

A relação entre o tempo de apneia,
a idade e alguns comportamentos do golfinho
Sotalia fluviatilis (Gervais, 1953)

The relationship among submerge time,
age and some behaviors of the dolphin
Sotalia fluviatilis (Gervais, 1953).

ANDERSON LUIS DO VALLE¹
LETÍCIA ALMEIDA LEÃO VAZ²

Nas aves e nos mamíferos marinhos, o quanto o animal permanece submerso está relacionado com o comportamento, e é limitado por suas características anatômicas e fisiológicas (CASTELLINI *et al.*, 1985; PONGANIS, KOOYMAN & CASTELLINI, 1993). Estas características restringirão a distribuição e a abundância do animal, bem como a profundidade e a energia que poderá ser despendida durante o mergulho na realização de comportamentos, como a captura de presas (COSTA, 1991).

Esta capacidade aeróbica da apneia pode ser definida experimentalmente pela duração do mergulho em relação ao aumento de lactato no sangue acima dos níveis mínimos, obtidos durante o descanso (KOOYMAN, 1989), ou ainda, pela taxa na qual o oxigênio estocado no pulmão, sangue ou músculos é consumido até que os recursos anaeróbicos sejam ativados.

¹ Departamento de Psicobiologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte SQN 316 K ap 510. Brasília, DF, Brasil. E-mail: andersonluis@yahoo.com. ² Departamento de Biologia – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil.

O desconhecimento a respeito desta espécie (UICN, 1994) é uma consequência de sua distribuição e do hábitat. Ela pode ser encontrada na literatura com os nomes: *Sotalia fluviatilis*, *S. guianensis*, *S. f. guianensis* e *S. f. fluviatilis*.

Apesar de ser uma espécie não migratória (BOROBIA *et al.*, 1991; HETZEL & LODI, 1993), de águas costeiras pouco profundas (LEATHERWOOD, REEVES & FOSTER, 1983) e fluviais (HERSHKOVITZ, 1963; BÓSSENECKER, 1978; BOROBIA *et al.*, 1991; CARR & BONDE, 2000), suas populações estão em países que não investem adequadamente em conservação e pesquisa, ou seja, do norte de Honduras até o sul do Brasil no estado de Santa Catarina (BOROBIA *et al.*, 1991). Além disso, os hábitats desta espécie geralmente são turvos, necessitando por isso de um maior investimento em materiais de pesquisa.

Enquanto que em algumas espécies existem estudos aprofundados das capacidades respiratórias, para o *Sotalia fluviatilis* existe apenas uma nota científica que cita o tempo de apneia médio (EDWARDS & SCHNELL, 2001). Este estudo pretende contribuir neste sentido mostrando como adultos, juvenis e filhotes da espécie *Sotalia fluviatilis* divergem em suas capacidades aeróbicas enquanto realizam diferentes comportamentos em uma área que eles usam principalmente para a caça.

MATERIAIS E MÉTODO

Os registros foram feitos no período diurno de setembro de 2003 a janeiro de 2004 com observações que variaram de 6 a 12 horas diárias totalizando 200 horas de registro.

Utilizando-se o método de animal focal (ALTMANN, 1974), registrou-se o tempo na qual os *Sotalia fluviatilis* que visitavam a enseada dos golfinhos (6°13'36,7"W e 35°3'36,7"S) em Pipa (Rio Grande do Norte, Brasil), permaneciam submersos. Esta enseada é pouco inclinada e não tem formações rochosas ou grandes declividades em seu interior. A profundidade central da região observada é de aproximadamente dois metros na maré mais seca, chegando a 5 na mais cheia. Toda área de praia é bordeada por uma

falésia sedimentar de 25 metros de altura de onde foram feitas as observações.

A estimativa da faixa etária foi feita comparando-se o tamanho do animal ao tamanho de uma bóia em forma de canudo de 1,55 metros, previamente fundeada na enseada em frente ao mirante. Esta bóia foi posicionada dentro da enseada de maneira que ficasse paralela à linha do horizonte e sobre um ponto fixo. Foram classificados como filhotes àqueles que possuíam até dois terços do tamanho da bóia. Os adultos eram maiores do que a bóia. E os intermediários foram denominados de juvenis.

Todas as definições a seguir, dizem respeito ao comportamento do animal que estivesse sozinho ou pudesse ser distinguido dos demais. Desse modo, atividades turbulentas de interação social ou brincadeira coletiva não fizeram parte da amostra.

Descanso: animal subindo constantemente no mesmo ponto e raramente variando a posição do corpo.

Brincadeira: Nessa categoria foram analisados apenas os registros feitos por filhotes devido à quantidade de dados coletados. Foram incluídos: quando o animal arremessava objetos como algas e galhos (exceção a peixes), quando ficava esfregando o corpo em outro animal, quando rodava em torno do corpo deste ou do próprio corpo. As subidas eram feitas numa área pequena e restrita. As ocasiões nas quais o filhote era arremessado também foram contadas como subidas à superfície.

Deslocamento: animal segue linearmente de um ponto a outro. As subidas são feitas em áreas afastadas e o sentido do corpo permanece constante. Nas análises foram considerados como deslocamento apenas quando no destino do animal havia outro animal ou grupo com o qual se juntava. A exclusão de todas as outras vezes em que o animal se deslocava linearmente foi feita para diminuir a quantidade de dados tornando-os mais específicos. Todas as últimas subidas deste contexto, portanto, aquelas que indicam a chegada ao ponto final, foram excluídas da análise uma vez que o contexto de subida do animal poderia ter sido, por exemplo, para sincronizar o movimento com um outro animal e não representar a subida real para respirar.

Perseguição: A água turva não permitiu uma estimativa correta do real tempo de perseguição, pois não sabemos exatamente quando ela começou. Por isso, começamos a cronometrar desde a última vez que o animal emergiu e podemos afirmar que houve perseguição, pois usualmente os golfinhos perseguem próximos à superfície expondo seu ventre na lamina da água. O bote, caracterizado quando o golfinho arremessava-se para fora da água sobre o peixe perseguido, marcava o fim da perseguição. Os padrões respiratórios das faixas etárias nas diferentes situações comportamentais foram analisados usando-se os testes anova e t, conforme descrito nos resultados.

RESULTADOS

As três faixas etárias analisadas apresentam padrões respiratórios significativamente diferentes ($p=0,0001$, teste de Tukey). Adultos permanecem em média 25,4 segundos submersos ($d=14,1$; $n=2019$), juvenis 20,2 ($d=11,9$; $n=12,1$) e filhotes 13,0 ($d=8,1$; $n=129$). Os valores de n se referem ao número de apneias registradas e não ao de animais observados.

O descanso é o período no qual os animais ficaram mais tempos submersos. Adultos, em média, 33,6 segundos ($d=9,7$; $n=103$). As outras faixas etárias não obtiveram n suficientes. No deslocamento, adultos submergiram em média 25,3 segundos ($d=10,9$; $n=53$), juvenis 23,7 ($d=8,7$; $n=26$) e filhotes 18,9 ($d=9,0$; $n=17$) e na brincadeira, amostrada apenas para filhotes, a apneia média correspondeu a 10,2 segundos ($d=7,8$; $n=50$) (Fig. 1).

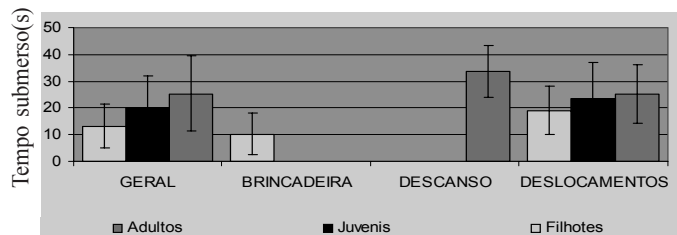


Fig. 1. Tempo de permanência (em segundos) submerso de acordo com a atividade comportamental e a faixa etária.

Com relação à apneia de cada comportamento dos adultos, não houve diferença significativa entre o padrão geral e o deslocamento ($p=0,9191$), mas entre o geral e o descanso há diferença extremamente significativa ($p=0,0001$). Juvenis mostraram diferença significativa entre o padrão geral e o deslocamento ($p=0,0041$). Filhotes mostraram diferença significativa entre o padrão de apneia geral e o deslocamento ($p=0,0198$) e a brincadeira ($p=0,0324$). Nessa análise foi usado o teste t (Welch).

Além disso, adultos permaneceram 14,3 segundos ($d=12,4$; $n=27$) submersos no intervalo que vai do bote até a subida posterior enquanto juvenis permaneceram 10 segundos ($d=9,0$; $n=41$). Estes resultados mostraram uma probabilidade de significância de 0,1278 [teste t (Welch): $t=1.553$, $g.l.=43$].

DISCUSSÃO

Alguns estudos, assim como este, usaram o termo comportamento de mergulho para descrever padrões de superfície, enquanto outros o usam para descrever comportamentos abaixo desta, com mergulhos verticais (HOOKER & BAIRD, 2001).

BUTLER & JONES (1997) revisaram o tempo de apneia de alguns mamíferos marinhos. Entre eles, *Callorhinus ursinus* (2,2 minutos), *Arctocephalus gazella* (0,95 minutos), *Leptonychotes weddellii* (11,5 minutos), *Phoca virtulina* (2 minutos), *Halichoerus grypus* (5,2 minutos), *Mirounga angustirostris* (19,2 minutos), *Mirounga leonina* (24,5 minutos) e *Phyceter catodon* (35 minutos). SHAFER *et al.* (1997) estudaram *Delphinapterus leucas* e obtiveram 5,2 minutos para machos e 5,6 para fêmeas. Tais valores são muito superiores àqueles obtidos com a espécie em estudo. O provável motivo é que nestes trabalhos os animais estavam engajados em otimizar seus estoques de oxigênio pois mergulham verticalmente. A nossa área de estudo é muito rasa, não permitindo portanto deslocamentos verticais.

Além disso, SKROVAN *et al.* (1999) mediram os padrões diferentes de movimentação do corpo durante o deslocamento do golfinho *Tursiops truncatus*. Eles encontraram que o movimento de ampla amplitude é usado brevemente com o intuito de acelerar, o de média

amplitude para manter a velocidade e o deslizar para economizar energia dependente da profundidade. Durante os deslocamentos na superfície, os *Tursiops* utilizaram movimentos amplos seguidos de uma diminuição da amplitude e deslizando dois segundos antes de submergirem, já nos deslocamentos verticais, a proporção de uso do deslizamento, responsáveis pela economia de oxigênio, foi muito maior.

Desse modo, as apneias realizadas pelos *Sotalia fluviatilis* não tinham restrições aeróbicas e por isso não são representativas da capacidade aeróbica máxima desses animais, não devendo, portanto serem comparadas aos padrões de mergulho de outras espécies.

Por outro lado, COSTA, GALES & GOEBL (2001) revisaram e discutiram como as capacidades fisiológicas podem determinar a utilização do habitat mostrando como o tempo de mergulho varia entre as espécies, mas parece que na nossa área de estudo o que ocorre é o contrário, o habitat é que determina como a capacidade fisiológica será usada. É provável, portanto, que em outros sítios de alimentação o comportamento respiratório e conseqüentemente o locomotor desta espécie sejam diferentes.

O *Sotalia fluviatilis* mostrou uma relação diretamente proporcional entre tempo de apneia e a faixa etária, assim como já observado para os elefantes marinhos *Mirounga leonina* (IRVINE *et al.*, 2000), *Zalophus californianus* (HURLEY & COSTA, 2001) e *Mirounga angustirostris* (BOEUF *et al.*, 2000) e para as focas, *Phoca virtulina* (HASTINGS *et al.*, 2001) e *Leptonychotes weddellii* (BURNS, 1999). As diferenças nas médias das apneias encontradas são provavelmente causadas por restrições anatômicas e fisiológicas.

As restrições anatômicas parecem ser fundamentais nessa espécie, pois estes animais capturam um peixe por mergulho, o que não ocorre nas espécies que fazem longas apneias e mergulhos profundos. Para estas, as restrições maiores são a disponibilidade de presas. Segundo CORNICK & HORNING (2003), o aumento da massa corporal de animais que mergulham não confere nenhuma vantagem extra quando as presas são escassas, mas que pode se tornar importante quando a taxa de encontro de presas for grande, pois animais maiores podem permanecer mais tempos submersos sem precisar utilizar o metabolismo anaeróbico.

Enquanto as restrições anatômicas possuem correlação linear com o tempo de apneia, as restrições fisiológicas mostram correlações não lineares. Por exemplo, COSTA, GALES & CROCKER (1998) encontraram que enquanto o volume de sangue dos juvenis do elefante marinho (*Phococtos hookeri*) é 4,5% menor que dos adultos, o limite de mergulho aeróbico é 19% menor. Num outro exemplo, ARNOULD *et al.* (2003) mostraram que não há relação significativa entre o consumo de oxigênio e a massa corporal no lobo marinho subantártico (*Arctocephalus tropicalis*). Sendo assim as restrições anatômicas e fisiológicas podem não caminhar no mesmo sentido.

Foram encontradas diferenças significativas também de acordo com o comportamento. Durante o descanso, por exemplo, os golfinhos permaneceram significativamente mais tempo submersos. É possível que estes se comportem como a baleia cinza (*Eschrichtius robustus*) que mantém o padrão respiratório de quando está acordada durante o estágio de transição vigília-descanso (LYAMIN *et al.* 2000; 2001). Uma vez que fomos incapazes de distinguir tal ocasião em nosso estudo, se isso ocorrer em *Sotalia fluviatilis*, os valores de descanso obtidos estarão subestimados. A diminuição da frequência respiratória durante o sono é comum também para outros animais (SIEGEL & HARPER, 1996).

A brincadeira, por outro lado, é um comportamento de superfície e por isso o animal passa naturalmente pouco tempo submerso, porém esta atividade também poderia induzir ao aumento do metabolismo e conseqüentemente forçando o animal a permanecer mais tempo na superfície.

AGRADECIMENTOS — Agradecemos aos responsáveis pela manutenção do Santuário Ecológico de Pipa, ao projeto PPC pelo apoio logístico, à CAPES pelo apoio financeiro. Aos pesquisadores M. A. Castellini, D. P. Costa, por terem nos enviado suas publicações.

RESUMO

Em mamíferos marinhos, o período em que o animal permanece submerso está relacionado com o comportamento e é limitado por suas características anatômicas e fisiológicas. Este estudo mostra como adultos, juvenis e filhotes da espécie *Sotalia fluviatilis*

divergem em seus padrões respiratórios enquanto realizam comportamentos diferentes em uma área que eles usam preferencialmente para a caça. Nossos resultados mostraram que, de acordo com a literatura, há uma relação entre tamanho corporal e tempo submerso (adultos = 25,4 segundos submersos, juvenis 20,2 segundos e filhotes 13,0 segundos). Durante os “descansos” os golfinhos permaneceram mais tempo submersos (adultos = 33,6 segundos). Outros comportamentos amostrados foram “deslocamentos” (adultos = 25,3 segundos, juvenis 23,7 segundos e filhotes 18,9 segundos), “perseguições” (adultos = 21,3 segundos e juvenis = 22,2 segundos) e “brincadeiras” (filhotes = 10,2 segundos).

PALAVRAS-CHAVE: *Sotalia*, apneia, comportamento, frequência respiratória, tucuxi, respiração

SUMMARY

In sea mammals, the period that the animal stay submerged is related with the behavior and is limited by their anatomical and physiological characteristics. This study shows how adults, juveniles and nestlings of the species *Sotalia fluviatilis* diverge in their breath pattern while they accomplish different behaviors in an area that they use mainly for hunting. Our results showed, in according to the literature, a relationship between body size and submersed time (adults = 25.4 seconds submerged, juveniles 20.2 seconds and nestlings 13.0 seconds). During the resting time, the dolphins stayed a longer time submersed (adults = 33.6 seconds). Others behaviors were “displacements” (adults = 25.3 seconds, juveniles 23.7 seconds and nestlings 18.9 seconds), “persecutions” (adults = 21.3 seconds and juveniles = 22.2 seconds) and “plays” (nestlings = 10.2 seconds).

KEY WORDS: *Sotalia*, submerse time, behavior, breath rate, tucuxi

RÉSUMÉ

Chez les mammifères marins, il existe un rapport entre leur comportement et le temps pendant lequel l'individu reste immergé, ce qui est limité par leurs caractéristiques anatomiques et physiologiques. La présente étude décrit comment les adultes, jeunes et nourrissons de l'espèce *Sotalia fluviatilis* divergent dans leurs

mouvements respiratoires, pendant qu'ils font des comportements différents dans une aire utilisée principalement pour la chasse. Les résultats montrent que, comme prévue dans la littérature, il existe un rapport entre la taille du corps et la période immergée (adults = 25,4 secondes immergés ; jeunes = 20,2 secondes et nourrissons 13,0 secondes). Pendant les périodes de repos, les dauphins restent plus de temps immergés (adultes = 33,6 secondes). D'autres comportements observés ont été "déplacements" (adultes = 25,3 secondes, jeunes = 23,7 secondes et nourrissons = 18,9 secondes), "poursuites" (adultes = 21,3 secondes et jeunes = 22,2 secondes) et "amusements" (nourrissons = 10,2 secondes).

MOTS CLÉS: *Sotalia*, tucuxi, comportement, immersion, taux respiratoire

BIBLIOGRAFIA

- ALTMAN, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behavior* 49: 227-267.
- ARNOULD, J. P. Y.; S. P. LUQUE; C. GUINET; D. P. COSTA; J. KINGSTON & S. A. SHAFFER. 2003. The comparative energetics and growth strategies of sympatric Antarctic and subantarctic fur seal pups at Iles Crozet. [Electronic version]. *J. Exp. Biol.* 206: 4497-4506.
- BOEUF, B. J. LE; D. E. CROCKER; J. GRAYSON; J. GEDAMKE; P. M. WEBB; S. B. BLACKWELL & D. P. COSTA. 2000. [Electronic version]. Respiration and heart rate at the surface between dives in northern elephant seals. *J. of Exp. Biol.* 203: 3265-3274.
- BOROBIA, M.; S. SICILIANO; L. LODI & W. HOEK. 1991. Distribution of the South American dolphin *Sotalia fluviatilis*. *Can. J. Zool.* 69: 1025-1038.
- BÖSSENECKER, P. J. 1978. The capture and care of *Sotalia guianensis*. *Aquat. Mamm.* 6 (1): 13-17.
- BURNS, J. M. 1999. The development of diving behavior in juvenile Weddell seals: pushing physiological limits in order to survive. [Electronic version]. *Can. J. Zool.* 77 (5): 737-747.
- BUTLER, P. J. & D. R. JONES. 1997. Physiology of Diving of Birds and Mammals. [Electronic version]. *Physiol. Rev.* 77 (3): 837-899.

- CARR, T & R. K. BONDE. 2000. Tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) occurs in Nicaragua, 800 km north of its previously known range. *Mar. Mamm. Sci.* 16: 447-452.
- CASTELLINI, M. A.; B. J. MURPHY; M. FEDAK; K. RONALD; N. GOFTON & P. W. HOCHACHKA. 1985. Potentially conflicting metabolic demands of diving and exercise in seals. *J. Appl. Physiol.* 58 (2): 392-399.
- CORNICK, L.A. & M. HORNING. 2003. A test of hypotheses based on optimal foraging considerations for a diving mammal using a novel experimental approach. *Can. J. Zool.* 81: 1799–1807.
- COSTA, D. P. 1991. Reproductive and foraging energetics of high latitude penguins albatrosses and pinnipeds: implications for life history patterns. *Am. Zool.* 31 (1): 111-130.
- COSTA, D. P.; N. J. GALES & D. E. CROCKER. 1998. Blood Volume and Diving Ability of the New Zealand Sea Lion, *Phocarctos hookeri* [Electronic version]. *Physiol. Zool.* 71 (2): 208 – 213.
- COSTA, D. P.; J. N. GALES & M. E. GOEBEL. 2001. Aerobic dive limit: how often does it occur in nature? [Electronic version]. *Comp. Biochem. Physiol. Part A* 129: 771-783.
- EDWARDS, H. H. & G. D. SCNNELL. 2001. Body Length, Swimming Speed, Dive Duration, and Coloration of the Dolphin *Sotalia fluviatilis* (Tucuxi) in Nicaragua. [Electronic version]. *Carib. J. Sci.* 37 (3-4): 271-298.
- HASTINGS, K. K.; R. J. SMALL; M. A. SIMPKINS & U. G. SWAIN. 2001. Dive behavior of adult and subadult harbor seals from Kodiak Island and Southeast Alaska. Pages 184-208 in Harbor seal investigations in Alaska. Annual report for NOAA Award NA87FX0300. Alaska Department of Fish and Game, Division of Wildlife Conservation, Anchorage, AK.
- HERSHKOVITZ, P. 1963. Notes on south american dolphins of the genera *Inia*, *Sotalia* and *Tursiops*. *J. Mamm.* 41 (1): 98-103.
- HETZEL, B. & L. LODI. 1993. *Baleias, Botos e Golfinhos*: guia de identificação para o Brasil.: Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 279p.
- HOOKE, S. K. & R. W. BAIRD. 2001. Diving and ranging behaviour of odontocetes: a methodological review and critique. [Electronic version]. *Mamm. Rev.* 31 (1): 81–105.

- HURLEY, J. A. & D. P. COSTA. 2001. Standard metabolic rate at the surface and during trained submersions in adult California sea lions (*Zalophus californianus*) [Electronic version]. *J. Exp. Biol.* 204: 3273–3281.
- IRVINE, L. G.; M. A. HINDELL; J. VAN DEN HOFF & H. R. BURTON. 2000. The influence of body size on dive duration of underyearling southern elephant seals (*Mirounga leonina*) *J. Zool.* 251: 463-471.
- IUCN. 1994. IUCN: *Red list categories*. IUCN. Gland Switzerland.
- KOORYMAN, G. L. 1989. Diverse divers: physiology and behaviour. *Zoophysiol.* 23. Springer-Verlag, Berlin, 201p.
- LEATHERWOOD, S.; R.R. REEVES & L. FOSTER. 1983. In: *The Sierra Club Handbook of Whales and Dolphins*. San Francisco: Sierra Club, 302p.
- LYAMIN, O. I.; P. R. MANGER; L. M. MUKHAMETOV; J. M. SIEGEL, & O. V. SHPAK. 2000. Rest and activity states in a gray whale. *J. Sleep. Res.* 9: 261-267
- LYAMIN, O. I.; P. R. MANGER; L. M. MUKHAMETOV; J. M. SIEGEL, & O. V. SHPAK. 2001. Resting behavior in a rehabilitating gray whale calf. *Aquat. Mamm.* 27(3): 256-266.
- PONGANIS, P.; G. L. KOORYMAN & M. A. CASTELLINI. 1993. Determinants of the aerobic dive limit of Weddell seals: analysis of diving metabolic rates, postdive end tidal PO₂'s and blood muscle and oxygen stores. *Physiol. Zool.* 66: 732–749.
- SHAFFER, S. A.; D. P. COSTA; T. M. WILLIAMS & S. H. RIDGWAY. 1997. Diving and swimming performance of white whales, *Delphinapterus leucas*: an assessment of plasma lactate and blood gas levels and respiratory rates. *J. Exp. Biol* 200: 3091–3099.
- SIEGEL, J. M. & R. M. HARPER. 1996. Sleep. Pages 1183-1196 in R. Greger/U. Windhorst (Eds.) *Comprehensive Human Physiology*, Vol. 1 O Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- SKROVAN, R. C.; T. M. WILLIAMS; P. S. BERRY; P. W. MOORE, & R. W. DAVIS. 1999. The diving physiology of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) II. Biomechanics and changes in buoyancy at depth. *J. Exp. Biol.* 202: 2749–2761.