

# **LITORAL DIGITAL: AS NOVAS FERRAMENTAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA AO SERVIÇO DA MONITORIZAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL**

Jorge Rocha, Saudade Pontes, Sónia Fernandes, Helena Simões e Filipa Ramalhete

GEOTA – Grupo de Estudos de Ordenamento do Território e Ambiente  
Travessa do Moinho de Vento, 17, Cv Dta., 1200 LISBOA  
Tel. 213956120; fax: 213974955; e-mail: geota@mail.telepac.pt.

## **Resumo**

Um dos muitos projectos que o GEOTA detém na área do ambiente é o *Coastwatch*. O *Coastwatch Europe* é um projecto de âmbito europeu, de caracterização ambiental da faixa costeira. Baseia-se nos resultados obtidos a partir do preenchimento de um questionário para cada unidade de 500 metros da faixa litoral. O *Coastwatch Europe* surgiu na Irlanda (onde se encontra a coordenação internacional) em 1988 e tem sido realizado em vários países da Europa. Em Portugal, o projecto arrancou também no ano de 1988, e, desde então, tem sido recolhida informação todos os anos. Embora os resultados destes questionários fossem sempre analisados estatisticamente, fazia-se sentir uma necessidade cada vez mais premente de obter uma perspectiva espacial dos indicadores recolhidos, bem como cruzá-los com outros existentes (por exemplo informação relativa à população e habitação). Foi a identificação desta necessidade que esteve na base da decisão de criar o *Litoral Digital*.

**Palavras-chave:** Sistemas de Informação Geográfica (SIG), Ambiente, Litoral, Gestão, Monitorização e Preservação

## **I. Introdução**

O GEOTA - Grupo de Estudos de Ordenamento do Território e Ambiente, é uma organização não governamental de ambiente, de âmbito nacional. Constitui-se legalmente em 1986, mas a sua existência enquanto grupo de reflexão e educação na área do ambiente remonta a 1981, contando actualmente com mais de 2000 associados em todo o país.

Um dos projectos do GEOTA na área do ambiente é o *Coastwatch*, um projecto de âmbito europeu, de caracterização ambiental da faixa costeira que se baseia nos resultados obtidos a partir do preenchimento de um questionário para cada unidade de 500m da faixa litoral. O *Coastwatch Europe* (designação internacional) surgiu na Irlanda (onde se encontra a coordenação internacional) em 1988 e tem sido realizado em vários países da Europa. Em Portugal o projecto arrancou também no ano de 1988, e, desde então, tem sido recolhida informação todos os anos.

Cada agente no terreno percorre no mínimo 5km, que correspondem ao preenchimento de dez questionários. Os questionários são preenchidos no mês de Novembro, após a época das marés vivas, contêm informação sobre a ocupação do litoral, sobre poluição marítima e fluvial (é feita uma análise de ocorrência de nitratos em todas as linhas de água que desembocam no litoral), e sobre a quantidade e tipologia dos resíduos encontrados na faixa referida.

Embora os resultados destes questionários fossem sempre analisados estatisticamente, fazia-se sentir uma necessidade cada vez mais premente de obter uma perspectiva espacial dos indicadores recolhidos, bem como cruzá-los com outros existentes (por exemplo informação relativa à população e habitação). Foi a identificação desta necessidade que esteve na base da decisão de criar o *Litoral Digital*. Passa-se assim a dispor de uma ferramenta, que para além de permitir uma perspectiva do estado de conservação ambiental da faixa litoral continental, permite a utilização e a disponibilização de informação relevante sobre o ambiente urbano das localidades incluídas na orla costeira. Lembra-se que 70% da população portuguesa reside no litoral, em povoamentos urbanos densos, e que a maior parte das localidades mais importantes de Portugal se concentram no Litoral.

## II. Público-alvo e objectivos

Como já foi referido, o GEOTA é o coordenador nacional do projecto *Coastwatch Europe* desde 1988. Uma das sequências naturais de todo o processo de recolha de informação na forma de dados de base observáveis no litoral, resultantes das campanhas do *Coastwatch Europe* é o seu tratamento informático de forma a permitir a manipulação estatística e a extracção de resultados na forma de gráficos. Sem o auxílio de um SIG, como o que está a ser desenvolvido neste projecto, o tratamento de dados encontrava-se restrito ao tratamento a nível nacional ou por NUT's, sendo a informação gráfica disponível e válida apenas a esse nível, colocando problemas de interpretação de resultados a escalas mais finas, e impossibilitando o trabalho de análise ao nível dos concelhos, essencial para a prevenção de infracções ambientais e para a monitorização correcta da evolução da linha de costa e dos restantes parâmetros, de ano para ano.

A partir da criação do SIG, iniciada no ano de 1999, tornou-se possível cartografar e extrair informação georeferenciável, bem como proceder à sua análise, extremamente difícil, sem o recurso a ferramentas desse género, o que permitiu potenciar o próprio projecto de recolha de dados e de sensibilização. Procura-se agora, para além do aumento da capacidade de intervenção do GEOTA, que surgirá devido ao incremento da aptidão de tratamento de informação e da qualidade da informação que poderá ser produzida sobre as condições ambientais do litoral, o relacionamento deste projecto com outros projectos do GEOTA é de molde a gerar sinergias importantes, nomeadamente com: i) Caracterização e Quantificação de Resíduos Sólidos Subaquáticos e Intervenções do grupo de Ordenamento do Território nos diversos instrumentos de gestão territorial do litoral; ii) Actividade geral do grupo jurídico do GEOTA na prevenção de infracções ambientais e urbanísticas e contencioso ambiental sobre infracções já consumadas, e outros que venham a surgir.

O Projecto *Coastwatch Europe*, associado a um SIG (Litoral Digital), poderá funcionar como um instrumento de produção e manipulação de informação georeferenciável utilizável na monitorização das condições ambientais do litoral e na sua gestão. Dessa forma, poderá contribuir muito positivamente para diminuir o impacto das actividades humanas no litoral e auxiliar na gestão das áreas costeiras, através das acções de informação do público e do conhecimento científico acumulado. A acção de prevenção/deteção de infracções ambientais, decorrente da acção conjugada do grupo jurídico, da acção da população na denúncia de casos, ou na deteção de alterações graves nas condições de ocupação ou nos parâmetros ambientais de análise, poderá ser muito facilitada com a exploração eficiente de um sistema deste género.

Numa primeira fase foram identificados como público-alvo do Litoral Digital diversas pessoas e/ou instituições, a ver: i) Coordenadores dos vários sub-projectos do GEOTA na área do Litoral: *Coastwatch Europe*, Caracterização e Quantificação de Resíduos Sólidos Subaquáticos e outros; ii) Responsáveis e colaboradores activos de Organizações Não Governamentais que intervêm nos Concelhos objecto de estudo, na sua qualidade de parceiros sociais e considerando que são estas que se encontram mais próximo da situação de referência; iii) Decisores da Administração Central e Regional, eleitos locais e técnicos das autarquias, na qualidade de recursos humanos que vão intervir como planeadores ou executores da política de ambiente e ordenamento e património; iv) Cidadãos abrangidos pelas decisões tomadas ao nível autárquico; público(estudantes, munícipes, professores, etc.) que, directa ou indirectamente, aceda à informação divulgada (número indeterminado).

Assim, tendo em atenção a afirmação disponível e o público alvo, delinearão-se como principais objectivos do *Litoral Digital* as seguintes linhas de acção:

1. Dar continuidade à recolha, armazenagem, análise e apresentação da informação georeferenciável produzida no âmbito do projecto *Coastwatch Europe*.
2. Criar ferramentas auxiliares de informação para monitorização das condições ambientais do litoral.
3. Criar condições para o desenvolvimento de conhecimentos técnicos e científicos úteis para a gestão do litoral.
4. Criar condições para facilitar a análise de informação, análise de impactes e a produção de opinião sobre projectos de ordenamento, de desenvolvimento ou de intervenção no litoral
5. Continuar a produzir informação gráfica destinada a apoiar acções de promoção do projecto *Coastwatch Europe* e acções de sensibilização, junto de diversos tipos de destinatários, para a necessidade de gestão correcta do litoral e dos seus recursos ambientais.

### **III. Recursos a utilizar/adquirir/desenvolver**

Dentro do projecto terá cabimento a continuação da formação dos colaboradores que aumentarão a equipa de coordenação e execução do projecto. Continuarão a ser utilizados, durante a fase de exploração, recursos humanos das ONGA e de outras entidades que asseguram regularmente a Coordenação Regional do projecto *Coastwatch Europe*. O suporte informático para esta aplicação foi cedido pela Esri-Portugal e consiste nos módulos *ArcView* (*ArcView GIS*, *ArcView Network Analyst*, *ArcView Spatial Analyst*, *ArcView 3D Analyst*, *ArcView ArcPress*).

A informação utilizada foi, para além do levantamento estatístico do *Coastwatch*, a linha de costa em formato vectorial (escala 1:25000), as cartas militares em formato *raster* e a divisão administrativa de Portugal Continental (extraída por processos SIG a partir da carta de freguesias, à escala 1:25000, produzida pela Direcção Geral do Ambiente. Como recursos humanos o Litoral Digital conta, para além de outros colaboradores, para trabalhos menos técnicos associados ao projecto, com 6 pessoas, distribuídas por diversas qualificações académicas.

#### IV. Implantação

Este projecto decorrerá em 4 fases distintas assim distribuídas: **1ª fase** - Continuação da formação de utilizadores/Aquisição do restante equipamento/Continuação das parcerias; **2ª fase** - Continuação da aquisição/recolha e armazenamento de informação, tratamento e análise da informação; **3ª fase** - Divulgação dos resultados obtidos; **4ª fase** – Avaliação. De uma forma mais discriminada tem-se que:

**1ª fase)** Continuação da formação de utilizadores. Aquisição do restante equipamento: Scanner e impressora com requisitos adequados. Continuação do desenvolvimento das parcerias.

**2ª fase)** Continuação da aquisição/recolha e armazenamento de informação. A escala de trabalho escolhida para este SIG foi a 1:25000. A informação de base ainda necessária para a construção do SIG é a seguinte: Limites de Concelho e respectivas sedes (Produzido pelo IgeoE), Informação dos Censos (Instituto Nacional de Estatística).

A restante informação a introduzir no sistema será a informação recolhida pelo projecto *Coastwatch*. Carregamento dos dados (informação alfanumérica) contidos nos questionários preenchidos para toda a linha de costa, desde o primeiro ano em que foi realizado (para análise multi-temporal). Os dados georeferenciáveis já carregados no sistema precisam ainda de ser tratados de modo a servirem o fim a que se destinam (estes procedimentos serão discutidos com maior detalhe na secção V).

**3ª fase)** Divulgação dos resultados obtidos. A disseminação da informação produzida no GEOTA no âmbito deste sistema será coordenada com a divulgação dos resultados do projecto *Coastwatch Europe*, no final de cada campanha.

**4ª fase)** Comparação (Avaliação) dos objectivos atingidos com o objectivos propostos inicialmente, fundamentação das diferenças encontradas, discussão das alterações a aplicar ao faseamento e/ou à metodologia, elaboração de relatórios de execução de actividades

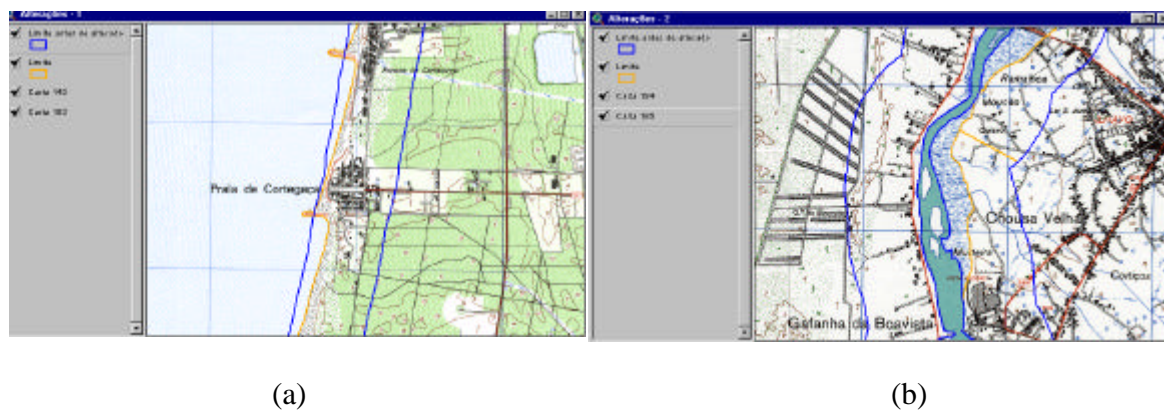
Estas 4 fases começaram a ser implantadas no fim do ano 2000 e entenderam-se por 2001. A tabela 1 representa o cronograma de realização das quatro fases do projecto.

Acções Meses	2000				2001												
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1. Formação de utilizadores Desenvolvimento das parcerias																	
2. Aquisição de equipamento																	
3. Recolha informação																	
4. Análise informação																	
5. Divulgação de resultados																	
6. Avaliação																	

Tabela 1 - Cronograma de implantação do *Litoral Digital*

## V. Projecto SIG: *Litoral Digital*

A primeira tarefa da implementação em SIG da informação proveniente do *Coastwatch*, consistiu em, pegando na linha de costa de Portugal Continental, criar um buffer de 500 m para o interior de forma a delimitar a área de intervenção (figura 1a). Este buffer teve que ser reavaliado nas áreas em que a linha de costa se prolonga para o interior do território (e.g. estuário), de maneira a evitar qualquer tipo de sobreposições indesejáveis (figura 1b).



**Figura 1 – Delimitação do buffer (500 m) da linha de costa**

Este buffer foi dividido em troços de 5 km (correspondentes a 10 questionários do *Coastwatch*) e a cada um deles foi atribuído o respectivo código de país, NUT, bloco e unidade. A partir deste momento foi possível produzir cartografia de base, com a delimitação das áreas de inquérito, permitindo que os voluntários levassem para o campo cartas com uma grande qualidade (figura 2) – principalmente quando comparadas com as fotocópias das cartas militares até então utilizadas.

Tendo a base preparada, passou-se à ligação entre as partes gráficas e alfanuméricas. Nesta fase, uma primeira constatação foi a de que a delimitação de 500m utilizada no inquérito carecia de qualidade geográfica. Ou seja a delimitação é feita através da percepção que os voluntários têm, no campo, do que são 500m, não havendo nenhuma referência posicional que permitisse delimitar estes blocos com a precisão que um SIG exige.

Assim, optou-se por agregar a linha de costa em blocos de 5km, o que teve como principal consequência a obrigatoriedade de, por métodos estatísticos univariados (médias, modas, etc.), generalizar a informação proveniente do inquérito (em formato Excel) dos 500m originais para 5km. Esta tarefa, dada a extensão do levantamento, quer em área, quer em número de variáveis, revelava-se bastante morosa e complicada pelo que se optou por automatizar o processo.



Figura 2 – Exemplo de ficha produzido pelo *Litoral Digital*

### 5.1 – Criação automática de Bases de Dados para o *Litoral Digital*

O objectivo desta fase foi criar um programa que origine uma tabela em formato DBF (v.4) a partir de uma tabela em formato Excel, que contém a informação das colunas indicadas agregada usando a operação estatística indicada, para as linhas que tenham o mesmo *county* e o mesmo *block*. Para concretizar este objecto, considerando que as primeiras 3 linhas do ficheiro Excel contém informação descritiva sobre as questões (assim a informação a ser tratada começa na linha 4 inclusive), realizaram-se os seguintes passos:

1. Identificar cada conjunto de linhas com o mesmo *county* (coluna C) e o mesmo *block* (coluna D). Cada conjunto não terá mais de 10 linhas.

A	B	C	D	E	F	G	H
ID number	A11	A12	A13	A14	A21Placename	A22	A31 Surveyor's Name
All returned		(Region)		1-10			
questionnaires	country	county	block	unit	unit name on map	localname	
1	12	151	1	1			
2	12	151	1	2			
3	12	151	1	3			
4	12	151	1	4			
5	12	151	1	5			
6	12	151	1	6			
7	12	151	1	7			
8	12	151	2	1			
9	12	151	2	2			
10	12	151	2	3			
11	12	151	2	4			

2. Escrever na tabela DBF, numa coluna chamada NUT-BLOCO, a informação contida nas colunas indicadas na alínea 1, county (NUT) e block (bloco) separada por um traço (ex.: 141 – 43). Este irá constituir um identificador único da tabela DBF.
3. Para cada um dos conjuntos de linhas identificadas na alínea 1:
  - i. Para as colunas S, T, U, V e W calcular a *moda* e escrever o resultado respectivamente nas colunas chamadas B11, B12, B13, B14 e B15.

C	D	E	S	T	U	V	W
A12	A13	A14...	B1: Up to	five	different	hinterland	codes
(Region)		1-10	First	Second	Third	Fourth	Fifth
county	block	unit	# ticked	# ticked	# ticked	# ticked	# ticked
151	1	1	15				
151	1	2	15				
151	1	3	3	6			
151	1	4	6				
151	1	5	5	12			
151	1	6	5				
151	1	7	15				
151	2	1	4				
151	2	2	6				
151	2	3	6				
151	2	4	2				

- ii. Para as colunas X, AJ, AV e BH *somar* o número de ocorrências de cada um dos elementos: OD, P, S, L, R e escrever o resultado da soma nas colunas respectivas: B2-OD, B2-P, B2-S, B2-L e B2-R.

C	D	E	X	AJ	AV	BH
A12	A13	A14...	B2: Inflow 1...	B2: Inflow 2...	B2: Inflow 3...	B2: Inflow 4
(Region)		1-10	Inflow Type	Inflow Type	Inflow Type	Inflow Type
county	block	unit	OD, P, S, L,R	OD, P, S, L,R	OD, P, S, L,R	OD, P, S, L,R
151	1	1	R			
151	1	2	R	R		
151	1	3	R	R	R	P
151	1	4	P	R	R	R
151	1	5				
151	1	6				
151	1	7				
151	2	1				
151	2	2	OD			
151	2	3	OD			
151	2	4				

- iii. Para a coluna BU calcular a *moda* e escrever o resultado numa coluna chamada C1.
- iv. Para a coluna BV calcular a *moda* e escrever o resultado numa coluna chamada C2.
- v. Para as colunas BW e BX calcular a *moda* e escrever o resultado numa coluna chamada D1 (juntar a informação das duas colunas e das linhas seleccionadas em uma célula).
- vi. Para as colunas BY e BZ calcular a *moda* e escrever o resultado nas colunas chamadas D21 e D22.
- vii. Para as colunas CA, CB e CC calcular a *moda* e escrever o resultado nas colunas chamadas D31, D32 e D33, respectivamente.
- viii. Para as colunas DJ, DK, DL, DM, DN, DO, DP, DR, DS, DT, DU, DV, DW e DX *verificar se existe alguma ocorrência* e em caso afirmativo escrever nas colunas E31, E32, E316, E34, E312, E33, E36, E37, E38, E39, E310, E311, E313, E314, E315 o valor da ocorrência (respectivamente 1, 2, 16, 4, 12, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15).
- ix. Para as colunas DC, DD, DE, DF, DG, DH, DI calcular a *soma* dos valores registados nas células (quantidades de lixo) e escrever nas colunas E3a1, E3a2, E3a3, E3a4, E3a5, E3a6, E3a7 o valor da soma.
- x. Para as colunas ER, ES, ET, EU e EV calcular a *moda* e escrever nas colunas F51, F52, F53, F54 e F55.
- xi. Para a coluna EX identificar o valor mais elevado (máximo de 1 a 6) e escrever na coluna G1.
- xii. Para a coluna FI identificar o valor mais baixo (mínimo de 1 a 6) e escrever na coluna G7.

## 5.1 – Operacionalização do sistema

Depois de apurada a base de dados e de feita a ligação entre a informação alfanumérica e a base digital, outra questão se levantou: os inquéritos são feitos por voluntários e conseqüentemente (e infelizmente) nunca nenhuma campanha conseguiu cobrir a linha de costa na sua totalidade. Para

obviar a este problema, e tendo em consideração que se pretendia uma base (ano zero) com informação para toda a área, optou-se pela seguinte ordem de procedimentos:

1. Foram preenchidos todos os campos onde havia informação relativa a 1999.
2. Os campos ainda em branco depois de 1) foram preenchidos com dados de 1998.
3. Os campos ainda em branco depois de 2) foram preenchidos com dados de 1997.
4. E assim sucessivamente até ao “ano zero” estar integralmente preenchido (salvaguardando-se sempre um campo na base de dados para guardar a informação relativa à data de aquisição dos dados).

Tendo finalmente toda a informação disponível é então possível executar as funções de análise disponíveis no SIG. Tem-se assim, e de um modo geral, a possibilidade de responder às questões básicas próprias de um SIG são as seguintes:

“**O que está em...?**” - Localização, ou o processo de inquirir a informação relativa a uma entidade indicando a sua posição, como exemplos tem-se: Qual a quantidade de lixo de plástico neste troço de praia no ano de 1994? Qual o estado do património neste concelho?

“**Onde é que está...?**” - Condição, que consiste na localização de uma entidade através de uma característica. Como exemplos tem-se: Quais os concelhos com mais do que 5 elementos de património em mau estado de conservação? Quais as praias com acesso impossível?

“**O que mudou...?**” - Tendência, que consiste na identificação das alterações sofridas pelas entidades ao longo do tempo. Exemplos: Qual a variação da Quantidade de saídas de esgoto neste concelho entre os anos de 1992 e 1996? Qual a variação de área construída neste bloco nos últimos 5 anos?

“**Qual o melhor caminho...?**” - Trajecto, que é necessário para a identificação de percursos em função de parâmetros dados. (Só possível de realizar com extensão do ArcView, Network Analyst .)

“**Qual o padrão...?**” - Padrão, que é uma regra na distribuição de um fenómeno e que pode ser evidenciado numa apresentação gráfica. Exemplo: Há algum padrão na distribuição de esgotos na praia em função da população residente? “**O que aconteceria se...?**” - Modelação, que é utilizada para previsão de comportamentos (só possível de realizar com extensão do *ArcView Spatial Analyst*). A apresentação dos resultados das análises acima referidas pode ser feita sobre a forma de relatórios (facilmente importados para *Word*), tabelas (facilmente importados para *Excel*), ou saídas gráficas.

As figuras 3 e 4 representam alguns dos resultados “finais” (considera-se este projecto como nunca terminado) do *Litoral Digital*.

