

Plano de vixilancia ambiental de detección e
avaliación dos efectos do vertido de petróleo sobre
aves mariñas en Galicia
INFORME FINAL



Convenio de colaboración entre
a Fundación Arao e ARCEA Xestión de Recursos Naturais S.L.



**Plano de vixilancia ambiental de detección e avaliación dos
efectos do vertido de petróleo sobre aves mariñas en
Galicia
INFORME FINAL**

Convenio de colaboración entre
a Fundación Arao e ARCEA Xestión de Recursos Naturais S.L.



Marzo 2005

Equipo redactor:

Francisco Arcos Fernández
Xabier César Aldariz
Rafael Salvadores Ramos
Jorge Mouriño Lourido

ARCEA Xestión de Recursos Naturais S.L.
Velázquez Moreno 9, of. 305, 36201 Vigo
Tlf/Fax 986 22 19 78
www.arcea.net

Índice

| | |
|--|-----------|
| 1. Introducción xeral | 4 |
| 2. Recompilación da información existente: selección de especies indicadoras e análises das tendencias de presenza de petróleo e dos parámetros que condicionan a aparición dos ácidos abeirados en Galicia | 7 |
| 2.1. Introducción | 7 |
| 2.2. Selección das especies indicadoras | 9 |
| 2.3. Obxectivos específicos | 11 |
| 2.4. Metodoloxía | 11 |
| 2.5. Resultados e discusión | 15 |
| 2.6. Conclusións | 25 |
| 3. Desenvolvemento dunha estratexia de monitoraxe | 27 |
| 3.1. Introducción | 27 |
| 3.2. ¿Como desenvolver a monitorización?..... | 27 |
| 3.3. ¿Onde levar a cabo as Inspeccións Costeiras de Aves Abeiradas?..... | 28 |
| 3.4. ¿Cando realizar as Inspeccións Costeiras de Aves Abeiradas e cal sería o esforzo necesario para garantir un tamaño de mostra mínimo para cada tempada?..... | 30 |
| 3.5. ¿Que recursos humanos se precisan para desenvolver a presente estratexia de monitorización?..... | 32 |
| 3.6. ¿Qué información é preciso recoller nas Inspeccións Costeiras de Aves Abeiradas?... | 33 |
| 3.7. Conclusións | 35 |
| 4. Formación do persoal responsable das mostraxes | 37 |
| 4.1. Introducción | 37 |
| 4.2. Organización dos cursos..... | 37 |
| 4.3. Deseño do proxecto formativo | 39 |
| 4.4. Resultados da avaliación realizada polos participantes | 41 |
| 5. Desenvolvemento dunha ferramenta informática específica de xestión e tratamento da información | 42 |
| 5.1. Campos de entrada de datos..... | 42 |
| 5.2. Saída de información | 44 |
| 6. Referencias | 48 |

Anexo I: Táboas cos resultados dos modelos glm

Anexo II: Táboas cos listados das praias seleccionadas por ser as máis colectoras de ácidos, tanto arao como carolo e arao papagaio, segundo as zonas ou rexións xeográficas consideradas

Anexo III: Figuras

Anexo IV: Cartografía

Anexo V: Ficha de Inspección de Praia

Anexo VI: Manual de axuda da ferramenta informática específica de xestión e tratamento da información xerada (Uria v1.1.)

1. Introducción xeral

Desde hai algunhas décadas, resultan frecuentes os fenómenos de mortalidade de numerosas aves debido á impregnación da súa plumaxe con petróleo ou os seus derivados. As denominadas “aves petroleadas” aparecen abeiradas principalmente nas costas daquelas rexións xeográficas onde o tráfico marítimo de buques que transportan hidrocarburos coincide con importantes concentracións de aves mariñas. Esta mortalidade pode facerse moi evidente tras as catástrofes relacionadas cos accidentes de grandes barcos petroleiros, como o *Exxon Valdez*, o *Erika* ou o *Prestige*, por só citar as máis recentes, afectando a centos de miles de aves e sendo obxecto de atención por parte dunha opinión pública cada vez máis sensibilizada coa vida animal e coa conservación da natureza, que demanda unha correcta xestión ás autoridades competentes.

Sen embargo, á marxe destes grandes accidentes, existe unha contaminación persistente do mar provocada por pequenos vertidos de hidrocarburos (contaminación crónica), circunstancia que provoca unha chegada continua de aves petroleadas nas praias. Esta problemática, desde unha perspectiva global, está considerada como un proceso en constante incremento. As fontes deste tipo de contaminación crónica son os vertidos recorrentes e rutinarios realizados de maneira ilegal durante os labores de limpeza de sentinas e de baleirado de augas de lastrado dos buques petroleiros, ademais dos pequenos vertidos que teñen lugar accidentalmente durante outras tarefas.

Os efectos deste tipo de vertidos crónicos son extensos e de grande complexidade, e habitualmente compórtanse de xeito máis daniño sobre as poboacións de aves mariñas que as grandes catástrofes ocasionais. A morte das aves petroleadas é unha das súas principais consecuencias, aínda que, como no caso dos grandes derrames provocados por accidentes de petroleiros, tamén existen outros efectos indirectos ou subletais que inciden na condición física das aves e na súa reprodución, debido fundamentalmente á menor dispoñibilidade de alimento provocada polos efectos da contaminación sobre o conxunto do ecosistema.

A causa da singular situación xeográfica de Galicia, as nosas costas constitúen un lugar de paso obrigado nas rutas migratorias do Atlántico norleste, que involucran a

numerosas aves mariñas nidificantes no norte de Europa, Groenlandia e Canadá (varias especies de furabuchos, paíños, mascatos, palleiras, carráns, gaivotas, álcidos...), así como certas especies que se reproducen no Atlántico austral, caso das pardelas escura e encapuchada e do paiño de Wilson, e mesmo algunhas aves mariñas mediterráneas, entre as que destaca a pardela balear, especie catalogada En Perigo Crítico de extinción a nivel mundial. A esta destacada importancia como lugar de paso migratorio de aves mariñas súmase a abundancia de certas especies que nidifican nas nosas costas, principalmente a gaivota patiamarela e o corvo mariño cristado, así como o elevado número de especies invernales (que pasan o inverno no litoral galego), con poboacións aínda deficientemente avaliadas. No seu conxunto, constitúen suficientes motivos para que as aves mariñas sexan consideradas como un dos principais valores naturais do nosa biodiversidade, polo que é necesario coñecer en detalle os factores que afectan á súa conservación co fin de poder realizar unha correcta avaliación dos efectos que os vertidos de petróleo provocan sobre estas especies.

Para levar a cabo un control minucioso dos vertidos de hidrocarburos no medio mariño faise necesario contar cunha cantidade importante de medios materiais e humanos. Sen embargo, tamén se pode obter información relevante a través de métodos indirectos, mediante o uso de indicadores que reflectan as condicións de contaminación existentes. A presenza de importantes comunidades de aves mariñas ben distribuídas nas costas de Galicia, xunto co feito de que estas especies se sitúen no cumio das pirámides tróficas do ecosistema mariño, fan que podan ser consideradas como boas especies indicadoras da existencia de contaminación por hidrocarburos.

Empregando as aves mariñas abeiradas como indicadoras deste tipo de contaminación, e mediante a correspondente estratexia de monitoraxe, o presente proxecto pretende establecer un seguimento da evolución da presenza de hidrocarburos no medio mariño do litoral galego, así como identificar as tendencias que permitan avaliar a efectividade das medidas que se teñen implantado ou que se adopten no futuro, coa fin de reducir os vertidos de petróleo ao mar.

O proxecto artéllase arredor de catro liñas principais:

- a) recompilación da información existente: selección de especies indicadoras e análises das tendencias de presenza de petróleo e dos parámetros que condicionan a aparición dos ácidos abeirados en Galicia
- b) desenvolvemento dunha estratexia de monitoraxe.
- c) formación do persoal responsable das mostraxes.
- d) desenvolvemento dunha ferramenta informática específica de xestión e tratamento da información.

A presente memoria desenvólvese en función das catro liñas de traballo do proxecto, estreitamente vencelladas entre si, pero no marco das cales se desenvolveron análises e actuacións específicas, que pasan a ser relatadas a continuación.

2. Recompilación da información existente: selección de especies indicadoras e análises das tendencias de presenza de petróleo e dos parámetros que condicionan a aparición dos ácidos abeirados en Galicia

2.1. Introducción.

A utilización da información derivada das aves mariñas ven sendo usada en diferentes países e rexións do Planeta, para avaliar e monitorizar a persistencia de contaminación derivada de hidrocarburos no ecosistema mariño. Un dos exemplos máis representativos o encontramos en Holanda, onde a análise da evolución das porcentaxes de exemplares manchados nas series de datos de aves abeiradas entre xaneiro de 1977 e setembro de 1997, permitiu identificar a existencia dun descenso significativo da contaminación crónica por hidrocarburos en determinados sectores do mar do Norte e atopar incluso diferencias a pequena escala (Camphuysen, 1998). O autor deste traballo relaciona a diminución deste tipo de polución coas intensas labores de vixilancia aérea desenvolvidas nos últimos anos e tamén cos traballos de loita directa contra os vertidos. Conclúe afirmando que os traballos de busca de aves abeiradas en tramos costeiros constitúen unha ferramenta sensible para estudar a efectividade das medidas adoptadas coa fin de reducir a contaminación por petróleo no medio mariño, recomendando a posta en práctica das mesmas metodoloxía noutras rexións europeas.

Outro caso significativo no uso das aves mariñas como bioindicadoras de contaminación tamén tivo lugar no ámbito xeográfico das costas atlánticas europeas, concretamente nas illas Británicas. Antes da posta en funcionamento de dúas terminais petrolíferas, as inspeccións costeiras realizadas monitorizaban baixos niveis de polución por petróleo nos arquipélagos das Orkney e das Shetland (Escocia). Inmediatamente despois de comezar a funcionar, ditas inspeccións sistemáticas amosaron un incremento da presenza corporal de cru nas aves mariñas atopadas, que se relacionou coa ausencia tanto de instalacións para o delastrado controlado dos buques que se achegaban á rexión para operacións de carga, como de multas o suficientemente cuantiosas que loitasen contra a tentación de soltar ilegalmente o lastre (mestura de auga mariña con petróleo) ao mar. Posteriormente, en último termo, o programa de inspeccións costeiras tamén reflectiu a efectividade das medidas de loita contra a contaminación adoptadas ante a forte presión

pública xerada pola aparición masiva de aves manchadas na costa. Entre estas medidas atopábanse tanto o control aéreo dos buques arredor das terminais como a obrigatoriedade de entrar nas instalacións para o delastrado cun 35% de lastre, co obxecto de ser analizado e comparado coas características do petróleo corporal das aves recollidas, e de impoñer as sancións correspondentes en caso de coincidencia. A través das inspeccións costeiras foi posible determinar que as medidas que se estableceran foran as responsables da redución da porcentaxe de aves petroleadas (Camphuysen & Heubeck, 2001).

Na terceira Conferencia Internacional sobre a protección do Mar do Norte, celebrada en Den Haag (Holanda) no ano 1990, adoptouse como conclusión un acordo polo que debía ser investigado o posible uso das inspeccións costeiras de aves abeiradas como indicadores da efectividade das accións adoptadas para a redución da contaminación por petróleo nos mares. Trala redacción e presentación do informe “The value of beached bird surveys in monitoring oil pollution” (Camphuysen & Franeker, 1992), a Conferencia Interina de Ministros do Mar do Norte, celebrada en Copenhague en decembro de 1993, recoñeceu finalmente a súa utilidade.

En síntese, estes traballos de inspección costeira non procuran o establecemento das causas precisas do abeiramento das especies, nin tampouco o estudo da evolución do número de exemplares atopado, moi variable e influenciado por múltiples factores, entre os que se atopan, entre outros, as correntes mariñas e a dirección e intensidade dos ventos costeiros (Van Pelt & Piatt, 1995; Flint & Fowler, 1998; Fowler & Flint, 1997; Camphuysen & Heubeck, 2001; Wiese & Ryan, 2003), senón o seguimento das porcentaxes de exemplares manchados polo cru como indicadores da presenza de contaminación. Pártese da hipótese de que a porcentaxe de aves manchadas debe diminuír se as medidas para reducir a contaminación crónica por petróleo son efectivas, e se debe manter estable ou incrementar se estas disposicións non son adecuadas (Camphuysen & Heubeck, 2001). O obxectivo perseguido é a adopción de medidas cada vez máis efectivas para reducir a cantidade de petróleo vertido ao mar, na base de que un mar limpo implica simplemente un menor número de aves petroleadas nas costas (Camphuysen & Franeker, 1992), derivándose efectos positivos para o conxunto do ecosistema e para actividades económicas directamente relacionadas como son a pesca e o turismo, ambas as dúas de especial relevancia no caso de Galicia.

2.2. Selección das especies indicadoras

Cada especie de ave mariña presenta un risco diferente de ser afectada polo vertido de petróleo no mar. A probabilidade de que unha ave sexa manchada depende dos seus hábitos, principalmente en relación a se se trata dunha especie de hábitos voadores ou nadadores, se se alimenta mergullando desde o ar ou desde a superficie, ou se descansa sobre o mar ou busca repousadoiros en terra firme. Tamén se ve influenciado polo seu status na rexión de referencia, a súa abundancia e os patróns da súa distribución (Williams *et al.*, 1995; Camphuysen, 1998).

A familia dos álcidos (*Alcidae*) considérase o grupo de aves mariñas máis axeitado para acadar os obxectivos formulados no presente proxecto. Trátase de especies que, fora da época de cría, se manteñen en contacto practicamente continuo coa auga, rasgo biolóxico que incrementa a probabilidade de contactar con manchas de hidrocarburos no mar, polo que están consideradas como aves altamente vulnerables á contaminación por petróleo (Tasker & Canova, 1997). Os álcidos son, así mesmo, aves abundantes que se atopan ben repartidas ao longo do litoral galego, o cal debe facilitar a obtención de mostras en cantidade representativas. As tres especies presentes, carolo (*Alca torda*), arao (*Uria aalge*) e arao papagaio (*Fratercula arctica*), semellan explotar diferentes superficies mariñas, das máis próximas ás máis afastadas da liña litoral respectivamente, o cal as fai potencialmente indicadoras das áreas nas que con maior frecuencia se están a producir os vertidos.

En Galicia aínda non foi calculado o valor do índice de vulnerabilidade ao petróleo de cada unha das especies de aves mariñas presentes. Desde 1979 téñense desenvolvido varias metodoloxías para a obtención de índices de vulnerabilidade ao petróleo para cada especie e poder aplicarlos na xestión das súas poboacións segundo a distribución xeográfica que presentan. Algúns destes modelos chegaban a implicar ata 20 factores ambientais e se viron limitados na súa aplicación pola escaseza de información existente para certas variables. Nos últimos anos, un foi implantado no Mar do Norte un modelo construído sobre os índices de vulnerabilidade ao petróleo das diferentes especies (Williams *et al.*, 1995), baseados en catro factores:

- Porcentaxe de aves manchadas sobre o total de aves recollidas mortas ou moribundas, xunto coa proporción de tempo que pasan na superficie do mar.
- Tamaño da poboación na correspondente rexión bioxeográfica.
- Porcentaxe potencial de recuperación considerando a produtividade media anual e a idade media de primeira reprodución.
- Dependencia co medio mariño (hai especies estritamente mariñas e outras con poboacións que viven parcial ou temporalmente en augas continentais).

Na aplicación deste índice no Mar do Norte, tanto as mobellas (*Gavia spp.*) como unha especie de álcido accidental en Galicia, o arao de á branca (*Cephus grylle*), resultaron ser as aves mariñas co maior índice de vulnerabilidade sobre un total de 37 especies avaliadas. Nas costas holandesas, o mascato conta co índice de vulnerabilidade máis elevado das 63 especies avaliadas, ao que lle seguen o carolo, arao, gaivota tridáctila (*Rissa tridactyla*) e arao papagaio (Camphuysen, 1998). A falta de información sobre a abundancia de aves mariñas fronte as costas de Galicia dificulta a obtención de índices de vulnerabilidade ao petróleo aplicados para a nosa realidade. Nunha análise preliminar e orientativa, a ave mariña que aparece manchada máis frecuentemente en Galicia é o arao papagaio, seguida da gaivota tridáctila, do arao e do mascato (*Morus bassanus*); tanto gaivota tridáctila como mascato son especies que a pesares de ser voadoras teñen o costume de descansar e durmir no mar, o que incrementa a súa vulnerabilidade. Pola súa parte, o arao, de hábitos similares aos do arao papagaio, podería presentar en Galicia unha distribución máis costeira (Táboa 1).

| Especie | % aves petroleadas | Tamaño de mostra |
|--|--------------------|------------------|
| Arao papagaio (<i>Fratercula arctica</i>) | 84.3 | n=281 |
| Gaivota tridáctila (<i>Rissa tridactyla</i>) | 53.6 | n=659 |
| Arao (<i>Uria aalge</i>) | 52.1 | n=144 |
| Mascato (<i>Morus bassanus</i>) | 51.5 | n=132 |
| Carolo (<i>Alca torda</i>) | 30.0 | n=716 |
| Gaivotas (<i>Larus spp.</i>) | 29.9 | n=2023 |
| Corvo mariño cristado (<i>Phalacrocorax aristotelis</i>) | 13.3 | n=83 |

Táboa 1. Porcentaxe de aves petroleadas das especies máis comúns recollidas nas costas galegas nas campañas efectuadas entre os meses de novembro e marzo no período 1979-1998.

2.3. Obxectivos específicos

No que respecta ao análise da información previa existente para o período 1979-1998, no marco do presente Plano de Vixilancia Ambiental foron plantexados os seguintes obxectivos:

- a) Coñecer si existen diferencias interespecíficas na porcentaxe de individuos petrolados entre as especies seleccionadas: carolo, arao e arao papagaio.
- b) Determinar se aparecen diferencias ao longo do inverno na incidencia de contaminación por petróleo sobre as tres especies consideradas.
- c) Establecer a posibilidade de identificar algunha tendencia xeral nas porcentaxes de individuos manchados abeirados en Galicia ao longo dos anos.
- d) Comprobar se se encontran diferencias significativas nas citadas tendencias antes e despois da habilitación do corredor de navegación de Fisterra no ano 1990.
- e) Investigar que parámetros condicionan a presenza e a abundancia de carolo, arao e arao papagaio abeirados nas costas de Galicia

2.4. Metodoloxía

Recolleuse a información presente en 1.876 fichas de Inspección Costeira de Aves Abeiradas, que reflicten prospeccións levadas a cabo en distintas praias da costa de Galicia entre os anos 1979 e 1998. A existencia de diferentes criterios de agrupación e interpretación destes datos, xa empregados na elaboración de sucesivos informes e publicacións (Bermejo & Rodríguez-Silvar, 1981; Bermejo *et al.*, 1982; de Juana *et al.*, 1983; Bermejo, 1984, 1985a, 1985b, 1986 e 1987; Arcos & Docampo, 1988; Arcos, 1990, 1991, 1992 e 1993; Arcos & Solís, 1997), motivou que a totalidade das fichas se transcribisen de novo a soporte informático co fin de uniformizar a información.

A Dirección Xeral de Conservación da Natureza facilitou a información obtida tras do accidente do *Prestige*, pero non foi posible a súa utilización debido á escasa precisión con que foron tomados os datos. As carencias máis salientables corresponden á ausencia de

información relativa ao esforzo de prospección realizado e ao número de aves colectadas por tramos. Este feito contribúe a poñer de manifesto a importancia de contar cunha estratexia de monitoraxe que estableza un protocolo de información ben definido. Por outra parte, aínda que inicialmente tamén estaba previsto contar cos resultados e conclusións obtidas a partir da execución de experimentos de deriva, levados a cabo pola Universidade de Vigo en colaboración coa Consellería de Medio Ambiente, finalmente non foi posible a súa utilización debido a que a información aínda non está dispoñible por se encontrar en proceso de análise e redacción.

Debido á grande cantidade de información existente, optouse por realizar unha homoxeneización dos datos, de tal xeito que tan só se consideraron os restos das aves atopadas enteiras e se escolleron exclusivamente as praias prospectadas entre os meses de novembro e marzo, correspondentes á etapa invernal, que constitúe o período no que se concentra a práctica totalidade do esforzo de prospección. As datas nas que tiveron lugar unha grande parte das inspeccións costeiras consideradas, estiveron comprendidas fundamentalmente no período 15 de febreiro-15 de marzo, época na cal se organizaban ditas inspeccións a nivel estatal.

Deste xeito procedeuse á estima do número mínimo de individuos colectados (n) necesario para contrastar a variable denominada “porcentaxe de individuos con presenza de petróleo” en cada especie. O método empregado foi o de estabilización ponderada das medias mostrais, mediante o cal o n considerado foi de 11 individuos para carolo, 10 para arao e 4 para arao papagaio (Figuras 1 a 3). Na Táboa 2 recóllense os datos finalmente empregados nas análises.

| Ano | <i>Alca torda</i> | | | <i>Uria aalge</i> | | | <i>Fratercula arctica</i> | | |
|-------|-------------------|-----|-----------------|-------------------|----|-----------------|---------------------------|----|-----------------|
| | S | L | % | S | L | % | S | L | % |
| 79/80 | 13 | 8 | 61.9% | | | | 31 | 6 | 83.8% |
| 80/81 | | | | | | | | | |
| 81/82 | 27 | 60 | 31.0% | 6 | 5 | 54.5% | 22 | 5 | 81.5% |
| 82/83 | 7 | 49 | 12.5% | 7 | 5 | 58.3% | 6 | 5 | 54.5% |
| 83/84 | 82 | 238 | 25.6% | 14 | 6 | 70.0% | 39 | 11 | 78.0% |
| 84/85 | 5 | 23 | 17.9% | 5 | 7 | 41.7% | | | |
| 85/86 | 12 | 11 | 52.2% | | | | 22 | 4 | 84.6% |
| 86/87 | | | | | | | | | |
| 87/88 | 28 | 49 | 36.4% | 5 | 5 | 50.0% | 15 | 0 | 100.0% |
| 88/89 | | | | | | | | | |
| 89/90 | 23 | 30 | 43.4% | 9 | 6 | 60.0% | 8 | 1 | 88.9% |
| 90/91 | | | | 11 | 8 | 57.9% | 51 | 2 | 96.2% |
| 91/92 | | | | | | | | | |
| 92/93 | | | | | | | | | |
| 93/94 | | | | | | | 7 | 1 | 87.5% |
| 94/95 | | | | | | | 43 | 11 | 79.6% |
| 95/96 | | | | 7 | 10 | 41.2% | 5 | 0 | 100.0% |
| 96/97 | | | | | | | | | |
| 97/98 | 4 | 18 | 18.2% | 2 | 11 | 15.4% | | | |
| Total | 218 | 504 | 33.2±7.5 | 77 | 75 | 49.9±7.1 | 259 | 48 | 85.0±5.7 |

Táboa 2. Series de datos utilizadas nas análises relativas á incidencia dos vertidos de cru ao mar sobre carolo (*Alca torda*), arao (*Uria aalge*) e arao papagaio (*Fratercula arctica*), para os meses de novembro a marzo, dos invernos 1979/80 a 1997/98. S= aves manchadas; L= aves limpas; %= porcentaxe sobre o total de aves manchadas. Especificase a media e o erro estándar (S.E.) das porcentaxes anuais de aves petroleadas. Só se contabilizaron exemplares enteiros.

Como test de contraste xeral para a comparación das porcentaxes de ácidos manchados utilizouse a proba non paramétrica U de Mann-Whitney, partindo da hipótese nula da non existencia de diferencias. Calculáronse tamén os modelos mixtos lineais xeneralizados (*glm*) máis parsimoniosos, utilizando o criterio de información de Akaike (Crawley, 2003), para explorar a influencia do número de aves limpas no número de aves manchadas, e polo tanto o efecto na porcentaxe de aves manchadas e na súa evolución no tempo. Igualmente calculáronse novos modelos para explorar os efectos inversos, é dicir, a influencia do número de aves manchadas no número de aves limpas. As variables

consideradas dependentes foron, segundo o modelo, o número de aves petroleadas ou o número de aves limpas, e as variables consideradas independentes, tamén segundo o modelo, o número de aves limpas ou o número de aves petroleadas, ademais da tempada e o número total de individuos colectados por tempada. En todos os casos os modelos foron estimados tanto para o total de datos de álcidos como para cada unha das especies por separado (carolo, arao e arao papagaio), controlando o efecto da repetición no modelo mediante a introdución da relación praia/mes como aleatoria.

A análise das tendencias ao longo das tempadas estudadas efectuouse mediante unha regresión lineal, despois da transformación das porcentaxes de individuos manchados cada tempada mediante a razón $\log(x+1)$.

Para a análise dos parámetros que condicionan a presenza e a abundancia de carolo, arao e arao papagaio abeirados nas costas de Galicia, calculáronse os modelos mixtos lineais xeneralizados (*glm*) máis parsimoniosos utilizando o criterio de información de Akaike (Crawley, 2003), para explorar a influencia na presenza (distribución binomial: presenza-ausenza) e no número (distribución de Poisson) de álcidos (tanto agrupados como analizadas individualmente para as tres especie consideradas) nas diferentes praias prospectadas, tendo en conta os seguintes factores:

- A localización xeográfica das praias: catalogáronse como expostas aquelas praias situadas en tramos costeiros abertos ou nos sectores externos das rías, e como resgardadas aquelas localizadas en sectores intermedios ou interiores das rías.
- A orientación da apertura da praia segundo oito cuadrantes: N, NE, E, SE, S, SO, O e NO.
- O vento que afectou a cada praia nos vinte días previos á súa prospección (Wiese, 2003), considerando o número de días en que o vento soplo desde cada un dos oito cuadrantes considerados (datos de frecuencia) e a súa velocidade, incorporada á análise como o percorrido en quilómetros que o vento percorreu nun día (percorrido do vento).

Para a súa aplicación en Galicia, a información relativa á dirección e velocidade-percorrido do vento foi extraída da páxina web do SIAM (Sistema de Información Ambiental de Galicia, Consellería de Medio Ambiente), obténdose datos a partires do ano

1985 correspondentes ás estacións meteorolóxicas de Lourizán (Pontevedra), Mabegondo (Abegondo, A Coruña) e Xunqueira (Viveiro, Lugo). Cada unha destas estacións foi asimilada ás condicións presentes nas praias das tres rexións xeográficas que se estableceron, que foron as seguintes:

- Rexión I: Ribadeo (Lugo)-cabo de Estaca de Bares (Mañón, A Coruña): corresponde coa estación de Xunqueira.
- Rexión II: Cabo de Estaca de Bares (Mañón, A Coruña)-Cabo Touriñán (Muxía, A Coruña): corresponde coa estación de Mabegondo.
- Rexión III: Cabo Touriñán (Muxía, A Coruña)-Esteiro do río Miño (A Guarda, Pontevedra): corresponde coa estación de Lourizán.

Os modelos foron calculados empregando os resultados das prospeccións daquelas praias que foron percorridas entre os meses de novembro e marzo, polo menos en catro ocasións a partires do ano 1985, controlando o efecto da repetición a través da súa introdución no modelo como efectos aleatorios da relación da praia co mes.

2.5. Resultados e discusión

Os resultados obtidos son expostos a continuación, seguindo as preguntas formuladas para a consecución dos diferentes obxectivos plantexados.

¿Existen diferencias interespecíficas na porcentaxe de aves petroleadas entre carolo, arao e arao papagaio?

Das tres aves mariñas seleccionadas como bioindicadoras, o arao papagaio é a especie que aparece máis frecuentemente manchada por petróleo (85%, n= 307), seguida do arao (49,9%, n=152) e do carolo (33,2%, n= 722) (Taboa 1). A aplicación de probas estatísticas (Táboa 3; Figura 4) sustenta a existencia de diferencias significativas entre a porcentaxe anual de araos papagaios manchados en relación ás correspondentes porcentaxes tanto de arao como de carolo. O feito de que a especie máis afectada sexa o arao papagaio pode estar reflectindo as diferenzas na intensidade do tráfico marítimo responsable dos vertidos entre as zonas de distribución destas tres especies, posto que se considera que o arao papagaio se distribúe nas zonas máis afastadas da costa. Tamén

semella que se vexa máis afectado o arao (as diferenzas están próximas á significación) que o carolo para o conxunto do período invernal (Táboa 3, Figura 4), o que pode estar reflectindo, ao igual que no caso anterior, diferenzas nas áreas de distribución destas dúas especies, atopándose a do arao en sectores menos próximos á liña de costa e, por tanto, máis cercanos ás potenciais zonas de vertido.

| | <i>Alca torda</i> | <i>Uria aalge</i> | <i>Fratercula arctica</i> |
|---------------------------|-------------------|---------------------|---------------------------|
| <i>Alca torda</i> | - | U=19.0 p=0.063 n.s. | U=1.0 p <0.001* |
| <i>Uria aalge</i> | | - | U=4.5 p=0.001* |
| <i>Fratercula arctica</i> | | | - |

Táboa 3. Resultados da probas estatísticas U de Mann-Whitney empregadas para contrastar as porcentaxes anuais de carolos (*Alca torda*), araos (*Uria aalge*) e araos papagaios (*Fratercula arctica*) manchados entre os anos 1979-1998, para o período novembro – marzo (n.s. = non significativo; * = diferenzas significativas).

Tamén se levou a cabo unha análise parella referida exclusivamente aos datos obtidos no período máis habitual de realización das inspeccións costeiras (15 de febreiro-15 de marzo), obtendo resultados semellantes, aínda que con menores valores de significación estatística (Táboa 4, Figura 4), os cales simplemente poderían estar relacionados co menor tamaño total da mostra: *Alca torda*, n= 399; *Uria aalge*, n= 95; *Fratercula arctica*, n= 177.

| | <i>Alca torda</i> | <i>Uria aalge</i> | <i>Fratercula arctica</i> |
|---------------------------|-------------------|---------------------|---------------------------|
| <i>Alca torda</i> | - | U=11.5 p=0.222 n.s. | U=0.000 p=0.001* |
| <i>Uria aalge</i> | | - | U=0.000 p=0.004* |
| <i>Fratercula arctica</i> | | | - |

Táboa 4. Resultados da probas estatísticas U de Mann-Whitney realizadas para contrastar as porcentaxes anuais de carolos (*Alca torda*), araos (*Uria aalge*) e araos papagaios (*Fratercula arctica*) manchados entre os anos 1979-1998 para o período 15 de febreiro – 15 de marzo (n.s. = non significativo; * = diferenzas significativas).

¿Existen diferenzas ao longo do inverno na incidencia de contaminación por petróleo sobre as tres especies consideradas?

Para analizar a incidencia da contaminación ao longo do inverno, os resultados que se manexan foron agrupados en tres períodos mensuais para os cales se dispuña de

suficiente información, coincidindo coas campañas de inspeccións organizadas en anos anteriores: as campañas de inspeccións levadas a cabo no último fin de semana de decembro (15 decembro-15 xaneiro), aquelas realizadas no último fin de semana de xaneiro (15 xaneiro-15 febreiro) e as correspondentes ao último fin de semana de febreiro (15 febreiro-15 marzo).

No caso do carolo, a única especie para a que se posúe un tamaño de mostra axeitado para implantar probas estatísticas, non se encontraron diferencias significativas nas porcentaxes de individuos manchados recolectados nos tres períodos considerados (n=652) (Táboa 5, Figura 5). No que respecta ao arao papagaio, tampouco se atoparon diferencias significativas nas porcentaxes de individuos manchados (n=223) entre as campañas dos últimos fins de semana de xaneiro e febreiro (U=3.0, p=0.167), as únicas para as que se obtiveron mostras representativas (Figura 5). Non foi posible contrastar os resultados relativos ao arao entre os diferentes períodos debido a que só existiu dispoñibilidade de mostra suficiente para un único período, o comprendido entre o 15 de febreiro e o 15 de marzo (Figura 5).

| | 15 dec – 15 xan | 15 xan – 15 feb | 15 feb – 15 mar |
|--------------------------|-----------------|---------------------|---------------------|
| 15 decembro – 15 xaneiro | - | U=4.0, p=0.629 n.s. | U=14.0 p=0.808 n.s. |
| 15 xaneiro – 15 febreiro | | - | U=8.0 p=0.497 n.s. |
| 15 febreiro – 15 marzo | | | - |

Táboa 5. Resultados da probas estatísticas U de Mann-Whitney realizadas para contrastar as porcentaxes anuais de carolos (*Alca torda*) enteiros manchados (1979-1998), entre os períodos “15 de decembro – 15 de xaneiro”, “15 de xaneiro – 15 de febreiro” e “15 de febreiro – 15 de marzo” (n.s. = non significativo).

Do mesmo xeito, non se detectaron diferencias significativas para ningunha das especies analizadas entre os resultados das campañas do último fin de semana de febreiro (as que contan coas series temporais máis completas), en relación aos resultados da suma total das campañas por tempada (carolo: U=35.0, p=0.963; arao: U=20.5, p=0.797; arao papagaio: U=15.0, p=0.282; Figura 6), feito que amosa a idoneidade do agrupamento da información por tempada para a súa análise ao longo do tempo, ao tempo que reafirma os resultados expostos anteriormente na discusión acerca de diferencias interespecíficas en canto á porcentaxe de aves manchadas.

¿Pódese identificar algunha tendencia xeral nas porcentaxes de individuos manchados abeirados en Galicia ao longo dos anos?

As inspeccións costeiras de aves abeiradas en Galicia comezaron a realizarse en 1979. Nesa mesma década foran aprobadas e inicialmente aplicadas varias normativas internacionais para reducir o vertido de hidrocarburos ao medio mariño. Entre elas destacan o Convenio de Londres sobre a prevención da contaminación do mar por vertidos de refugallo e outras materias, que entrou en vigor no ano 1975, así como as Convencións de Oslo (1972) e París (1974) e o Convenio sobre a Protección do Medio Mariño do Atlántico Nordeste (OSPAR, 1998).

De ser efectivas tanto as medidas recollidas nestes documentos como principalmente a súa posterior posta en práctica, sería adecuado esperar unha tendencia á baixa na porcentaxe de individuos manchados para o caso das tres especies analizadas no presente informe, sempre dentro do período para o que se analiza a información (1979-1998).

A análise dos resultados obtidos amosa que a porcentaxe de exemplares manchados, tanto de carolo como de arao, presenta unha tendencia á baixa (valores negativos da pendente da recta de regresión), mentres que o arao papagaio presenta unha tendencia alcista (pendente con valor positivo) (Táboa 6; Figuras 7, 8 e 9). Nembargantes tan só acada significación estatística a tendencia á baixa das porcentaxes de arao manchados.

| | pendente | F | probabilidade |
|---------------------------|----------|-------|---------------|
| <i>Alca torda</i> | -0.0027 | 0.555 | 0.481 n.s. |
| <i>Uria aalge</i> | -0.006 | 6.526 | 0.038* |
| <i>Fratercula arctica</i> | 0.0028 | 2.845 | 0.126 n.s. |

Táboa 6. Resultados da regresión lineal da porcentaxe de individuos enteiros manchados (x , transformada na análise como $\log(x+1)$ para a súa normalización), tanto de carolo (*Alca torda*) como de arao (*Uria aalge*) e de arao papagaio (*Fratercula arctica*), entre os anos 1979-1998 dentro do período novembro – marzo (n.s. = non significativo; * = resultado significativo).

Tamén se tivo en consideración o “efecto deriva” que o número de aves limpas pode exercer na porcentaxe de aves manchadas: isto é, o número de aves limpas encontradas podería variar en función doutros factores diferentes á existencia de contaminación mariña por hidrocarburos, como poden ser a irrupción de numerosas aves xuvenís ou a mortalidade ocasionada en certos invernos por condicións meteorolóxicas extremadamente adversas. Os resultados dos modelos glm que exploraron as relacións entre o número de aves manchadas e limpas (Anexo 1), amosaron en todos os casos unha relación negativa en ambos sentidos, que conduce a pensar na inexistencia de efectos de deriva sobre as porcentaxes de aves manchadas.

¿Existen diferencias significativas nestas tendencias antes e despois da habilitación do corredor de navegación de Fisterra no ano 1990?

A idea da creación dun corredor de navegación, o denominado corredor de Fisterra (dúas canles de navegación de sentido único, de 4 millas náuticas de anchura, separadas por unha banda de protección doutras 4 millas) naceu coa intención de ordenar e controlar o tráfico de mercadorías perigosas fronte as nosas costas, incluído o tránsito de buques petroleiros. A súa posta en funcionamento, no ano 1990, podería ter algunha influencia sobre o risco de contaminación por hidrocarburos nas augas galegas, considerándose como unha hipótese de traballo razoable e aceptable, esperar unha diminución dos vertidos de petróleo e derivados ao mar, redución que se podería ver reflectida nunha tendencia á baixa entre as porcentaxes de aves manchadas antes e despois do ano 1990.

Realizadas as correspondentes análises estatísticas, tan só para o caso do arao se semella confirmar unha maior tendencia á baixa nas porcentaxes de exemplares manchados despois da habilitación do corredor de Fisterra, cun resultado próximo á significación estatística no período 1990-1998 (Táboa 7, Figuras 10 e 11). Pola contra, no que respecta ao arao papagaio as tendencias en ambos os dous períodos non amosan diferencias significativas, se ben resulta lixeiramente alcista no período 1979-1989 e practicamente estable no período 1990-1998 (Táboa 7, Figuras 12 e 13). No que respecta ao carolo, non existe tamaño de mostra suficiente para analizar a súa tendencia no período posterior á habilitación do citado corredor; no período 1979-1989 amosa unha leve tendencia á baixa, aínda que afastada da significación estatística (Táboa 7, Figura 14).

| | 1979-1989 | | | 1990-1998 | | |
|---------------------------|-----------|-------|------------|-----------|--------|------------|
| | Pendente | F | P | pendente | F | P |
| <i>Alca torda</i> | -0.0035 | 0.137 | 0.726 n.s. | - | - | - |
| <i>Uria aalge</i> | -0.0047 | 0.487 | 0.535 n.s. | -0.0159 | 13.453 | 0.067 n.s. |
| <i>Fratercula arctica</i> | 0.0056 | 0.932 | 0.389 n.s. | -0.0003 | 0.007 | 0.941 n.s. |

Táboa 7. Resultados da regresión lineal da porcentaxe de individuos enteiros manchados (x , transformada na análise como $\log(x+1)$ para a súa normalización), tanto de carolo (*Alca torda*), como de arao (*Uria aalge*) e de arao papagaio (*Fratercula arctica*), para os períodos 1979-1989 e 1990-1998, dentro do intervalo invernal novembro – marzo (n.s. = non significativo; * = resultado significativo).

¿Qué parámetros condicionan a presenza e a abundancia de carolo, arao e arao papagaio abeirados nas costas de Galicia?

A análise da información recompilada permitiu determinar que a posibilidade de atopar nunha praia un álcido de calquera das tres especies consideradas, está positivamente relacionada tanto coa velocidade (percorrido) do vento nos días previos á prospección da praia como cunha orientación aberta ao NO de dita praia, ao tempo que se relaciona negativamente cunha orientación cara ao SO (variables con significación estatística, Táboa 8).

| Variable | g.l | Estatístico t | Probabilidade | Relación |
|----------------|-----|---------------|---------------|------------------------|
| Intercept | 484 | -4.205 | <0.0001* | |
| Orientación NE | 484 | -0.569 | 0.5695 | Negativa |
| Orientación E | 484 | -0.022 | 0.9824 | Negativa |
| Orientación SE | 484 | 0.102 | 0.9182 | Positiva |
| Orientación S | 484 | 0.381 | 0.7030 | Positiva |
| Orientación SO | 484 | -2.702 | 0.0071* | Negativa significativa |
| Orientación O | 484 | 1.378 | 0.1686 | Positiva |
| Orientación NO | 484 | 1.944 | 0.0524* | Positiva significativa |
| Percorrido | 484 | 4.151 | <0.0001* | Positiva significativa |

Táboa 8. Resultados do modelo mixto lineal xeneralizado binomial máis parsimonioso de frecuencia de aparición de álcidos abeirados na costa galega. Os valores de *Intercept* están relacionados co termo constante da recta de regresión e non teñen significado ecolóxico; g.l.= graos de liberdade; * = resultado con significación estatística.

No que respecta á abundancia de exemplares de ácidos abeirados, encontrouse relación positiva coa velocidade (percorrido) do vento nos días previos e máis coa orientación cara ao SE da praia, e correlación negativa con aquelas praias que se atopan no interior de rías (praias cun grao de exposición resgardada, onde se contabiliza menor número de ácidos abeirados) (Táboa 9).

| Variable | g.l. | Estatístico t | Probabilidade | Relación |
|------------------------------|------|---------------|---------------|------------------------|
| Intercept | 483 | -2.828 | 0.0049* | |
| Grao exposición "resgardada" | 483 | -2.830 | 0.0048* | Negativa significativa |
| Orientación NE | 483 | -1.041 | 0.298 | Negativa |
| Orientación E | 483 | -0.011 | 0.991 | Negativa |
| Orientación SE | 483 | 2.045 | 0.0413* | Positiva significativa |
| Orientación S | 483 | 1.804 | 0.0717 | Positiva |
| Orientación SO | 483 | -0.777 | 0.4374 | Negativa |
| Orientación O | 483 | 1.359 | 0.1745 | Positiva |
| Orientación NO | 483 | 1.052 | 0.2930 | Positiva |
| Percorrido | 483 | 2.682 | 0.0076* | Positiva significativa |

Táboa 9. Resultados do modelo mixto lineal xeneralizado de Poisson máis parsimonioso da abundancia de ácidos na costa galega. Os valores de *Intercept* están relacionados co termo constante da recta de regresión e non teñen significado ecolóxico; g.l.= graos de liberdade; * = resultado con significación estatística.

Os resultados referidos á posibilidade de recoller un carolo abeirado mostran que tal circunstancia está positivamente relacionada coa velocidade do vento nos días previos á súa prospección, así como con orientacións da praia cara a SE e O (Táboa 10). A súa vez, o número de exemplares atopado desta especie está relacionado positivamente coas orientacións SE, S e SO, e negativamente coas praias localizadas nos tramos do interior de ría (Táboa 11).

| Variable | g.l. | Estatístico t | Probabilidade | Relación |
|----------------|------|---------------|---------------|----------|
| Intercept | 484 | -4.745 | <0.0001* | |
| Orientación NE | 484 | -0.865 | 0.3869 | Negativa |
| Orientación E | 484 | -0.020 | 0.9840 | Negativa |
| Orientación SE | 484 | 2.044 | 0.0415* | Positiva |
| Orientación S | 484 | 1.677 | 0.0940 | Positiva |
| Orientación SO | 484 | -0.216 | 0.8290 | Negativa |
| Orientación O | 484 | 3.141 | 0.0018* | Positiva |
| Orientación NO | 484 | 1.696 | 0.0904 | Positiva |
| Percorrido | 484 | 3.049 | 0.0024* | Positiva |

Táboa 10. Resultados do modelo mixto lineal xeneralizado binomial máis parsimonioso de frecuencia de aparición de carolos abeirados na costa galega. Os valores de *Intercept* están relacionados co termo constante da recta de regresión e non teñen significado ecolóxico; g.l.= graos de liberdade; * = resultado con significación estatística.

| Variable | g.l. | Estatístico t | Probabilidade | Relación |
|------------------------------|------|---------------|---------------|------------------------|
| Intercept | 484 | -4.855 | <0.0001* | |
| Grao exposición "resgardada" | 484 | -2.581 | 0.0101* | Negativa significativa |
| Orientación NE | 484 | -0.415 | 0.6783 | Negativa |
| Orientación E | 484 | -0.007 | 0.994 | Negativa |
| Orientación SE | 484 | 3.619 | 0.0003* | Positiva significativa |
| Orientación S | 484 | 2.415 | 0.0161* | Positiva significativa |
| Orientación SO | 484 | 2.109 | 0.0354* | Positiva significativa |
| Orientación O | 484 | 1.721 | 0.0859 | Positiva |
| Orientación NO | 484 | 1.214 | 0.2252 | Positiva |

Táboa 11. Resultados do modelo mixto lineal xeneralizado de Poisson máis parsimonioso da abundancia de carolos na costa galega. Os valores de *Intercept* están relacionados co termo constante da recta de regresión e non teñen significado ecolóxico; g l.= graos de liberdade; *= resultado con significación estatística.

Tanto a frecuencia de aparición como o número de exemplares atopados de arao non se relacionan significativamente con ningunha das variables seleccionadas, se ben, en ambos os casos, se encontra preto da significación unha correlación negativa coa orientación cara ao SO das praias (Táboas 12 e 13).

| Variable | g.l. | Estatístico t | Probabilidade | Relación |
|----------------|------|---------------|---------------|----------|
| Intercept | 485 | -5.985 | <0.0001* | |
| Orientación NE | 485 | -0.311 | 0.7557 | Negativa |
| Orientación E | 485 | -0.020 | 0.9836 | Negativa |
| Orientación SE | 485 | 0.016 | 0.9871 | Positiva |
| Orientación S | 485 | -1.285 | 0.1991 | Negativa |
| Orientación SO | 485 | -1.950 | 0.0517 | Negativa |
| Orientación O | 485 | -0.915 | 0.3604 | Negativa |
| Orientación NO | 485 | 0.666 | 0.5052 | Positiva |

Táboa 12. Resultados do modelo mixto lineal xeneralizado binomial máis parsimonioso de frecuencia de aparición de araos abeirados na costa galega. Os valores de *Intercept* están relacionados co termo constante da recta de regresión e non teñen significado ecolóxico; g l.= graos de liberdade; *= resultado con significación estatística.

| Variable | g.l. | Estatístico t | Probabilidade | Relación |
|----------------|------|---------------|---------------|----------|
| Intercept | 484 | -6.467 | <0.0001* | |
| Orientación NE | 484 | -0.138 | 0.889 | Negativa |
| Orientación E | 484 | -0.014 | 0.988 | Negativa |
| Orientación SE | 484 | 0.030 | 0.9754 | Positiva |
| Orientación S | 484 | -1.074 | 0.2833 | Negativa |
| Orientación SO | 484 | -1.838 | 0.0666 | Negativa |
| Orientación O | 484 | -0.777 | 0.4370 | Negativa |
| Orientación NO | 484 | 1.119 | 0.2637 | Positiva |

Táboa 13. Resultados do modelo mixto lineal xeneralizado de Poisson máis parsimonioso da abundancia de araos na costa galega. Os valores de *Intercept* están relacionados co termo constante da recta de regresión e non teñen significado ecolóxico; g.l.= graos de liberdade; *= resultado con significación estatística.

Finalmente, a frecuencia de aparición de arao papagaio a penas encontra relación positiva significativa coa velocidade (percorrido) do vento e coa orientación Sur, mentres que o grao de exposición “resgardada” das praias (situación no interior das rías) mantén unha relación de signo negativo. (Táboa 14). Pola súa parte, a abundancia de exemplares abeirados está tamén positiva e significativamente relacionada coa velocidade (percorrido) do vento nos días previos á prospección da praia, e vencellada negativamente coas praias “resgardadas”, localizadas no interior das rías (Táboa 15).

| Variable | g.l. | Estatístico t | Probabilidade | Relación |
|------------------------------|------|---------------|---------------|------------------------|
| Intercept | 483 | -4.015 | 0.0001* | Negativa |
| Grao exposición “resgardada” | 483 | -2.354 | 0.0189* | Negativa significativa |
| Orientación NE | 483 | -0.117 | 0.9067 | Negativa |
| Orientación E | 483 | -0.019 | 0.9842 | Negativa |
| Orientación SE | 483 | -0.844 | 0.3990 | Negativa |
| Orientación S | 483 | 1.896 | 0.0585* | Positiva significativa |
| Orientación SO | 483 | -1.382 | 0.1675 | Negativa |
| Orientación O | 483 | -0.060 | 0.9518 | Negativa |
| Orientación NO | 483 | 0.960 | 0.3373 | Positiva |
| Percorrido | 483 | 1.932 | 0.0538* | Positiva significativa |

Táboa 14. Resultados do modelo mixto lineal xeneralizado binomial máis parsimonioso de frecuencia de aparición de araos papagaio abeirados na costa galega. Os valores de *Intercept* están relacionados co termo constante da recta de regresión e non teñen significado ecolóxico; g.l.= graos de liberdade; *= resultado con significación estatística.

| Variable | g.l. | Estatístico t | Probabilidade | Relación |
|------------------------------|------|---------------|---------------|------------------------|
| Intercept | 483 | -2.786 | 0.0055* | Negativa |
| Grao exposición "resgardada" | 483 | -3.033 | 0.0025* | Negativa significativa |
| Orientación NE | 483 | -1.233 | 0.2179 | Negativa |
| Orientación E | 483 | -0.011 | 0.9910 | Negativa |
| Orientación SE | 483 | -0.702 | 0.4828 | Negativa |
| Orientación S | 483 | 1.395 | 0.1636 | Positiva |
| Orientación SO | 483 | -1.355 | 0.1759 | Negativa |
| Orientación O | 483 | 0.966 | 0.3345 | Positiva |
| Orientación NO | 483 | 0.119 | 0.9050 | Positiva |
| Percorrido | 483 | 2.221 | 0.0268* | Positiva significativa |

Táboa 15. Resultados do modelo mixto lineal xeneralizado de Poisson máis parsimonioso da abundancia de araos papagaio na costa galega. Os valores de *Intercept* están relacionados co termo constante da recta de regresión e non teñen significado ecolóxico; g l.= graos de liberdade; *= resultado con significación estatística.

Nunha valoración xeral dos resultados anteriormente expostos, considéranse relacións consistentes pola súa facilidade de interpretación aquelas atopadas coa velocidade ou intensidade (percorrido) do vento no período previo á prospección da praia e coa localización das mesmas (expostas ou resgardadas). É dicir, os álcidos abeirados atópanse con maior frecuencia e abundancia canto maior é a intensidade do vento nos días previos á inspección, e principalmente nas praias menos resgardadas no interior das rías.

Tamén se comprobou a influencia da orientación da praia sobre a frecuencia de aparición e o número de exemplares de álcidos abeirados, semellando ser as máis colectoras aquelas praias orientadas cara ao Sur, ao Oeste e ao Noroeste. Sen embargo, a interpretación desta relación resulta complexa, con resultados aparentemente diferentes segundo as especies analizadas. Valórase que a relación entre a orientación das praias colectoras, tanto coa frecuencia de aparición como coa abundancia das especies estudadas, debe ser analizada máis detidamente, tendo en consideración, á hora da súa interpretación, a posible influencia doutros factores tales como as correntes mariñas (estimándose moi valiosa a información que resulte dos experimentos de deriva realizados por un equipo de investigación adscrito á Universidade de Vigo) ou a localización xeográfica das praias segundo grandes sectores da costa galega.

2.6 Conclusións

1. Durante o período 1979-1998, as porcentaxes anuais de araos papagaio manchados con respecto ao número total de exemplares encontrados nas inspeccións costeiras (85%), resultan moi elevadas en comparación coas encontradas no caso do arao (50%) e o carolo (33%), acadando diferencias estatisticamente significativas. Este feito pode axudar a establecer un elevado grao de solapamento entre a área de distribución do arao papagaio nas costas de Galicia e aquelas zonas onde se están a producir os vertidos.
2. Comparando diferentes períodos mensuais ao longo do inverno, non se encontraron diferencias na porcentaxe de aves petroleadas en ningunha das tres especies seleccionadas, feito que amosa a idoneidade do agrupamento da información por tempada anual para a súa análise ao longo do tempo.
3. Os efectos da implementación de lexislación e de normativas vixentes en materia de loita contra a contaminación por petróleo e derivados, a penas se reflectiron na diminución das porcentaxes de álcidos manchados en Galicia durante o período 1979-1998. Tan só o arao (*Uria aalge*) amosa unha tendencia á baixa que se poda considerar significativa. A incidencia do petróleo sobre as porcentaxes de individuos manchados de carolo e arao papagaio semellan amosarse estables no tempo, principalmente no caso desta última especie. En todos os casos, o manexo dun maior tamaño de mostra implicaría a obtención de conclusións máis robustas.
4. A implantación do corredor de Fisterra no ano 1990 coincide cunha maior tendencia a baixa nas porcentaxes de araos manchados, mentres que no caso do arao papagaio a penas se encontran diferencias entre os períodos anterior e posterior a 1990, manténdose en valores estables.
5. En calquera caso, os resultados amosan a evidencia de que tanto a problemática xeral da contaminación crónica por hidrocarburos no medio mariño, como a problemática específica de mortalidade de aves mariñas, continúan vixentes na actualidade. Polo tanto, resulta de grande interese desenvolver estratexias para monitorizar a evolución destes procesos.
6. A aplicación de modelos mixtos lineais binomiais e de Poisson permite identificar que tanto a velocidade ou intensidade do vento nos días previos á prospección da praia (variable percorrido do vento), como a localización das praias

(exposta/resgardada) e a súa orientación, afectan á frecuencia de aparición e á abundancia de álcidos abeirados.

7. As relacións máis consistentes danse positivamente co percorrido do vento (isto é, a valores máis elevados de vento, maior é a probabilidade de aparición e maior o número de álcidos), e negativamente coas emprazamentos de interior de ría (nas praias máis resgardadas é menor a probabilidade de aparición e recóllese menor número de álcidos abeirados).
8. As orientacións que semellan ser corresponder as praias máis colectoras son as orientadas cara ao Sur, ao Oeste e ao Noroeste, existindo diferencias segundo especies. Sen embargo, considérase que a relación da frecuencia de aparición e a abundancia dos álcidos coa orientación das praias debe ser analizada máis detidamente, contando con factores para os que aínda non se dispón de suficiente información.

3. Desenvolvemento dunha estratexia de monitoraxe.

3.1 Introducción

Como se pode concluír das análises realizadas no apartado anterior sobre a información previa dispoñible de aves abeiradas en Galicia (1979-1998), relativas tanto ao as tendencias de presenza de petróleo como aos parámetros que condicionan a presenza e a abundancia das tres especies de álcidos previamente seleccionadas como indicadoras, o tamaño de mostra existente para cada especie analizada constitúe, nalgúns casos, unha limitación á hora de obter conclusións robustas, estatisticamente significativas, que nos podan servir de indicadoras da contaminación por hidrocarburos existente no medio mariño. Co obxecto de garantir no futuro, e na medida do posible, a obtención de tamaños de mostra axeitados para o seguimento da incidencia do vertido de hidrocarburos nas costas de Galicia, cumpre deseñar unha detallada estratexia de monitoraxe. Debido á necesidade de manter as prospeccións ao longo do tempo, as mostraxes teñen que ser equilibradas, coa fin de optimizar o esforzo en relación á obtención de resultados, que conduzan á consecución dos obxectivos plantexados no Plano de Vixilancia.

A Estratexia de Monitoraxe constitúe o corpo esencial do presente Plano de Vixilancia Ambiental de Detección e Avaliación dos Efectos do Vertido de Petróleo sobre Aves Mariñas en Galicia, ao tempo que representa un paso adiante no estudo da afección do petróleo nas aves mariñas e na monitorización da contaminación por hidrocarburos no ecosistema mariño galego. Esta circunstancia debe situar a Galicia nunha posición parella á que actualmente ocupan outros países europeos afectados por este tipo de degradación ambiental, e, por suposto, redundar na aplicación de medidas efectivas que contribúan a reducir a afección dos vertidos petrolíferos no noso litoral .

3.2. ¿Como desenvolver a monitorización?

No desenvolvemento da monitorización que persigue o presente Plano de Vixilancia Ambiental recoñécense tres fases:

- A fase de deseño do protocolo adecuado, obxecto da presente estratexia de monitoraxe.
- A fase de obtención da información. Na base dos traballos de natureza semellante que tiveron lugar en anos anteriores en Galicia (Bermejo & Rodríguez-Silvar, 1981; Bermejo *et al.*, 1982; de Juana *et al.*, 1983; Bermejo, 1984, 1985a, 1985b, 1986 e 1987; Arcos & Docampo, 1988; Arcos, 1990, 1991, 1992 e 1993; Arcos & Solís, 1997), e de acordo cos traballos desenvolvidos noutros países do noso contorno (Camphuysen & Franeker, 1992; Camphuysen, 1998; Camphuysen & Heubeck, 2001; Wiese & Ryan, 2003), a metodoloxía máis adecuada e estandarizada de obtención da información consiste na realización de campañas de Inspeccións Costeiras de Aves Abeiradas. A utilidade das inspeccións costeiras de aves abeiradas para a monitoraxe da contaminación por petróleo foi tamén recoñecida pola Conferencia Interina de Ministros do Mar do Norte.
- A fase de manexo, xestión e análise da información xerada, especialmente das tendencias na porcentaxe de aves petroleadas. Para este fin resulta de grande interese o deseño dunha ferramenta informática específica de xestión, obxecto do capítulo 5 do presente Plano de Vixilancia.

3.3 ¿Onde levar a cabo as Inspeccións Costeiras de Aves Abeiradas?

Co obxectivo de identificar as praias máis colectoras de álcidos abeirados en Galicia, manexouse unha base de datos con información referida a 797 praias litorais, a práctica totalidade das existentes no país, que foron caracterizadas de acordo cos factores abióticos estudados (orientación e grao de exposición á ondada). Os areas prospectados polo menos unha vez entre os anos 1979 e 1998 foron 571, un 71,64% do total. Deste conxunto de praias prospectadas, tan só 133 colectaron álcidos entre os anos 1979 e 1998, de acordo coa información presente nas 1.876 fichas de “inspección costeira de aves abeiradas”, e 82 foron finalmente seleccionadas de cara á súa revisión periódica.

Os criterios de selección foron o número total de álcidos, o número de carolos, o número de araos e o número de araos papagaios colectados por praia e por tempada, escolléndose, no caso da rexión I (Costa Cantábrica), todas as praias nas que se recolleu cando menos un álcido de calquera das tres especies consideradas. No que respecta as zonas II (Estaca de Bares-Cabo Touriñán) e III (Cabo Touriñán-Esteiro do Miño), filtráronse os resultados obtidos, seleccionando finalmente aquelas praias que recolleran algún álcido e que foran percorridas cando menos en cinco ocasións na totalidade do período estipulado (1979-1998), conseguindo desta maneira, entre outros obxectivos, descartar certas praias onde se recolleran álcidos obxecto de caza, actividade actualmente ilegal e practicamente erradicada.

No Anexo II recóllense os listados das praias máis colectoras de álcidos segundo os criterios establecidos e as rexións xeográficas consideradas. Son un total de 82 praias, distribuídas da seguinte maneira: 14 na rexión I, 22 na rexión II e 46 na rexión III. A localización xeográfica de ditas praias consta nos mapas 1, 2 e 3 do Anexo IV.

Aínda que dentro do conxunto das praias identificadas como máis colectoras existen praias orientadas cara aos oito cuadrantes considerados, a maior parte delas concéntrase nos cuadrantes N (21% das praias), SO (19%), NE (17%) e NO (15%). Nunha análise por zonas, obsérvase que na rexión I, que se corresponde co litoral Cantábrico, se seleccionan praias orientadas exclusivamente ao Norte (NO: 7%; N: 43%; NE: 50%), coincidindo coa orientación xeral deste tramo de costa. Na rexión II (Estaca de Bares-Cabo Touriñán), as praias identificadas como máis colectoras están orientadas ao O (9%), NO (36%), N (27%) e NE (18%), aínda que tamén ao SE (9%). Finalmente, na rexión III (Cabo Touriñán-Esteiro do Miño), as praias en cuestión están orientadas cara a todos os cuadrantes, destacando as orientacións SO (33%) e S (20%).

En relación á localización (praias expostas ou resgardadas), o 48% das praias seleccionadas encóntrase en tramos costeiros abertos ao océano, polo tanto moi expostas, e o 27% na zona exterior das rías. O resto das praias atópase en zonas intermedias das rías e tan só un 2% se localiza nos seus sectores internos. Estes resultados coinciden cos obtidos na análise dos parámetros que condicionan a presenza e abundancia de álcidos abeirados, expostos no capítulo 2. En canto á súa distribución nas tres rexións xeográficas

establecidas, na rexión I son 13 as praias caracterizadas como “expostas” (93%), mentres que só unha está considerada como “resgardada”; na zona II, o 55% das praias teñen a consideración de “expostas” e na zona III esta porcentaxe redúcese ao 31%.

O listado de praias identificadas como aquelas máis colectoras, que se amosa nas táboas recollidas no anexo II, constitúe a proposta de tramos favorables para ser inspeccionados e integrados no programa de vixilancia.

3.4. ¿Cando realizar as Inspeccións Costeiras de Aves Abeiradas e cal sería o esforzo necesario para garantir un tamaño de mostra mínimo para cada tempada?

O Plano de Vixilancia Ambiental de Detección e Avaliación de efectos do vertido de Petróleo en Galicia require o seu mantemento inicialmente ilimitado no tempo -polo menos en canto non desaparezan os signos de contaminación crónica por hidrocarburos nas costas de Galicia-, mediante a realización de campañas anuais de inspeccións costeiras de aves abeiradas, plantexadas segundo tempadas invernaís.

Pese a que non existe suficiente información publicada ao respecto, os álcidos son especies de presenza maioritariamente invernal nas costas de Galicia, aparecendo principalmente durante o mes de novembro e aínda rexistrando importantes concentracións durante o mes de abril (Paterson, 1997; datos propios). No mesmo sentido, os datos das inspeccións costeiras de aves abeiradas no período 1979-1998 reflicten unha maior porcentaxe de álcidos abeirados (nº de aves/visita) durante o período comprendido entre decembro e maio (**Táboa 16**), aínda que os datos deste último mes presentan un elevado incertidume debido ao pequeno tamaño da mostraxe.

| Mes | Nº de Álcidos | Nº de Visitas | % |
|----------|---------------|---------------|------|
| Xaneiro | 241 | 179 | 1,35 |
| Febreiro | 618 | 533 | 1,16 |
| Marzo | 270 | 408 | 0,66 |
| Abril | 16 | 40 | 0,40 |
| Maiο | 2 | 2 | 1,00 |
| Xuño | 0 | 12 | 0,00 |
| Xullo | 0 | 2 | 0,00 |
| Agosto | 0 | 4 | 0,00 |
| Setembro | 0 | 4 | 0,00 |
| Outubro | 1 | 39 | 0,03 |
| Novembro | 3 | 70 | 0,04 |
| Decembro | 111 | 140 | 0,79 |

Táboa 13. Distribución mensual do número de álcidos recollidos abeirados e do número de inspeccións costeiras realizadas (nº de visitas) en Galicia no período 1979-1998, co correspondente valor da porcentaxe (%) de aves recollidas por visita y por mes.

En consecuencia, e tendo en conta o tamaño mínimo de mostra identificado nas análises das tendencias por tempada para cada unha das especies estudadas (Figuras 1, 2 e 3), estimouse un esforzo de prospección dunha visita mensual a cada unha das 82 praias seleccionadas, durante o período decembro-abril (ambos meses inclusive). Este esforzo de mostraxe debe ser suficiente para acadar o tamaño mínimo de mostra requirido para as análises da tendencia das porcentaxes de álcidos manchados, tanto por rexión como por especie, xa que os resultados por visita nos meses comprendidos entre decembro e abril (ambos inclusive) ao longo do período 1979-1998, para cada tempada, foron de 0.963 ± 0.46 álcidos recollidos por praia (0.608 ± 0.35 para alca, 0.298 ± 0.21 para arao e 0.805 ± 0.36 para arao papagaio). Isto equivalería, aínda nos casos máis desfavorables rexistrados ata o momento, á localización dun mínimo de 208 álcidos por tempada, distribuídos por especies da seguinte maneira: 107 alcas, 35 araos e 183 araos papagaio.

Na medida do posible, e en base aos resultados da análise dos parámetros que condicionan a presenza e abundancia de álcidos abeirados en Galicia (capítulo 2), recoméndase facer coincidir as prospeccións despois de períodos de fortes ventos.

3.5. ¿Que recursos humanos se precisan para desenvolver a presente estratexia de monitorización?

A información dispoñible sobre aves abeiradas en Galicia procede de inspeccións costeiras realizadas por entidades que non dispoñan dos medios humanos e económicos necesarios para garantir unha continuidade e unha homoxeneidade no esforzo de mostraxe requirido, como así se reflicte na irregularidade da información obtida.

Por outra parte, a utilidade do Plano de Vixilancia radica no seu mantemento ao longo dos anos, garantindo o control do esforzo de mostraxe. Ao mesmo tempo, debe optimizar os recursos dispoñibles, que en materia de conservación da natureza resultan xeralmente escasos. En consecuencia, e de maneira semellante ao que ocorre noutros países do noso contorno (Unión Europea), consideramos que os Axentes Forestais de Conservación da Natureza e os Vixilantes de Recursos Naturais adscritos ao Servizo de Conservación da Natureza da Consellería de Medio Ambiente poden desenvolver as inspeccións requiridas, integrándoas nos seus labores cotiás sen que supoña un grande esforzo. Os traballos de formación necesarios para a preparación oportuna destes recursos humanos forman parte do presente Plano de Vixilancia e a súa execución relátase no capítulo 4 da presente memoria.

Ademais da execución do traballo de campo, é preciso fornecer dunha ferramenta informática para o envorcado e o tratamento da información, responsabilidade que debería estar a cargo do equipo técnico da Consellería de Medio Ambiente. Esta ferramenta informática tamén forma parte do presente Plano de Vixilancia, para o cal se ten desenvolvido unha aplicación informática específica da que é obxecto o capítulo 5 da presente memoria, ademais dun Manual de axuda da ferramenta informática específica de xestión e tratamento da información xerada (*Uria* v1.1.), que se incorpora no Anexo V. Co mesmo obxectivo, un CD coa citada aplicación acompaña a esta memoria como documento independente, dentro do caixón de material do que se fai entrega.

Na organización dos recursos humanos dispoñibles, é suxerida a existencia dunha coordinación provincial a cargo dun técnico (preferentemente biólogo) adscrito ao respectivo Servizo Provincial de Conservación da Natureza da Consellería de Medio

Ambiente, e unha coordinación xeral a cargo doutro técnico (preferentemente biólogo) dos servizos centrais da Subdirección Xeral de Espazos Naturais e Biodiversidade en Santiago de Compostela, que a súa vez traballaría coa asistencia técnica do equipo redactor do presente Plano de Vixilancia Ambiental, pertencente a Arcea Xestión de Recursos Naturais S.L.

Aínda que fora plantexada nun primeiro momento, a participación de voluntarios nas inspeccións costeiras de aves abeiradas deseñadas no marco do presente Plano de Vixilancia foi finalmente desbotada, debido á profesionalización requirida tanto para garantir o esforzo mínimo de mostraxe necesario como para cubrir correctamente as fichas de información de campo, tendo en conta a importancia que ambos os dous aspectos supoñen para a análise da información e a obtención de conclusións robustas.

3.6. ¿Qué información é preciso recoller nas Inspeccións Costeiras de Aves Abeiradas?

En función dos criterios analisados e discutidos no capítulo 2.2. (Selección de especies indicadoras) da presente memoria, O Plano de Vixilancia Ambiental de Detección e Efectos do Vertido de Petróleo se basea nas tres especies de álcidos máis comúns no litoral de Galicia: o carolo (*Alca torda*), o arao (*Uria aalge*) e o arao papagaio (*Fratercula arctica*).

Para a obtención da información de campo a través das Inspección Costeiras de Aves Abeiradas foi deseñada unha Ficha de Inspección de Praia (Anexo VI), onde se inclúen os seguintes apartados de información:

- Nome da praia: Nome da praia considerado na base de datos creada coa aplicación informática *Uria* v1.1. Virá dado de antemán.
- Código: Número identificativo que individualiza a praia en función da base de datos creada coa aplicación informática *Uria* v1.1. Virá dado de antemán.
- Concello: Concello ao cal pertence a praia prospectada.
- Provincia: Provincia á que pertence o concello citado, unha das tres existentes en Galicia con costa: Lugo, A Coruña ou Pontevedra.

- Observador/a: Nome ou nomes das persoas que obtiveron a información que se recolle na ficha.

- Data: Día, mes e ano no que se realiza a inspección.

- Hora de inicio: Hora oficial á que se inicia a prospección de cada praia

- Presenza de petróleo na praia: Información referida a totalidade da praia, que deberá ser cuberta no final da inspección, marcando a casa correspondente:

- Non ou si. Considerase presenza sempre que se atope calquera signo de petróleo, por pequeno que sexa.

- Fresco ou seco: Considérase fresco aquela mostra que ao rompela ou manipulala provoca manchas nas mans, e seco no caso contrario.

- Presenza de aves petroleadas: Utilizarase unha casa por cada exemplar atopado, aínda que sexa da mesma especie

- Especie: Pódese utilizar o nome común ou o nome científico. Interesa identificar separadamente as tres especies de álcidos e anotar as demais aves atopadas, cando menos ao nivel de grupo (mobella, pardela, paño, mascato, corvo mariño, pentumeiro, gaivota ou carrán). Se non existe seguridade nunha identificación deberase anotar como ave non identificada; se a dúbida reside entre dous grupos, anotarase ambos os dous separados por unha barra. En todos os casos dubidosos recoméndase cargar cos exemplares para a correcta identificación por parte do técnico correspondente. Os exemplares vivos e os cadáveres enteiros de álcidos serán recollidos e convenientemente etiquetados (como se explica ao final deste apartado), retirando o resto de exemplares atopados (tanto enteiros como restos) para evitar futuras repeticións.

- Viva ou morta: Marcarase na correspondente casa, sen considerar aqueles exemplares vivos que se valgan por si mesmos (se poden desprazar a outras praias e resultar repeticións...) pero si aqueles que se estean abeirados na praia, aínda que non se poidan capturar (estas circunstancias deben ser recollidas no apartado de Notas)

- Enteira ou resto: O obxecto desta separación provén da circunstancia que a probabilidade de detectar petróleo nun exemplar ao que lle faltan partes é menor que a dun ave que esta enteira. A información que se recolla será tratada separadamente. Cualificarase como resto a aqueles exemplares aos que lles falten porcións corporais significativas ou se atopen nun avanzado proceso de descomposición, o que fai que ao manipularlos, polo xeral, se rompan en diferentes anacos.

- Manchada ou limpa: Información independente da cualificación como enteira ou resto. Tras unha revisión detallada do animal, clasificarase un exemplar como manchado cando conta con algunha mancha corporal de petróleo ou derivado, por pequena que sexa, e limpa cando aconteza o contrario.

- Notas: Anotaranse comentarios acerca da frecuencia e cantidade de petróleo na praia prospectada, en especial se consideramos que a súa presenza é anecdótica. Tamén para reseñar exemplares manchados que non podan ser capturados ou calquera outra incidencia que se considere digna de mención.

Ademais de cubrir a Ficha de Inspección de Praia, os exemplares de carolo, arao e arao papagaio atopados que sexan clasificados como enteiros, deberán ser introducidos en bolsas etiquetadas convenientemente, coa fin de individualizar o exemplar e poder identificalo cando sexa almacenado con outras aves, evitando repeticións nas bases de datos. O etiquetado deberá ser realizado cun rotulador indeleble sobre a bolsa que porte o exemplar, anotando en primeiro lugar o nome da praia, o seu código, a data (día, mes e ano) e a hora de inicio da prospección da praia (hora e minutos). Igualmente, os exemplares enfermos capturados deberán ser introducidos en caixas individualizadas, que serán etiquetadas de igual xeito. Sobre estas aves serán aplicados os protocolos veterinarios correspondentes, que non son obxecto do presente Plano de Vixilancia.

3.7. Conclusións

1. As mostraxes para a obtención da información de campo no marco do presente Plano de Vixilancia Ambiental de Detección e Avaliación de efectos do vertido de Petróleo en Galicia, consistirán en Inspeccións Costeiras de Aves Abeiradas realizadas anualmente durante o período decembro-abril, mediante unha inspección mensual en cada unha das 82 praias seleccionadas (Anexo II): 14 delas correspondentes a costa Cantábrica (rexión I), 22 na costa entre Estaca de Bares e Cabo Touriñán (rexión II) e 46 no litoral comprendido entre Cabo Touriñán e o Esteiro do Miño (rexión III).
2. Plantéxase que as inspeccións costeiras de aves petroleadas sexan realizadas polos Axentes Forestais de Conservación da Natureza e os Vixilantes de Recursos Naturais adscritos ao Servizo de Conservación da Natureza da Consellería de

Medio Ambiente, cubrindo unha Ficha de Inspección de Praia para cada praia porspectada e recollendo e etiquetando adecuadamente os exemplares enteiros de ácidos recollidos, que constitúen as especies seleccionadas como indicadoras no presente Plano de Vixilancia Ambiental. Do mesmo xeito, suxírese que sexa o equipo técnico da Subdirección Xeral de Espazos Naturais e Biodiversidade da citada Consellería a que manteña e xestione a información xerada, na base da aplicación informática creada ao efecto, baixo a asistencia técnica de Arcea Xestión de Recursos Naturais S.L.

4. Formación do persoal responsable das mostraxes

4.1. Introducción

Segundo o desenvolvemento dunha estratexia de monitoraxe, deseñada no punto anterior, os recursos humanos considerados máis adecuados para a realización das Inspeccións Costeiras de Aves Abeiradas son a gardaría e os vixilantes do Servizo de Conservación da Natureza da Consellería de Medio Ambiente, que serían os suxeitos encargados da recolección dos datos de campo nas praias. Grande parte deste persoal adscrito ao Servizo de Conservación da Natureza, conta con certa experiencia previa derivada da recollida de aves durante o accidente do Prestige, principalmente no relacionado coa identificación das tres especies de álcidos seleccionadas como especies-obxectivo, descoñecendo sen embargo o protocolo e a metodoloxía necesarias para unha correcta toma de datos.

Para a efectiva execución desta fase do Plano de Vixilancia, considerouse imprescindible realizar tarefas formativas dirixidas ao persoal que se vai ver directamente implicado nos labores de recolección e mesmo de identificación das aves, explicando a natureza do proxecto e subministrando os coñecementos básicos tanto de identificación de aves como de adestramento nos procedementos de recollida de datos.

4.2. Organización dos cursos

Inicialmente, establecéronse contactos con distintos cargos e técnicos da Dirección Xeral de Conservación da Natureza da Consellería de Medio Ambiente, coa intención de transmitir os contidos e potencialidades do convenio asinado entre a Fundación Arao e Arcea Xestión de Recursos Naturais S.L. para a elaboración dun Plano de Vixilancia de Detección e Avaliación de Efectos do Vertido de Petróleo sobre Aves Mariñas en Galicia, e máis especificamente sobre o proxecto formativo e as colaboracións concretas que se requirían da Consellería. Con data 18 de decembro de 2003 solicitouse unha entrevista sobre o particular co Director Xeral e posteriormente mantivéronse varias conversas telefónicas e unha reunión co persoal técnico da Dirección Xeral de Conservación da

Natureza. A colaboración por parte da Dirección Xeral foi plena e se concretou meses despois do cambio na fronte da Subdirección Xeral de Espazos Naturais e Biodiversidade, que tivo lugar en maio de 2004, autorizando a que tanto os Axentes Forestais como os Vixilantes de Recursos Naturais adscritos ao Servizo de Conservación da Natureza participasen nun proceso formativo específico sobre o proxecto, organizado e impartido por ARCEA Xestión de Recursos Naturais S.L.

Como resultado destas conversas procedeuse a coordinar coas respectivas Delegacións provinciais os cursos correspondentes, concretando as datas e os lugares máis axeitados en función das necesidades de cada unha delas.

Optouse por organizar unha xornada de formación teórico-práctica na que participase o persoal do Servizo de Conservación da Natureza da Consellería de Medio Ambiente, que se fose a ver implicado nos labores de prospección de praias, principalmente Axentes Forestais de Conservación da Natureza e Vixilantes de Recursos Naturais destinados nas comarcas costeiras.

Desta forma, o día 30 de novembro de 2004 tivo lugar, na Axencia de Extensión Agraria de Mondoñedo, a primeira das xornadas de formación, á que asistiron 22 Axentes Forestais e Vixilantes de Recursos Naturais da metade norte da provincia, adscritos ao Servizo Provincial de Lugo. A visita práctica desenvolveuse esa mesma xornada na praia de Llas (Foz). O día 10 de decembro realizouse a segunda xornada de formación no Centro de Recuperación de Fauna Salvaxe de Cotorredondo (Marín, Pontevedra), asistindo 30 Axentes e Vixilantes do Servizo Provincial de Pontevedra que traballan en municipios costeiros, completando a formación cunha visita posterior á praia de Barra (Cangas do Morrazo) para desenvolver a fase práctica. Finalmente, o día 13 de decembro de 2004, 30 Axentes e Vixilantes do Servizo Provincial da Coruña, tamén con ámbito de actuación en comarcas costeiras, foron reunidos na Casa do Concello de Muxía para a impartición do curso, finalizando cunha visita práctica á praia de Lourido (Muxía).

4.3. Deseño do proxecto formativo

Na breve duración do curso, adaptada ás necesidades do Servizo de Conservación da Natureza, pretendeuse realizar unha exposición de contidos atractiva e amena, na que se priorizou a transmisión de coñecementos útiles, enmarcado dentro dun proceso formativo de carácter activo e participativo. O contido xeral dos cursos foi o seguinte:

- a) Introducción acerca das aves mariñas, a súa importancia en Galicia (aves migratorias, invernantes e reprodutoras) e identificación dos principais grupos de especies.
- b) Filosofía e interese do proxecto no que se vai participar.
- c) Identificación das especies obxectivo (os álcidos), tanto vivas como mortas. Pártese da necesidade de que se aprenda a identificar correctamente as especies sobre as que se basea o programa: carolo, arao e arao papagaio. A identificación das restantes especies foi secundaria, aínda que se traballou para conseguir, cando menos, unha identificación a nivel de grupo e unha correcta separación con respecto aos álcidos.
- d) Presentación e cumprimentación da ficha de toma de datos.
- e) Protocolo de actuación de recollida de aves vivas.
- f) Posta en práctica dunha inspección costeira de aves abeiradas de carácter experimental cos participantes no curso.

Os eixes sobre os que xirou o proxecto formativo foron a charla-coloquio con apoio de material audiovisual, o material didáctico impreso subministrado a cada participante e a visita práctica a unha praia próxima ao local de impartición do cursiño.

As charlas-coloquio tiveron unha duración aproximada de 3,30 horas (cun breve descanso intermedio) e para a súa realización contouse coa proxección en pantalla grande con canón de luz dunha presentación infográfica (Microsoft Powerpoint) que recollía os contidos principais do manual. Durante a charla, impartida por un biólogo especializado de Arcea Xestión de Recursos Naturais S.L., desgranáronse os fundamentos, obxectivos e metodoloxías do programa, cunha linguaxe rigorosa pero accesible, atendendo en todo momento ás dúbidas e inquedanzas dos participantes. Ademais, nunha segunda sección da

charla-coloquio, visionouse unha colección de fotografías de aves petroleadas e vivas, coa intención de suscitar un debate e intercambio de impresións sobre a correcta identificación dos exemplares, fase na cal se xerou unha intensa participación..

Como material didáctico aportouse un exemplar por persoa dun manual elaborado e editado ao efecto (*“Programa de seguimento da presenza de petróleo no medio mariño nas costas de Galiza. Manual para a gardería do Servizo de Conservación da Natureza”*, 2004, Dep. Legal VG:1100-2004. Fundación Arao-ARCEA Xestión de Recursos Naturais S.L.). O manual, que acompaña á presente memoria como documento independente dentro do caixón de material do que se fai entrega, consta de 54 páxinas impresas a toda cor con abundante material gráfico (fotografías, ilustracións e infografías). Nos dous grandes apartados do manual ofrécese unha visión xeral das aves mariñas e a súa importancia, aportando unha breve e concisa guía de identificación das especies máis comúns, ao tempo que se detallan os obxectivos, metodoloxías e procedementos do programa de seguimento de petróleo nas costas de Galicia. Ademais, editouse unha lámina plastificada de identificación de aves mariñas no campo, que tamén se incorpora dentro do caixón de material entregado co cargo ao convenio suscrito; esta lámina foi ideada para acompañar nas inspeccións de praia e servir de axuda na correcta identificación tanto de exemplares enteiros como de restos atopados. Como último paso dentro da fase teórica, o persoal do Servizo de Conservación da Natureza que recibiu o curso procedeu a cubrir de maneira anónima un impreso de avaliación onde expresaban a súa opinión sobre os contidos e a metodoloxía de impartición do curso e se lles animaba a formular suxestións que pensasen que contribuirían a mellorar o proceso formativo.

Como fase final, a inspección práctica dunha praia tivo lugar a continuación da charla-coloquio, tras un breve descanso e o desprazamento dos participantes ao areal seleccionado. Xa na mesma praia, o persoal que tomaba parte do curso se segregou en dous grupos, cada un deles guiado por persoal de ARCEA Xestión de Recursos Naturais S.L. A duración da inspección e da fase práctica no seu conxunto foi de dúas horas, durante as cales foron resumidas de forma práctica as técnicas de busca de aves e o tratamento de información. Ademais das aves que foron atopadas de maneira casual, contábase con varios exemplares de aves mariñas depositados con anterioridade por el equipo de Arcea que impartía el curso; estes exemplares (fundamentalmente álcidos) eran orixinarios do

depósito de aves vítimas do accidente do Prestige que a Consellería de Medio Ambiente xestiona no Centro de Recuperación de Fauna de Cotorredondo (Pontevedra). Esta fase do proxecto formativo foi fundamental para que os participantes tiveran un contacto directo coas aves e coas fichas de campo onde se recolle a información, así como para atender, nun ambiente distendido e informal, as dúbidas do persoal do Servizo de Conservación da Natureza.

4.4. Resultados da avaliación realizada polos participantes

Recolléronse 64 impresos de avaliación cubertos, correspondendo 20 aos participantes do curso na provincia de Lugo, 25 aos da provincia da Coruña e 19 aos de Pontevedra. O 51% dos participantes valoraron a experiencia formativa como positiva no seu conxunto (“interesante”, “moi interesante”, “boa”, “moi boa”, etc.), sen realizar suxestións ou críticas de ningún tipo. Outro 42% tamén valorou positivamente a experiencia, pero formulando suxestións ou críticas a aspectos puntuais da mesma: os comentarios realizadas apuntaron á escasa duración da xornada (15 comentarios), a aspectos mellorables do material aportado (8 comentarios) e tamén sinalaron que o curso debeu ser realizado moito antes (en referencia a escasa preparación que tiñan cando se enfrentaron á recollida de aves coa catástrofe do Prestige), que se debería reorganizar na distribución dos contidos ou que a metodoloxía do Programa de Seguimento plantexado non era a adecuada (2 comentarios en cada caso). Finalmente, un participante valorou o curso como moi básico, outro nen opinou nen fixo comentarios e dous máis non valoraron a experiencia pero apuntaron os seus aspectos mellorables, mentres 6 participantes (9,3% do total) sinalaron a necesidade de repetir este tipo de xornadas formativas.

5. Desenvolvemento dunha ferramenta informática específica de xestión e tratamento da información

Plantexada como unha das catro liñas de traballo fundamentais do presente Plano de Vixilancia Ambiental, procedeuse a elaboración dunha ferramenta informática específica de xestión e tratamento da información xerada, denominada *Uria* v1.1. O deseño de *Uria* v1.1, que ten coma estrutura de partida a dunha base de datos relacional, está composto por varias táboas, que constan de numerosos campos relacionados entre eles de xeito diverso (ben ao través de relacións tipo “un a un” ou “un a varios”), e numerosas consultas executables en tempo real e deseñadas en *SQL* (*Structured Query Language*, linguaxe habitual nas bases de datos). O interface gráfico de usuario, preparado para entornos gráficos de 800 x 600 *pixels*, consta de formularios de selección e formularios de introdución de datos, e tamén dunha barra de ferramentas; todos eles permiten unha sinxela navegación a través da aplicación e facilitan a introdución de datos e unha recuperación áxil e sinxela da información, incluíndo a xeración de gráficos actualizables de xeito automático. Tamén se deseñaron informes para permitir a recuperación de datos impresos por parte dos usuarios e múltiples macros que actualizan e facilitan o acceso á información incluída na base de datos.

5.1. Campos de entrada de datos

Os campos de entrada de datos son aqueles que se deben cubrir a través de formularios da propia aplicación. Normalmente son formularios semiautomáticos e autoactualizables, circunstancia que fai máis sinxela a recopilación de información. O formulario principal de *Uria* v1.1 é o denominado **Recollidas**.

No **formulario Recollidas** debe incluírse toda a información correspondente ás prospeccións realizadas en cada praia. A relación de campos utilizados especificase a continuación:

Nome da praia: identifica a praia onde se realizou a prospección; escóllese directamente dun menú e pode verificarse a elección a través do **subformulario praias**.

Recolector: nome da persoa que realizou a prospección; escóllese directamente dun menú e pode verificarse a elección a través do **subformulario recolectores**. É preciso introducir a información dos recolectores a través do **formulario novos recolectores**.

Orde: no caso de atoparse aves nunha prospección, número de orde da ave recollida por praia e día.

Especie: especie á que pertencen os restos atopados; escóllese directamente dun menú e pode verificarse a elección a través do **subformulario especies**. É preciso introducir a información de novas especies a través do **formulario novas especies**, no que veñen pre-introducidos todas as aves presentes no código “Euring”.

Data: data de realización da prospección

Hora: hora de prospección de cada praia. No caso de non atoparse restos, pódese incluír a hora de comezo da prospección da praia.

Tempada: tempada á que corresponde a prospección. Cada tempada comeza o 1 de xullo do ano en curso e remata o 30 de xuño do ano seguinte.

Estado da ave: pode ser “Viva”, “Morta” ou “Morta-restos”.

Petróleo na ave: pode ser “Limpa”, “Fresco” ou “Seco”.

Estado da praia: pode ser “Limpa”, “Petróleo fresco” ou “Petróleo seco”.

Porcentaxe de petróleo na ave: especificado en tanto por cento na saída de información, aínda que se debe introducir en tanto por un.

Observacións: neste campo poderase introducir toda a información que se considere relevante

No caso menos habitual de que se atopen especies non incluídas directamente na aplicación, pódense atopar e introducir nomes para o listado de especies presentes no **formulario Recollidas** a través do **formulario Novas especies**.

Nome científico: escóllese dun menú baseado no listado de especies de “Euring” (máis información en <http://www.euring.org/>).

Nome común: a referencia deben ser os anuarios das aves de Galicia (Sociedade Galega de Ornitoloxía, <http://www.sgosgo.org/>).

Familia: escóllese dun menú ou tamén se pode introducir directamente o nome no caso das familias menos habituais.

É necesario introducir novos recolectores para que o menú desplegable do formulario recollidas presente esta información; esta acción pode realizarse a través do **formulario Novos recolectores**.

DNI: identifica de xeito singular a cada un dos recolectores.

Nome e Apelidos: os correspondentes a cada recolector.

Centro de traballo: ao que se encontra adscrito cada recolector.

Posto: cargo ou posición laboral do recolector.

5.2. Saída de información

No **subformulario Praias**, que aparece incluído no **formulario Recollidas**, amósase información sobre a praia seleccionada.

Nome da praia: nome utilizado habitualmente para designar á praia en cuestión.

Concello: concello ao que pertence a praia.

Provincia: provincia na que se inclúe.

Zona: divídese o litoral de Galicia en Costa Cantábrica, de Ribadeo a Estaca de Bares (zona I); Costa da Morte, de Estaca de Bares a Cabo Touriñán (zona II); e Rías Baixas, de Cabo Touriñán ao Esteiro do río Miño (zona III).

Código: o utilizado para identificar á praia en cuestión.

Grao de urbanización: atendendo ao grao de urbanización do entorno.

Lonxitude e anchura: dimensións da praia.

Orientación e cuadrante: rumbo da perpendicular desde o centro da praia cara ao mar aberto e cuadrante no que se sitúa ese rumbo.

Latitude e lonxitude: especificadas en coordenadas UTM.

Ubicación: situación da praia con respecto ao grao de protección fronte á ondada.

Mapa de ubicación: específico para cada unha das praias

O **subformulario Recolectores** atópase incluído no **formulario Recollidas**, para axilizar a elección do recolector. Presenta a seguinte información:

Nome e Apelidos: os propios do recolector.

DNI: identificación única.

Centro de traballo: ao que se encontra adscrito cada recolector.

Posto: cargo ou posición laboral do recolector.

O **subformulario Especies** tamén se atopa incluído no **formulario Recollidas**, e utilízase para axilizar a identificación dos restos recolectados. Presenta a seguinte información:

Familia: familia á que pertencen os restos encontrados.

Nome científico: o de cada especie.

Nome común: o utilizado para cada especie atendendo á lista publicada nos anuarios das aves de Galicia (Sociedade Galega de Ornitoloxía, <http://www.sgosgo.org/>).

Identificador (código euring): único para cada especie. Pódese atopar máis información en <http://www.euring.org/>.

Debuxos de identificación: diversos debuxos de cada ave que facilitan a identificación da especie correspondente.

O **informe Ácidos por zonas** devolve información lista para imprimir sobre o número de ácidos recollidos e a súa situación, agrupándoos por tempadas e zonas:

Tempada: fai referencia á tempada na que se recolleron os datos.

Zona: especifica a localización dos datos (zona I: Costa Cantábrica; zona II: Estaca de Bares-Cabo Touriñán; ou zona III: Cabo Touriñán-Esteiro do Miño) e serve como elemento de agrupación.

Nome da ave: nome común da especie da que se presentan os datos.

N: número total de aves e restos atopados.

Vivas: número de aves vivas.

Mortas-enteiras: número de aves mortas atopadas enteiras.

Mortas-restos: número de restos de aves atopados.

Vivas e mortas-enteiras: número total de aves vivas e mortas atopadas.

Porcentaxe de “Vivas e mortas-enteiras manchadas”: porcentaxe de aves manchadas en tanto por cento.

O **informe Ácidos** é similar ao anterior aínda que neste caso a agrupación da información se presenta para todas as zonas estudadas:

Tempada: fai referencia á tempada na que se recolleron os datos.

Nome da ave: nome común da especie da que se presentan os datos.

N: número total de aves e restos atopados.

Vivas: número de aves vivas.

Mortas-enteiras: número de aves mortas atopadas enteiras.

Mortas-restos: número de restos de aves atopados.

Vivas e mortas-enteiras: número total de aves vivas e mortas atopadas.

Porcentaxe de “Vivas e mortas-enteiras manchadas”: porcentaxe de aves manchadas en tanto por cento.

O **informe Especies por zonas** é similar ao **informe Ácidos por zonas**, aínda que neste caso, se trata a totalidade das especies por separado:

Tempada: fai referencia á tempada na que se recolleron os datos.

Zona: especifica a localización dos datos (zona I: Costa de Lugo, zona II: Costa da Morte, ou zona III: Rías Baixas) e serve como elemento de agrupación.

Nome da ave: nome común da especie da que se presentan os datos.

N: número total de aves e restos atopados.

Vivas: número de aves vivas.

Mortas-enteiras: número de aves mortas atopadas enteiras.

Mortas-restos: número de restos de aves atopados.

Vivas e mortas-enteiras: número total de aves vivas e mortas atopadas.

Porcentaxe de “Vivas e mortas-enteiras manchadas”: porcentaxe de aves manchadas en tanto por cento.

O **informe Especies** presenta o resumo dos resultados acadados para cada unha das especies en cada tempada sen agrupalos por zonas:

Tempada: fai referencia á tempada na que se recolleron os datos.

Nome da ave: nome común da especie da que se presentan os datos.

N: número total de aves e restos atopados.

Vivas: número de aves vivas.

Mortas-enteiras: número de aves mortas atopadas enteiras.

Mortas-restos: número de restos de aves atopados.

Vivas e mortas-enteiras: número total de aves vivas e mortas atopadas.

Porcentaxe de “Vivas e mortas-enteiras manchadas”: porcentaxe de aves manchadas en tanto por cento.

O **gráfico Arao dos cons**, o **gráfico Arao papagaio** e o **gráfico Carolo** amosan, en cada caso, a porcentaxe de individuos manchados por tempadas, tanto no seu total como nos parciais por zonas. Os subformularios presentan as cifras que permiten deseñar os correspondentes gráficos:

Porcentaxe de individuos Mortos-enteiros manchados por tempada

Individuos por zona e porcentaxe de manchados por tempada

Individuos e porcentaxe de manchados por tempada

6. Referencias

- ARCOS, F. (1990). *International Beached Bird Survey. Spain, February 1990*. GIAM/SEO. Informe inédito.
- ARCOS, F. (1991). *International Beached Bird Survey. Spain, February 1991*. GIAM/SEO. Informe inédito.
- ARCOS, F. (1992). *Inspección costera de aves orilladas. Informe de la campaña de febrero de 1992*. GIAM/SEO. Informe inédito.
- ARCOS, F. (1993). *Inspección costera de aves orilladas. Informe de la campaña de febrero de 1993*. GIAM/SEO. Informe inédito.
- ARCOS, F. & DOCAMPO, F. (1988). *Inspección costera de aves orilladas. Informe de las campañas de febrero y marzo en las Rías Bajas gallegas*. ERVA/SGHN. Informe inédito.
- ARCOS, F. & SOLÍS, L. (1997). 16 años de inspecciones costeras de aves orilladas en Galicia (1980-1996). *Actas Primeras Jornadas Ornitológicas Cantábricas*. Avilés.
- BERMEJO, A. (1984). *Inspección costera de aves petroleadas: informe de la temporada 1983-1984 en España*. CODA/ICBP.
- BERMEJO, A. (1985a). Inspección costera de aves petroleadas. Informe sobre las campañas de la temporada 1983-1984 (Atlántico español). *Asturnatura* 4: 51-61.
- BERMEJO, A. (1985b). *Inspección costera de aves petroleadas: informe de la temporada 1984-1985 en España*. CODA/ICBP.
- BERMEJO, A. (1986). *Inspección costera de aves petroleadas: informe de la temporada 1986 en las costas españolas*. CODA/ICBP. Informe inédito.
- BERMEJO, A. (1987). *Inspección costera de aves petroleadas: informe de la temporada 1987 en las costas españolas*. CODA/ICBP.
- BERMEJO, A. & RODRÍGUEZ-SILVAR, J. (1981). *Inspección costera de aves petroleadas en España 1980-1981*. CODA/ICBP. Informe inédito.
- BERMEJO, A.; DE JUANA, E. & VARELA, J. (1982). *Inspección costera de aves petroleadas 1982*. CODA/ICBP. Informe inédito.
- CAMPHUYSEN, C.J. (1998). Beached bird surveys indicate decline in chronic oil pollution in the North Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 36: 519-526.

- CAMPHUYSEN, C.J. & VAN FRANEKER, J.A. (1992). *The value of beached bird surveys in monitoring marine oil pollution*. Techn. Rapp. Vogelbescherming 10. Vogelbescherming Nederland, Zeist.
- CAMPHUYSEN, C.J. & HEUBECK, M. (2001). Marine oil pollution and beached bird surveys: the development of a sensitive monitoring instrument. *Environmental Pollution*, 112: 443-461.
- CRAWLEY, M.J. 2003. *Statistical computing. An introduction to data analysis using S-Plus*. Wiley. West Sussex, England.
- DE JUANA, E.; VARELA, J. & BERMEJO, A. (1983). *Inspección costera de aves petroleadas. Campaña de 1982 - 1983*. CODA/ICBP. Informe inédito.
- FOWLER, A.D. & FLINT, P.L. (1997). Persistence rates and detection probabilities of oiled King Eider carcasses on St Paul Island, Alaska. *Marine Pollution Bulletin*, 34: 522-526.
- FLINT, P.L. & FOWLER, A.D. (1998). A drift experiment to assess the influence of wind on recovery of oiled seabirds on St Paul Island, Alaska. *Marine Pollution Bulletin*, 36:165-166.
- PATERSON, A. (1997). *Las aves marinas de España y Portugal*. Lynx Ed., Barcelona.
- TASKER, M. & CANOVA, L. (comp.) (1997). Marine habitats. Pp.59-91. En: G.M.Tucker & M.I. Evans (comp.). *Habitats for birds in Europe: a conservation strategy for the wider environment*. Cambridge, U.K.: BirdLife International (BirdLife Conservation Series nº. 6).
- VAN PELT, T.I. & PIATT, J.F. (1995). Deposition and persistence of beachcast seabird carcasses. *Marine Pollution Bulletin*, 30: 794-802.
- WIESE, F.K. (2003). Sinking rates of dead birds: improving estimates of seabird mortality due to oiling. *Marine Ornithology* 31: 65-70.
- WIESE, F.K. & RYAN, P.C. (2003). The extent of chronic marine oil pollution in southeastern Newfoundland waters assessed through beached bird surveys 1984-1999. *Marine Pollution Bulletin*, 46: 1090-1101.
- WILLIAMS, J.M.; TASKER, M.L.; CARTER, I.C. & WEBB, A. (1995). A method of assessing seabird vulnerability to surface pollutants. *Ibis*, 137: S147-S152.

Anexo I

Táboas cos resultados dos modelos glm aplicados a abundancia de exemplares, tanto manchados como limpos, abeirados na costa de Galicia, aplicados ben para o total do conxunto de ácidos, ben para arao, carolo e arao papagaio por separado.

| Variable | g.l | Estadístico t | Probabilidade | relación |
|------------------|-----|---------------|---------------|----------|
| Intercept | 490 | -21.665 | <0.0001* | negativa |
| Nº ácidos limpos | 490 | -9.833 | <0.0001* | negativa |
| Nº ácidos | 490 | 31.426 | <0.0001* | positiva |

Táboa I.1. Resultados do modelo (*glm*) máis parsimonioso da abundancia total de ácidos manchados abeirados na costa galega.

| Variable | g.l | Estadístico t | Probabilidade | relación |
|-------------------|-----|---------------|---------------|----------|
| Intercept | 489 | -9.942 | <0.0001* | negativa |
| Tempada | 489 | -0.632 | 0.5272 | negativa |
| Nº carolos limpos | 489 | -14.677 | <0.0001* | negativa |
| Nº carolos | 489 | 20.283 | <0.0001* | positiva |

Táboa I.2. Resultados do modelo (*glm*) máis parsimonioso da abundancia de carolos manchados abeirados na costa galega.

| Variable | g.l | Estadístico t | probabilidade | relación |
|-----------------|-----|---------------|---------------|----------|
| Intercept | 489 | -8.693 | <0.0001* | negativa |
| Tempada | 489 | -3.931 | 0.00001* | negativa |
| Nº araos limpos | 489 | -6.268 | <0.0001* | negativa |
| Nº araos | 489 | 14.461 | <0.0001* | positiva |

Táboa I.3. Resultados do modelo (*glm*) máis parsimonioso da abundancia de araos manchados abeirados na costa galega.

| Variable | g.l | Estadístico t | probabilidade | relación |
|--------------------------|-----|---------------|---------------|----------|
| Intercept | 490 | -21.665 | <0.0001* | negativa |
| Nº araos papagaio limpos | 490 | -9.833 | <0.0001* | negativa |
| Nº araos papagaio | 490 | 31.426 | <0.0001* | positiva |

Táboa I.4. Resultados do modelo (*glm*) máis parsimonioso da abundancia de araos papagaio manchados abeirados na costa galega.

| Variable | g.l | Estadístico t | probabilidade | relación |
|-----------------------|-----|---------------|---------------|----------|
| Intercept | 490 | -13.711 | <0.0001* | negativa |
| Nº ácidos petroleados | 490 | -3.253 | <0.0012* | negativa |
| Nº ácidos | 490 | 19.047 | <0.0001* | positiva |

Táboa I.5. Resultados do modelo (*glm*) máis parsimonioso da abundancia total de ácidos limpos abeirados na costa galega.

| Variable | g.l | Estadístico t | probabilidade | relación |
|----------------------|-----|---------------|---------------|----------|
| Intercept | 489 | -5.807 | <0.0001* | negativa |
| Tempada | 489 | -2.848 | 0.0046* | negativa |
| Nº carolos manchados | 489 | -1.181 | 0.2379 | negativa |
| Nº carolos | 489 | 20.284 | <0.0001* | positiva |

Táboa I.6. Resultados do modelo (*glm*) máis parsimonioso da abundancia total de carolos limpos abeirados na costa galega.

| Variable | g.l | Estadístico t | probabilidade | relación |
|-----------------------------|-----|---------------|---------------|----------|
| Intercept | 489 | -14.419 | <0.0001* | negativa |
| Tempada | 489 | -6.870 | <0.0001* | negativa |
| Nº araos papagaio manchados | 489 | -18.529 | <0.0001* | negativa |
| Nº araos papagaio | 489 | 23.985 | <0.0001* | positiva |

Táboa I.7. Resultados do modelo (*glm*) máis parsimonioso da abundancia de araos papagaio limpos abeirados na costa galega.

Anexo II

Táboas cos listados das praias seleccionadas por ser as máis colectoras de álcidos, tanto arao como carolo e arao papagaio, segundo as zonas ou rexións xeográficas consideradas.

| IDpr | Praia | Visitas | N | álcidos | | alca | | arao | | arao papagaio | |
|------|-----------------------|---------|---|---------|------|-------|------|-------|------|---------------|------|
| | | | | media | erro | media | erro | media | erro | media | erro |
| 5 | Os Castros (Marbadás) | 3 | 4 | 1,3 | 1,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,7 | 0,7 |
| 9 | Area Longa-Moledo | 1 | 1 | 1 | | | | | | 1 | |
| 10 | A Pasada | 5 | 1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | | | | |
| 11 | Lóngara (San Cosme) | 3 | 4 | 1,3 | 0,9 | 1,3 | 0,9 | | | | |
| 14 | Pena da Salsa | 1 | 1 | 1 | | | | | | 1 | |
| 18 | Altar | 5 | 3 | 0,6 | 0,6 | | | 0,6 | 0,6 | | |
| 20 | A Rapadoira | 6 | 1 | 0,2 | 0,2 | | | 0,2 | 0,2 | | |
| 21 | Llás | 6 | 5 | 0,8 | 0,5 | 0,7 | 0,4 | | | 0,2 | 0,2 |
| 24 | Pampillosa (A Barra) | 6 | 1 | 0,2 | 0,2 | | | 0,2 | 0,2 | | |
| 25 | Area Longa | 8 | 4 | 0,5 | 0,4 | | | 0,4 | 0,4 | 0,1 | 0,1 |
| 28 | San Pedro | 1 | 1 | 1 | | | | | | 1 | |
| 34 | Marosa | 4 | 2 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | | | 0,3 | 0,3 |
| 50 | Covas | 8 | 7 | 0,9 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | | |
| 54 | San Román | 6 | 1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | | | | |

Táboa II.1. Praias máis colectoras de álcidos da rexión I (Ribadeo-cabo de Estaca de Bares). Especificase o número de visitas, o número total de álcidos recollidos (N) e a media e o erro standard (SE) tanto para o total de álcidos como para arao, carolo e arao papagaio.

| IDpr | Praia | Visitas | N | álcidos | | alca | | arao | | Frailecillo | |
|------|----------------------------|---------|----|---------|------|-------|------|-------|------|-------------|------|
| | | | | media | erro | media | erro | media | erro | media | erro |
| 99 | A Frouxeira | 6 | 10 | 1,7 | 0,8 | | | 0,2 | 0,2 | 1,5 | 0,8 |
| 122 | Doniños | 8 | 14 | 1,8 | 0,8 | 0,5 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 1 | 0,6 |
| 124 | Canelas | 8 | 2 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | | |
| 136 | Ares | 6 | 3 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | | |
| 150 | Perbes (San Pedro, Andaíó) | 7 | 1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | | | | |
| 153 | Grande de Miño | 11 | 7 | 0,6 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | | | | |
| 158 | Gandarío | 11 | 1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | | | | |
| 178 | Bastiagueiro | 12 | 8 | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,3 |
| 179 | Santa Cristina | 13 | 2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | | |
| 189 | Riazor | 10 | 1 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,3 | | | | |
| 196 | Sabón (Alba) | 12 | 8 | 0,7 | 0,4 | | | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,2 |
| 202 | Barrañán | 12 | 7 | 0,6 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,1 |
| 209 | Baldaio | 21 | 20 | 1 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,4 | 0,2 | 0,3 | 0,2 |
| 218 | Maior de Malpica | 11 | 2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | 0,1 | 0,1 |
| 220 | Seaia | 10 | 2 | 0,2 | 0,1 | | | | | 0,2 | 0,1 |
| 221 | Beo | 9 | 2 | 0,2 | 0,1 | | | | | 0,2 | 0,1 |
| 222 | Seiruga (Esteiro) | 11 | 5 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,1 |
| 223 | Barizo | 8 | 1 | 0,1 | 0,1 | | | | | 0,1 | 0,1 |
| 233 | En medio (A Barra) | 7 | 1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | | | | |
| 240 | Laxe | 12 | 5 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 |
| 241 | Soesto | 7 | 2 | 0,3 | 0,2 | | | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| 244 | Traba | 12 | 2 | 0,2 | 0,1 | | | | | 0,2 | 0,1 |

Táboa II.2. Praias máis colectoras de álcidos da rexión II (Cabo de Estaca de Bares-Cabo Touriñán). Especificase o número de visitas, o número total de álcidos recollidos (N) e a media e o erro standard (SE) tanto para o total de álcidos como para arao, carolo e arao papagaio.

| IDpr | Praia | Visitas | N | álcidos | | alca | | arao | | arao papagaio | |
|------|-----------------------------------|---------|----|---------|------|-------|------|-------|------|---------------|------|
| | | | | media | erro | media | erro | media | erro | media | erro |
| 276 | Nemiña | 6 | 6 | 1 | 0,6 | 0,5 | 0,3 | | | 0,5 | 0,3 |
| 281 | Mar de Fóra | 11 | 4 | 0,4 | 0,2 | 0,3 | 0,1 | | | 0,1 | 0,1 |
| 282 | Langosteira | 13 | 16 | 1,2 | 0,5 | 0,8 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,2 |
| 285 | Estorde | 10 | 1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | | | | |
| 291 | Ézaro | 6 | 1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | | | | |
| 303 | Carnota | 9 | 12 | 1,3 | 0,9 | 0,3 | 0,2 | | | 1 | 0,8 |
| 317 | Lariño | 6 | 5 | 0,8 | 0,4 | 0,5 | 0,3 | | | 0,3 | 0,2 |
| 319 | Area Maior (Lago, As Dunas) | 10 | 3 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | | | 0,2 | 0,2 |
| 361 | Aguieira | 8 | 1 | 0,1 | 0,1 | | | | | 0,1 | 0,1 |
| 371 | As Seiras (Queiruga) | 10 | 8 | 0,8 | 0,2 | 0,5 | 0,2 | | | 0,3 | 0,2 |
| 373 | Río Sieira (Con das Furnas) | 7 | 9 | 1,3 | 0,6 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 1 | 0,5 |
| 375 | Areas Longas | 11 | 11 | 1 | 0,6 | 0,4 | 0,4 | | | 0,6 | 0,3 |
| 381 | Balieiros (As Barreiras) | 7 | 3 | 0,4 | 0,2 | | | 0,4 | 0,2 | | |
| 386 | A Ladeira (As Dunas) | 13 | 18 | 1,4 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,9 | 0,5 |
| 388 | O Vilar | 6 | 7 | 1,2 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,8 | 0,4 |
| 580 | Espiño | 7 | 2 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | | |
| 581 | Area da Cruz | 6 | 8 | 1,3 | 0,6 | 0,7 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,5 | 0,3 |
| 583 | Paxareiros | 7 | 6 | 0,9 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | | | 0,6 | 0,3 |
| 584 | A Lanzada | 30 | 49 | 1,6 | 0,5 | 1,1 | 0,4 | 0 | 0 | 0,5 | 0,3 |
| 593 | Magor (Maxor, Pociñas, Pragueira) | 8 | 3 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | | |
| 595 | Montalbo (Montalvo) | 9 | 8 | 0,9 | 0,5 | 0,6 | 0,3 | | | 0,2 | 0,2 |
| 599 | Portonovo (Baltar) | 11 | 12 | 1,1 | 1 | 1,1 | 1 | | | | |
| 600 | Silgar | 15 | 15 | 1 | 0,4 | 0,5 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0,4 | 0,2 |
| 607 | Areas | 10 | 1 | 0,1 | 0,1 | | | 0,1 | 0,1 | | |
| 612 | Raxó | 8 | 1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | | | | |
| 652 | Ancoradoiro (Encorandoira) | 7 | 2 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | | |
| 654 | Bon (Area de Bon) | 8 | 6 | 0,8 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,1 | 0,1 | | |
| 673 | Vilariño | 11 | 4 | 0,4 | 0,2 | | | 0,4 | 0,2 | | |
| 684 | Melide | 7 | 1 | 0,1 | 0,1 | | | | | 0,1 | 0,1 |
| 685 | Barra | 13 | 2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | | | | |
| 686 | Nerga | 15 | 25 | 1,7 | 1,2 | 1,1 | 0,9 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,2 |
| 691 | Liméns | 19 | 13 | 0,7 | 0,2 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| 692 | Santa Marta | 6 | 2 | 0,3 | 0,3 | | | | | 0,3 | 0,3 |
| 693 | Area Milla | 12 | 7 | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| 696 | Fábrica Conserveira | 7 | 1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | | | | |
| 697 | Rodeira (Coiro) | 18 | 15 | 0,8 | 0,3 | 0,8 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | | |

Táboa II.3. Praias máis colectoras de ácidos da rexión III (Cabo Touriñán-Esteiro do río Miño). Especificase o número de visitas, o número total de ácidos recollidos (N) e a media e o erro standard (SE) tanto para o total de ácidos como para arao, carolo e arao papagaio.

| | | | | | | | | | | | |
|-----|-------------------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 701 | Vilela (O Foxón, Tirán) | 6 | 1 | 0,2 | 0,2 | | | 0,2 | 0,2 | | |
| 703 | Do Con | 11 | 4 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | |
| 707 | Xunqueira (Moaña) | 24 | 65 | 2,7 | 1,4 | 2,6 | 1,4 | 0,1 | 0,1 | | |
| 741 | Samil | 10 | 5 | 0,5 | 0,2 | 0,5 | 0,2 | | | | |
| 745 | Vao (Bao) | 6 | 3 | 0,5 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | | |
| 754 | Portiño | 9 | 2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | | |
| 761 | Patos | 13 | 7 | 0,5 | 0,2 | 0,5 | 0,2 | | | | |
| 765 | A Madorra | 10 | 1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | | | | |
| 767 | América | 12 | 10 | 0,8 | 0,3 | 0,6 | 0,2 | 0,3 | 0,1 | | |
| 768 | Ladeira (Ramallosa) | 13 | 3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |

Táboa II.3. Continuación.

Anexo III. Figuras

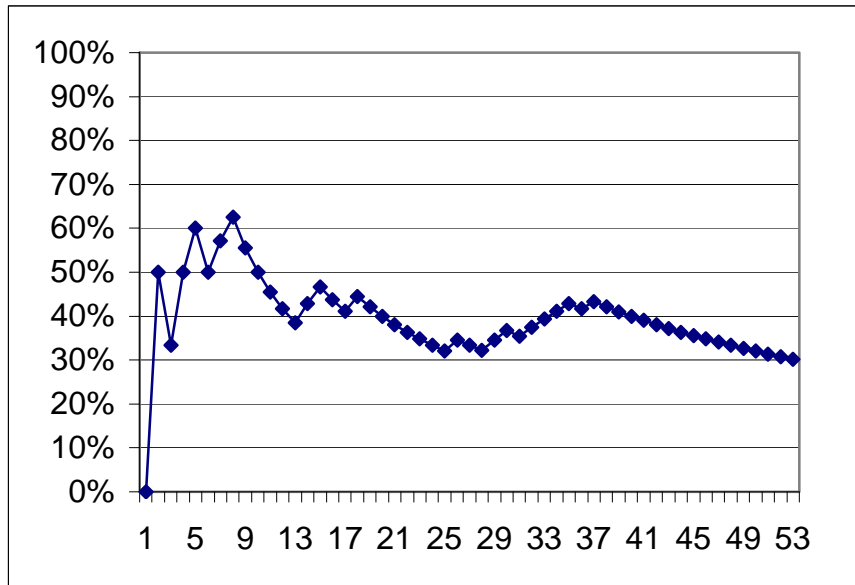


Figura 1. Estabilización da porcentaxe de carolos (*Alca torda*) manchados; considerouse a estabilización para un n=11 exemplares.

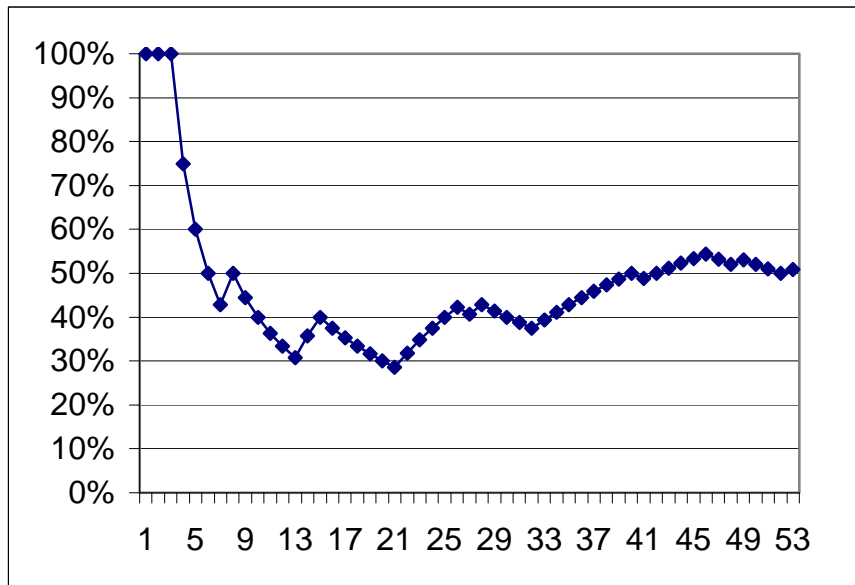


Figura 2. Estabilización da porcentaxe de araos (*Uria aalge*) manchados; considerouse a estabilización para un n=10 exemplares.

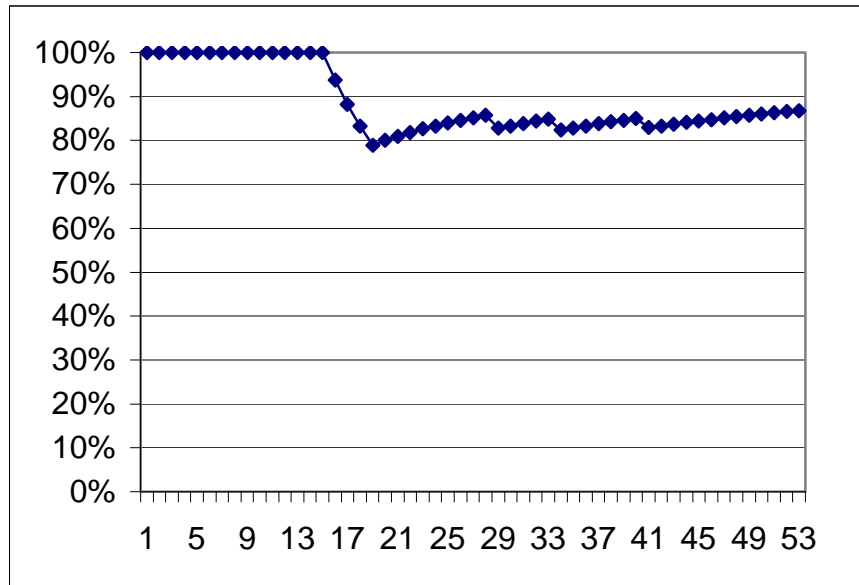


Figura 3. Estabilización da porcentaxe de araos papagaio (*Fratercula arctica*) manchados; considerouse a estabilización para un n=4 exemplares.

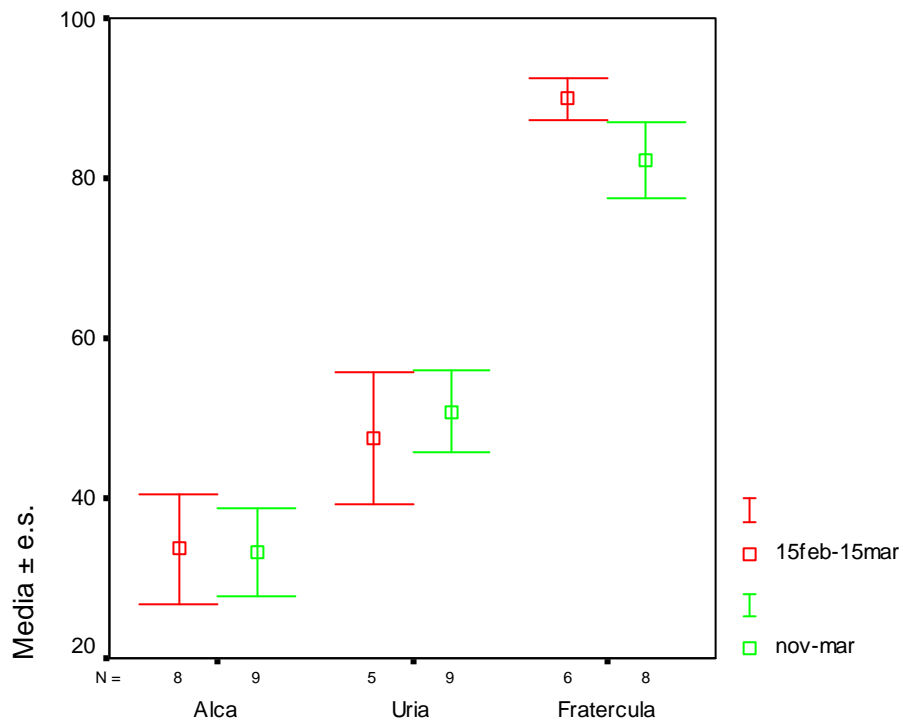


Figura 4. Media \pm error das porcentaxes anuais de carolos (*Alca torda*), araos (*Uria aalge*) e araos papagaio (*Fratercula arctica*) manchados entre os anos 1979-1998, para os períodos "15 de febreiro – 15 de marzo" e "novembro - marzo". Indícase o número de tempadas utilizadas nos cálculos (N).

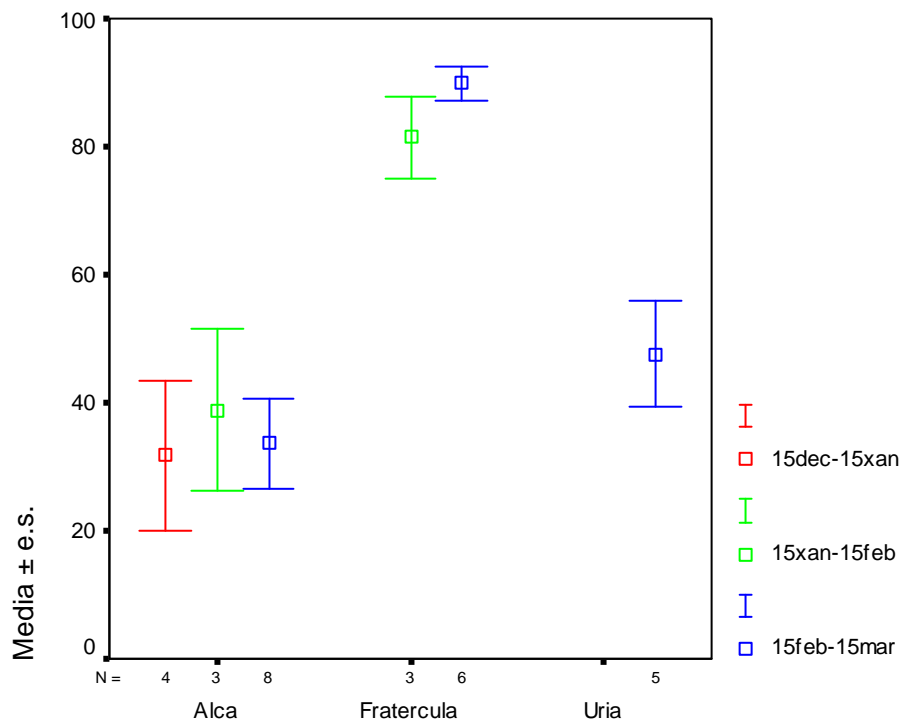


Figura 5. Media \pm error estándar (SE) das porcentaxes anuais de carolo (*Alca torda*), arao papagaio (*Fratricula arctica*) e arao (*Uria aalge*) manchados entre os anos 1979-1998, para os períodos "15 de decembro - 15 de xaneiro", "15 de xaneiro - 15 de febreiro" e "15 de febreiro - 15 de marzo". Indícase o número de tempadas utilizadas nos cálculos (N).

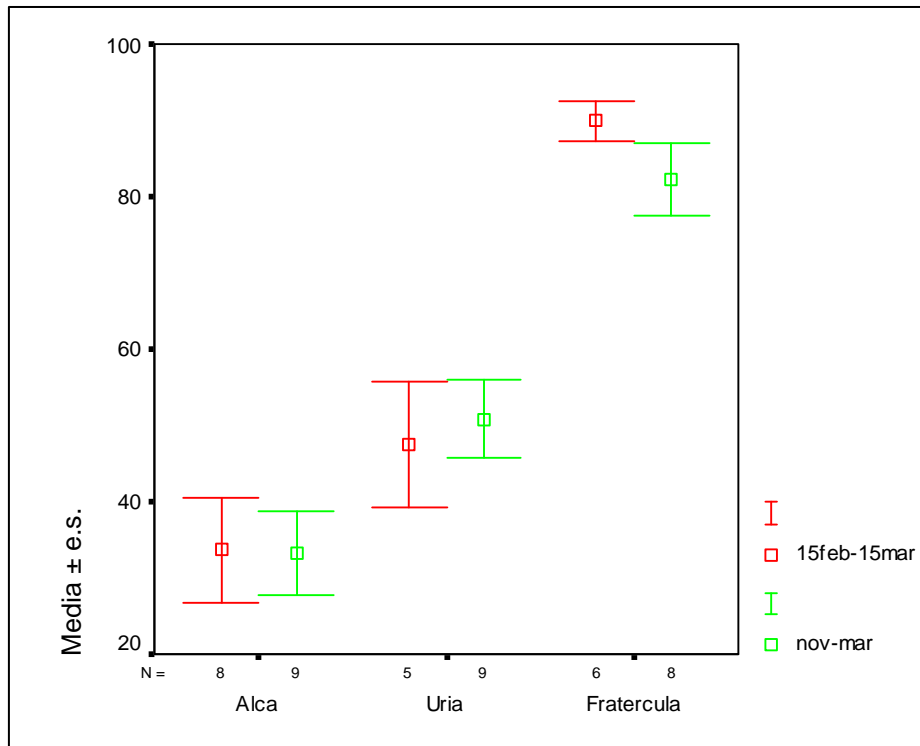


Figura 6. Media \pm error estándar (SE) das porcentaxes anuais de carolo (*Alca torda*), arao papagaio (*Fratercula arctica*) e arao (*Uria aalge*) manchados entre os anos 1979-1998, para os períodos "15 de febreiro - 15 de marzo" e o conxunto do período novembro-marzo. Indícase o número de tempadas utilizadas nos cálculos (N).

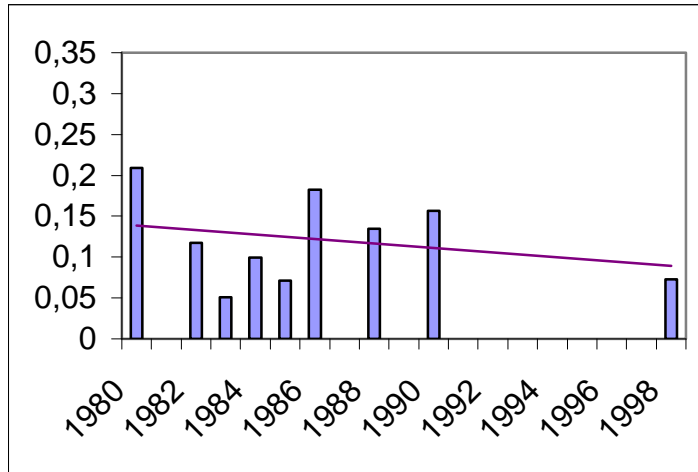


Figura 7. Distribución por tempadas anuais (meses entre novembro e marzo) da porcentaxe (x) de individuos manchados de carolo (*Alca torda*) e a súa correspondente recta de regresión para o período 1979/80-1997/98. Valores de x transformados en $\log(x+1)$.

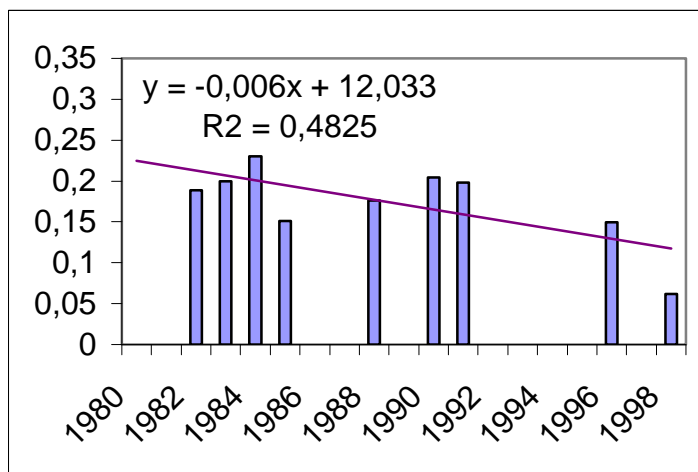


Figura 8. Distribución por tempadas anuais (meses entre novembro e marzo) da porcentaxe (x) de individuos manchados de Arao (*Uria aalge*) e a súa correspondente recta de regresión para o período 1979/80-1997/98. Valores de x transformados en $\log(x+1)$.

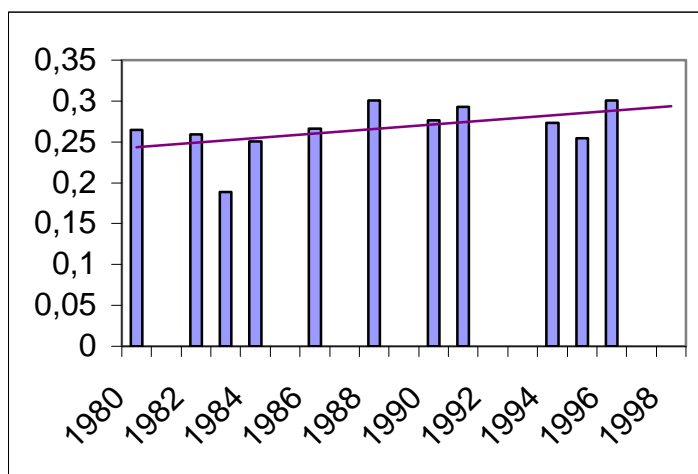


Figura 9. Distribución por tempadas anuais (meses entre novembro e marzo) da porcentaxe (x) de individuos manchados de arao papagaio (*Fratricula arctica*) e a súa correspondente recta de regresión para o período 1979/80-1997/98. Valores de x transformados en log (x+1).

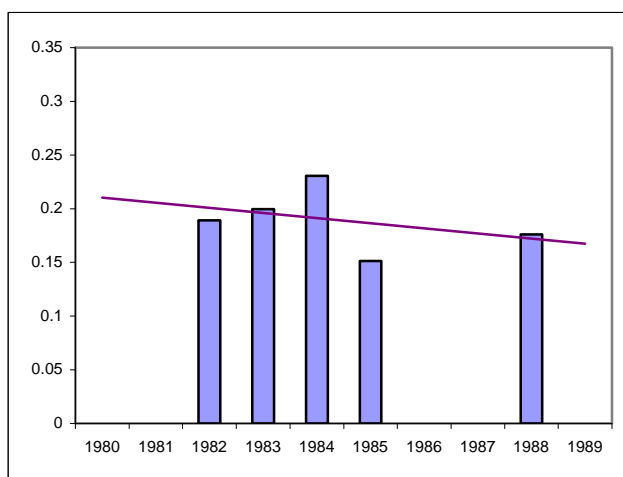


Figura 10. Distribución por tempadas (nov-mar) do logaritmo decimal da porcentaxe de individuos manchados máis 1 e recta de regresión para o arao (*Uria aalge*). Período comprendido entre os invernos 1979/80 e 1988/1989.

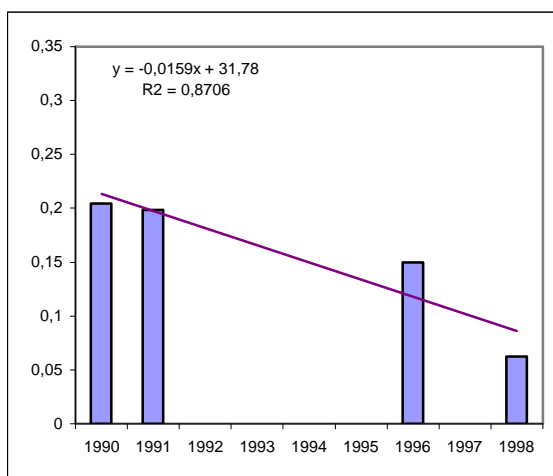


Figura 11. Distribución por tempadas (nov-mar) do logaritmo decimal da porcentaxe de individuos manchados máis 1 e recta de regresión para o arao (*Uria aalge*). Período comprendido entre os invernos 1989/90 e 1997/98.

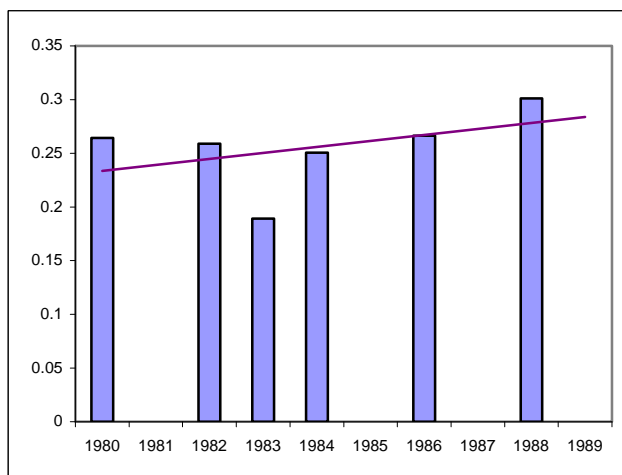


Figura 12. Distribución por tempadas (nov-mar) do logaritmo decimal da porcentaxe de individuos manchados máis 1 e recta de regresión para o arao papagaio (*Fratercula arctica*). Período comprendido entre os invernos 1979/80 e 1988/89.

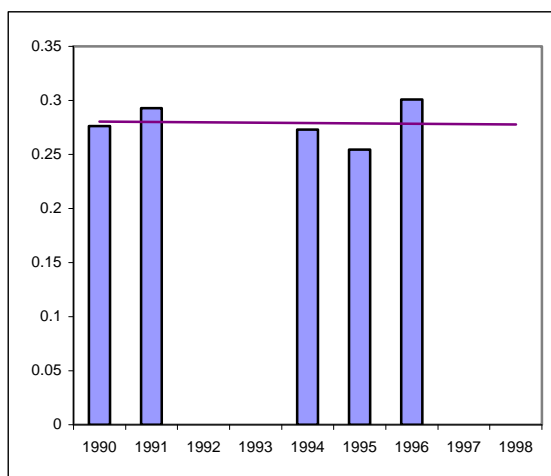


Figura 13. Distribución por tempadas (nov-mar) do logaritmo decimal da porcentaxe de individuos manchados máis 1 e recta de regresión para o arao papagaio (*Fratricula arctica*). Período comprendido entre os invernos 1989/90 e 1997/98.

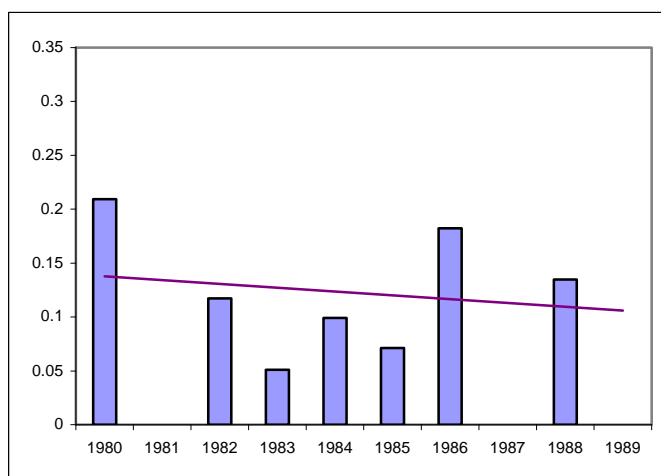
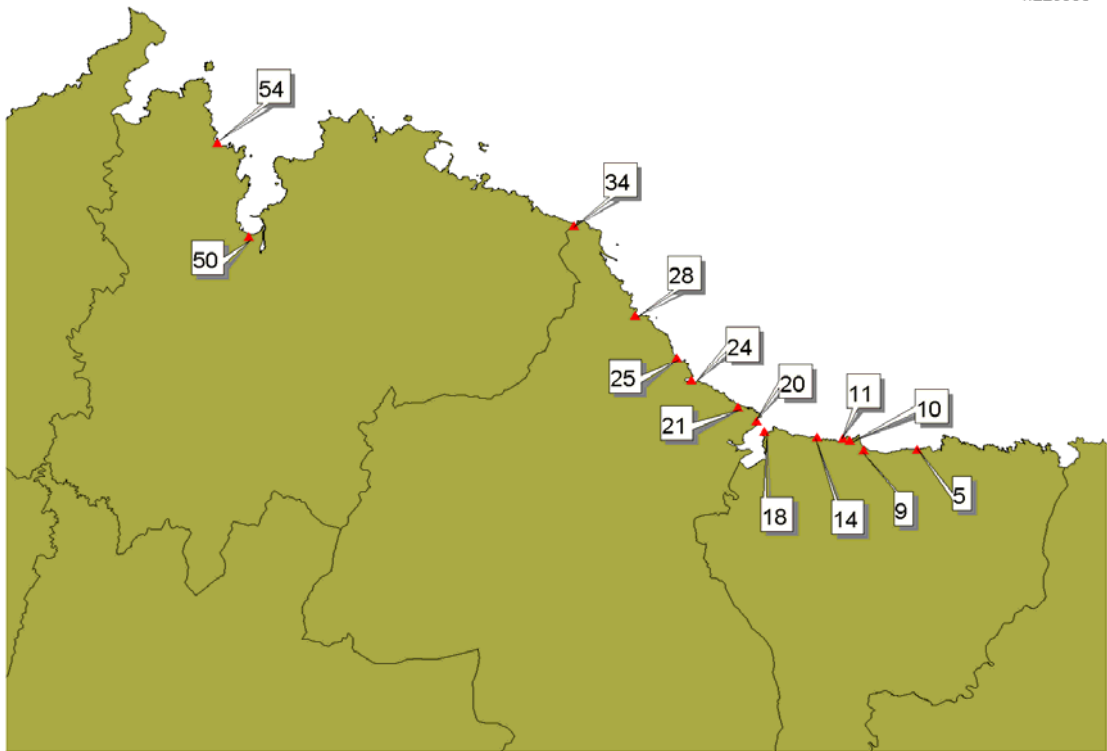


Figura 14. Distribución por tempadas (nov-mar) do logaritmo decimal da porcentaxe de individuos manchados máis 1 e recta de regresión para carolo (*Alca torda*). Período comprendido entre os invernos 1979/80 e 1988/89.

Anexo IV. Cartografía

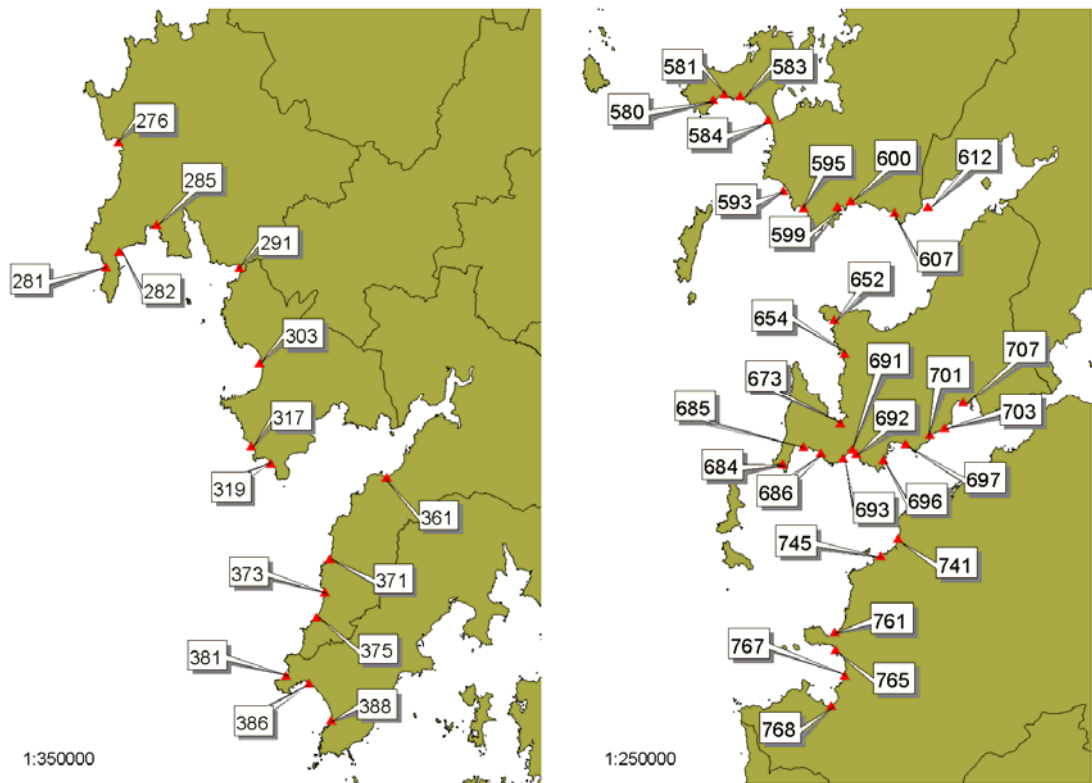


Mapa 1. Distribución das praias colectores na zona I.

1:400000



Mapa 2. Distribución das praias colectores na zona II.



Mapa 3. Distribución das praias colectores na zona III.