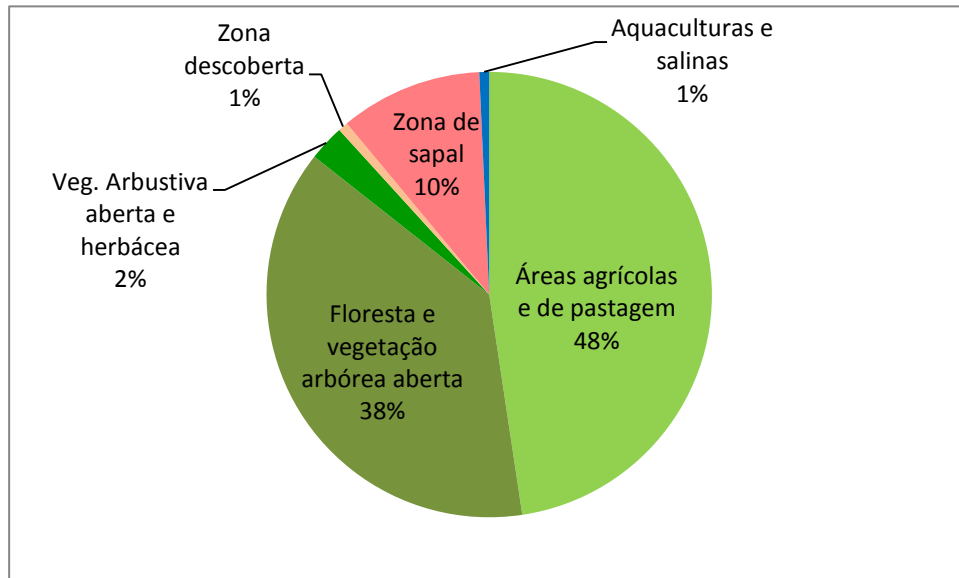


Figura 49 - Áreas (%) do uso do solo de 1977, sapal de Pancas.

A zona de sapal, por sua vez, apresenta um aumento de 2 %, sendo em 1977 cerca de 10 % da área total. Esta modificação é observável na consolidação e aumento de duas zonas identificadas na figura 48 como 1 e 2. A figura seguinte mostra a zona 1 em pormenor. Este aumento pode ser explicado pela diminuição das entradas de fertilizantes e pesticidas que diminuem a qualidade da água, proporcionando uma diminuição de oxigénio através do crescimento de algas.

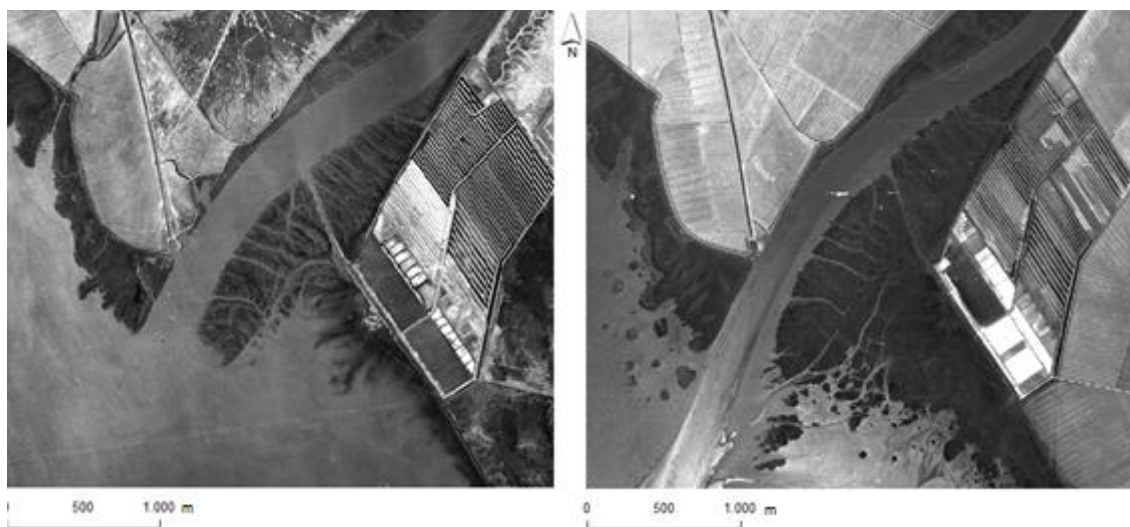


Figura 50 – Aumento do sapal na zona 1 em 1947 e 1977, respectivamente. Fonte: IGeoE e IGP.

Na figura 51 está representado o uso do solo de 1989 referente ao Sapal de Pancas e área em volta.

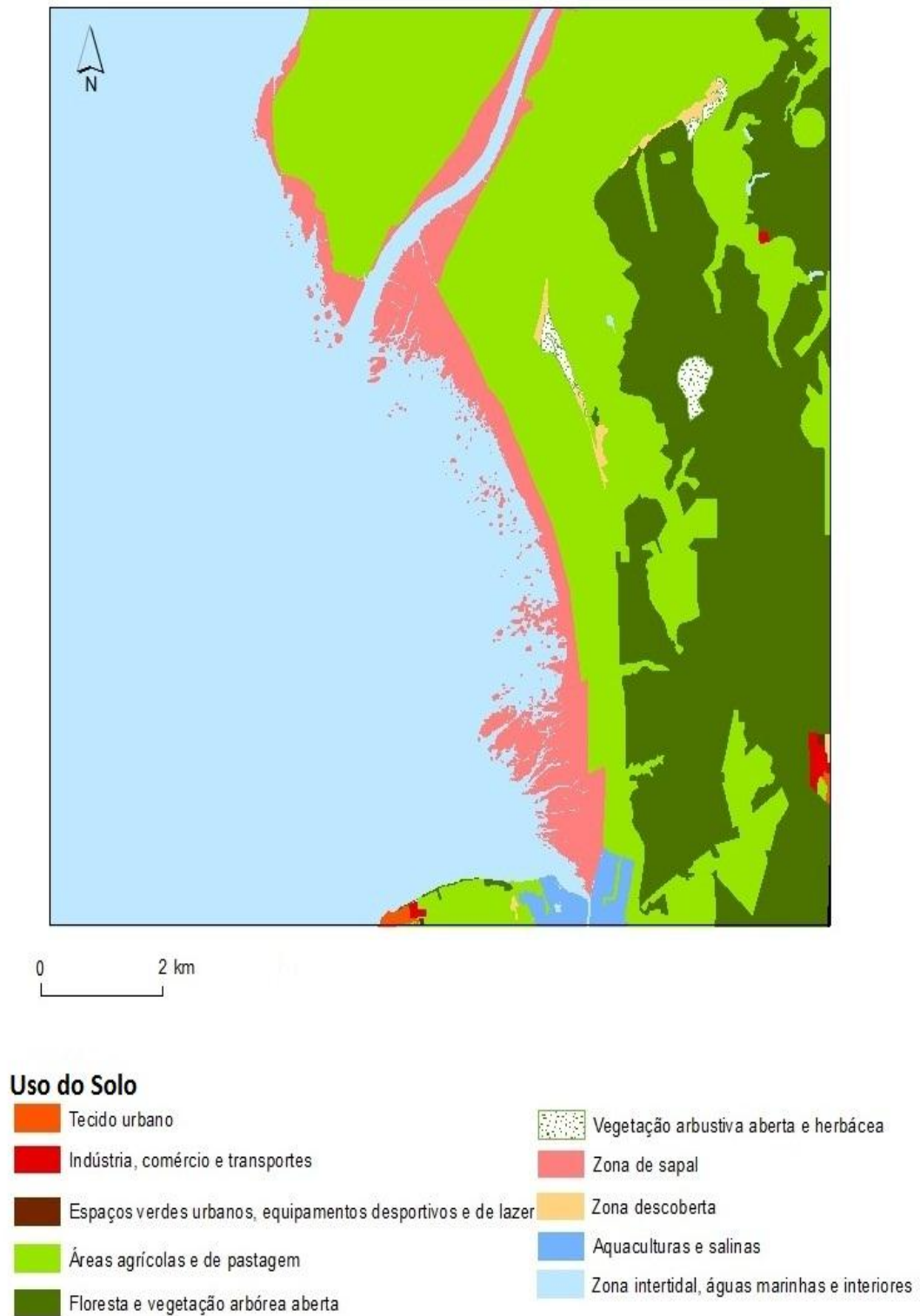


Figura 51 - Uso do solo de 1989 da área de Pancas.

Em 1989 alguns valores do uso do solo contrariam a tendência que se verificava entre os anos de 1947 e 1977. É o caso da área agrícola que sofre agora um aumento de 2 % em relação ao ano de 1977. Na figura seguinte verifica-se uma substituição da área florestal pela agricultura.

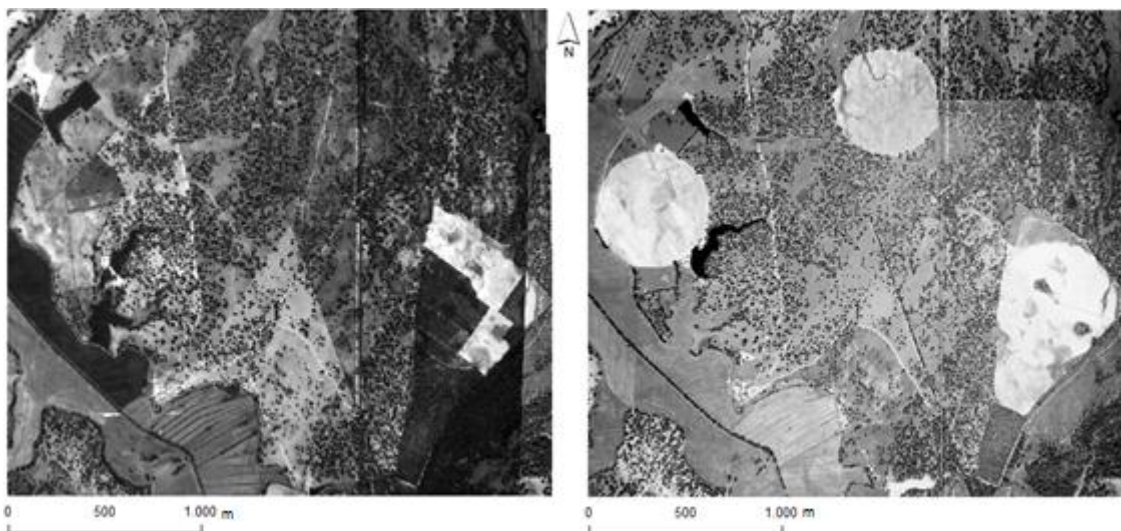


Figura 52 – Diferenças na agricultura entre 1977 e 1989, respectivamente. Fonte: IGP.

Embora a percentagem da classe “*Aquaculturas e salinas*” seja a mesma (Figura 53), visualmente (Figura 51) observa-se que esta duplicou de tamanho, cobrindo área que em 1977 foi classificada como “*Área agrícola e de pastagem*”. As classes “*Zona descoberta*”, “*Tecido urbano*” e “*Indústria, comércio e transportes*” não apresentam grandes variações, continuando o seu valor a não ser significativo.

Mais uma vez o sapal de Pancas apresenta um aumento, desta vez de 1 % (em 12 anos) verificando-se, de novo, um acréscimo deste tipo de vegetação nas zonas 1 e 2.

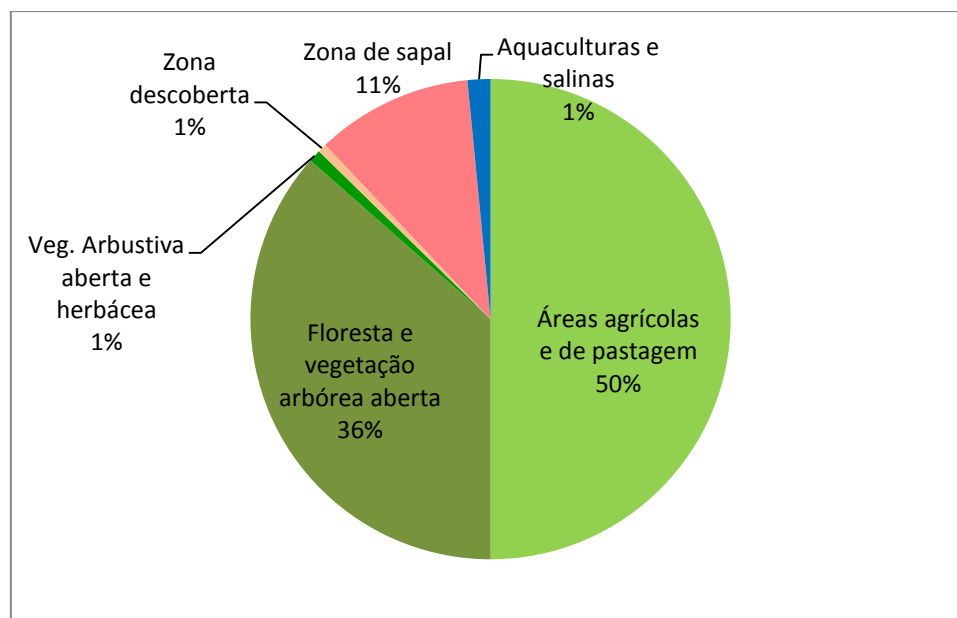


Figura 53 - Áreas (%) do uso do solo de 1989, sapal de Pancas.

Na figura 54 está representado o uso do solo de 1999 referente ao Sapal de Pancas e área em volta.



Uso do Solo

- | | |
|---|--|
| Tecido urbano | Vegetação arbustiva aberta e herbácea |
| Indústria, comércio e transportes | Zona de sapal |
| Áreas de construção e extração de inertes | Zona descoberta |
| Espaços verdes urbanos, equipamentos desportivos e de lazer | Aquaculturas e salinas |
| Áreas agrícolas e de pastagem | Zona intertidal, águas marinhas e interiores |
| Floresta e vegetação arbórea aberta | |

Figura 54 - Uso do solo de 1999 da área de Pancas.

Em 1999 continua a haver um aumento, ainda que seja de 2 %, das áreas agrícolas e de pastagem, sendo neste ano mais observável o detalhe das circunferências da Lezíria do Tejo referentes aos pivots de irrigação (Figura 55 e 56).

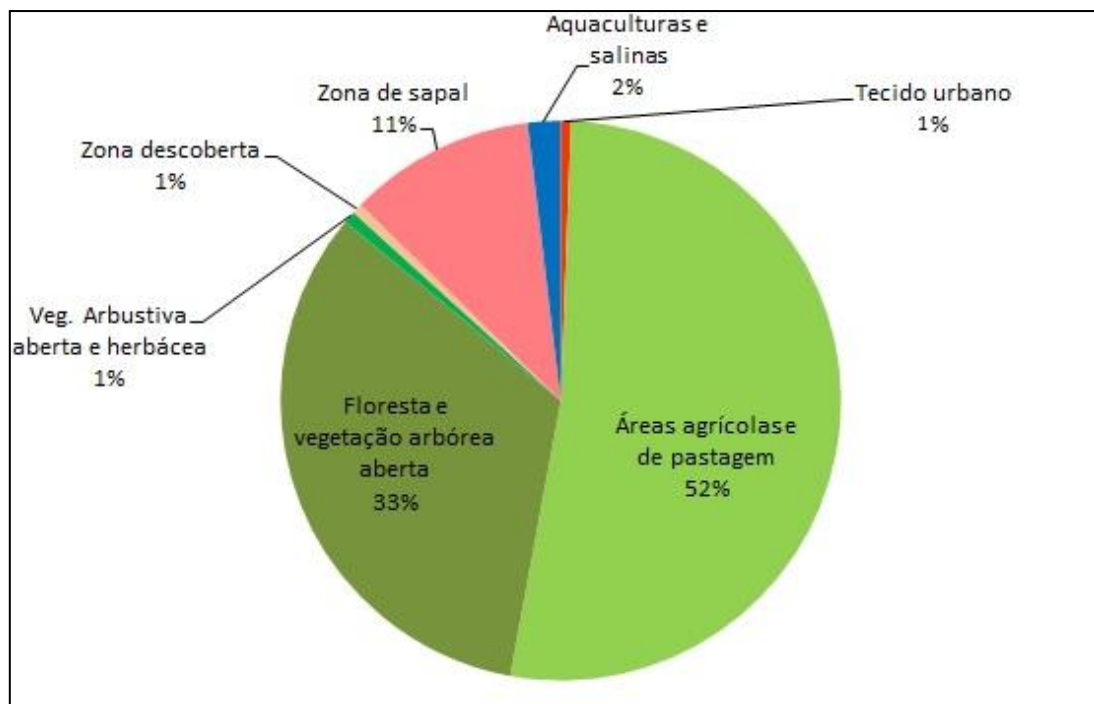


Figura 554 - Áreas (%) do uso do solo de 1999, sapal de Pancas.

Por conseguinte a classe “*Floresta e vegetação aberta arbórea*” continua a decrescer, verificando uma diminuição de 3 % da área em comparação com o ano de 1989.

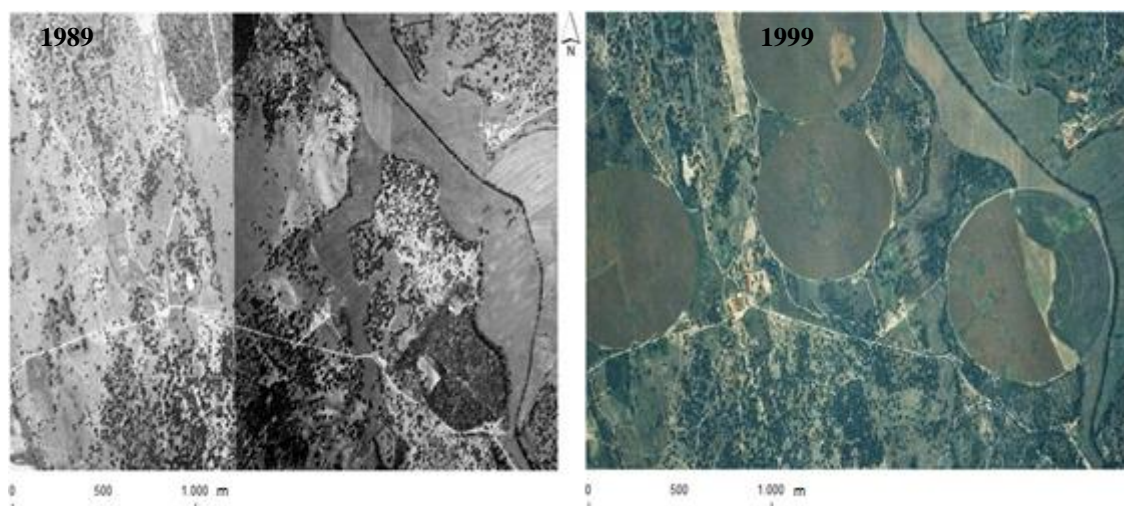


Figura 56 – Desaparecimento do coberto vegetal em 1989 para aparecimento dos círculos característicos da agricultura em 1999. Fonte: IGP.

A classe “*Aquaculturas e salinas*” regista desde 1947 o seu máximo valor, cobrindo a margem esquerda da zona 2. O “*Tecido urbano*” apresenta 1 % de área, concentrando-se no centro de Alcochete. Nessa zona também se observa outras classes até agora com pouca representatividade como “*Indústria, comércio e transportes*”, “*Espaços verdes urbanos, equipamentos desportivos e de lazer*” e “*Vegetação arbustiva aberta e herbácea*”.

Na figura 57 está representado o uso do solo de 2004 referente ao Sapal de Pancas e área em volta.



Figura 57 - Uso do solo de 2004 da área de Pancas.

No ano de 2004 não se verificam mudanças significativas no uso do solo em comparação com o uso do solo verificado em 1999 (Figura 57). Através da figura 58 consegue observar pequenas trocas entre as classes “Áreas agrícolas e de pastagem” e “Floresta e vegetação arbórea aberta”. Na zona mais urbanizada, Município de Alcochete, aparecem neste ano áreas de construção que vão dar origem a futuros empreendimentos.

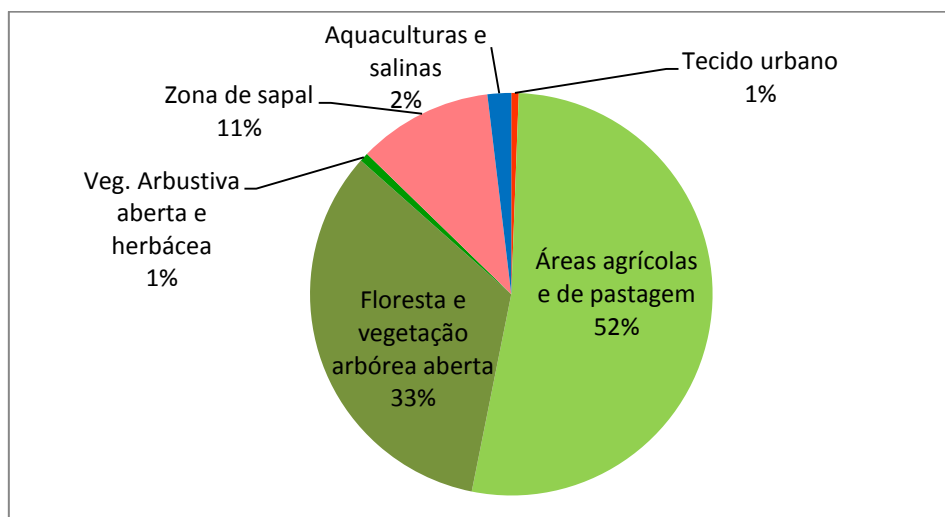


Figura 58 - Áreas (%) do uso do solo de 2004, sapal de Pancas.

No último ano de análise, 2010, o uso do solo apresenta o mesmo comportamento verificado tanto em 2004 como em 1999 (Figura 59 e 60). As classes “Floresta e vegetação arbórea aberta”, “Zona de sapal” e “Áreas agrícolas e de pastagem”, são as mais representativas desta área de estudo, apresentando, exactamente, o mesmo valor percentual que nas datas referidas.

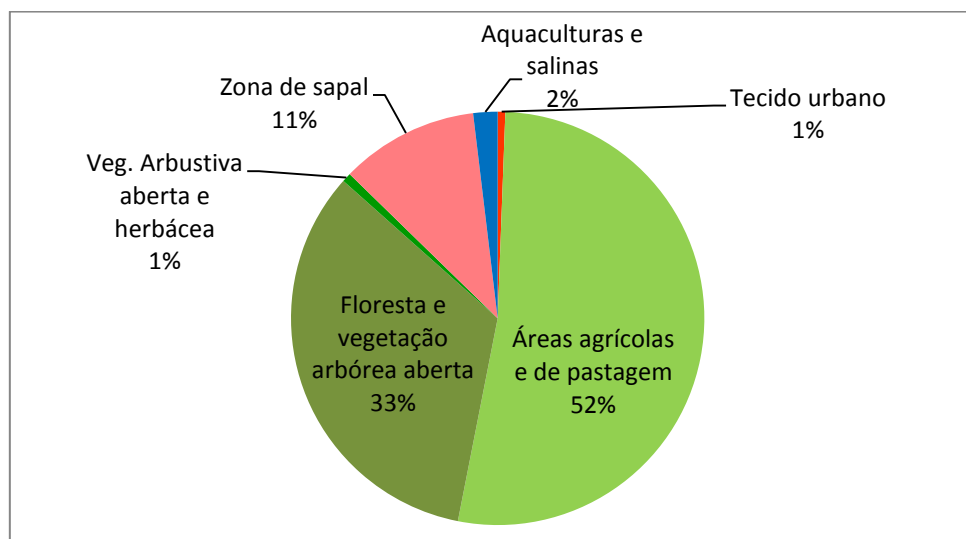


Figura 59 – Áreas (%) do uso do solo de 2010, sapal de Pancas.

Na figura 60 está representado o uso do solo de 2010 referente ao Sapal de Pancas e área em volta.



Uso do Solo

- | | |
|---|--|
| Tecido urbano | Vegetação arbustiva aberta e herbácea |
| Indústria, comércio e transportes | Zona de sapal |
| Áreas em construção e extração de inertes | Zona descoberta |
| Espaços verdes urbanos, equipamentos desportivos e de lazer | Aquaculturas e salinas |
| Áreas agrícolas e de pastagem | Zona intertidal, águas marinhas e interiores |
| Floresta e vegetação arbórea aberta | |

Figura 60 - Uso do solo de 2010 da área de Pancas. A zona assinalada como 2 representa a maior zona de crescimento do sapal.

A zona da vegetação do sapal registou um aumento de 3 % em 63 anos o que corresponde a cerca de 2,1 km². Esta mudança pode ser observada na figura seguinte que pormenoriza a zona 2 da figura 61.



Figura 61 – Aumento do sapal na zona 2 entre 1947 e 2010, respectivamente. Fonte: IGeoE e IGP.

Na tabela abaixo é apresentada análise mais geral das mudanças do uso do solo desde o ano de 1947 até ao ano de 2010 (Tabela 9).

Tabela 9 - Áreas (km²) dos temas do uso do solo em cada ano de análise, Alcochete.

Anos	1947		1977		1989		1999		2004		2010	
	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%
Tecido urbano	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3
Indústria, comércio e transportes	0,0	0,0	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1
Áreas em construção e extracção de inertes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Espaços verdes urbanos, equipamentos desportivos e de lazer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Áreas agrícolas e de pastagem	47,2	27,8	40,1	23,6	42,2	24,8	44,2	26,0	44,2	26,0	44,2	26,0
Floresta e vegetação arbórea aberta	7,2	4,2	32,0	18,8	30,8	18,1	28,0	16,5	28,1	16,5	28,2	16,6
Vegetação arbustiva aberta e herbácea	19,7	11,6	2,2	1,3	0,7	0,4	0,6	0,4	0,6	0,4	0,6	0,4
Zona descoberta	1,0	0,6	0,6	0,4	0,5	0,3	0,4	0,2	0,4	0,2	0,3	0,2
Zona de sapal	7,0	4,1	8,7	5,1	8,9	5,2	9,1	5,4	9,1	5,4	9,1	5,4
Aquaculturas e salinas	0,5	0,3	0,6	0,4	1,3	0,8	1,6	0,9	1,6	0,9	1,6	0,9
Zona intertidal, águas marinhas e interiores	87,0	51,2	85,3	50,2	85,1	50,1	85,1	50,1	85,1	50,1	85,1	50,1
Total (km ²)	169,9											

É claramente observável que o sapal apresenta uma tendência de crescimento, verificando-se uma estagnação desse comportamento a partir de 1999. É também compreensível que o espaço de tempo mais longo (30 anos entre 1947 e 1977) seja aquele onde se verifica uma maior acreção da vegetação do sapal.

A vegetação arbórea substitui os estratos mais baixos, representados pela classe “*Vegetação arbustiva aberta e herbácea*” durante os primeiros 30 anos de análise e cobre uma parte da área agrícola, sendo esta a razão para que inicie com 4,2 % e termine com 16,6 % em 2010.

Algumas classes aparecem a partir de 1999 devido ao desenvolvimento do município de Alcochete e ao crescimento populacional que este verificou. No entanto, devido à área de estudo abranger apenas uma parte deste município essas diferenças não são muito perceptíveis.

O seguinte gráfico compara a evolução das duas áreas de estudo tendo em conta as classes mais representativas e que melhor indicam uma mudança do estado natural do uso do solo e do sapal. Para uma melhor percepção desta evolução não se optou por representar as classes que, em ambas as áreas, apresentavam uma percentagem de diferencial (entre 1947 e 2010) inferior 1 %.

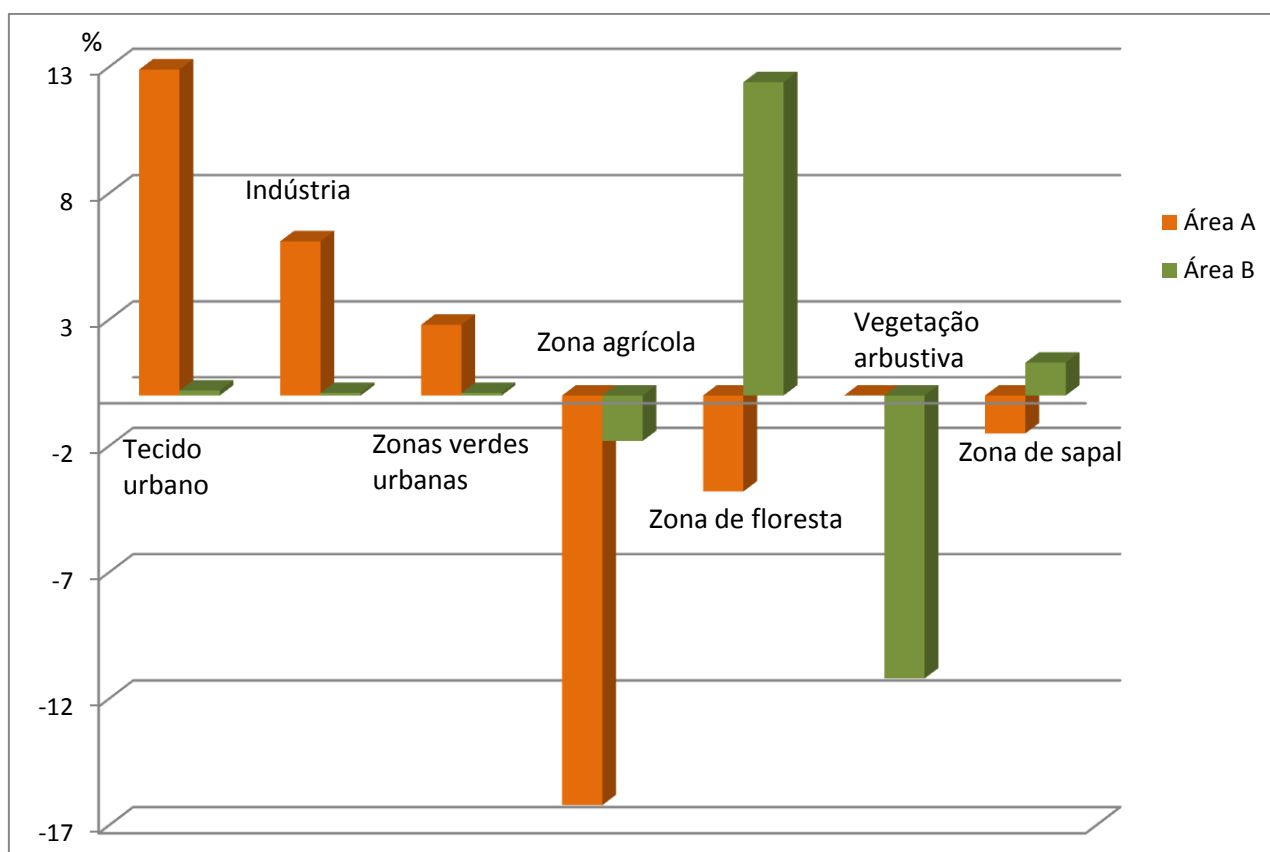


Figura 62 – Evolução das classes mais significativas. As áreas A e B representam os usos do solo em volta do sapal de Corroios e de Pancas, respectivamente

Como se trata de um gráfico diferencial entre as áreas registadas em 1947 e 2010 o facto de aqui ter pouca representatividade significa que o valor das áreas é, sensivelmente, o mesmo. Este gráfico resume clarifica o crescimento das classes típicas do crescimento urbano, aqui representada pelas três primeiras classes na área A e o desaparecimento do uso do solo original no Concelho do Seixal. Enquanto neste Concelho o desaparecimento das áreas agrícolas e da floresta, ao longo dos anos de estudo é bem visível, o mesmo comportamento não se verifica na área de Alcochete. A diferença entre 1947 e 2010 da percentagem da área agrícola não é aqui significativa e o aumento de 12,4 % da zona florestal mostram que o tecido urbano não é a classe predominante, mas sim as áreas florestais e de vegetação arbustiva.

Note-se que a diferença de área de sapal entre estes anos é de -1,5 % no sapal de Corroios enquanto o sapal de Pancas apresenta um aumento de 1,3 % em relação a 1947.

5) Discussão

A realização desta dissertação permite observar, de uma forma dinâmica, a evolução do uso do solo e averiguar possíveis incompatibilidades desta com a vegetação do sapal. Esta avaliação, feita através da contabilização das diferentes áreas e interpretação em ecrã, foram baseadas em algumas premissas que importa referir.

Uma das principais premissas para uma boa visualização das fotografias aéreas é a sua qualidade. Devido à antiguidade de algumas fotografias aéreas, principalmente as do ano 1977 e 1989, torna-se fácil de entender que podem ter sido cometidos alguns erros na atribuição de uma classe. Sendo assim, a hipótese de que alguns polígonos não estejam correctamente legendados é perfeitamente possível, sendo este erro impossível de detectar.

Outro factor determinante é a área de estudo e o conhecimento do uso do solo desta. Quanto maior a área de estudo abrangente ao sapal e o conhecimento daquilo que o uso do solo foi outrora, mais fiéis se tornam os resultados. Devido ao custo associado a cada fotografia e ortofotomapa esta área não foi tão abrangente quanto o desejável. No entanto, as visitas ao campo tentaram minimizar este factor, dando um reconhecimento mais pormenorizado.

Através da análise dos resultados de 1947 nota-se que o tecido urbano se encontra em redor das principais áreas industriais, quer seja junto à zona industrial da Base Naval do Alfeite de Almada quer seja no Concelho do Seixal. No entanto, a principal característica do mapa deste ano refere-se à forte influência agrícola, já que a população vivia, maioritariamente, daquilo que a terra fornecia. Esta informação corrobora a descrição do uso do solo do Concelho do Seixal..

Passados 30 anos do primeiro mapa elaborado observa-se o aparecimento de elementos característicos dos centros urbanos como as grandes infra-estruturas e os campos de jogos, representados pela classe "*Espaços verdes urbanos, equipamentos desportivos e de lazer*". Pode-se mesmo afirmar que é a partir desta década que os aglomerados urbanos se começam a transformar em cidades apresentando todas as características destas.

As áreas, neste ano classificadas como áreas em construção, darão origem a futuros empreendimentos, sendo possível observar essa evolução ao longo dos anos. Tudo isto é impulsionado pela construção da Ponte 25 de Abril, finalizada em 1966, o que provoca a facilidade de deslocação de pessoas, bens e serviços para a margem sul do Tejo. O território, a partir deste ano divide-se, diminuindo a área das classes "*Floresta e vegetação arbórea aberta*" e "*Áreas agrícolas e de pastagem*" em cerca de 6,4 km² e 1,5 km², respectivamente.

Em 1989 são bem distintos dois grandes pólos industriais, um próximo da Base Naval do Alfeite e outro na zona mais a sul nas freguesias de Amora, Cruz de Pau e Paivas. Esta informação comprova o que foi descrito no sub-capítulo 3.1.2 e o crescimento populacional acentuado das freguesias do Seixal. Como seria de esperar, e através dos dados bibliográficos, com o crescimento dos centros urbanos aumentam, no geral, também as zonas industriais, sendo essa a principal razão do comportamento paralelo entre estas duas classes.

Nota-se que o pólo urbano e industrial junto à Base Naval situa-se muito próximo da área de sapal em estudo. Não é assim improvável que os escoamentos e a poluição difusa "*(...) como a*

libertação de substâncias químicas que derivam de operações industriais e despejo de resíduos” (Tiner, 1985 in Sebold, 1992), normais de grandes centros industriais, seja um dos factores que afectam a qualidade da água e da vegetação do sapal.

O mapa de 1999 parece contrariar a tendência verificada nos anos anteriores. Isto pode dever-se a uma atribuição menos correcta dos temas do uso do solo, devido à fraca qualidade e menor percepção dos pormenores das fotografias aéreas deste ano. No entanto, devido ao aparecimento da classe *“Aquaculturas e salinas”*, que cobre zona de sapal, a sua representatividade neste ano decresce.

O aparecimento desta classe pode justificar a continuação do decréscimo da área de sapal em 200 000 m² desde 1947. As aquaculturas são responsáveis pela destruição maciça dos sapais e exemplo disto é a perda de mangais devido a esta prática na Ásia. Só na Indonésia e Malásia foram destruídos cerca de 504 000 ha de mangal entre 1960 e 1990 para dar lugar a esta prática (Raven et. al., 2000). Embora a escala seja menor o mesmo processo aconteceu no sapal de Corroios.

Nota-se também que no interior dos grandes centros urbanos aparecem equipamentos desportivos e de lazer como campos de jogos e parques. Este aumento está, naturalmente, relacionado com a diminuição da área agrícola de 7 % e a substituição desta e o aumento populacional do Concelho do Seixal em cerca de 11 000 habitantes nas principais áreas urbanas desde 1991 e 2011.

O comportamento da classe *“Tecido urbano”* é seguido sempre de perto pela classe *“Indústria, comércio e transportes”* registando, em 2004, o mesmo aumento percentual. Este comportamento é esperado uma vez que os serviços intrínsecos e necessários para um crescimento urbano são desenvolvidos através de indústrias.

Em 1999 a área de sapal decresce em 1 % devido ao aumento da classe *“Aquaculturas e salinas”*. Este é um dos principais factores de recessão da frente do sapal, o que é considerado elevado devido ao menor intervalo de tempo entre as datas analisadas. Neste ano é desenvolvido o Grupo Flamingo que actua na conservação e divulgação do sapal de Corroios. No entanto, este tipo de vegetação continua a diminuir de ano para ano, mostrando que os esforços para a preservação deste ecossistema não são suficientes para impedir a sua diminuição.

Quando comparado o mapa de 1947 com o último de 2010, a divisão do território e a área ocupada por tecido urbano são as características mais proeminentes. No entanto, verifica-se um aumento da zona florestal. Este registo, que pode ser contra-intuitivo, pode ser justificado pelo abandono das terras agrícolas e a sua substituição por áreas florestais ou pelo próprio planeamento de mais zonas de floresta. As classes *“Tecido urbano”* e *“Indústria, comércio e transportes”* foram aquelas que apresentaram a tendência mais positiva, cobrindo área que no ano de 1947 pertenceria a zonas florestais e agrícolas. Este aumento corresponde a 5,1 km² e 1,4 km², respectivamente, ou seja, no ano 2010 a área total destas classes era 28 % e 16 % da área total de estudo.

No ano de 2010 da zona A observa-se que o valor da área percentual desaparecida do sapal é cerca de metade da área de vegetação do sapal inicial. Esta análise conclui o mesmo comportamento de estudos anteriores tais como o realizado pela Universidade de

Massachusetts de Carlisle et.al. (2005) em que o autor afirma mesmo “ (...) *que a grande perda de sapal (...) coincide com o boom populacional, o aumento das áreas industriais e a expansão da cidade*”.

A área de estudo B, envolvente ao sapal de Pancas, apresenta um comportamento em relação às mudanças do uso do solo muito distinto quando comparado com a área de estudo A.

Em 1947, cerca de 44 % desta área é abrangida por três classes, “*Vegetação arbustiva aberta e herbácea*”, “*Floresta e vegetação arbórea aberta*” e “*Área agrícola e de pastagem*”. Todas as outras classes se concentram num único local, no Município de Alcochete que, embora ainda de uma forma precoce, é o único que apresenta características dos centros urbanos. É interessante de reparar que são estas quatro classes que apresentam maior peso, em 1947, na área de estudo A e na área de estudo B, área do sapal de Corroios e área de sapal de Pancas, respectivamente.

No ano de 1977, a principal característica é o aumento da classe “*Floresta e vegetação arbórea aberta*”. Isto pode ser justificado por duas situações. O abandono progressivo da agricultura que Portugal verificou e deu lugar a este tipo de vegetação e o desenvolvimento da vegetação arbustiva que, passados 30 anos, é classificada como floresta. O desenvolvimento da vegetação do sapal pode ser explicado pela diminuição das entradas de fertilizantes e pesticidas que diminuem a qualidade da água, proporcionando uma diminuição de oxigénio através do crescimento de algas.

O terceiro mapa (1989) mostra um aumento da área agrícola, comportamento que quebra a tendência até aqui verificada. Este facto pode dever-se ao desenvolvimento agrícola da Lezíria do Tejo, Concelho de Benavente, observável através das circunferências relativas aos pivots de irrigação, tão característicos da agricultura desta zona.

Ao contrário da classe “*Áreas agrícolas e de pastagem*” que apresenta variações no seu comportamento, a zona de sapal regista sempre o mesmo padrão. Este aumento pode ser justificado pela consciencialização da necessidade de protecção de zonas costeiras sensíveis, que deu origem a diversos estatutos de protecção. Não se pode deixar de referir que em 1976 foi criada a RNET e em 1980 foi classificada como Zona Húmida de Importância Internacional ou Sítio Ramsar. Todos estes estatutos que o sapal de Pancas e zona envolvente usufruem protegem, em princípio, este ecossistema sendo esta uma possível razão para o aumento deste. Este aumento também é corroborado por diversos estudos tais como o realizado por Caçador (1994) onde o autor identifica o sapal de Pancas como um sapal em crescimento e forte ressuspensão. O Plano Nacional da Água (2004) também reforça a consolidação do sapal de Pancas devido, principalmente, “ (...) *à ausência de pisoteio na Reserva Integral e da progressão das formações vegetais*”.

As classes típicas dos centros urbanos, que começaram a surgir em 1977, apresentam em 1999 uma maior proeminência. Todas estas classes caracterizam as cidades e, como tal, é normal aparecem em Alcochete devido, principalmente, ao desenvolvimento deste aglomerado. Os estatutos de protecção desta zona continuam a ser criados: em 1994 foi designado Zona de Protecção Especial e três anos depois é considerado Sítio de Interesse Comunitário.

Em 2004 o aumento da urbanização e industrialização é consequência da inauguração da Ponte Vasco da Gama que se deu em 1998. Estes resultados comprovam os diversos estudos

apresentados que demonstram como a construção de infra-estruturas induzem ao crescimento das zonas urbanas.

Por fim, em 2010 não se registam mudanças muito significativas quando comparadas com 1999 e 2004, demonstrando que o uso do solo permanece relativamente estático desde há 10 anos.

Embora este estudo se foque nas mudanças do uso do solo como factor influenciador na evolução do sapal não se pode deixar de incluir a dinâmica do próprio estuário, a influência dos ciclos de erosão/acrecção e as correntes marítimas.

No sapal de Pancas existe uma deposição de sedimentos superior ao processo erosivo o que provoca o aumento da frente do sapal e mais área possível de ser colonizada pelas plantas. Esta razão, já descrita por Caçador (1994), juntamente com a ausência de poluição industrial e pressão urbanística contribuem para a continua acreção de vegetação no sapal de Pancas. Por estes motivos foi visível uma zonação completa neste sapal e das espécies características de cada zona aquando das visitas ao campo. Foi possível, por exemplo, a identificação da *Spartina alterniflora* no sapal baixo, *Sarcocornia fruticosa* e *Halimione portucaloides* no sapal médio e *Juncus maritimus* no sapal alto.

Pelo contrário, no sapal de Corroios, o processo de erosão é de tal forma elevado que a dinâmica estuarina e as correntes, responsáveis pela reposição de sedimentos, não são suficientes para que a área de sapal aumente. A juntar a estes factores impossíveis de controlar juntam-se a pressão urbanística e a poluição como causa da degradação deste sapal. Sendo assim, quando do *Ground Truth* não foram identificadas nenhuma espécie característica do sapal baixo como a *Spartina alterniflora* e não se observou uma transição entre o sapal médio e o alto.

Os estuários representam fenómenos transitórios com uma duração limitada à escala geológica e, por isso, é preciso ter isto em conta aquando de uma análise mais completa. É, por isso, necessário incluir todos estes factores para a total compreensão da recessão da frente do sapal de Corroios e o crescimento da vegetação no sapal de Pancas.

6) Conclusão

As ferramentas SIG são, indiscutivelmente, uma ferramenta de apoio no que se refere ao estudo da mudança da superfície da Terra. Graças a esta ferramenta é possível visualizar as mudanças no uso do solo e, assim, tomar decisões com mais informação e, por isso, mais conscientes. Tendo em conta isto enumera-se abaixo as principais conclusões:

- 1 A zona de estudo A, envolvente ao sapal de Corroios, sofreu as maiores mudanças quer seja aparecimento de novos temas ao longo dos anos quer seja em tamanho das classes. A área B, envolvente ao sapal de Pancas, manteve-se sensivelmente semelhante em termos das classes presentes, sendo a sua principal mudança nas áreas das classes já existentes.
- 2 As mudanças junto ao sapal de Corroios foram impulsionadas, em grande parte, pela construção da primeira ponte sobre o Tejo, a ponte 25 de Abril e a deslocação das pessoas e serviços para a margem sul do Tejo. Existe algum desenvolvimento do Município de Alcochete, verificada após a construção da Ponte Vasco da Gama e, como tal, a partir do ano 2004 é possível observar mais área correspondente às classes *“Tecido urbano”, “Indústria, comércio e transportes”* e *“Espaços verdes urbanos, equipamentos desportivos e de lazer”*.
- 3 A classe *“Zona de sapal”* apresenta, na zona A, uma diminuição total de 0,6 km². Não se verifica qualquer tipo de substituição pela classes *“Tecido urbano”* e *“Indústria, comércio e transportes”*, concluindo-se que, a haver algum tipo de influência, esta será indirecta, ou seja, através de poluição difusa pela proximidade de parques empresariais, complexos industriais e zonas muito urbanizadas.
- 4 A zona de sapal registada no sapal de Pancas tem um aumento de 2,1 km² em 63 anos, correspondendo a um crescimento de 1,3 % da área total. Isto pode ser justificado pela diminuição das entradas de fertilizantes e pesticidas agrícolas, pelo aumento dos estatutos de protecção que impedem, por exemplo, o pisoteio na vegetação e pela própria dinâmica do sapal.
- 5 A diminuição de 3 km² da classe *“Áreas agrícolas e de pastagem”* é fruto do abandono da agricultura que Portugal tem vindo a sofrer e que posteriormente é ocupada pelas classes *“Vegetação arbustiva aberta e herbácea”* e *“Floresta e vegetação arbórea aberta”*.

Ao longo desta dissertação foram encontradas algumas limitações que é importante referir. Estas dividem-se, principalmente, em dois grupos. O primeiro relaciona-se com a qualidade de algumas fotografias aéreas e a impossibilidade de comprovar no terreno os usos do solo do passado. O segundo refere-se à falta de informação recente como o Plano de Bacia Hidrográfica do Tejo, que impossibilita a comparação de alguns dados.

Conclui-se que embora o uso do solo seja uma das diversas variáveis influenciadoras da qualidade do sapal a dinâmica estuarina e a deposição de sedimentos não podem ser colocadas de lado aquando de uma análise mais completa. O boom populacional e a expansão das cidades aquando da proximidade de ecossistemas naturais têm de ser vigiados de modo a que a qualidade destes não seja comprometida.

Todos os comportamentos observáveis já tinham sido descritos em antigos estudos, servindo esta dissertação para confirmar informação, mostrar tendências de uma forma mais dinâmica e reforçar a ideia de que o planeamento do uso do solo é essencial para a qualidade dos sistemas naturais. Embora esta dissertação estude apenas um dos factores de influencia na evolução de um sapal não se pode deixar de realçar os resultados aqui obtidos. O planeamento do uso do solo, assim como a predominância dos estados naturais são essenciais para o crescimento de um sapal e, por isso, devem ser tidos em conta aquando da gestão de um território.

Referências Bibliográficas

ADAM, P. (1990). *Saltmarsh Ecology* (1ª edição). UK: Cambridge University Press, Cambridge.

Barreiro e Arredores, (2012). Disponível em <http://barreiro-e-arredores.blogspot.in/2012/01/barreiro-antiga-ponte-barreiro-seixal.html>, acessado em Novembro de 2012.

BERTSESS, M.D., ELISSON, A.M. (1987). Determinants of pattern in a New England salt marsh plant community. *Ecological Monographs*, **57**, 129-147.

BERTNESS, M.D., WIKLER, K. e CHATKUPT, T.O.M. (1992). Flood tolerance and the distribution of *Iva frutescens* across New England salt marshes. *Oecologia*, **91**, 171-178.

Boston Harbor Habitat Atlas (2012), disponível em http://www.mass.gov/envir/massbays/bhha_saltmarsh.htm, acessado em Novembro de 2012.

BULLCOK, A. e ACREMAN, M. (1999). The role of hydrological cycle. *Hydrology and Earth System Sciences*, **7**, 358-389.

CAÇADOR, I. (1994). Acumulação e retenção de metais pesados nos sapais do Estuário do Tejo. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Lisboa para obtenção do grau de Doutor em Biologia.

CARLISLE, B.K., TINER, M.C., CARULLO, M., HUBER, I.K., NUERMINGER, Y., POLZEN, C. e SHAFFER, M. (2005). 100 Years of Estuarine Marsh Trends in Massachusetts (1983 to 1995): Boston Harbor, Cape Cod, Nantucket, Martha's Vineyard e Elizabeth Islands. Massachusetts Office of Coastal Zone Management, Boston, MA; U.S. Fish and Wildlife Service, Hadley, MA.; and University of Massachusetts, Amherst, MA. Cooperative Report.

CCC (1994). Procedural Guidance for the Review of Wetland Projects in California's Coastal Zone. California Coastal Commission.

CHAPMAN III, F. S., MATSON, P. A. e MOONEY, H. A. (2002). *Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology*. Springer-Verlar, New York.

CIHLAR, J. (2000). Land cover mapping of large areas from satellites: status and research priorities. *Int. J. Remote Sensing*, **21**, 1093-1114.

CMA – Câmara Municipal de Alcochete, (2013), disponível em <http://www.cm-alcochete.pt>, acessado em Outubro de 2012.

CMS – Câmara Municipal do Seixal, (2008). Revista Ecomuseu. N.º 46 – Janeiro-Feveireiro.

CMS - Câmara Municipal do Seixal, (2013)

- a) Disponível em http://www.cm-seixal.pt/CMSEIXAL/URBANISMO/PDM/Navegacao_Secundaria/ESTATISTICAS/, acessado em Setembro de 2012
- b) Disponível em <http://www.cm-seixal.pt/CMSEIXAL/SEIXAL/HISTORIA/>, acessado em Outubro de 2012
- c) Disponível em <http://divertiseixal.webnode.com/seixal/> acessado em Outubro de 2012

COSTA, J.C. (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 honorio) Professor Doutor Soares de Carvalho: 283-299. Braga. Universidade do Minho.

CRAFT, C., CLOUGH, J., EHMAN, J., JOYE, S., PARK, R., PENNING, S., GOU, H. e MACHMULLER, M. (2009). Forecasting the effects of accelerated sea-level rise on tidal marsh ecosystem services. *Front Ecol Environ*, **2**, 73-78.

COLLIN, A., LONG, B. e ARCHAMBAULT, P. (2010). Salt-marsh characterization, zonation assessment and mapping through a dual-wavelength LiDAR. *Remote Sensing of Environment*, **114**, 520-530.

COSTANZA, R., d'ARGE, R., de GROOT, R. FARBER, S., GRASSO, M., HANNON, B., NAEM, S., LIMBURG, K., PARUELO, J., O'NEILL, R.V., RASKIN, R.G., SUTTON, P. e BELT, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, **387**, 253-260.

DAILY, G.C., EHRLICH, P. R., ALEXANDER, S. (1997). Ecosystem services benefits supplied to human societies by natural ecosystems. *Issues Ecol*, **2**, 1-16.

de GROOT, R.S., WILSON, M.A. e BOUMANS, R.M.J. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, **41**, 393-408.

DUARTE, B., CAETANO, M. ALMEIDA, P.R., VALE, C. e CAÇADOR, I. (2010). Accumulation and biological cycling of heavy metal in four salt marsh species, from Tagus estuary (Portugal). *Environmental Pollution*, **158**, 1661-1668.

ESRI, (2012), disponível em <http://www.gis.com/content/what-gis>, acessado em Setembro de 2012.

EPA - Environmental Protection Agency, United States, 2012. Ballona Creek Wetlands. Total Maximum Daily Loads for Sediment and Invasive Exotic Vegetation.

FAO - Food and Agriculture Organization Of the United Nations, Rome, 2012. The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA).

Freguesia de Alcochete, (2009), disponível em <http://www.freguesiadealcochete.pt>, acessado Outubro de 2012.

GEDAN, K.B., ALTIERI, A.H. e BERTNESS, M.D. (2011). Uncertain future of New England salt marshes. *Marine Ecology Progress Series*, **434**, 229-237.

GERDOL, V. e HUGHES, R. G. (1993). Effect of the amphipod *Corophium volutator* on the colonization of mud by the halophyte *Salicornia europaea*. *Marine Ecology Progress Series*, **97**, 61-69.

Grupo Flamingo, (2013), disponível em <http://conteudos.grupoflamingo.org> acessado em Outubro de 2012.

HUGHES, R.G. (2001). Biological and physical processes that affect saltmarsh erosion and saltmarsh restoration: development of hypotheses. *Ecological Studies*, **54**, 173-192.

ICNF – Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas, (2013), disponível em <http://www.icnf.pt>, acessado em 23/10/2012.

INE – Instituto Nacional de Estatística, (2012), disponível em http://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=ine_censos_publicacao_det&menuB OUI=13707294&contexto=pu&PUBLICACOESpub_boui=122103956&PUBLICACOESmodo=2&se lTab=tab1, acessado Fevereiro de 2013.

JENNINGS, M. D. (1995). Gap analysis today: a confluence of biology, ecology and geography for management of biological resources. *Wildlife Society Bulletin*, **23**, 658-662.

- KUNZA, A.E., PENNINGS, S.C. (2008). Patterns of plant diversity I Georgia and Texas salt marshes. *Estuaries and Coasts*, **31**, 673-681.
- KREBS, J. C. (1978). *Ecology. The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. 2ª edição. Harper & Row, Publishers, New York.
- KROHNE, D. T. (2001). *General Ecology*. 2ª edição. Brooks/Cole, sem cidade.
- LEONARD, L.A. (1997). Controls of sediment transport and deposition in an incised mainland marsh basin, south-eastern North Carolina. *Wetland*, **17**, 263-274.
- LEVINE, J.M., HACKER, S.D., HARLEY, C.G., BERTNESS, M.D. (1998). Nitrogen effects on an interaction chain in a salt marsh community. *Oecologia*, **117**, 266-272.
- LOUSÃ, M.F. (1986). Comunidades Halofíticas da Reserva de Castro Marim. Dissertação de doutoramento. Instituto Superior de Agronomia.
- LIM, L.C. (1998). Carrying Capacity Assessment of Pulau Payar Marine Park, Malaysia – Bay of Bengal Programme.
- MACKENZIE JR. C.L. (2001). The fisheries for mangrove cockles, *Anadara spp.*, from Mexico to Peru, with descriptions of their habitats and biology, the fishermen's lives, and the effects of shrimp farming. *Mar. Fish. Rev.*, **63**, 1-39.
- MATEUS, A. (1992). A economia portuguesa depois da adesão às Comunidades Europeias: transformações e desafios. *Análise Social*, **27**, 655-671.
- MITSH, W.J. e GOSELINK, J.G. (2000). *Wetlands*. New York, Wiley
- MONTAGUE, C. L., ZALE, A. V. e PERCIVAL, H. F. (1987.) *Ecological effects of coastal marsh impoundments: a review*. Environmental Management, **11**, 743-756.
- NAIDOO, G. e KIFT, J. (2006). Responses of the saltmarsh rush *Juncus Kraussii* to salinity and waterlogging. *Aquatic Botany*, **84**, 217-225.
- Natural Park Service, (2013), disponível em <http://www.nps.gov>, acessado em Novembro de 2012.
- Naturlink, (2009), disponível em <http://naturlink.sapo.pt>, consultado em Outubro de 2012.
- NOAA, 2001 – Coastal Areas and Marine Resources. The Potential Consequences of Climate Variability and Change. National Oceanic and Atmospheric Administration.
- Ocean Service (2012), disponível em http://oceanservice.noaa.gov/education/tutorial_estuaries/, consultado em Outubro de 2012.
- ODUM, E. P. (1988). *Fundamentos de Ecologia*. 4ª edição. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa. (Edição original: *Fundamentals of Ecology*, 1953).
- MAOT - Ministério da Agricultura, Mar, Ambiente e Ordenamento do Território. (2001). PGRHT – Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Tejo.
- MAOT - Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. (1999). PBHRT – Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo – Volume III.
- MAOT- Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. (2001). PBHRT – Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo - Relatório Final.
- MAOT - Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. (2002). PROT-AML – Plano Regional de Ordenamento do Território da Área Metropolitana de Lisboa.
- PENNINGS, C.S. e BERTNESS, M.D. (2001). *Salt marsh communities*. Sinauer Associates, Sunderland.

- PENNINGS, C.S. e CALLAWAY, R.M. (1992). Salt marsh plant zonation: the relative importance of competition and physical factors. *Ecology*, **73**, 681-690.
- PENNINGS, C.S., GRANT, M. e BERTNESS, M.D. (2005). Plant zonation in low-latitude salt marshes: disentangling the roles of flooding, salinity and competition. *Journal of Ecology*, **93**, 159-167.
- PONNAMPERUMA, F.N. (1972). The chemistry of submerged soils. *Advances in Agronomy*, **24**, 29-95.
- RANWELL, D. S. (1972). *Ecology of Salt Marshes and Sand Dunes*. Chapman and Hall, London.
- RAVEN, P.H., HARRISON, P. e PEARCE, F. (2000). *AAAS Atlas of Population & Environment*. American Association for the Advancement of Science. Victoria Dompka Markham, California.
- REED, D.J. (1990). The impact of sea-level rise on a coastal salt marshes. *Prog. Phys. Geog.*, **14**, 465-481.
- RICKLEFS, R. E. e MILLER, G.L. (2000). *Ecology*, 4ª edição. W. H. Freeman and Company, New York. (Edição original: *Ecology*, Ricklefs, R. E., New York, 1999).
- SANTÍN, C., ROSA, J. M., KNICKER, H., OTERO, X. L., ÁLVAREZ, M. Á. e GONZÁLEZ-VILA, F. J. (2009). Effects of reclamation and regeneration processes on organic matter from estuarine soils and sediments. *Organic Geochemistry*, **40**, 931-941.
- SAVAGE, T. (1972). Florida mangroves as shoreline stabilizers. *Prof. Pap. Ser., Fla. Dep. Nat. Resour.*, **19**, 1-46.
- SCHWARTZ, M.L. (2005). *Encyclopedia of coastal Science*. Springer. Netherlands.
- SEBOLD, K.R. (1992). *From Marsh to Farm: The Landscape Transformation of Coastal New Jersey*. U.S. Department of the Interior, Washington.
- SHEPARD, C.C., CRAIN, C.M. e BECK, M.W. (2011). The protective role of coastal marshes: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*, **6**, e27374.
- SHRIVER, W.G., HODGMAN, T.P., GIBBS, J.P. e VICKERY, P.D. (2004). Landscape context influences salt marsh bird diversity and area requirements in New England. *Biological Conservation*, **119**, 545-553.
- SILLIMAN, B.R., GROSHOLZ, E.D. e BERTNESS, M.D. (2009). *Human Impacts on Salt Marshes. A Global Perspective*. University of California Press, Lds, London, England.
- SILVA, C.P. (2002). Gestão Litoral. Integração de Estudos de Percepção da Paisagem e Imagens Digitais na Definição da Capacidade de Carga de Praias. O Troço Litoral S. Torpes – Ilha do Pessegueiro. Dissertação de Doutoramento no ramo de Geografia e Planeamento Regional. Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa.
- SILVA, H., DIAS, J.M. e CAÇADOR, I. (2009). Is the salt marsh vegetation a determining factor in the sedimentation process? *Hydrobiologia* **621**, 33-37.
- SIMAS, T., NUNES, J. P., FERREIRA, J. G. (2000). Effects of global climate change coastal salt marshes. *Ecological Modelling*, **139**, 1-15.
- SÌMON, F.J., NARANGAJAVNA, G. e MARQUÉS Y. (2004). Carrying capacity in the tourism industry: a case of study of Hengistburg Head. *Tourism Management*, **25**, 275-283.
- UNEP, 2006. Marine and coastal ecosystems and human well-being: a synthesis report based on the findings of the Millennium Ecosystem Assessment.
- UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change, (2003). Wetlands of the Boston Harbor Islands National Recreation Area. Disponível em

http://unfccc.int/files/meetings/cop_15/climate_change_kiosk/application/pdf/09_12_09_15.00_terborg_pedersen.pdf, acessado em Dezembro de 2013.

VALIELA, I., RUTECKI, D., FOX, S. (2005). Salt marshes: biological controls of food webs in a diminishing environment. *J. Exp. Mar. Ecol.*, **300**, 131-159.

VINCE, S., VALIELA, I., TEAL, J.M. (1981). An experimental study of the structure of herbivorous insect communities in a salt marsh. *Ecology*, **62**, 1662-1678.

VITOUSEK, P. M. (1994). Beyond global warming: ecology and global change. *Ecology*, **75**, 1861-1876.

WENG, Q. (2001). Land use change analysis in the Zhujiang Delta of China using satellite remote sensing, GIS and stochastic modeling. *Journal of Environmental Management*, **64**, 273-284.

WIEGERT, R. e FREEMAN, B. (1990). Tidal Salt Marshes on the Southeastern Atlantic Coast: A Community Profile. *U.S. Department of the Interior Fish and Wildlife Service*, Washington, D.C.

WIESKI, K., GUO, H., CRAFT, C.B. e PENNING, S.C., (2010). Ecosystem functions of tidal fresh, brackish, and salt marshes on the Georgia Coast. *Estuaries and Coasts*, **33**, 161-169.

WILLIAMS, P. e FABER, P. (2001). Salt marsh restoration experience in San Francisco Bay. *Journal of Coastal Research*, **27**, 203-211.

WWF – World Wildlife Fund. (2008). *Relatório Planeta Vivo 2008*. Fundação Calouste Gulbenkian.

Anexo 1 – Número de pontos de controlo usados e respectivos RMS Error

Ano	Zona de estudo	Fotografia aérea	Nº de pontos de controlo usados	Total RMS Error (m)
1947	Corroios	38.5142	5	15,6
		38.5433	4	1,2
		38.5144	5	11,6
		38.5131	4	8,7
	Pancas	57.5154	4	3,6
		57.5152	4	18,6
		73.5155	4	6,3
		73.5153	4	3,6
		53.5008	4	10,2
		53.5007	4	10,8
		53.5005	4	12,4
1977	Corroios	05.6727	5	14,6
	Pancas	04.2588	5	1,1
		04.2593	6	3,0
		04.2599	5	2,7
		05.2734	5	1,8
		05.2882	5	6,6
		05.2875	5	1,5
1989/90	Corroios	01.6398	5	5,0
		01.6396	5	2,9
		01.6394	5	3,4
		01.6433	5	3,7
		01.6435	5	3,7
		01.6441	5	1,2
		01.6439	5	2,9
		01.6437	5	3,2
		01.6443	5	1,7
	Pancas	03.7450	5	3,3
		03.7452	5	1,2
		03.7454	5	1,5
		03.7505	5	1,5
		03.7507	5	1,0
		03.7508	5	1,7
		03.7510	5	2,1
		03.7512	5	2,3
		02.988	5	1,0
		02.1002	5	2,1
		02.994	5	1,7
		03.7407	5	1,0
		03.7409	4	4,5
		03.7413	4	0,8
03.7415	4	0,5		
03.7445	4	3,0		
03.7448	4	3,5		

1999	Corroios	99.2140	7	4,3
	Pancas	17.226	5	5,3
		17.265	4	3,7