

# USO DE HÁBITAT Y PRINCIPALES COMPORTAMIENTOS DEL DELFÍN GRIS (*Sotalia guianensis*, VAN BÉNÉDEN, 1864) EN LA BAHÍA NORTE, ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL

---

**Maríel Bazzalo<sup>1,2</sup>, Paulo A.C. Flores<sup>1,3</sup> y Mariana G. Pereira<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Instituto de Pesquisa e Conservação de Golfinhos, Florianópolis-SC, Brasil. <sup>2</sup> Carrera de Doctorado en Ciencias Biológicas, UBA, Argentina; <mbazzalo@hotmail.com>. <sup>3</sup> Centro Mamíferos Acuáticos (CMA) e Núcleo de Unidades de Conservação – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, AM, Rod. Min. João Gonçalves de Souza s/n, Distrito Industrial, Manaus, AM, 69075-830 BRASIL. <sup>4</sup> Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Brasília, Brasil.

**RESUMEN:** Durante los años 2002 y 2003 se estudió el uso de hábitat y comportamiento de *Sotalia guianensis*. Se emplearon metodologías de SIG y muestreo grupo focal en la Bahía Norte, incluyendo el Área de Protección Ambiental de Anhatomirim (APAA). El tiempo de observación (243:58h) fue transformado en porcentaje y se calculó el Coeficiente del Uso del Área (UA) en parcelas de 0.25 km<sup>2</sup>. Los delfines usaron de forma heterogénea 45.5 km<sup>2</sup> en el sector oeste de la bahía ( $UAm = 0.01-0.598$ ), con diferencias significativas con relación a la distancia a la costa y al centro urbano ( $p < 0.001$ ), dentro y fuera del APAA y entre estaciones ( $p < 0.0001$ ). Pese a no encontrarse diferencias significativas en el uso de las profundidades, las mayores superficies usadas estuvieron a menos de 3 m. El área usada incluyó distancias de hasta 4 km de la costa, profundidades menores a 10 m, dentro y fuera del APAA y entre 0.7 a 19.8 km del centro urbano. El mayor uso fue a menos de 1 km de la costa y lejos del centro urbano. La alimentación fue el comportamiento más frecuente en todas las estaciones con mayores valores en las estaciones cálidas (verano y primavera), mientras que el desplazamiento presentó mayores valores en las frías. El APAA fue usada 59.87% del tiempo, donde se encontró la parcela del máximo uso ( $UAm = 0.598$ ). Durante todas las estaciones se observaron crías y aparente cópula indicando un hábitat reproductivo a lo largo del año. Esta investigación destaca un complejo uso de hábitat y la importancia del APAA para la población, donde es fundamental la continuidad de medidas conservacionistas.

**ABSTRACT:** Habitat use and behavior of the marine tucuxi or Guyana dolphin in Baía Norte (*Sotalia guianensis*, Van Béneden, 1864), state of Santa Catarina, Brazil. During 2002 and 2003, the habitat use and behavior of *Sotalia guianensis* were studied using focal group observation and GIS at Baía Norte, southern Brazil, including a marine protected area (EPAA). The observation time (243:58h) was transformed in percentage and it was calculated a Coefficient of Area Use (AU) and in cells of 0.25 km<sup>2</sup>. Dolphins heterogeneously used a 45.5 km<sup>2</sup> sector in the western coast of the bay ( $AUm = 0.01-0.598$ ), with significant differences in use related to coastal and urban distance ( $p < 0.001$ ), inside and outside the EPAA and among seasons ( $p < 0.0001$ ). Although no significant differences were found in the  $AUm$  for depth, the largest surfaces used were found to be at less than 3 m. Dolphins used areas up to 4 km from shore and to 10 m deep, in and outside the EPAA and from 0.7 to 19.8 km to the urban zone. The highest used cells were less than 1 km from the coast and far from the urban center. Feeding activity was dominant all

seasons with highest values in the warmer ones (summer and spring), while travelling presented highest values in colder ones. The EPAA was used 59.87% of the time, where the highest used cell ( $AUm=0.598$ ) was found. Calves and apparent mating behavior occurred throughout the study period. This research emphasizes the complex habitat use by these dolphins and the importance of the EPAA for them, highlighting the need of continuing conservation approaches.

**Palabras clave.** Comportamiento. Delfín costero. Uso de hábitat.

**Key words.** Behavior. Coastal dolphin. Habitat use. Marine tucuxi dolphin.

## INTRODUCCIÓN

La disminución de las poblaciones de los mamíferos marinos está asociada a la contaminación química, sobreexplotación de recursos pesqueros, disturbio y pérdida de hábitat así como el cambio climático global (Whitehead et al., 2000; Evans, 2002; Reijnders y Aguilar, 2002; Perrin y Geraci, 2002). Debido a la reducción del hábitat y al aislamiento de pequeñas poblaciones locales, las especies pueden sufrir pérdida de variabilidad genética e inestabilidad demográfica (Sauders et al., 1991; Murica, 1995). Es difícil predecir las consecuencias de esta disminución o extinción local en el caso de los predadores de alto nivel trófico, por lo que resulta fundamental la preparación y ejecución de planes de conservación de la biodiversidad a distintas escalas espaciales (Meffe y Carroll, 1997).

La reducción y la fragmentación de hábitats ejercen una gran presión sobre las especies de delfines costeros en el mundo (Reeves et al., 2003). La especie *Sotalia guianensis*, conocida en idioma español como bufeo gris y endémica de Latinoamérica, se encuadra en esta categoría y está clasificada como “datos insuficientes” para Brasil según el Plan de Acción de IBAMA (IBAMA, 2001) y como “no evaluada” internacionalmente, de acuerdo con la UICN (Reeves et al., 2003). Esta especie, por ser predador, puede ser considerada como especie “sombrilla” —aquella que tiene amplios requerimientos de hábitats— permitiendo así la conservación del resto de las especies y sus hábitats (Simberloff, 1998).

Esta especie se distribuye desde Nicaragua hasta el estado de Santa Catarina, Brasil y presenta dos ecotipos, uno fluvial en la cuenca del Amazonas y otro marino (Silva y Best, 1996; Flores, 2002), aunque la taxonomía no está totalmente aclarada. El ecotipo marino está asociado a aguas salobres y someras así como a condiciones estuarinas principalmente (Flores, 2002) donde los ecosistemas son altamente productivos (Borobia, 1991; Silva y Best, 1996; Flores, 2002). La alimentación es el comportamiento más frecuente (Geise, 1991; Monteiro-Filho, 1991; Geise et al., 1999; Pereira, 1999; Araújo et al., 2001; Edwards y Schnell, 2001) siendo sus presas en la mayoría peces de hábitos demersales y pelágicos (por ejemplo Borobia y Barros, 1989; Di Benedito et al., 2001; Santos y Haimovici, 2001; Zanelatto, 2001; Santos et al., 2002). Estudios del uso de hábitat se limitan a evaluar dónde viven estos delfines y presentar algunas características abióticas de estas áreas, sin mostrar análisis más detallados (como los trabajos de Geise et al., 1999; Flores, 2003; Santos, 2004; Azevedo et al., 2005). Recientemente una evaluación de este tipo, incluyendo análisis sobre uso del área y variables ambientales, fue presentada por Lodi (2003) para la Bahía de Paraty, Río de Janeiro, Brasil.

En la Bahía Norte de Santa Catarina, existe el Área de Protección Ambiental de Anhatomirim (APAA) creada específicamente para la conservación de este delfín en Brasil (Decreto Federal N° 528, de 1992). En esta, se encuentra la población más austral de la distribución de *S. guianensis* (Simões-Lopes, 1988), compuesta por 61 a 80 individuos

(machos y hembras; adulto, juvenil y cría), siendo la mayoría residentes a lo largo del año y a largo plazo por hasta 11 años (Flores, 1999, 2003). Varios de estos individuos poseen un área de vida media muy pequeña con cerca de 15.22 km<sup>2</sup>, donde más de la mitad de ellas se encuentra dentro del APAA (Flores y Bazzalo, 2004). El núcleo del área de vida se ubica dentro de una pequeña ensenada llamada Enseada dos Currais (EDC), completamente incluida en el APAA (Flores y Bazzalo, 2004). El APAA (aproximadamente 30 km<sup>2</sup> de mar), utilizada turísticamente para la observación de estos delfines, posee una Zona Exclusiva para los Delfines (ZED, 1.15 km<sup>2</sup>) ubicada en una porción de la EDC (Fig. 1), donde está prohibido el ingreso de las embarcaciones de turismo. Los delfines han sufrido gran número de encuentros con embarcaciones de turismo que han provocado alteraciones comportamentales en los últimos 11 años (Pereira et al., en revisión). Se ha observado que la distribución de este grupo se limita a la porción oeste de la bahía, que los desplazamientos diarios están asociados a aguas poco profundas (3 m) y que se aproximan a la re-

gión más urbanizada en las estaciones frías (Flores y Bazzalo, 2004).

El objetivo general de este trabajo es presentar un estudio preliminar del comportamiento grupal y el uso del hábitat de *Sotalia guianensis* en el extremo austral de su distribución, Brasil.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La Bahía Norte de Santa Catarina (27° 23' - 27° 25' S/48° 33' - 48° 30' O; Fig. 1) se encuentra en el límite norte de la influencia de la corriente fría de Malvinas y por lo tanto con influencia neta de la corriente cálida de Brasil (Gordon, 1989). La Bahía Norte tiene una superficie aproximada de 300 km<sup>2</sup> y se caracteriza por presentar aguas poco profundas en la mayor parte del área (5 a 12 m) con máxima profundidad en el extremo sur (21 m; DHN 1977). La zona costera es considerablemente heterogénea compuesta por aglomerados urbanos, playas arenosas, rocosas, selva atlántica, restinga y pequeños estuarios con manglares que desembocan en la bahía colaborando con su colmatación (Cruz, 1998).

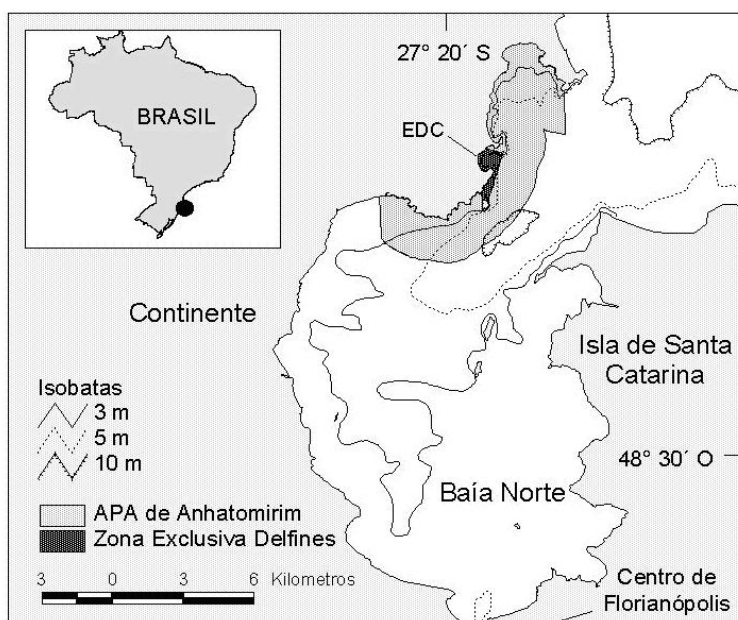


Fig. 1. Área de estudio.

## Estudio del comportamiento

Se realizaron dos tipos de salida en embarcación a motor siguiendo la misma metodología que es usada en el área de estudio desde 1993 (Flores, 1999) y modificada a partir de 1996 (Flores, 2003). Consisten en: a) acompañamiento focal del grupo de delfines y b) transectas aleatorias en toda la bahía. Se definió como esfuerzo muestral al tiempo dedicado a la búsqueda y observación directa de los delfines y avistaje al encuentro de los mismos. La unidad muestral fue el grupo de delfines, definido como un conjunto de individuos separados por no más de cinco cuerpos y generalmente desarrollando una misma actividad (Shane et al., 1986). Para la toma de datos se siguió un protocolo de registro continuo de grupo focal, considerando grupo focal (Altmann, 1974; Lehner, 1998) a aquel grupo para el cual se registren todas las ocurrencias de los comportamientos de interés, durante todo el período de muestreo (Altmann, 1974). Los comportamientos pueden ser registrados como eventos o como estados. Los eventos son instantáneos, mientras que los estados tienen una duración apreciable en el tiempo (Altmann, 1974).

Los estados fueron clasificados dentro de una de las siguientes categorías. **Alimentación:** los animales nadan rodeando al cardumen y atravesándolo para capturar las presas. **Traslado:** nadan en una dirección predominante con ninguna o muy pocas interrupciones. **Socialización:** algunos o todos los animales del grupo muestran frecuente contacto físico, la dirección de los movimientos varía constantemente y son muy frecuentes las actividades aéreas. **Descanso:** los animales se encuentran flotando o nadando muy lentamente cerca de la superficie del agua. **Nado errático:** los animales nadan lentamente con constantes cambios de dirección (Norris y Dohl, 1980; Shane et al., 1986; Geise, 1989; Shane, 1990; Ballance, 1992). Todo el grupo es foco de la observación salvo que se divida, caso en el cual se continúa con uno de los subgrupos.

Cada 5 minutos se registró la posición media del grupo (latitud y longitud) con un GPS portátil y la estructura del mismo. El tamaño fue estimado visualmente en las siguientes 7 categorías: 1-5 individuos, 6-10 individuos, 11-20 individuos, 21-40 individuos, 41-60 individuos, 61-80 individuos y más de 81. También se clasificó al grupo de delfines en función de su composición (adulto, juvenil, cría y recién nacido); donde adulto es cualquier individuo con tamaño próximo a los 2 m de longitud, juvenil es un individuo cuya longitud

represente 3/4 del adulto y cría es cualquier individuo nadando próximo a un adulto y cuyo tamaño es menor a 2/3 del adulto, presentando comportamiento típico madre cría (Smolker et al., 1992; Flores, 2003); se consideró recién nacido a los delfines más pequeños que la mitad del largo total de un adulto próximo, con marcas de dobles neonatales o fetales y usualmente más oscuros que los adultos (Flores, 2003).

Para cada día de muestreo, el tiempo que cada grupo permaneció desarrollando una determinada actividad fue transformado en porcentaje. Se realizaron comparaciones estacionales entre los comportamientos entre los años 2002 y 2003 y cuando no existieron diferencias significativas, los datos de ambos años fueron agrupados y analizados en conjunto, así como cuando el bajo tamaño de muestreo no permitió análisis estadísticos.

Para las comparaciones estacionales, fueron utilizadas las cuatro estaciones australes y prueba estadística de Kruskal-Wallis. Para las diferencias dos a dos se empleó la prueba de Tukey o Mann-Whitney y Spearman para correlaciones entre comportamientos (Zar, 1999).

## Uso de hábitat

Se empleó Sistema de Información Geográfica (SIG) y la metodología descrita por Karczmarski et al. (2000), con algunas modificaciones. La base cartográfica digitalizada y georreferenciada fue obtenida a partir de las informaciones de las Cartas Náuticas N° 1902 (DHN, 1956) y 1903 (DHN, 1977) con proyección lat/long en escala aproximada 1:100 000 y 1:50 000, respectivamente. Fue digitalizada de la Bahía Norte la línea de la costa, isobatas de profundidad (3, 5, 10 y 20 metros) y los límites del APAA.

El área de estudio fue dividida en parcelas de 500 m de lado y cada una fue categorizada según los valores o categorías de las variables del hábitat. Las variables analizadas fueron: profundidad, distancia a áreas urbanizadas y a la costa. Se analizó también el uso de la unidad de conservación. Se determinaron cuatro categorías de profundidad: 0-3 m, 3-5 m, 5-10 m y más de 10 m. Fueron delimitadas tres categorías de distancia a la región más urbanizada. Se dividió toda el área usada por los delfines (Norte - Sur) en zonas de igual tamaño: distante (Norte), central y próxima a la región más urbanizada (Sur). Por último se determinaron tres categorías de distancia a la costa oeste de la bahía: 0-1 km, 1-2 km y 2-3 km.

La grilla generada fue categorizada de acuerdo a la frecuencia de uso de los delfines, basada en la

ubicación de los mismos cada 5 minutos. Se calculó el Coeficiente de Uso de Área ( $UA$ ) (Karczmarski et al., 2000) en cada parcela definida previamente, el cual representa la proporción del tiempo que el grupo permanece en una determinada parcela, con relación al tiempo total que el grupo fue observado:  $UA = D/T$ , donde  $D$  es el tiempo que el grupo utiliza la parcela durante el día, y  $T$  es el tiempo total de observación durante el día.

Para el análisis de los datos se calculó el valor medio del  $UA$  de cada parcela ( $UAm$ ) de todo el período de estudio y estacionalmente. Se compararon los valores de  $UAm$  entre estaciones anuales y para cada una de las variables del hábitat. Para observar la existencia de diferencias entre las estaciones en ambos años se empleó la prueba de Q de Cochran y Mac Nemar. En todos los casos analizados se presentó estadística descriptiva (Zar, 1999) y para las restantes comparaciones se utilizó la prueba de Kruskal Wallis. Fueron calculadas las superficies empleadas por los delfines en todo el período de estudio, en las estaciones anuales y para cada una de las categorías de las variables del hábitat.

A fin de visualizar la información se generaron mapas de uso para todo el período y estacionalmente empleando SIG. El hábitat de reproducción fue definido como el lugar donde fueron registradas crías y juveniles durante todas las estaciones.

## RESULTADOS

Durante el período de estudio (años 2002 y 2003) se obtuvieron 123 avistajes de *S. guianensis* (75 y 48 respectivamente) y

243:59 h de muestreo grupo focal (146:01 h y 97:58 h respectivamente) distribuidos homogéneamente entre estaciones. El esfuerzo muestral fue de 584:07 h (317:24 h y 266:43 h respectivamente) (**Tabla 1**).

En 89.43% de los avistajes ( $n = 110$ ) los delfines se encontraron en grupos de 61 a 80 individuos compuestos por adultos, juveniles y crías, mientras que en los restantes avistajes, los grupos fueron menores.

### Principales comportamientos

Los delfines se encontraron en alimentación 66.73% del tiempo de observación ( $n = 122$ ), 26.87% en desplazamiento ( $n = 92$ ), 2.74% en nado errático ( $n = 24$ ) y 2.53% en socialización ( $n = 24$ ) y en reposo 0.13% del tiempo ( $n = 2$ ) (**Fig. 2**). Todos los comportamientos fueron observados durante todas las estaciones del año (**Fig. 3**) a excepción de reposo que únicamente fue registrado durante el mes de enero de 2002.

### Alimentación

Fue posible agrupar los valores de alimentación de las estaciones cálidas de ambos años ya que no se observaron diferencias significativas entre las mismas (Mann-Whitney: Otoños 2002 y 2003,  $U = 2.0825$ ,  $P = 0.0373$ ; Inviernos 2002 y 2003,  $U = 2.1874$ ,  $P = 0.0287$  y estaciones cálidas  $P > .05$ ). En la estación cálida el 73.28% del tiempo del observación fue dedicado a alimentación (73.63% en los veranos y 72.79% en las primaveras),

**Tabla 1**

Uso del área anual y estacional durante todo el período.

	Años 2002-03	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Media	0.073	0.0377	0.0416	0.0752	0.0473
DS	0.067	0.0827	0.0719	0.1123	0.0841
Máximo	0.600	0.7095	0.5452	1.0000	0.6718
Mínimo	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000
Tiempo de observación (h)	243:59	50:31	55:39	56:54	77:25
Tiempo de observación (%)	100	20.70	22.81	23.32	31.73
Superficie utilizada (km <sup>2</sup> )	45.50	17.75	22.75	49.25	20.25
$N$ (número de parcelas con valor > 0)	182	71	91	157	81



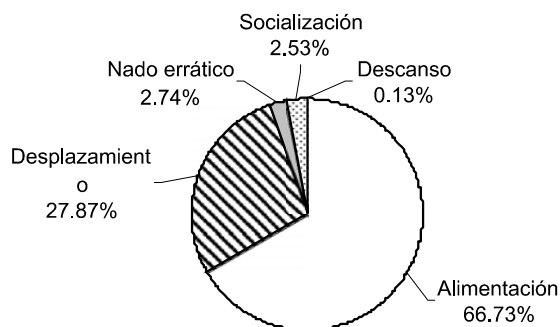


Fig. 2. Tiempo dedicado a los comportamientos grupales.

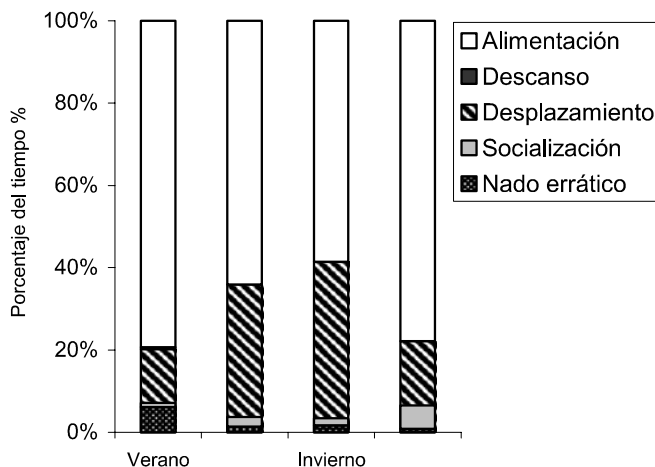


Fig. 3. Tiempo dedicado a los principales comportamientos en cada estación del año.

mientras que no fue posible agrupar los valores de los otoños (59.83% año 2002 y 71.18% año 2003) ni los inviernos (51.58% año 2002 y 62.68% año 2003).

Por medio de observación directa se registró alimentación de las especies de peces *Mugil curema* y *Cetengraulis edentulud*.

### Desplazamiento

El análisis estacional del desplazamiento entre ambos años no presentó diferencias significativas (Mann-Whitney: Veranos  $Z =$

0.9742; Otoños  $U = 1.9103$ ; Inviernos  $U = 1.8111$ ; Primaveras  $U = 1.5053$ ,  $P > .05$  para todas las combinaciones). Las estaciones ordenadas en valores descendentes de porcentaje del tiempo dedicado a alimentación fueron: inviernos (40.03%), otoños (34.59%), primaveras (20.73%) y veranos (18.76%) ( $K-W$ :  $H = 16.1164$ ;  $df = 3$ ;  $P < .001$ ; Tukey: Veranos/Otoños, Veranos/Inviernos  $P < .001$ ). Pueden separarse estaciones cálidas (verano) y frías (otoño e invierno) y la primavera no difiere de ninguna de las estaciones.

El desplazamiento ha sido observado en formación de línea, de abanico y de barrera, esta última asociada a alimentación.

Existe una elevada correlación negativa entre alimentación y desplazamiento analizada mensualmente (Coeficiente de Spearman:  $r_s = -0.8915$ ;  $t = -21.5559$ ;  $P < .000$ ;  $n = 122$ ) (Fig. 4).

#### Nado errático, socialización y reposo

El nado errático, aunque estuvo presente en todas las estaciones, no presentó diferencias estacionales significativas ( $K-W$ :  $H = 0.5610$ ;  $df = 3$ ;  $P > .05$ ). El mayor valor fue observado en verano con 6.17% del tiempo de observación, seguido por invierno con 1.72%, otoño con 1.38% y primavera con 0.83%.

La socialización no presentó diferencias estacionales significativas ( $K-W$ :  $H = 0.1680$ ;  $df = 3$ ;  $P > .05$ ). El mayor valor 5.65% fue observado en primavera, seguido por 2.33% en otoño, 1.63% en invierno y 0.99% en verano.

La socialización ocurrió en grupos de 6 a 10 individuos (adultos, juveniles y crías) dentro del grupo mayor (61 a 80 inds.) en donde se observó contacto corporal, saltos y giros, mientras que en algunas ocasiones, estos individuos se separaron del grupo principal. La

probable cópula fue definida por la presencia de persecuciones de una hembra con cría o juvenil por parte de dos o más probables machos. En algunas ocasiones entre la hembra y los probables machos ocurrió contacto corporal y pudo o no existir agresión de estos hacia el individuo inmaduro. Fue observada la probable cópula en todas las estaciones del año ( $n = 10$ ).

El hábitat de reproducción fue calculado como toda el área empleada por los delfines (45.50 km<sup>2</sup>) por haber sido observados, durante todos los días del muestreo focal, crías y juveniles en los grupos, y en todas las estaciones, la presencia de recién nacidos ( $n = 58$ ).

El reposo únicamente estuvo presente en 0.13% del tiempo de observación en el verano de 2002.

#### Uso de hábitat

Los delfines usaron 45.5 km<sup>2</sup> ubicados en la porción oeste de la bahía (Fig. 5). La  $U_{Am}$  varió de 0.01 a 0.598, con un valor medio de 0.073 (SD = 0.067) (Tabla 1 y Fig. 6) y encontrándose la parcela con el máximo valor en la ZED. No fueron observadas diferencias significativas en el uso entre ambos años (McNemar Chi-square (B/C) 1.55,  $P > .05$ ).

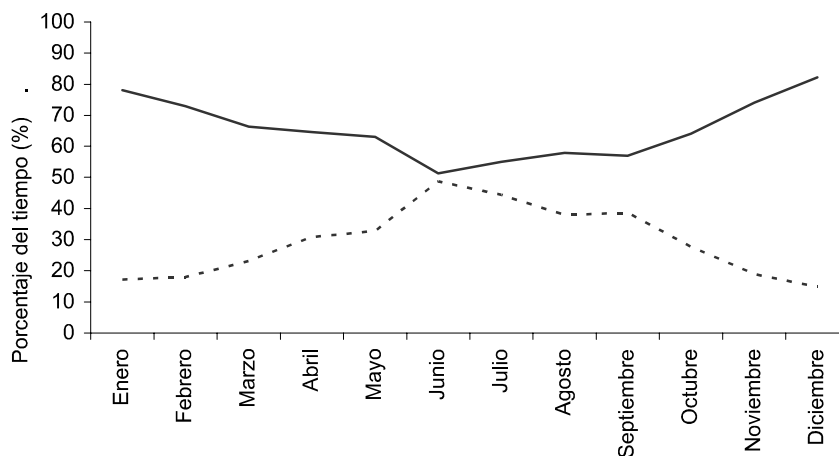


Fig. 4. Correlación entre alimentación y desplazamiento (línea continua y punteada respectivamente).

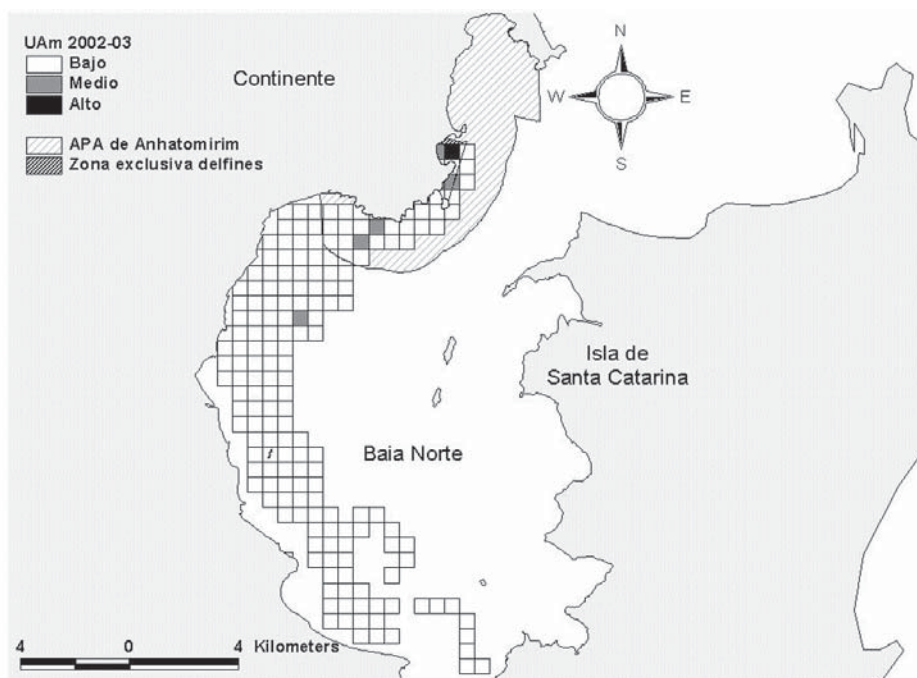


Fig. 5. Mapa del Coeficiente de uso del área de los delfines ( $UAm$ ) en parcelas de  $0.25\text{km}^2$ .

### Análisis estacional

Existen diferencias significativas del uso de las parcelas entre las estaciones de ambos años (Tabla 1; Cochran's Q Test; Number of valid cases: 178;  $Q = 50.92537$ ,  $df = 3$ ,  $P < .000$ ).

El uso de las parcelas ( $UAm$ ) no difiere en las estaciones cálidas de ambos años (veranos y primaveras 2002 y 2003; Cochran's Q Test, Number of valid cases: 178,  $Q = 6.328767$ ,  $df = 3$ ,  $P > .05$ ). El valor medio de  $UAm$  en los veranos fue  $0.0377$  ( $SD = 0.0827$ ) y en las primaveras  $0.0473$  ( $SD = 0.0841$ ) (Fig. 7).

Las estaciones frías presentan diferencias entre los inviernos y otoños de ambos años (Cochran's Q Test, Number of valid cases: 178,  $Q = 36.69863$ ,  $df = 3$ ,  $P < .000$ ). El uso durante los inviernos entre los años no difiere (Mac Nemar Chi-square (B/C)  $0.15$ ,  $P > .05$ ) presentando un valor medio de  $UAm$  de  $0.0752$  ( $SD = 0.1123$ ) (Fig. 8). Únicamente difiere el uso entre los otoños entre ambos años (Mac Nemar Chi-square (B/C)  $12.29$ ,  $P < .000$ ) (año

2002  $UAm = 0.046$ ;  $SD = 0.080$ ; año 2003  $UAm = 0.040$ ;  $SD = 0.079$ ; superficie =  $22.75\text{ km}^2$ ).

El uso de las estaciones cálidas (veranos y primaveras de ambos años) y los inviernos difieren (McNemar Chi-square (B/C)  $34.45$ ,  $P < .000$ ). Las superficies usadas en las estaciones cálidas fueron mucho menores (veranos: superficie =  $17.75\text{ km}^2$  y primaveras: superficie =  $20.25\text{ km}^2$ ) que las empleadas en los inviernos ( $39.25\text{ km}^2$ ).

### Distancia a la costa

Los delfines se encontraron a una distancia máxima de la costa oeste de  $4\text{ km}$  con uso diferencial con relación a los valores de  $UAm$ . La zona más próxima a la costa (hasta  $1\text{ km}$ ) fue la más usada ( $UAm = 0.105$ ;  $SD = 0.090$ ; superficie =  $16.5\text{ km}^2$ ), seguida por la zona de  $1-2\text{ km}$  ( $UAm = 0.059$ ;  $SD = 0.036$ ; superficie =  $17.0\text{ km}^2$ ), de  $2-3\text{ km}$  ( $UAm = 0.051$ ;  $SD = 0.044$ ; superficie =  $11.0\text{ km}^2$ ) y por último la zona de  $3-4\text{ km}$  ( $UAm = 0.042$ ;  $SD = 0.022$ ; superficie =  $1\text{ km}^2$ ).



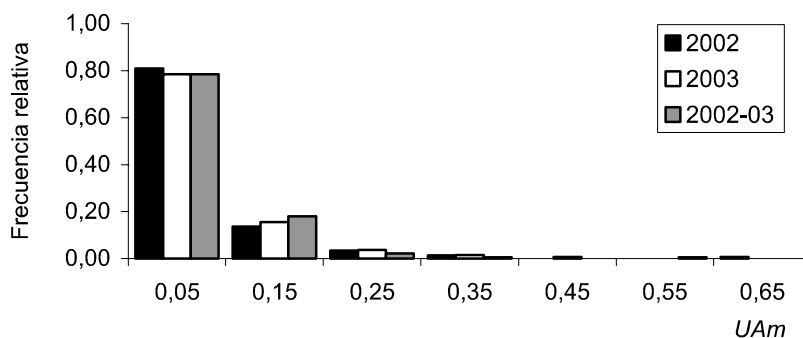


Fig. 6. Histograma de la frecuencia relativa del Coeficiente de uso del área (*UAm*).

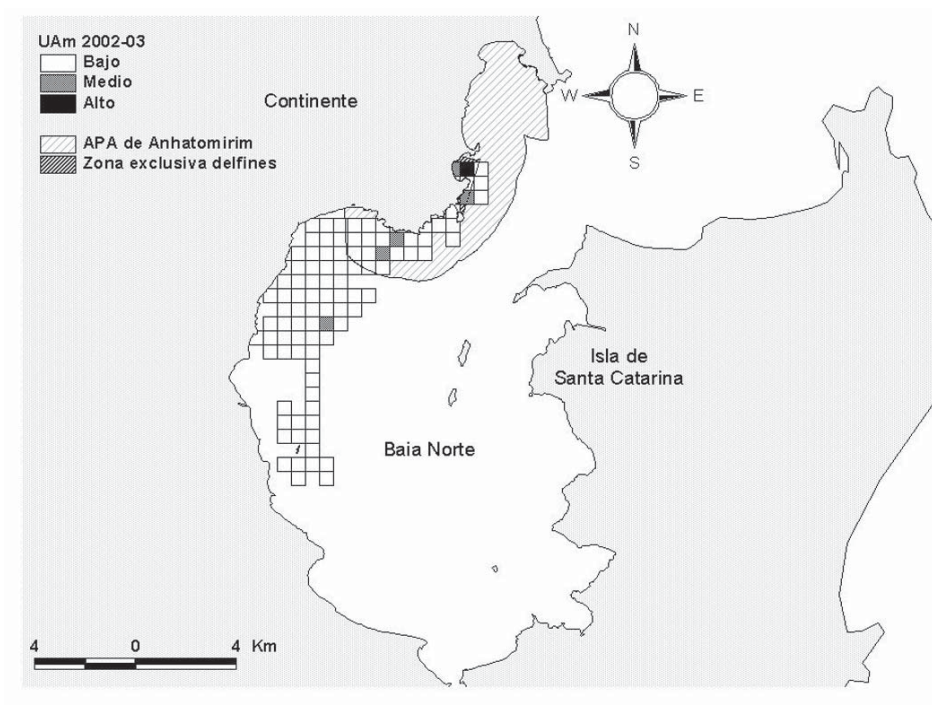


Fig. 7. Mapas del uso del área (*UAm*) en estaciones cálidas.

Las diferencias estadísticamente significativas se encuentran entre la zona más próxima a la costa (<1 km) con relación a las zonas entre 1-2 km y 2-3 km ( $K-W: H = 26.7525; df = 3; P < .001$ ; comparaciones < 1 km/1-2 km  $P < 0.001$  y < 1 km/2-3 km  $P < .000$ ).

### Profundidad

Los delfines usan áreas de profundidades menores a 10 metros sin existir diferencias significativas en el uso de las distintas categorías de profundidad con relación a los valo-

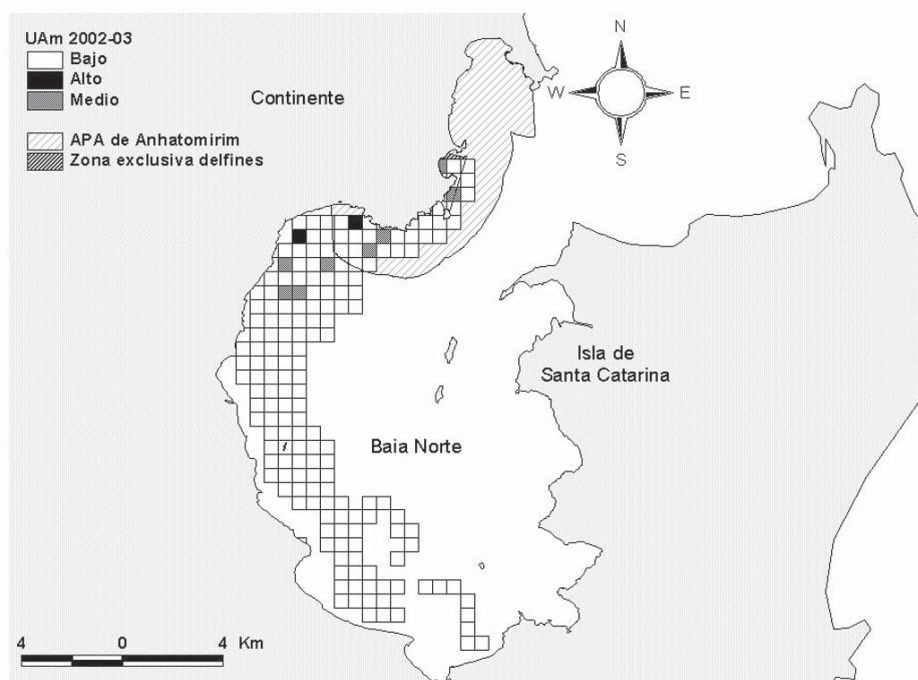


Fig. 8. Mapas del uso del área (*UAm*) en inviernos.

res de *UAm* ( $K-W$ :  $H = 2.5810$ ;  $df = 2$ ;  $P > .05$ ).

A menos de 3 m de profundidad se observan las mayores superficies usadas ( $UAm = 0.069$ ;  $SD = 0.057$ ; superficie = 28.5 km<sup>2</sup>) las que disminuyen a medida que aumenta la distancia a la costa (entre 3-5m:  $UAm = 0.082$ ;  $SD = 0.084$ ; superficie = 15.25 km<sup>2</sup>; entre 5-10m:  $UAm = 0.069$ ;  $SD = 0.035$ ; superficie = 1.75 km<sup>2</sup>).

#### Distancia a áreas urbanizadas

La distancia mínima y máxima en que los delfines se encontraron con relación al área más urbanizada fue 0.7 a 19.8 km respectivamente. Existen diferencias en el uso de los sectores, siendo más usado el sector más alejado de estas áreas (Sector norte  $UAm = 0.106$ ;  $SD = 0.083$ ; superficie = 20.0 km<sup>2</sup>) seguido por el central ( $UAm = 0.059$ ;  $SD = 0.038$ ; superficie = 23.25 km<sup>2</sup>) y por el sector sur ( $UAm = 0.034$ ;  $SD = 0.020$ ; superficie = 12.5

km<sup>2</sup>). El uso del sector norte difiere significativamente de los otros dos sectores ( $K-W$ :  $H = 66.3109$ ;  $df = 2$ ;  $P < .000$ ; todas las comparaciones  $P < .001$ ).

#### Uso del APAA

Existen diferencias significativas en el uso en relación a los valores *UAm* dentro y fuera del APAA (Mann-Whitney  $U = 4.8589$ ;  $P < .000$ ). El 59.87% del tiempo los delfines permanecieron dentro del APAA (146:04 hs) variando los valores de *UAm* entre 0.02 y 0.598 con valor medio de 0.121 ( $SD = 0.098$ ). Dentro de la ZED fueron observados durante 44.30% del tiempo (108:05 hs) y los valores de *UAm* variaron entre 0.02 y 0.598 con valor medio de 0.158 ( $SD = 0.176$ ). Los valores de *UAm* fuera del APAA variaron entre 0.02 y 0.268 con valor medio de 0.081 ( $SD = 0.059$ ).

El 21.71% del área usada por los delfines estuvo incluida dentro de la unidad de conservación (8.5 km<sup>2</sup>).

## DISCUSIÓN

En esta investigación puede observarse que los delfines utilizaron una pequeña área de 45.5 km<sup>2</sup> en la porción oeste de la bahía (36.75 km<sup>2</sup> usados en el año 2002 y 34.75 km<sup>2</sup> en el 2003), que corresponde a 15.16% de la misma. En la Bahía de Babitonga (a aproximadamente 150 km de la Bahía Norte), esta especie utilizó 87.01 km<sup>2</sup>, correspondientes a 53.24% de la bahía, pero el tamaño de los grupos fue de 1 a 32 individuos con una media de 6.5 individuos por grupo (Cremer, 2000). Otros datos de la superficie usada por delfines costeros es de Wells (1991) donde *Tursiops truncatus* utilizó una superficie mayor que la encontrada en este estudio, 85 km<sup>2</sup>.

Al igual que en Flores y Bazzalo (2004), donde se emplearon datos desde 1996 hasta 2002 para el cálculo de área de vida y movimientos diarios, el área usada fue muy reducida y ubicada en la porción oeste de la bahía. Continúa siendo la zona EDC la más utilizada, que corresponde al área núcleo de los delfines (Flores y Bazzalo, 2004). Similares patrones de uso fueron observados entre ambos años y el análisis estacional muestra mayores valores de *UAm* y superficies en inviernos. Las estaciones cálidas presentan valores similares y reducida superficie empleada. Estos datos son similares a los de Flores y Bazzalo (2004), donde las mayores distancias fueron recorridas en invierno.

El sector costero usado se encuentra hasta 4 km de la costa oeste, y es la franja más próxima a la costa (< 1 km de la costa) la que presentó mayor uso con una disminución del uso a medida que aumenta la distancia a la misma. Se utilizaron profundidades menores a 10 m sin encontrar diferencias significativas en el uso (*UAm*), aunque las mayores superficies usadas se encontraron a menos de 3 m. Este resultado coincide con Flores y Bazzalo (2004) donde los desplazamientos diarios se realizaron en la isobata de 3 m. En Azevedo et al. (2005) los grupos utilizaron profundidades menores a 34 m en la Bahía de Guanabara (Río de Janeiro), pero, en la mayoría de los estudios, esta especie emplea áreas más pla-

yas, frecuentemente menores de 15 m (Bössenecker, 1978; Geise et al., 1999; Cremer, 2000; Di Benedetto et al., 2001; Edwards y Schnell, 2001; Lodi, 2003).

En relación con áreas urbanizadas, en el actual trabajo observamos mayor tiempo de permanencia en el sector más alejado de las mismas, tal vez debido la menor polución acústica y concentración de desagües cloacales, entre otros factores antrópicos y naturales.

Como viene siendo registrado desde 1992 en la Bahía Norte, esta especie presenta adultos, juveniles y crías durante todo el año, por lo que esta zona es considerada como hábitat reproductivo (Flores, 2003).

La especie utilizó una reducida superficie del APAA (21.71%) aunque permaneció la mayoría del tiempo (59.87%) dentro de esta unidad de conservación. El área empleada es muy pequeña y por ello es fundamental el estudio de la calidad de los recursos y requerimientos del hábitat de este grupo.

El comportamiento más importante fue la alimentación, como ocurre en numerosas investigaciones de esta especie (por ejemplo: Monteiro-Filho, 1991; Geise, 1991; Geise et al., 1999; Araújo et al., 2001; Edwards y Schnell, 2001). El desplazamiento le siguió en importancia, mientras que fue escaso el tiempo dedicado para nado errático, socialización y reposo (menos del 10%), también reportado para otras localidades. El mismo puede estar subestimado por el elevado número de individuos en el grupo (61-80) donde comportamientos raros son más difíciles de registrar. Esta especie podría descansar con más frecuencia o prácticamente apenas durante la noche, factor que aumentaría las posibilidades de enmallamiento durante este periodo del día, como se ha verificado en algunas ocasiones (Flores, com. pers.). Durante todas las estaciones, la alimentación fue el comportamiento más importante seguido por desplazamiento y fue mayor en las estaciones cálidas que en las estaciones frías. Los valores de desplazamiento fueron mayores en invierno, coincidiendo con el registro de las mayores distancias recorridas en los años 2001 y 2002 (Flores y Bazzalo, 2004). A su vez existe una correla-

ción negativa entre ambos comportamientos. La disponibilidad de alimento (distribución y abundancia) en la bahía sería un aspecto importante a ser evaluado para el estudio de estos comportamientos. Otros factores que estarían influenciando el comportamiento grupal y el uso diferencial del área son las numerosas y frecuentes acciones de origen antropogénico, como el tránsito de embarcaciones, pesca, maricultura, etc. La predación es otro aspecto que estaría afectando el uso del hábitat y el comportamiento grupal, pero son pocos los registros de la presencia de predadores en el área ocupada por estos delfines y de interacción de esta especie con los mismos.

En los métodos directos de estudio de uso de hábitat (como observación directa) se asume que el índice que estima el uso del hábitat aumenta con el tiempo que un animal permanece en un sitio. La diferencia en el uso de hábitat puede estar sesgada al tiempo diferencial que los individuos dedican a cada tipo de comportamiento en las diferentes áreas (Litvaitis et al., 1994). Este caso podría ser el del presente estudio, donde se encontró mayor uso en el sector ZED. Este uso diferencial podría estar sesgado a un mayor tiempo en dicho sector dedicado a la alimentación. Este problema también estaría siendo fundamentado por el bajo uso en el sector sur, donde mayores distancias fueron recorridas en el invierno, cuando es más frecuente el desplazamiento. Estudios de uso del área para estos principales comportamientos de alimentación y desplazamiento son necesarios para aproximar una respuesta al posible problema del sesgo en el uso del hábitat. Además estos deberían incluir análisis de largo plazo, los cuales son fundamentales para el conocimiento de la biología y conservación de especies de largos ciclos de vida como lo son los delfines (por ejemplo: Wells, 1991).

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por Earthwatch Institute, Coalizão Internacional da Vida Silvestre (IWC Brasil), Cetacean Society International, The Society for Marine Mammalogy, The Humane Society of the United States y Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. PACF recibió una beca de doctorado por el Conselho

Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico de Brasil (CNPq Proc. 146609/1999-9). Cerca de 30 voluntarios del Earthwatch Institute y pasantes ayudaron con los muestros y entrada de datos. Agradecemos a la IWC Brasil y el Laboratório de Cultivo de Moluscos Marinhos de la Universidade Federal de Santa Catarina por el apoyo logístico durante el estudio. Parte de este estudio fue agraciado con el Premio Robin Best como el segundo mejor trabajo de posgraduación de la 11a RT y VI Congreso SOLAMAC en Quito, Ecuador, Septiembre 2004. Enrique A. Crespo y Eduardo R. Secchi gentilmente revisaron partes o versiones anteriores de este manuscrito. Agradecemos también a los revisores y el editor por los comentarios que mejoraron el artículo.

## LITERATURA CITADA

- ALTMANN J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour* 48:227-267.
- ARAÚJO JP, JZO PASSAVANTE y AS SOUTO. 2001. Behavior of the estuarine dolphin, *Sotalia guianensis*, at Dolphin Bay, Pipa, Rio Grande do Norte, Brazil. *Tropical Oceanography Recife* 29:13-23.
- AZEVEDO AF, SC VIANA, AM OLIVEIRA y M VAN SLUYS. 2005. Group characteristics of marine tucuxis (*Sotalia fluviatilis*) (Cetacea: Delphinidae) in Guanabara Bay, south-eastern Brazil. *Journal of Marine Biology* 85:209-212.
- BALLANCE T. 1992. Habitat use patterns and ranges of the bottlenose dolphin in the Gulf of California, México. *Marine Mammal Science* 8(3):262-274.
- BOROBIA M y NB BARROS. 1989. Notes on the diet of marine *Sotalia fluviatilis*. *Marine Mammal Science* 5(4):395-399.
- BOROBIA, M. 1991. Recent cetacean records for south-eastern Brazil. *Marine Mammal Science* 7(3):296-306.
- BÖSSENECKER PJ. 1978. The capture and care of *Sotalia guianensis*. *Aquatic Mammals* 6(1):13-17.
- CREMER MJ. 2000. Ecologia e conservação do golfinho *Sotalia fluviatilis guianensis* (Cetacea: Delphinidae) na Baía de Babitonga, litoral Norte de Santa Catarina. Maestria, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, Brasil 227 pp.
- CRUZ C. 1998. Ilha de Santa Catarina e o continente próximo, um estudo de geomorfologia costeira. Ed. da UFSC.
- DHN (Departamento de Hidrografia e Navegação). 1956. Carta Náutica N ° 1902.
- DHN (Departamento de Hidrografia e Navegação). 1977. Carta Náutica N ° 1903. 2da Ed.
- DI BENEDETTO APM, RMA RAMOS y NRW LIMA. 2001. Os Golfinhos: origem, classificação, captura acidental, hábito alimentar. Ed. Cinco Continentes.
- EDWARDS HH y GD SCHNELL. 2001. Status of *Sotalia fluviatilis* in the Cayos Miskito Reserve, Nicaragua. *Marine Mammal Science* 17(3):445-472.
- EVANS PGH. 2002. Habitat Pressures. Pp. 545-548, en: *Encyclopedia of Marine Mammals* (WF Perrin, B Würsig y JGM Thewissen, eds.). Academic Press, San Francisco, CA.



- FLORES PAC y M BAZZALO. 2004. Home ranges and movements of the marine tucuxi dolphin (*Sotalia fluviatilis*) in Baía Norte, southern Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* 3(1):37-52.
- FLORES PAC. 1999. Preliminary results of a photo-identification study of the marine tucuxi *Sotalia fluviatilis* in southern Brazil. *Marine Mammal Science* 15(3):840-847.
- FLORES PAC. 2002. Tucuxi (*Sotalia fluviatilis*). Pp. 1267-1269, *en: Encyclopedia of Marine Mammals* (WF Perrin, B Würsig y JGM Thewissen, eds.). Academic Press, San Francisco, CA.
- FLORES PAC. 2003. Ecology of marine tucuxi dolphin (*Sotalia fluviatilis*) in southern Brazil. Porto Alegre. 122 f. Tesis (Doctorado), PUCRS - Pontificia Universidade Católica de Rio Grande do Sul.
- GEISE L, N GOMES y R CERQUEIRA. 1999. Behavior, habitat use and population size of *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (Cetacea, Delphinidae) in Cananéia estuary region São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 59(2):183-194.
- GEISE L. 1989. Estrutura social, comportamental e populacional de *Sotalia* sp. (Gray, 1886) (Cetacea, Delphinidae) na região estuarino - lagunar de Cananéia, SP e na Baía de Guanabara, RJ. 198 f. Tesis (Maestría). Universidade de São Paulo.
- GEISE L. 1991. *Sotalia fluviatilis* (Cetacea, Delphinidae) population in the Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Mammalia* 55(3):371-379.
- GORDON AL. 1989. Brazil-Malvinas confluence - 1984. *Deep-Sea Research* 36:359-384.
- IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). 2001. Mamíferos Aquáticos do Brasil: Plano de Ação. Versão II. Brasília, Imprensa Nacional.
- KARCZMARSKI L, VG CROCKFORT y A MACLACHLAN. 2000. Habitat use and preferences of Indo-Pacific humpback dolphins *Sousa chinensis* in Alagoa bay, South Africa. *Marine Mammal Science* 16(1):65-79.
- LEHNER, PN. 1998. *Handbook of ethological methods*. Cambridge University Press.
- LITVAITIS JA, K TITUS y EM ANDERSON. 1994. Measuring vertebrate use of terrestrial habitats and foods. Pp. 254-274, *en: Research and management techniques for wildlife and habitats* (TA Bookhout, ed.). The wildlife society, Bethesda, Maryland.
- LODI L. 2003. Seleção e uso de hábitat pelo boto-cinza, *Sotalia fluviatilis* (Van Bénédén 1864) (Cetacea, Delphinidae), na Baía de Paraty, estado do Rio de Janeiro. *Bioikos, PUC-Campinas*, 17(1/2):5-20.
- MEFFE GK, CR CARROLL y SL PIMM. 1997. Community and Ecosystem Level Conservation. Pp. 235-304, *en: Principles of conservation biology*. Sinauer Association Inc.
- MONTEIRO-FILHO ELA. 1991. Comportamento de caça e repertório sonoro do golfinho *Sotalia brasiliensis* (Cetacea: Delphinidae) na região de Cananéia, Estado de São Paulo. Campinas. 99 f. Tesis (Doctorado). Universidade Estadual de Campinas.
- MURICA C. 1995. Edge effects in fragmented forest: implication for conservation. *Trends in ecology and evolution* 10:58-62.
- NORRIS KS y TP DOHL. 1980. The behavior of the Hawaiian spinner porpoise, *Stenella longirostris*. *Fishery Bulletin* 17:821-847.
- PEREIRA TCCL. 1999. Estudo da dinâmica de uso do habitat da Baía de Sepetiba (RJ) pelo Boto-*Sotalia fluviatilis* (Cetacea, Delphinidae). 126 f. Tese (Mestrado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Ciências Ambientais e Florestais.
- PERRIN WF y JR GERACI. 2002. Stranding. Pp. 1192-1197, *en: Encyclopedia of Marine Mammals* (WF Perrin, B Würsig y JGM Thewissen, eds.). Academic Press, San Francisco, CA.
- REEVES RS, BD SMITH, EA CRESPO y G NOTARBARTOLO DI SCIARA (Comp.). 2003. Dolphins, whales and porpoises: 2002-210 Conservation Action Plan for the world's cetaceans. IUCN/SSC Cetacean Specialist Group, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. xi + 139p.
- REIJNDERS PJH y A AGUILAR. 2002. Pollution and Marine Mammals. Pp. 948-956, *en: Encyclopedia of Marine Mammals* (WF Perrin, B Würsig y JGM Thewissen, eds.). Academic Press, San Francisco, CA.
- SANTOS MC DE O, S ROSSO, RA SANTOS, SHB LUCATO y M BASSOI. 2002. Insights on small cetacean feeding habits in southeastern Brazil. *Aquatic Mammals* 28:38-45.
- SANTOS MC DE O. 2004. Uso de área e organização social do boto-tucuxi marinho, *Sotalia fluviatilis* (Cetacea, Delphinidae), no estuário de Cananéia, SP. Tese de Doutorado, Departamento de Ecologia Geral, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo 265 pp.
- SANTOS RA y M HAIMOVICI. 2001. Cephalopods in the diet of marine mammals stranded or incidentally caught in southeastern and southern Brazil (21-34° S). *Fisheries Research* 52:99-112.
- SAUDERS DA, RJ HOBBS y CR MARGULIS. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology* 5:18-32.
- SHANE SH, RS WELLS y B WÜRSIG. 1986. Ecology, behavior and social organization of the bottlenose dolphin: A review. *Marine Mammal Science* 2(1):34-63.
- SHANE SH. 1990. Behavior and ecology of the bottlenose dolphin at Sanibel island, Florida. Pp. 245-265, *en: The Bottlenose dolphin* (S Leatherwood y RR Reeves, eds.). Academic Press, San Diego, CA.
- SILVA VMF y RC BEST. 1996. *Sotalia fluviatilis*. *Mammal Species* 527:1-7.
- SIMBERLOFF D. 1998. Flagships, umbrellas, and keystones: is single-species management passé in the landscape area? *Biological Conservation* 83:247-257.
- SIMÕES-LOPES PC. 1988. Ocorrência de uma população de *Sotalia fluviatilis* Gervais, 1853 (Cetacea, Delphinidae) no limite sul da sua distribuição, Santa Catarina, Brasil. *Biotemas* 3:67-72.

- SMOLKER RA, AF RICHARDS, RC CONNOR y JW PEPPER. 1992. Sex differences in patterns of association among Indian Ocean bottlenose dolphins. *Behaviour* 123:38-69.
- WELLS RS. 1991. The role of long-term study in understanding the social structure of a bottlenose dolphin community. Pp. 199-226, *en*: *Dolphin societies: Discoveries and Puzzles* (K Pryor y KS Norris, eds.). University of California Press 405 pp.
- WHITEHEAD H, RR REEVES y PL TYACK. 2000. Science and the Conservation, Protection and Management of Wild Cetaceans. Pp. 308-332, *en*: *Cetacean Societies: Field Studies of Dolphins and Whales* (J Mann, RC Connor, PL Tyack y H Whitehead, eds.). University of Chicago Press, Chicago.
- ZANELATTO RC. 2001. Dieta do Boto-cinza, *Sotalia fluviatilis* (Cetacea, Delphinidae), no complexo estuarino da Baía de Paranaguá e sua relação com a ictiofauna estuarina. 125 f. Tesis (Maestría). Universidade Federal do Paraná - Engenharia Florestal.
- ZAR JH. *Biostatistical Analysis*. 1999. 4ª ed. New Jersey, USA. Prentice-Hall.