

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA BIOLÓGICA

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL, BIOLOGIA
REPRODUTIVA E ESTRUTURA
POPULACIONAL DA RAIA ELÉTRICA
Narcine brasiliensis (Olfers, 1831) NA COSTA
DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL.**

GABRIEL MACIEL DE SOUZA VIANNA

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Oceanografia
Biológica da Fundação Universidade
Federal do Rio Grande, como requisito
parcial à obtenção do título de MESTRE.

Orientador: CAROLUS MARIA VOOREN

RIO GRANDE
Março 2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

*“O mar não guarda vestígios
das quilhas que o atravessam,
cada marinheiro tem a ilusão
cordial do descobrimento.”*

Luís Câmara Cascudo

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, por todo o apoio e por acreditarem em mim

Ao Prof. Dr. Carolus Vooren, pela orientação e por todo o conhecimento ensinado

Aos meus irmãos Nahima e Leonardo

A minha competente equipe: Luciana e Cauê

A Tati por todo o incentivo e companheirismo

Aos colegas de pós-graduação, em especial: Cristiana, Mauro, Santiago, Dani, Carmem e Caio e Gabriel

Aos colegas Cristiano, Santiago e Felipe pela amizade e pela força com as estatísticas. Cris e Phill, valeu também pelos velejos

Aos colegas da graduação, em especial: Fabão, Gabi e Romel

As meninas de casa: Amanda, Aline e Natália pelo bom humor

Ao programa de Pós-graduação e seus integrantes pelas aulas e oportunidades

Ao Votto, pela eterna presteza e pelas ótimas conversas

Ao Prof. Dr. Paul Kinas e a Prof. Ana Maria Azambuja pela ajuda com os testes estatísticos

A CAPES pela bolsa de pesquisa

Ao Dr. Marcelo Carvalho, Dr. Villavicencio-Garayzar e Dra. Rudloe pelos artigos enviados

ÍNDICE

	Página
AGRADECIMENTOS.....	I
ÍNDICE.....	II
LISTA DE TABELAS CAPÍTULO 1.....	IV
LISTA DE TABELAS CAPÍTULO 2.....	V
LISTA DE FIGURAS CAPÍTULO 1.....	VI
LISTA DE FIGURAS CAPÍTULO 2.....	VII
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUÇÃO.....	4
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	6
CAPÍTULO 1: DISTRIBUIÇÃO E ABUNDÂNCIA DA RAIÁ ELÉTRICA <i>Narcine brasiliensis</i> (Olfers 1831) NA COSTA DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL	
1.1 INTRODUÇÃO.....	8
1.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
1.3. RESULTADOS.....	14
1.3.1. Variação espacial e temporal da densidade populacional e da frequência de ocorrência.....	14
1.3.2. Distribuição com relação a temperatura e salinidade.....	16
1.4. DISCUSSÃO.....	18
1.4.1. Fontes de erro.....	18
1.4.2. Distribuição e abundância.....	19

1.4.3. Variações interanuais de abundância.....	23
1.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26
1.6. TABELAS.....	30
1.7. FIGURAS.....	34

**CAPÍTULO 2: BIOLOGIA REPRODUTIVA E ESTRUTURA POPULACIONAL
DE *N. brasiliensis* NAS ÁGUAS COSTEIRAS DO RIO GRANDE DO SUL**

2.1. INTRODUÇÃO.....	39
2.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	41
2.3. RESULTADOS.....	45
2.3.1 A anatomia do sistema reprodutivo.....	45
2.3.2. Parâmetros reprodutivos.....	46
2.3.3. Fecundidade.....	49
2.3.4 Estrutura populacional.....	50
2.4. DISCUSSÃO.....	51
2.4.1. Sistema reprodutivo.....	51
2.4.2. Parâmetros reprodutivos.....	53
2.4.3. Estrutura populacional e uso do habitat.....	57
2.5. RREFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
2.6. TABELAS.....	63
2.7. FIGURAS.....	66

LISTA DE TABELAS

TABELA.....Página

CAPÍTULO 1

1.1. Cruzeiros de levantamento da fauna de peixes demersais na plataforma do Rio Grande do Sul. N= Numero de estações de arrasto nas profundidades de 10-53m.....30

1.2. Número de lances (N), CPUE média (kg/h) padronizado para relinga inferior de 51m e frequência de ocorrência (FO %) de *Narcine brasiliensis* em profundidades de 10 a 53 m durante cruzeiros ocorridos em 1980-2005 no Rio Grande do Sul. Dados do verão de 2005 referentes ao estrato de 10-20 m de profundidade, o valor entre parênteses representa a CPUE dos lances com ocorrência da espécie, usada para os cálculos estatísticos. N= Numero de estações de arrasto.....30

1.3. Análise estatística das comparações dos dados de temperatura, CPUE (kg/h) e frequência de ocorrência (FO) de *Narcine brasiliensis* coletadas nas águas costeiras do Rio Grande do Sul em cruzeiros realizados em 1980-1984 e 2005.....31

1.4. Número de lances (N), CPUE média padronizada para relinga inferior de 51 m e frequência de ocorrência (FO %) de *Narcine brasiliensis* em profundidades de 10 a 20 metros, entre Solidão e Rio Grande, durante cruzeiros realizados em 1980-2005. O valor entre parênteses representa a CPUE dos lances com ocorrência da espécie, usada para os cálculos estatísticos.....32

1.5. Médias da CPUE padronizada, em kg/h e frequência de ocorrência (FO) em porcentagem (%) de *Narcine brasiliensis*, na plataforma do Rio Grande do Sul entre Solidão e Rio Grande nos cruzeiros realizados em 1980-2005. N= numero de estações de pesca, profundidade em metros. O valor entre parênteses representa a CPUE dos lances com ocorrência da espécie, usada para os cálculos estatísticos.....32

1.6. Temperatura de fundo (°C) por estrato de profundidade entre 10 e 53 metros em diferentes estações do ano durante cruzeiros realizados em 1980-2005 na área Central (Solidão- Rio Grande) e área Sul (Rio Grande- Chuí) do Rio Grande do Sul.....33

CAPÍTULO 2

- 2.1. Análise estatística de dados referentes à biologia reprodutiva de *Narcine brasiliensis* coletadas nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005. IGS= índice gonadossomático; IHS= índice hepatossomático.....63
- 2.2. Estado de maturação dos indivíduos de *Narcine brasiliensis* coletados com rede de arrasto nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005. NG= Fêmeas vitelogênicas não grávidas; GR= Fêmeas grávidas..... 63
- 2.3. Porcentagem de maturidade sexual de machos de *Narcine brasiliensis* por classe de comprimento total (CT em cm) coletados na costa do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005. N= número amostral.....64
- 2.4. Porcentagem de maturidade sexual de fêmeas de *Narcine brasiliensis* por classe de comprimento total (CT em cm) coletadas na costa do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005. N= número amostral, NG= Fêmeas vitelogênicas não grávidas.....65

LISTA DE FIGURAS

FIGURA.....Página

CAPÍTULO 1

1.1. Lances de arrasto de fundo realizados em cruzeiros em 1980-1984 e 2005 entre as profundidades de 10 e 53 metros na costa do Rio Grande do Sul.....34

1.2 Lances de arrasto de fundo realizados e CPUE média (indivíduos por hora de arrasto) de *Narcine brasiliensis* durante amostragem realizada na costa do Rio Grande do Sul.no verão de 2005.....35

1.3. Relação entre a captura por unidade de esforço (CPUE) de *Narcine brasiliensis* e a profundidade das estações de arrasto na costa do Rio Grande do Sul nos cruzeiros de 1980-1984 e 2005. CPUE (kg/h) com rede de arrasto padronizada para relinga inferior de 51 m.....36

1.4. Relação entre a captura por unidade de esforço (CPUE) de *Narcine brasiliensis* e a temperatura de fundo (°C) das estações de arrasto na costa do Rio Grande do Sul nos cruzeiros de 1980-1984 e 2005. CPUE (kg/h) com rede de arrasto padronizada para relinga inferior de 51 m.....37

1.5. Relação entre temperatura de fundo (°C) e latitude, nas estações de arrasto realizadas nas profundidades de 10-20 metros, na costa do Rio Grande do Sul durante cruzeiro de verão de 2005.....37

1.6. Relação entre salinidade (UPS) e latitude nas estações de arrasto realizadas nas profundidades de 10-20 metros, na costa do Rio Grande do Sul durante cruzeiro de verão de 2005.....38

1.7. Relação entre temperatura, salinidade e magnitude de captura por unidade de esforço (CPUE) de *Narcine brasiliensis* nas estações de arrasto realizadas nas profundidades de 10-20 metros, na costa do Rio Grande do Sul durante cruzeiro de verão de 2005.....38

CAPÍTULO 2

- 2.1. Cavidade abdominal de fêmea *Narcine brasiliensis*. Órgãos do sistema circulatório e digestivo retirados para evidenciar o sistema reprodutor. Ov= ovário; OE= órgão epigonal; Od= oviducto anterior; Ut= útero..... 66
- 2.2 Ovário de *Narcine brasiliensis* (Ov) coletada nas águas costeiras do Rio Grande do Sul. F= folículos ovarianos vitelogênicos.....67
- 2.3. Vista ventral dos ovários (Ov) de *Narcine brasiliensis* com folículos ovarianos em estado avançado de vitelogênese. OE= Órgão epigonal.....67
- 2.4. Disposição dos embriões (Em) de *Narcine brasiliensis* no interior do útero. SV= saco vitelínico.....68
- 2.5. Sistema reprodutivo de macho *Narcine brasiliensis*. Órgãos do sistema circulatório e digestivo retirados para evidenciar do sistema reprodutivo. T= testículo; DG= ducto gonadal e VS= vesícula seminal.....69
- 2.6. Relação entre comprimento total e peso das gônadas em machos de *Narcine brasiliensis* coletados nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005.
.....70
- 2.7. Relação entre comprimento total dos machos e comprimento do cláster de *Narcine brasiliensis* coletados nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005.
.....70
- 2.8. Distribuição de frequências de indivíduos por classe de comprimento total de machos de *Narcine brasiliensis* coletados nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005.....71
- 2.9. Relação entre comprimento total e peso das gônadas em fêmeas de *Narcine brasiliensis* coletadas nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005.....71

- 2.10. Relação entre o diâmetro do útero e o comprimento total das fêmeas não grávidas de *Narcine brasiliensis* coletadas nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005.....72
- 2.11. Distribuição de freqüências de indivíduos por classe de comprimento total de fêmeas de *Narcine brasiliensis* coletadas nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005. NG= fêmeas não grávidas.....72
- 2.12. Relação entre comprimento total e proporção de maturidade para machos de *Narcine brasiliensis* coletados nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005. A linha representa a distribuição normal cumulativa, ajustada com a análise de probits.....73
- 2.13. Relação entre comprimento total e proporção de maturidade para fêmeas de *Narcine brasiliensis* coletadas nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005. A linha representa a distribuição normal cumulativa, ajustada com a análise de probits.....73
- 2.14. Relação entre peso total comprimento total em *Narcine brasiliensis* coletados nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005.. Equações; Machos: $PT= 5,18 \times 10^{-2} \times CT^{2,58}$, $r^2= 0,94$; Fêmeas: $PT= 3,1 \times 10^{-2} \times CT^{2,76}$, $r^2= 0,95$74
- 2.15. Relação entre índice gonadossomático (IGS) e comprimento total (cm) em fêmeas de *Narcine brasiliensis* coletadas nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005. NG= Fêmeas maduras não grávidas.....74
- 2.16 Relação entre índice gonadossomático (IGS) e comprimento total (cm) em machos de *Narcine brasiliensis* coletados nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005.....75
- 2.17. Relação entre índice hepatossomático (IHS) e comprimento total (cm) em fêmeas de *Narcine brasiliensis* coletadas nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005. NG= Fêmeas maduras não grávidas.....75
- 2.18. Relação entre índice hepatossomático (IHS) e comprimento total (cm) em machos de *Narcine brasiliensis* coletados nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005.....76

2.19. Relação entre comprimento total (mm) e número de embriões <i>Narcine brasiliensis</i> coletados nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o outono de 1983 e o verão de 2005.....	76
2.20. Vista dorsal de embrião de <i>Narcine brasiliensis</i> coletado nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005.....	77
2.21. Vista ventral de embrião de <i>Narcine brasiliensis</i> coletado nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005.....	77

RESUMO

Utilizando os dados de levantamento pesqueiro com rede de arrasto entre as profundidades de sete a 100 metros coletados na década de 1980 e 2005 entre Torres (29°24'S) e Chuí (33°51'S), foram analisadas a distribuição e abundância, biologia reprodutiva e estrutura populacional da raia elétrica *Narcine brasiliensis* no Rio Grande do Sul. *Narcine brasiliensis* ocorreu em maior densidade nos meses de verão e outono e entre as profundidades de 10-20 metros. A pequena parcela da população que permaneceu na região durante o inverno se dispersou, ocorrendo em profundidades de até 53 metros. A variação de salinidade determinou um gradiente de densidade de *N. brasiliensis* no sentido norte-sul com ocorrência esporádica da espécie ao sul da cidade de Rio Grande. O tamanho de primeira maturação (L_{50}) de machos e fêmeas de *N. brasiliensis* estimado através da análise de probit foi respectivamente 27,6 e 27,8 cm. No verão, grande parte das fêmeas sexualmente maduras apresentou folículos ovarianos em estágio inicial de vitelogênese e úteros largos, o que sugere que o parto ocorre nessa estação. A proporção sexual da amostra foi de 1,5 macho para 1 fêmea. Machos e fêmeas tiveram comprimento total de 19-36 cm e 16-41 cm, respectivamente. A diferença na proporção sexual e a ausência de neonatos e pequenos juvenis na amostra sugerem a existência de uma área de berçário dessa população. A baixa fecundidade e a maturação tardia associadas aos hábitos costeiros da espécie, conferem à população que ocorre nas águas do Rio Grande do Sul alta vulnerabilidade à pesca de arrasto que ocorre na região.

Palavras-chave: Elasmobrânquios, distribuição, abundância, reprodução, raia elétrica, *Narcine brasiliensis*

ABSTRACT

Distribution, abundance, reproductive biology and population structure of the lesser electric ray *Narcine brasiliensis* were assessed based on bottom-trawl survey data collected along the Rio Grande do Sul coast between the cities of Torres (29°24'S) and Chuí (33°51'S). From 1980 to 1984 and during the summer of 2005 there were made 416 trawling stations at depths of 10-100 m. Studies on reproduction were carried based on 202 of the 184 rays collected in 2005. *Narcine brasiliensis* occurred mainly in waters where the bottom temperature was between 20 and 25°C. Density of *N. Brasiliensis* was higher between the depths of 10 and 20 m, during the summer and autumn. The small part of the population that remained in the area during winter dispersed to higher depths up to 53 m. In summer, it was observed a latitudinal gradient, with higher density of electric rays in northern area, an intermediate density in the central area and rays being seldom captured to south of Rio Grande City. The electric ray's density gradient was related to the salinity gradient in the bottom waters caused by the fresh water runoff from the Patos Lagoon. Male reproductive status was assessed based on the relationship of clasper length and total length, and clasper calcification. Female reproductive status was assessed based on the presence of vitelogenic activity in the ovarian ova, ovarian weight, diameter of the uterus, and/or pregnancy. Size at first maturity (L_{50}) -estimated by the probit analysis- were 27,6 and 27,8 cm for males and females, respectively. Females growth more and attain a larger size than males. Total length ranged from 19 to 36 cm and 16 to 41 cm for males and females respectively. The average uterine fecundity was 3,4 young per litter. Most of ovaries had ova in initial developmental stage and large

uterus in summer, which suggest that birth occur during this season. In *N. brasiliensis* the vitelogenic ovarian ova had tubular shape attaining up to 100 mm in the longitudinal axis and 7 mm in diameter. Neonates and juveniles of *N. brasiliensis* were seldom captured during summer, although little rays from others species frequently occurred. This data, along with the sexual ratio of 1,5 male for 1 female in the waters from 10 to 20 meters suggest the occurrence of an nursery area of *N. brasiliensis* along the range of distribution of the species. Low fecundity and late maturity along with the extremely localized distribution pattern displayed by *N. brasiliensis* in summer and autumn makes the population that occur in Rio Grande do Sul highly vulnerable to the shrimp's bottom trawl fishery in this area.

Key-words: Elasmobranchs, distribution, abundance, reproduction, lesser electric ray, *Narcine brasiliensis*

INTRODUÇÃO

O gênero *Narcine* é composto por raias elétricas bentônicas de pequeno a médio porte, que ocorrem nas águas internas da plataforma continental das regiões tropicais e subtropicais ao redor do globo (Carvalho & Compagno 1999; McEachran & Carvalho 2002). Para as águas do Atlântico Ocidental uma recente revisão do gênero subdividiu a ampla área entre Carolina do Norte (USA) e norte da Argentina, anteriormente atribuída a *N. brasiliensis*, entre as seguintes três espécies: *N. bancroftii*, ocorrendo da Carolina do Norte (USA) até o estado da Bahia (Brasil); *Narcine sp.*, entre o Suriname e o estado do Maranhão (Brasil), e *N. brasiliensis*, com distribuição restrita entre o estado do Espírito Santo (Brasil) e o norte da Argentina (Carvalho 1999; McEachran & Carvalho 2002). A revisão do gênero restringiu o conhecimento sobre a ecologia de *N. brasiliensis*, pois muitos dos estudos atribuídos à espécie foram realizados com base em espécimes coletados na América do Norte, tratando-se na verdade de *N. bancroftii* (Bigelow & Schroeder 1953; Rudloe 1989; Villavicencio-Garayzar 1993).

Narcine brasiliensis é uma raia de pequeno porte, medindo até 45 cm de comprimento total. A espécie habita regiões costeiras e é usualmente encontrada em águas quentes e rasas, podendo fazer incursões em profundidades de até 60 metros (Bigelow & Schroeder 1953; Figueiredo 1977; Carvalho & Compagno 1999). *Narcine brasiliensis* se alimenta prioritariamente de invertebrados bentônicos (Bornatowski *et al.* 2006) e possui adaptações mandibulares e dentais eficientes na captura de anelídeos poliquetos (Dean & Motta 2004), sendo esse um importante item de sua dieta (Amaral & Migotto 1980).

No sul do Brasil, *N. brasiliensis* ocorre sazonalmente durante o verão. A ocorrência da espécie está relacionada ao avanço da Água Tropical nessa estação (Vooren 1998), o que sugere que a distribuição espacial e temporal da espécie pode sofrer alterações sazonais relacionadas a variações das características oceanográficas na região. Entretanto, a utilização dessa região durante o ciclo de vida da espécie bem como o estado e os parâmetros reprodutivos característicos da população de *N. brasiliensis* que ocorre na costa do Rio Grande do Sul não são conhecidos. O conhecimento desses aspectos é de fundamental importância por fornecer informações fundamentais para eventuais medidas de manejo.

Assim, com os objetivos de compreender a relação entre a distribuição e abundância de *N. brasiliensis* e as variáveis oceanográficas na costa do Rio Grande do Sul, e conhecer a características reprodutivas da espécie na região durante o verão, foram analisados dados coletados durante levantamentos pesqueiros com rede de arrasto realizados na costa do Rio Grande do Sul nos anos de 1980 a 1984 e 2005.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaral, A. C. Z & A. E. Migotto (1980). "Importância dos anelídeos poliquetas na alimentação da macrofauna demersal e epibentônica da região de Ubatuba." Bol. Inst. Oceanogr., São Paulo, 29 (2): 31-35.
- Bigelow, H. B. & W. C. Schroeder (1953). Fishes of the Western North Atlantic Part Two. Sawfishes, Guitarfishes, Skates and Rays. Memoir Sears Found. Mar. Res. N°1. 588 p.
- Bornatowski, H., V. Abilhoa & M. O. Freitas (2006). "Feeding of *Narcine brasiliensis* at Ubatuba-Enseada bay, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brazil." Estudos Biológicos 28(62): 57-60.
- Carvalho, M. R. de (1999). A systematic revision of the electric ray genus *Narcine* Henle, 1984 (Chondrichthyes: Torpediniforme: Narcinidae) and the higher level phylogenetic relationship of the orther of elasmobranch fishes (Chondrichthyes). Tese de doutorado, University of New York City, USA.726 p.
- Carvalho, M. R. de & L. Compagno (1999). Batoid fishes *in*: K. E. Carpenter e Niem V. H (Eds) FAO species indentification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. FAO Identification guide for fishery purposes. Roma. Volume 3.
- Dean, M. N. & P. J. Motta (2004). "Anatomy and functional morphology of the feeding aparattus of the lesser electric ray *Narcine brasiliensis* (Elasmobranchii: Batoidea)." Journal of Morphology 262:462-483
- Figueiredo, J. L., Ed. (1977). Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. 1. Introdução. Cações, raias e quimeras. São Paulo, Museu de Zoologia Universidade de São Paulo. 104 p.
- McEachran, J. D. & M. R. de Carvalho (2002). Batoid fishes. *in*: K. E. Carpenter e Niem V. H (Eds) FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resourses of the Wester Central Atlantic. Rome. Vol 1.
- Rudloe, A. (1989). "Habitat preferences, movement, and reproductive seasonality of the lesser electric ray, *Narcine brasiliensis*." Northeast Gulf Science 10(2): 103-112.
- Villavicencio-Garayzar, C. (1993). "Observaciones sobre la biología reproductiva de *Narcine brasiliensis* (Olfers) (pises: Narcinidae), en Bahía Almejas, B.C.S México." Rev. Inv. Cient. 4(1): 95-99.

Vooren, C. M. (1998). Ambientes Costeiros e Marinhos e sua Biota- Elasmobrânquios demersais. p: 157-162 *in*: U. Seeliger, C. Odebrecht e J. P. Castello (Eds) Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil. Rio Grande RS, Ecoscientia.

CAPÍTULO 1

DISTRIBUIÇÃO E ABUNDÂNCIA DA RAIÁ ELÉTRICA *Narcine brasiliensis* (Olfers 1831) NA COSTA DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

1.1 INTRODUÇÃO

A relação entre a distribuição espacial de organismos e os fatores abióticos do meio é um fenômeno comum no ambiente marinho. Para diversos elasmobrânquios fatores como salinidade, temperatura e concentração de oxigênio podem fornecer explicações para a escolha de determinado corpo de água e conseqüentemente para os padrões de distribuição da espécie (Economakis & Lobel 1998; Lacy & Reale 1999; Montgomery & Walker 2001). Essa distribuição ligada aos fatores oceanográficos freqüentemente está relacionada a eventos específicos do ciclo de vida do animal. Para elasmobrânquios, as agregações alimentares e reprodutivas são alguns dos exemplos bem documentados (Rudloe 1989a; Colman 1997; Economakis & Lobel 1998; Castro & Rosa 2005; Vooren *et al.* 2005a; Yokota & Lessa 2006).

A distribuição e os padrões de migração de diversos elasmobrânquios costeiros do Rio Grande do Sul são bem conhecidos. Muitas espécies procuram as águas costeiras durante os meses mais quentes do ano, utilizando-as como áreas de berçário e cópula, retornando posteriormente para águas mais profundas (Lessa *et al.* 1986; Vooren & Klippel 2005a).

Padrões de distribuição relacionados a variações de fatores oceanográficos foram descritos para algumas espécies do gênero *Narcine*. Villavicencio-Garayzar (1993) cita a variação de temperatura como principal fator para a ocorrência sazonal de *N. entemedor* em uma baía rasa na costa do México. Rudloe (1989b) observou agregações de *N. bancroftii* em águas rasas durante o verão, seguida de migração para águas mais profundas com a chegada do inverno, e sugere que o período de permanência de *N. bancroftii* em águas rasas provavelmente é maior, para populações em latitudes mais baixas devido a menor variação térmica. Essa hipótese foi confirmada por Yokota & Lessa (2006) ao observar a ocorrência de *N. bancroftii* em águas rasas ao longo do ano em uma área de berçário de elasmobrânquios no nordeste do Brasil.

Narcine brasiliensis é comum nas regiões sudeste e sul do Brasil, ocorrendo em ambientes costeiro-estuarinos geralmente associada a fundos arenosos (McEachran & Carvalho 2002; Figueiredo 1977). Apesar de ocorrer em baixa abundância, a espécie é comum na costa do estado de São Paulo, ocorrendo em todas as estações do ano (Rossi-Wongtschowski & Paes 1993; Paiva-Filho *et al.* 1987). No estado do Paraná, *N. brasiliensis* também é encontrada com frequência de ocorrência semelhante para todas as estações do ano (Costa & Chaves 2006). Para a plataforma do Rio Grande do Sul, Vooren (1998) cita *N. brasiliensis* como uma espécie migrante de verão, com ocorrência relacionada à presença sazonal da Água Tropical na plataforma continental. Na década de 1970, a espécie ocorreu prioritariamente nas águas costeiras da região norte desse estado, com maior abundância registrada durante o período de outono (Vazzoler 1973).

A pesca de arrasto de fundo é intensa nas águas costeiras do Rio Grande do Sul (Miranda & Vooren 2003; Vooren *et al.* 2003). Por ser pouco seletiva, essa arte de pesca

captura grandes quantidades de raias como fauna acompanhante. Inicialmente, essas raias eram descartadas por não ter valor comercial na região. Entretanto, com a redução das capturas de peixes comercialmente importantes, grande parte dessas raias são agora aproveitadas (Haimovici & Habiaga 1982; Haimovici & Mendonça 1996; Miranda & Vooren 2003). *Narcine brasiliensis* é vulnerável a pesca de arrasto fundo, fazendo parte das espécies comumente descartadas (Haimovici & Mendonça 1996; Vooren *et al.* 2003). É de se esperar que a captura incidental de *N. brasiliensis* eleve a taxa de mortalidade da população, já que a sobrevivência de raias descartadas após a captura com o arrasto de fundo é baixa (Laptikhovsky 2004). A ausência de informações sobre a magnitude do descarte de *N. brasiliensis* dificulta a avaliação do impacto causado pela pesca sobre essa espécie (Haimovici & Habiaga 1982; Haimovici & Mendonça 1996; Miranda & Vooren 2003). A avaliação desse impacto torna-se ainda mais difícil devido à ausência de informações precisas sobre os padrões de movimentação e limites de ocorrência da espécie na região. Com base nisso, o presente trabalho tem como objetivo descrever os padrões de distribuição e abundância de *N. brasiliensis* na costa do Rio Grande do Sul bem como as relações desses padrões com as características oceanográficas da região.

1.2. MATERIAL E MÉTODOS

Em 1980-1984 foram realizados dez cruzeiros de levantamentos com rede de arrasto de fundo nas profundidades de 10 a 100 metros da plataforma continental do Rio Grande do Sul entre o farol de Solidão (30°42'S) e Chuí (33°54'S), (Tabela 1.1). Destes cruzeiros, três ocorreram no período de primavera (outubro-dezembro), dois no verão (janeiro-março), dois no outono (abril-junho) e três no inverno (julho-setembro). A pesca foi realizada com o N/Oc. "Atlântico Sul", um arrasteiro de popa de 36 m de comprimento, equipado com um motor principal de 850 HP. Foram utilizadas redes com relinga inferior de 50 a 54 m, brincos de 30 m e malhetas de 80 m. A malha no saco da rede variou de 75 a 90 mm entre nós opostos da malha esticada, entretanto em todos os cruzeiros foi utilizado um forro interno com malha de 40 mm entre nós opostos. A duração de cada lance foi de 60 minutos e a velocidade de arrasto de 5,4 km/h. As estações de pesca foram realizadas ao longo de oito transectos transversais perpendiculares à costa, respectivamente em frente aos faróis de Solidão, Mostardas, Conceição, Barra do Rio Grande, Sarita, Verga, Albardão e Chuí. Em cada transversal, foram realizadas de quatro a seis estações, dependendo da distância entre as isóbatas de 10 e 100 m e da disponibilidade de fundo adequado para o arrasto. Com o intuito de abranger toda a amplitude de profundidade, as estações foram dispostas de forma aproximadamente equidistantes, com distância de até 20 km entre si. Ao fim de cada lance de arrasto, a temperatura de fundo foi registrada com batitermógrafo ou termômetro de inversão. Em cada estação de pesca, os elasmobrânquios capturados foram

identificados (Bigelow & Schroeder 1948; Bigelow & Schroeder 1953; Figueiredo 1977; Compagno 1984) e o peso da captura de cada espécie foi registrado.

Também com o N/Oc. “Atlântico Sul” foi realizado no verão de 2005 um cruzeiro de levantamento com rede de arrasto de fundo entre as isóbatas de cinco e 20 metros entre Torres (29°24'S) e Chuí (33°54'S). Para esse cruzeiro, foi usada uma rede de arrasto de camarão com comprimento de rede 38,9 m, relinga inferior 20,5 m, malheta 10 m, brincos 25 m e malha variando, entre nós opostos, de 50 mm na porção anterior de rede até 22 mm no ensacador. A relinga inferior foi guarnecida de 1,3 kg/m de corrente de aço. Cada arrasto ocorreu por 30 minutos a uma velocidade média de 5,5 km/h. Ao fim de cada lance as medidas de salinidade e temperatura ao longo da coluna d'água foram tomadas com um aparelho de CTD Idronaut Oceanseven 316.

Nesse cruzeiro, a área de estudo foi dividida em 15 estratos mediante linhas perpendiculares à costa e equidistantes entre si. Em cada estrato foram posicionadas aleatoriamente estações de pesca, em número proporcional à área de superfície do estrato. Foram realizadas oito estações nas profundidades de 7-9 m e 54 estações em 10-20 m, totalizando 62 estações de arrasto (Figura 1.1).

De cada exemplar de *N. brasiliensis* foi registrado o sexo, comprimento total, largura de disco e peso total. Os pesos foram medidos em gramas e as medidas lineares em milímetros, esses dados foram coletados logo após a captura. Posteriormente os exemplares foram fixados em formol 4%.

A captura por unidade de esforço (CPUE) em kg/h de arrasto foi utilizada como índice da densidade populacional da espécie nas estações de pesca. Devido à variação do tamanho das redes usadas na amostragem, houve a necessidade de se padronizar o

esforço para cada estação (Gulland 1983). Para a padronização, o comprimento de relinga inferior mais freqüente durante os cruzeiros (51 m) foi dividido pelo comprimento de relinga inferior de rede de cada cruzeiro, esse fator de ponderação foi então multiplicado pela CPUE de cada estação de arrasto.

Os dez cruzeiros entre 1980 e 1984 amostraram as profundidades de 10 a 100 metros. Nesses cruzeiros em conjunto, *N. brasiliensis* ocorreu nas profundidades de 10 a 53 metros. Por essa razão, o estudo da distribuição espacial de *N. brasiliensis* foi baseado nos dados referentes a 286 estações de pesca entre 10 e 53 metros realizados nos anos de 1980-1984 e no cruzeiro em fevereiro de 2005 (Figura 1.1).

Weigert *et al.* (2005) informam que no Rio Grande do Sul a declividade da plataforma diminui e sua largura aumenta com o aumento da latitude. Esses autores demonstram ainda que, no verão, a salinidade e a temperatura das águas costeiras dessa área diminuem com o aumento da latitude. Devido a variação latitudinal desses fatores, a área de estudo foi, para fins da análise de dados, dividida em três, a saber: Torres-Solidão (Área Norte), Solidão-Rio Grande (Área Central) e Rio Grande Chuí (Área Sul) (Figura 1.1).

As comparações entre as médias da CPUE nas estações com ocorrência de *N. brasiliensis* foram feitas com o teste de Mann-Whitney (STATSOFT 1995). Para comparação das freqüências de ocorrência foram usados o Teste Exato de Fisher (STATSOFT 1995) e Chi-quadrado (Zar 1984). O nível de significância usado foi 0,05.

1.3. RESULTADOS

1.3.1. Variação espacial e temporal da densidade populacional e da frequência de ocorrência

Em todas as estações do ano, a densidade populacional e a frequência de ocorrência de *N. brasiliensis* diminuíram de norte para sul, com valores de CPUE média e frequência de ocorrência de até 24,66 kg/h e 38% na Área Norte, e de 2,40 kg/h e 44% na Área Central. De uma forma geral, houve uma redução de CPUE de uma ordem de magnitude entre as Áreas Norte e Central e de duas ordens de magnitude entre as Áreas Central e Sul. Na Área Sul, a espécie ocorreu esporadicamente e com baixa densidade, com valores de CPUE média de até 0,02 kg/h e frequência de ocorrência de até 6% (Tabela 1.2). As diferenças entre as CPUE das três áreas foram significativas, assim como a diferença entre as frequências de ocorrência entre as Áreas Central e Sul (Tabela 1.3).

Na Área Central, a espécie ocorreu em todas as estações do ano, com densidade e frequência de ocorrência máximas entre o verão e outono, e mínimas entre o inverno e primavera (Tabela 1.2). Nos dados agrupados para as profundidades de 10 a 53 metros, a CPUE média e frequência de ocorrência na nessa área variaram entre 2,40 kg/h e 44% no verão-outono, e 0,10 kg/h e 11% no inverno-primavera. As diferenças, tanto de CPUE como de frequência de ocorrência entre os dois períodos, foram significativas (Tabela 1.3). Considerando-se somente as profundidades de 10 a 20 metros, amostradas em todos os cruzeiros de 1980 a 2005, a CPUE média e a frequência de ocorrência na Área Central

variaram entre 4,61 kg/h e 75% no verão-outono, e 0,10 kg/h e 10% no inverno-primavera, havendo diferença significativa entre as CPUE e entre as frequências de ocorrência dos dois períodos (Tabelas 1.3 e 1.4). Na Área Sul, a espécie estava ausente na primavera e ocorreu com densidade de 0,02 kg/h e frequência de ocorrência de 4-6% no verão-outono (Tabela 1.2). Capturas realizadas na Área Sul durante o verão-outono ocorreram em profundidades de 10 a 22 metros, próximas ao limite norte da área, o que é indício de que, nessa área nos meses de verão, a espécie também se concentra em águas costeiras rasas.

Com base nessas observações, conclui-se que as ocorrências em 1980-1984 e 2005 referem-se, principalmente, às Áreas Norte e Central. Devido ao maior volume de dados referentes à distribuição de *N. brasiliensis* na Área Central somente dados referentes a essa área são analisados a seguir com relação à variação sazonal e batimétrica da densidade e de frequência de ocorrência relacionadas a essas variáveis.

Narcine brasiliensis ocorreu entre 10 e 53 metros de profundidade. Entretanto somente entre as profundidades menores de 20 metros a espécie esteve presente em todas as estações do ano. A variação sazonal de densidade e de frequência de ocorrência na área de estudo como um todo (Tabela 1.5), resultou em uma variação sazonal semelhante desses parâmetros nas profundidades de 10 a 20 metros, com valores máximos de CPUE e frequência de ocorrência no verão-outono e mínimos no inverno-primavera. Capturas em profundidades maiores que 40 metros ocorreram somente no inverno. Nessa estação, não houve diferença significativa entre as frequências de ocorrência de *N. brasiliensis* entre 10 e 20 e 41 a 53 metros (Tabelas 1.3 e 1.5).

A variação temporal da CPUE e da frequência de ocorrência na Área Central no verão é indício de uma redução da CPUE ao longo dos anos. Apesar dos valores semelhantes de CPUE da década de 80 (dados de 1981 e 1982 agrupados) e a CPUE de 2005 (provavelmente devido a uma maior eficiência da rede camaroneira), a redução na frequência de ocorrência da ordem de 67% entre os dois períodos foi significativa. Não houve diferença significativa entre as temperaturas entre os dois períodos (Tabelas 1.2 e 1.3).

1.3.2. Distribuição com relação a temperatura e salinidade

Capturas de *N. brasiliensis* ocorreram em temperaturas de fundo entre 16 e 25 °C. A espécie ocorreu preferencialmente entre as temperaturas de 20 e 25 °C, com CPUE média de 3,5 kg/h e frequência de ocorrência de 23%. Esses valores de densidade e frequência de ocorrência foram significativamente maiores que em 16 a 19,9 °C onde a CPUE média foi de 0,2 kg/h e a frequência de ocorrência de 11% (Figura 1.4, Tabela 1.3).

No verão de 2005, tanto a Área Norte como a Central e a Sul apresentaram temperaturas de fundo médias superiores a 20 °C entre 10 e 20 metros (Figura 1.5). Nesse período, a salinidade de fundo diminuiu de norte para sul, com valores médios de 36,2 UPS na Área Norte e 35,8 e 33,6 UPS na Área Central e Sul respectivamente (Figura 1.6). O gradiente de densidade e frequência de ocorrência de *N. brasiliensis* na costa do Rio Grande do Sul no verão de 2005 esteve relacionado à variação de salinidade nas três áreas, com maiores valores de CPUE e frequência de ocorrência relacionados às

salinidades mais altas (Figura 1.2, 1.7 e Tabela 1.2). Esse mesmo padrão, com maior densidade e frequência de ocorrência na Área Central e ocorrência esporádica ou ausência da espécie na Área Sul ocorreu em todas as estações do ano (Tabela 1.2).

Nas Áreas Central e Sul, temperaturas de fundo maiores que 20 °C ocorreram somente no verão e no outono (Tabela 1.6), coincidindo com os picos sazonais de abundância de *N. brasiliensis* nas profundidades de 10-20 metros. No inverno, a temperatura de fundo da Área Central aumentou com a profundidade, com temperaturas maiores que 18 °C ocorrendo somente entre 41 e 53 metros. Essas temperaturas mais altas coincidem com as únicas ocorrências de *N. brasiliensis* nessas profundidades na área Central (Tabelas 1.5 e 1.6).

1.4. DISCUSSÃO

1.4.1. Fontes de erro

A reação dos animais marinhos à arte de pesca está entre os fatores que definem a seletividade desta, sendo essa uma possível fonte de erros de amostragem (Hayes 1993). No presente estudo, as redes utilizadas nas coletas da década de 1980 e em 2005 diferiram quanto ao tamanho e forma da rede, tamanho da malha, abertura de boca e abertura vertical. Redes de arrasto de fundo são eficientes na coleta das espécies de *Narcine* (Rudloe 1989a; Rudloe 1989b; Dean *et al.* 2005). O tamanho corporal de *N. brasiliensis*, mesmo quando neonato (Bigelow & Schroeder 1953), não permitiu o escape de indivíduos através de nenhuma das malhas utilizadas no presente estudo. Assim, possíveis variações de abundância entre cruzeiros não estão relacionadas com diferenças de tamanho de malha. Para o arrasto de fundo, o comprimento da relinga inferior determinou o tamanho da área varrida. Variações relacionadas ao tamanho de boca das redes de arrasto usualmente podem ser corrigidas de forma quantitativa (Gulland 1983). Assim, a padronização da CPUE de cada lance pelo comprimento da relinga inferior de rede permitiu a comparação entre os dados da década de 1980. Haimovici *et al.* (1996) citaram a abertura vertical da rede como um fator que influencia o poder de pesca em amostragens de peixes com hábitos de nadar para cima quando ameaçados. Entretanto, a natação das raias demersais é predominantemente horizontal e próxima ao fundo (Dean *et al.* 2005), o que torna improvável que a variação da abertura vertical das redes usadas na

década de 80 e em 2005 tenha influenciado, por si só, na magnitude da captura de *N. brasiliensis*.

Para determinar a abundância de neonatos de algumas espécies de Rajidae nas águas costeiras do Rio Grande do Sul foi utilizada, no cruzeiro de 2005, uma rede de arrasto de camarão. Por exercer um maior contato entre a relinga inferior e o fundo em comparação a redes de arrasto para peixes (utilizadas nas amostragens da década de 1980), e assim desalojar de forma mais eficiente peixes e invertebrados enterrados na camada superficial do substrato, essa rede foi mais eficiente na captura de pequenos juvenis de rajideos do que a rede usada na década de 1980 (Vooren *et al.* 2005b). Assim como em rajideos, é comum que raias do gênero *Narcine* permaneçam parcialmente enterradas no substrato por longos períodos do dia (Bigelow & Schroeder 1953; Rudloe 1989a; Oddone & Vooren 2004). Por ser mais eficiente na captura de indivíduos que permanecem parcialmente enterrados, é provável que a rede para camarão tenha sido mais eficiente na captura de *N. brasiliensis*, resultando assim em maiores valores de CPUE.

1.4.2. Distribuição e abundância

O conhecimento dos processos oceanográficos entre as latitudes 23-55° Sul é de fundamental importância para a compreensão dos processos biológicos que ocorrem nessa área (Odebrecht & Castello 2001). As propriedades termohalinas das águas que banham a costa do Rio Grande do Sul variam entre as estações do ano, principalmente devido a influência sazonal de diferentes massas de água e aporte de águas continentais

oriundas da Lagoa dos Patos (Calliari 1998). Em fevereiro de 2005, as águas costeiras do Rio Grande do Sul, entre 10 e 20 metros, apresentaram três áreas latitudinalmente divididas, com padrões termohalinos marcadamente diferentes. Essas foram: Área Norte, que esteve sobre influência da Água Tropical (AT), vinda de Norte e caracterizada por temperaturas acima de 20°C e salinidade acima de 36 UPS; Área Sul, com predominância da Água Costeira (AC) caracterizada pela elevada temperatura (entre 23 e 24 °C) e baixa salinidade (33,6 e 34,4 UPS); e Área Central, que se caracterizou como uma área de transição onde ocorreu a mistura dessas duas massas de água (Weigert *et al.* 2005).

Em fevereiro de 2005, as temperaturas médias nas três áreas estudadas estiveram dentro da amplitude de preferência de *N. brasiliensis* (>20 °C), entretanto houve uma marcada diferença de densidade da espécie entre as áreas. Essa variação de densidade esteve relacionada às características de salinidade das massas de água predominantes em cada área durante o verão de 2005. A alta densidade *N. brasiliensis* na Área Norte esteve associada aos valores de salinidade mais elevados e mais constantes ocorridos nessa Área em decorrência da influência prioritária da Água Tropical. A característica transicional, com maior amplitude de salinidade, decorrente da mistura da Água Tropical e Água Costeira, resultou em uma densidade específica intermediária na Área Central. A Área Sul bem como as águas costeiras do Uruguai sofrem influência do aporte das águas continentais descarregadas pela Lagoa dos Patos e pelo Rio da Prata (Odebrecht & Castello 2001). A baixa salinidade daí decorrente determinou a baixa densidade e frequência de ocorrência da espécie na Área Sul. A ocorrência esporádica de *N. brasiliensis* no norte da Argentina, limite sul de distribuição da espécie, não é satisfatoriamente explicada apenas pela variação de temperatura (Menni & Stehmann

2000), assim é provável que a baixa abundância da espécie na região esteja, também, relacionada a esse fenômeno. A relação entre padrão de distribuição e salinidade foi descrita para diversas espécies de elasmobrânquios (Hopkins & Cech 2003). Para *N. entemedor* essa relação foi observada na costa do México, onde agregações reprodutivas ocorrem em uma baía em que a salinidade é superior às águas oceânicas adjacentes (Villavicencio-Garayzar 1995).

As espécies do gênero *Narcine* ocorrem em águas rasas de regiões tropicais e temperadas quentes ao redor do mundo (Bigelow & Schroeder 1953; Carvalho & Randall 2003). No golfo do México, Rudloe (1989b) observou a preferência de *N. bancroftii* por áreas próximas à zona de arrebentação durante o verão. Para o nordeste do Brasil, Yokota & Lessa (2006) afirmam que juvenis dessa mesma espécie podem ser encontrados ao longo de todo o ano em profundidades menores de três metros. Na costa do Rio Grande do Sul, observou-se que *N. brasiliensis* ocorreu em profundidades a partir de 12 metros, entretanto as características operacionais da embarcação limitaram a amostragem às profundidades maiores que sete metros. Estudos referentes a pesca esportiva no norte do estado (Lewis *et al.* 1999) e a pesca costeira (Chao *et al.* 1982) indicam que *N. brasiliensis* ocorre em profundidades a partir de quatro metros nos meses de verão e outono.

Na costa do Rio Grande do Sul *N. brasiliensis* ocorreu em todas as estações do ano entre as profundidades de 10 e 20 metros. A variação de densidade da espécie no Rio Grande do Sul, com densidade e frequência de ocorrência mínimas durante o período de inverno-primavera e máxima no verão-outono, indica que a maior parte da população realiza um deslocamento sazonal acompanhando as águas quentes vindas de norte, como

afirmou Vooren (1998). No período de outono-inverno, em que o aporte de águas decorrente da Lagoa dos Patos é maior (Odebrecht & Castello 2001), é provável que essa parcela da população se desloque novamente para o norte, onde a influência da Água Continental é menor.

Embora tenha ocorrido em baixa densidade, a captura consistente de indivíduos na Área Central no período de inverno-primavera indica que uma pequena parcela da população permanece na região ao longo do ano, se dispersando entre as profundidades de 10 a 53 metros. A maior amplitude de distribuição batimétrica da espécie no inverno pode estar relacionada as maiores temperaturas de fundo encontradas, nessa estação em águas mais profundas, já que essas águas apresentam menor amplitude térmica entre estações (Haimovici *et al.* 1996). A dispersão da espécie para águas mais profundas pode estar também relacionada ao deslocamento do gradiente de salinidade decorrente do maior aporte de Água Continental na região, bem como o a menor influência de frentes polares em maiores profundidades. Assim, águas mais profundas podem proporcionar um ambiente de maior estabilidade para a parcela da população que permanece na região durante o inverno.

Na amostragem realizada durante o verão de 2005, 49% da captura total, em número de indivíduos de *N. brasiliensis*, foi obtida em uma única estação de pesca, e as duas maiores capturas em conjunto representaram um total de 75% do número total de indivíduos capturados. Rudloe (1989b) constatou a ocorrência de áreas localizadas e bem delimitadas, em que a densidade de *N. bancroftii* foi sistematicamente elevada. A ocorrência de áreas de alta densidade de *N. brasiliensis* na costa do Rio Grande do Sul é indicio de que a espécie também ocorre preferencialmente em locais específicos dentro

de sua área de distribuição. Assim como *N. bancroftii*, *N. brasiliensis* se alimenta basicamente de poliquetos que permanecem enterrados no substrato (Bigelow & Schroeder 1953; Bornatowski *et al.* 2006). A ocorrência de áreas de alta densidade de *N. brasiliensis* na costa do Rio Grande do Sul está relacionada à ocorrência de “manchas” de elevada densidade de poliquetos. Isso é evidenciado pela grande ocorrência desses anelídeos no conteúdo estomacal dos indivíduos capturados durante o verão de 2005.

1.4.3. Variações interanuais de abundância

A comparação entre os dados de CPUE coletados na década de 1980 e 2005 deve ser interpretada com cautela, visto que há evidências de que a rede camaroneira, usada em 2005, é mais efetiva na captura de raias quando comparada às redes para pesca de peixe usadas nas amostragens da década de 1980 (Haimovici & Mendonça 1996). Devido a maior eficiência da rede camaroneira os valores de CPUE de *N. brasiliensis* nos locais onde a espécie ocorreu na década de 1980 e 2005 foram semelhantes. Entretanto a redução de 67% da frequência de ocorrência (Tabela 1.2) indicou que a espécie foi significativamente menos abundante na costa do Rio Grande do Sul no verão de 2005. A abundância de *N. brasiliensis* no limite sul de sua distribuição está relacionada à influência sazonal das massas de água na região. Assim, as flutuações na abundância da espécie podem estar relacionadas a variações interanuais dos fatores oceanográficos na região. Durante as amostragens de verão da década de 1980 e 2005, as temperaturas de fundo médias estiveram dentro da amplitude de preferência da espécie (≤ 20 °C), não havendo diferença significativa entre as temperaturas médias nos dois períodos. Isso

sugere que a Área Central esteve sob influência de uma massa de água com as mesmas características nos verões de 1981-82 e 2005. Isso indica ser pouco provável que a redução de abundância observada ao longo do tempo na região esteja relacionada a variações de fatores oceanográficos.

Durante a amostragem de 2005, foi observado um grande número de barcos de arrasto de camarão (até 19 barcos em uma só localidade) atuando na Área Central. Essa pesca atua essencialmente sobre a área de distribuição de *N. brasiliensis*, onde essa raia é capturada como fauna acompanhante (Miranda & Vooren 2003; Vooren *et al.* 2003). Assim, a redução de abundância observada em 2005, pode ser um fenômeno local na Área Central, causado pelo grande esforço de pesca observado na região durante o período de amostragem. Entretanto, nos últimos 30 anos, a pesca causou grandes declínios nas populações de elasmobrânquios demersais no sul do Brasil. Nesse período a pesca de arrasto entre o Cabo de Santa Marta (28°S) e o Chuí (34°S) foi intensa (Miranda & Vooren 2003; Vooren & Klippel 2005c). A pressão pesqueira atua sobre uma grande área de distribuição de *N. brasiliensis*, o que sugere que a redução de abundância da espécie na Área Central não é um fato isolado e provavelmente está refletindo o declínio populacional da espécie em decorrência da sobrepesca.

A pesca é o principal fator de ameaça aos elasmobrânquios na plataforma Sul do Brasil (Vooren & Klippel 2005d). A captura incidental de espécies sem interesse comercial gera preocupações, já que, em geral, a redução de abundância dessas espécies a níveis em que a pesca não é economicamente viável não é acompanhada de uma redução no esforço pesqueiro sobre suas populações. Isso pode levar as populações a níveis críticos de abundância e/ou extinção local. Esse fenômeno é especialmente preocupante

para elasmobrânquios devido a sua baixa fecundidade (Walker 2004). O declínio populacional de *N. brasiliensis* observado entre a década de 1980 e 2005 seguiu o padrão de declínio observado em populações de outros elasmobrânquios demersais impactados pela pesca no Rio Grande do Sul, e fornece indícios de a população de *N. brasiliensis* que ocorre na costa do Rio Grande do Sul está sofrendo uma pressão pesqueira superior ao seu rendimento máximo sustentável.

1.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bigelow, H. B. & W. C. Schroeder (1948). Fishes of the Western North Atlantic Part One. Sharks. Memoir Sears Found. Mar. Res. N°1. 546 p.

Bigelow, H. B. & W. C. Schroeder (1953). Fishes of the Western North Atlantic Part Two. Sawfishes, Guitarfishes, Skates and Rays. Memoir Sears Found. Mar. Res. N°1. 588 p.

Calliari, L. J. (1998). Ambientes Costeiros e Marinhos e sua Biota- Características Geomorfológicas. P: 101-104 *in*: U. Seeliger, C. Odebrecht e J. P. Castello (Eds), Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil. Rio Grande RS, Ecoscientia.

Carvalho, M. R. de & J. E. Randall (2003). "Numbfishes from the Arabian Sea and surrounding gulfs, with description of a new species from Oman (Chondrichthyes: Torpediniformes: Narcinidae)." *Ichthyological Research* 50: 59-66.

Castro, A. L. F. & R. S. Rosa (2005). "Use of natural marks on population estimates of the nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*, at Atol da Rocas Reserve, Brazil." *Environmental Biology of Fishes* 72: 213-221.

Chao, L. N., L. E. Pereira, J. P. Vieira, M. A. Benvenuti & L. P. R. Cunha (1982). "Relação preliminar dos peixes estuarinos e marinhos da Lagoa dos Patos e região costeira adjacente, Rio Grande do Sul, Brasil." *Atlântica* 5: 67-75.

Colman, J. G. (1997). "A review of the biology and ecology of the whale shark". *Journal of Fish Biology* 51: 1219–1234.

Compagno, L. (1984). *FAO Species Catalogue, Vol. 4. Sharks of the World. An annotated and illustrated catalogue of shark species know to date.* FAO Fisheries Synopsis, v 125, p 250-655.

Costa, L & P. T. C. Chaves (2006) "Elasmobrânquios capturados pela pesca artesanal na costa sul do Paraná e norte de Santa Catarina, Brasil." *Biota Neotropica* 6 (3)-bn02706032006

Dean, M. N., T. E. Nietfield & D. S. Conklin (2005). "Husbandry notes on the lesser electric ray". *North America Journal of Aquiculture* 67(58): 58-65.

Economakis, A. E. & P. S. Lobel (1998). "Aggregation behavior of the grey reef shark, *Carcharhinus amblyrhynchos* at Johnston Atoll, Central Pacific Ocean." *Environmental Biology of Fishes* 51: 129-139.

Figueiredo, J. L., Ed. (1977). Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. 1. Introdução. Cações, raias e quimeras. São Paulo, Museu de Zoologia Universidade de São Paulo. 104 p.

Gulland, J. A. (1983). Fish stock assessment: A manual of basic methods. FAO/ Wiley series on food and agriculture. John & sons.; v. 1, 223 p.

Haimovici, M. & R. P. Habiaga (1982). "Rejeição a bordo na pesca de arrasto de fundo no litoral do Rio Grande do Sul num cruzeiro de primavera." Documentos técnicos em Oceanografia, FURG 2: 1-14.

Haimovici, M., A. S. Martins & P. C. Vieira (1996). "Distribuição e abundância de peixes teleósteos demersais sobre a plataforma continental do sul do Brasil." Revista Brasileira de Biologia 56(1): 27-50.

Haimovici, M. & J. T. Mendonça (1996). "Descartes da fauna acompanhante na pesca de arrasto de tangones dirigida a linguados e camarões na plataforma continental do sul do Brasil." Atlântica 18: 161-177.

Hayes, M. L. (1993). Active fish capture methods. p: 123-146 in: L. A. Nielsen e D. L. Johnson (Eds). Fisheries Techniques. Bethesda, Maryland. Conoco, Inc.

Hopkins, T. E. & J. J. Cech (2003). "The influence of environmental variables on the distribution and abundance of three elasmobranchs in Tomales Bay, California." Environmental Biology of Fishes 66: 279-291.

Lacy, E. R. & E. Reale (1999). Urinary System. p: 353-397 in: W. C. Hamlett (Ed). Sharks, Skates and Rays. The biology of elasmobranch fishes. Baltimore, The John Hopkins University Press.

Laptikhovskiy, V. V. (2004). "Survival rates for rays discarded by the bottom trawl squid fishery off the Falkland Islands." Fish. Bull. 102: 757-759.

Lessa, R., C. M. Vooren & J. Lahaye (1986). "Desenvolvimento e ciclo sexual das fêmeas, migrações e fecundidade da viola *Rhinobatos horkelii* (Muller & Henle, 1841) do sul do Brasil." Atlântica 8: 5-34.

Lewis, D. de S., A. S. Braun & N. F. Fontoura (1999). "Relative seasonal fish abundance caught by recreational fishery on Cidreira Pier, Southern Brasil." J. Appl. Ichthyol. 15: 149-151.

McEachran, J. D. & M. R. de Carvalho (2002). Batoid fishes. in: K. E. Carpenter e Niem V. H (Eds) FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Rome. Vol 1.

Menni, R. C. & M. F. W. Stehmann (2000). "Distribution, environment and biology of batoid fishes off Argentina, Uruguay and Brazil. A review." *Rev. Mus. Argentino Cienc. Nat.*, n.s. 2(1): 69-109.

Miranda, L. V. de & C. M. Vooren (2003). "Captura e esforço de pesca de elasmobrânquios demersais no sul do Brasil nos anos de 1975 a 1997." *Frente Marítimo* 19(B): 217-231.

Montgomery, J. C. & M. M. Walker (2001). "Orientation and navigation in elasmobranchs: which way forward?" *Environmental Biology of Fishes* 60: 109-116.

Oddone, M. C. & C. M. Vooren (2004). "Distribution, abundance and morphometry of *Atlantoraja cyclophora* (Regan, 1903) (Elasmobranchii: Rajidae) in southern Brazil, Southwestern Atlantic." *Neotropical Ichthyology* 2(3): 137-144.

Odebrecht, C. & J. P. Castello (2001). "The convergence ecosystem in Southwest Atlantic." *Costa Marine Ecosystems of Latin America* 144: 147-165.

Paiva-Filho, A. M; Giannini, R; F. B. Ribeiro-Neto e J. M. M. Schmiegelow (1987) "Ictiofauna do complexo baía-estuário de Santos São Vicente, SP, Brasil." *Inst. Oceanogr. USP* 17: 1-10

Rudloe, A. (1989a). "Captive maintenance of the lesser electric ray, with observations of feeding behavior." *The Progressive Fish-Culturist* 51: 37-41.

Rudloe, A. (1989b). "Habitat preferences, movement, and reproductive seasonality of the lesser electric ray, *Narcine brasiliensis*." *Northeast Gulf Science* 10(2): 103-112.

Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. & E. T. Paes (1993) "Padrões espaciais e temporais da comunidade de peixes demersais do litoral norte do estado de São Paulo- Ubatuba, Brasil" *Inst. Oceanogr. USP* (10): 169-188

STATSOFT (1995). *Statistica for Windows*. Tulsa, USA.

Villavicencio-Garayzar, C. (1993). "Observaciones sobre la biología reproductiva de *Narcine brasiliensis* (Olfers) (pises: Narcinidae), en Bahía Almejas, B.C.S México." *Rev. Inv. Cient.* 4(1): 95-99.

Villavicencio-Garayzar, C. (1995). "Distribución temporal y condición reproductiva de las rayas (Pises: Batoideo) capturadas comercialmente en Bahía Almejas, B.C.S., México." *Rev. Inv. Cient. Ser. Cienc. Mar. UABCS* 6(1-2): 1-12.

Vazzoler, G. (1973), "Relatório sobre a segunda pesquisa oceanográfica e pesqueira do Atlântico Sul entre Torres e Maldonado (Lat 29°S-35°S)." *Publ. Esp. Inst. Oceanogr.* N° 2. São Paulo

Vooren, C. M. (1998). Ambientes Costeiros e Marinhos e sua Biota- Elasmobrânquios demersais. p: 157-162 *in*: U. Seeliger, C. Odebrecht e J. P. Castello (Eds) Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil. Rio Grande RS, Ecoscientia.

Vooren, C. M., R. P. Lessa & S. Klippel (2005a). Biologia e status de conservação da viola *Rhinobatos horkelii*. p: 33-56 *in*: C. M. Vooren e S. Klippel (Eds) Ações para a conservação de tubarões e raias no sul do Brasil. Porto Alegre- RS, Igaré.

Vooren, C. M., S. Klippel, A. F. Lamónaca & A. B. Galina (2005b). A plataforma Sul e os métodos de trabalho. p: 13-22 *in*: C. M. Vooren e S. Klippel (Eds) Ações para a conservação de tubarões e raias no sul do Brasil. Porto Alegre- RS, Igaré.

Vooren, C. M., S. Klippel & A. B. Galina (2005c). Os elasmobrânquios das águas costeiras da Plataforma Sul. p: 113-120 *in*: C. M. Vooren e S. Klippel (Eds) Ações para a conservação de tubarões e raias no sul do Brasil. Porto Alegre- RS, Igaré.

Vooren, C. M. & S. Klippel (2005d). Diretrizes para a conservação de espécies ameaçadas de elasmobrânquios. p: 213-228 *in*: C. M. Vooren e S. Klippel (Eds) Ações para a conservação de tubarões e raias no sul do Brasil. Porto Alegre- RS, Igaré.

Vooren, C. M., L. C. Naves & A. F. L. Romay (2003). Guia para a identificação de tubarões e raias em desembarques da pesca no Rio Grande do Sul. Documentos técnicos em Oceanografia. Rio Grande. 12: 54.

Walker, I. (2004). Management measures. p: 285-322 *in* J. A. Musick e R. Bonfil (Eds) Elasmobranch Fisheries Management Techniques.. Singapore, IUCN.

Weigert, S. C., S. Klippel, L. S. P. Madureira & C. M. Vooren (2005). As águas costeiras da Plataforma Sul como ambiente físico. p: 23-32 *in*: C. M. Vooren e S. Klippel (Eds) Ações para a conservação de tubarões e raias no sul do Brasil. Porto Alegre- RS, Igaré.

Yokota, L. & R. P. Lessa (2006). "A nursery area for sharks and rays in Northeastern Brazil." *Environmental Biology of Fishes* 75: 349-360.

Zar, J. H. (1984). *Biostatistical Analysis*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall.

1.6. TABELAS

Tabela 1.1; Cruzeiros de levantamento da fauna de peixes demersais na plataforma do Rio Grande do Sul. N= Numero de estações de arrasto nas profundidades de 10-53m.

Cruzeiro	Data Inicio	Data Fim	N	Limite Norte	Limite Sul
7/80	23/09/80	8/10/1980	27	29°51'S	34°00'S
10/80	20/11/80	26/11/1980	10	31°37'S	32°50'S
2/81	23/04/81	11/5/1981	26	30°57'S	34°02'S
1/81	20/02/81	25/2/1981	17	31°55'S	34°05'S
8,9/81	10/09/81	2/10/1981	26	30°38'S	34°04'S
1/82	14/01/82	22/1/1982	25	30°43'S	34°03'S
4/83	16/04/83	26/4/1983	25	30°42'S	34°11'S
9,10/83	09/08/83	29/8/1983	30	30°44'S	34°00'S
13/83	08/11/83	19/11/1983	24	30°40'S	33°15'S
5/84	09/11/84	17/11/1984	18	31°06'S	34°09'S

Tabela 1.2; Número de lances (N), CPUE média (kg/h) padronizado para relinga inferior de 51m e frequência de ocorrência (FO %) de *Narcine brasiliensis* em profundidades de 10 a 53 m durante cruzeiros ocorridos em 1980-2005 no Rio Grande do Sul. Dados do verão de 2005 referentes ao estrato de 10-20 m de profundidade, o valor entre parênteses representa a CPUE dos lances com ocorrência da espécie, usada para os cálculos estatísticos. N= Numero de estações de arrasto

Estação	Cruzeiro	Área Norte			Área Central			Área Sul		
		N	CPUE	FO%	N	CPUE	FO%	N	CPUE	FO%
Primavera	1980	0	-	-	5	1,40 (7,00)	20	5	0	0
	1983	0	-	-	18	0,12 (1,09)	11	6	0	0
	1984	0	-	-	4	0,10 (0,40)	25	14	0	0
	Total	0	-	-	27	0,35 (2,40)	15	25	0	0
Verão	1981	0	-	-	2	3,50 (7,00)	50	15	0,03 (0,43)	7
	1982	0	-	-	8	2,20 (3,49)	63	17	0,02 (0,33)	6
	2005	13	24,66 (64,89)	38	30	1,26 (6,30)	20	15	0	0
	Total	13	24,66 (64,89)	38	40	1,60 (5,19)	30	47	0,02 (0,38)	4
Outono	1981	0	-	-	10	0,60 (2,00)	30	16	0,01 (0,17)	6
	1983	0	-	-	8	4,40 (7,10)	62	17	0,04 (0,67)	6
	Total	0	-	-	18	2,40 (5,19)	44	33	0,02 (0,27)	6
Inverno	1980	0	-	-	10	0,10 (0,50)	20	17	0	0
	1981	0	-	-	13	0,10 (1,25)	8	13	0,03 (0,38)	8
	1983	0	-	-	16	0,10 (1,67)	6	14	0	0
	Total	0	-	-	39	0,10 (0,98)	11	44	0,01 (0,38)	2

Tabela 1.3; Análise estatística das comparações dos dados de temperatura, CPUE (kg/h) e frequência de ocorrência (FO) de *Narcine brasiliensis* coletadas nas águas costeiras do Rio Grande do Sul em cruzeiros realizados em 1980-1984 e 2005.

Comparação	Teste	Parâmetro	Probabilidade
CPUE (kg/h)			
Áreas Norte e Central (em 10-20 metros, Fevereiro 2005)	Mann-Whitney (U test)	U=3	p=0,03
Áreas Central e Sul (em 10-53m, em 1980-1984 e 2005)	Mann-Whitney (U test)	U=12	p=0,00
10-20 e 21-53m (Central e Sul, 1980-1984)	Mann-Whitney (U test)	U=23	p=0,03
21-30 e 31-53m (Central e Sul, 1980-1984)	Mann-Whitney (U test)	U=1,5	p=0,13
10-20 e 21-53m (Área Central, em 1980-1984 e 2005)	Mann-Whitney (U test)	U=29,5	p=0,22
Verão-outono e Inverno-primavera (Área Central, em 10-53m)	Mann-Whitney (U test)	U=29,5	p=0,02
Verão-outono e Inverno-primavera (Área Central, em 10-20 m)	Mann-Whitney (U test)	U=12	p=0,01
16,0-19,9 e 20,0-25,0 °C	Mann-Whitney (U test)	U=70	p=0,05
Frequência de Ocorrência			
16,0-19,9 e 20,0-25,0 °C	Chi-quadrado	X ² =10,3	p< 0,05
10-20 e 21-40m (Solidão e Chuí em 1980-1984 e 2005)	Chi-quadrado	X ² =0,59	p>0,05
Verão-outono e Inverno-primavera (Área Central, em 10-53 m)	Chi-quadrado	X ² =7,02	p< 0,05
Verão-outono e Inverno-primavera (Área Central, em 10-20 m)	Chi-quadrado	X ² =3,96	p< 0,05
Áreas Norte e Central (em 10-20 metros, Fevereiro 2005)	Teste exato de Fisher	-	p=0,26
Áreas Norte e Central (em 10-53 metros, 1980-1984 e 2005)	Teste exato de Fisher	-	p=0,73
Áreas Central e Sul (10-53 metros, outono)	Teste exato de Fisher	-	p=0,00
10-20 e 21-30m (Área Central em 1980-1984 e 2005)	Teste exato de Fisher	-	p=0,67
10-30 e 31-40m (Área Central em 1980-1984 e 2005)	Teste exato de Fisher	-	p=0,67
10-20 e 41-53 m (Área Central, inverno)	Teste exato de Fisher	-	p=1,00
Década de 80 e 2005 (verão, Área Central)	Teste exato de Fisher	-	p=0,00
Temperaturas na Área Central na década de 1980 e 2005	Teste-t	t=-1,81	p=0,09

Tabela 1.4; Número de lances (N), CPUE média padronizada para relinga inferior de 51 m e frequência de ocorrência (FO %) de *Narcine brasiliensis* em profundidades de 10 a 20 metros, entre Solidão e Rio Grande, durante cruzeiros realizados em 1980-2005. O valor entre parênteses representa a CPUE dos lances com ocorrência da espécie, usada para os cálculos estatísticos.

Estação	Ano	N	CPUE	FO%
Primavera	1980	3	2,33 (7,06)	33
	1983	13	0,16 (1,07)	15
	1984	2	0,10 (0,20)	50
	Total	18	0,51 (8,18)	22
Verão	1981	2	3,50 (7,00)	50
	1982	5	1,54 (1,54)	100
	2005	30	1,26 (6,30)	20
	Total	37	1,69 (4,38)	32
Outono	1981	5	1,14 (1,90)	60
	1983	3	10,38 (10,38)	100
	Total	8	4,61 (6,14)	75
Inverno	1980	5	0,08 (0,40)	20
	1981	4	0	0
	1983	10	0,15 (1,50)	10
	Total	19	0,10 (0,95)	10

Tabela 1.5; Médias da CPUE padronizada, em kg/h e frequência de ocorrência (FO) em porcentagem (%) de *Narcine brasiliensis*, na plataforma do Rio Grande do Sul entre Solidão e Rio Grande nos cruzeiros realizados em 1980-2005. N= número de estações de pesca, profundidade em metros. O valor entre parênteses representa a CPUE dos lances com ocorrência da espécie, usada para os cálculos estatísticos.

Prof. (m)	Primavera			Verão			Outono			Inverno			Total		
	N	CPUE	FO	N	CPUE	FO	N	CPUE	FO	N	CPUE	FO	N	CPUE	FO
10-20	18	0,51 (2,33)	22	37	1,69 (5,30)	32	8	4,61 (6,14)	75	19	0,01 (0,98)	10	82	1,35 (4,65)	29
21-30	1	0	0	0	-	-	2	0,18 (0,36)	50	4	0	0	7	0,05 (0,36)	14
31-40	2	0	0	0	-	-	3	0,50 (1,53)	33	2	0	0	7	0,22 (1,53)	14
41-50	6	0	0	3	0	0	4	0	0	12	0,07 (0,83)	8	25	0,03 (0,83)	4
51-53	0	-	-	0	-	-	1	0	0	2	0,78 (1,56)	50	3	0,52 (1,56)	33

Tabela 1.6; Temperatura de fundo (°C) por estrato de profundidade entre 10 e 53 metros em diferentes estações do ano durante cruzeiros realizados em 1980-2005 na área Central (Solidão- Rio Grande) e área Sul (Rio Grande- Chuí) do Rio Grande do Sul.

Prof. (m)	Primavera			Verão			Outono			Inverno		
	N	Média	Amplitude	N	Média	Amplitude	N	Média	Amplitude	N	Média	Amplitude
Área Central												
10-20	12	18,9	17,7-20,0	37	22,6	19,3-25,2	7	21,3	21,0-21,6	13	15,8	13,0-18,0
21-30	1	17,3	-	0	-	-	1	21,5	-	1	13,3	-
31-40	2	17,6	16,7-18,4	0	-	-	3	21,0	20,1-21,7	2	17,0	16,7-17,3
41-50	4	17,3	16,8-17,8	3	18,3	18,0-18,7	4	21,1	20,4-21,5	11	16,3	11,5-18,4
51-53	0	-	-	0	-	-	1	21,0	-	2	18,2	18,0-18,4
Área Sul												
10-20	9	19,1	18,1-20,2	25	23,1	18,8-25,4	9	20,1	19,4-21,3	14	12,7	11,6-14,0
21-30	8	17,3	13,8-18,9	7	20,5	16,5-23,4	10	20,3	19,7-21,5	10	12,6	11,5-14,0
31-40	2	18,2	17,9-18,5	2	15,6	14,1-17,0	3	20,4	19,8-21,2	1	13,5	-
41-50	3	13,3	12,0-15,4	4	15,6	13,2-18,0	7	19,8	19,2-20,3	7	12,0	11,3-14,5
51-53	2	12,4	12,1-12,6	5	17,1	13,7-20,4	3	19,4	19,3-19,5	4	12,7	11,3-16,8

1.7. FIGURAS

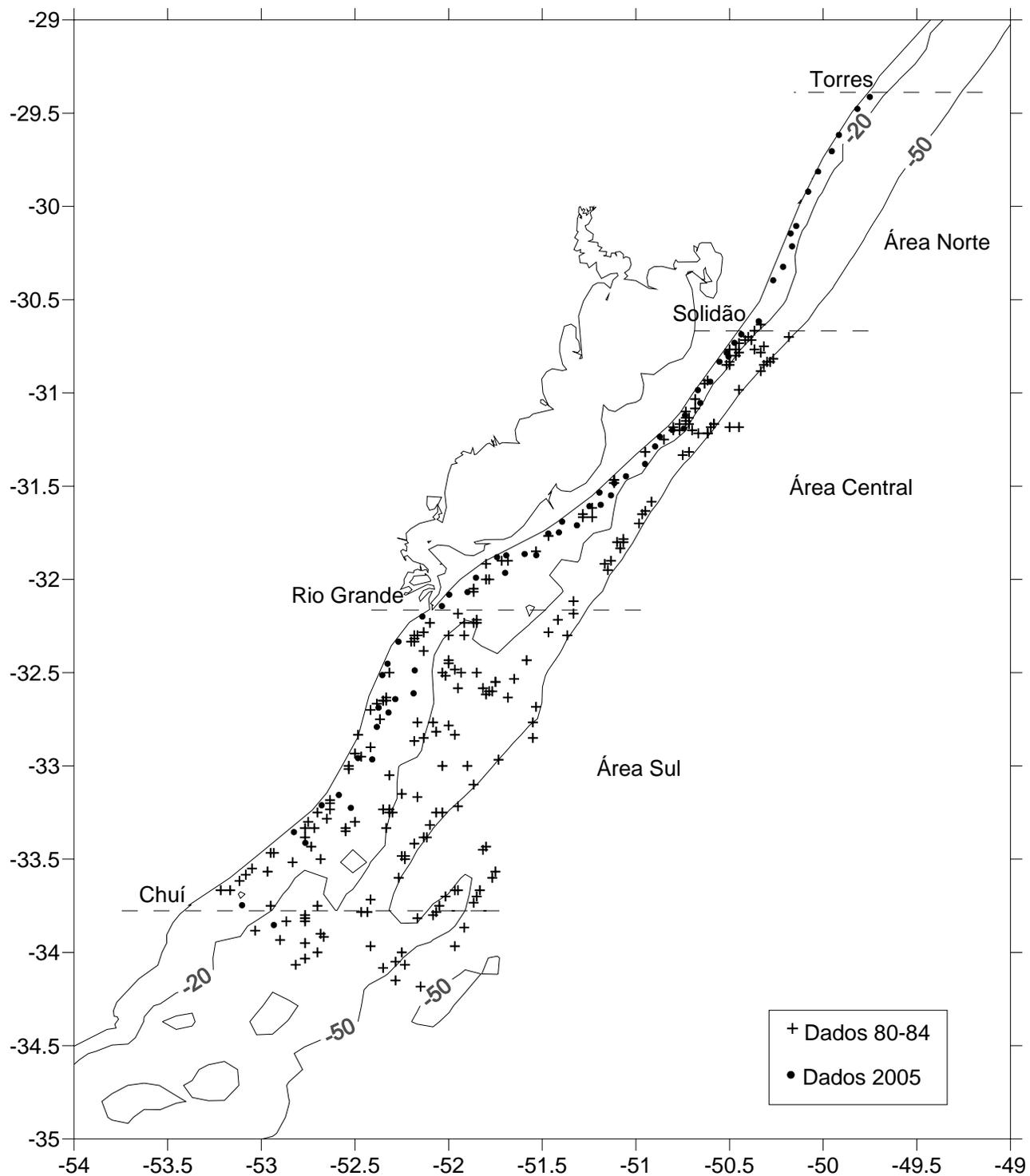


Figura 1.1; Lances de arrasto de fundo realizados em cruzeiros em 1980-1984 e 2005 entre as profundidades de 10 e 53 metros na costa do Rio Grande do Sul.

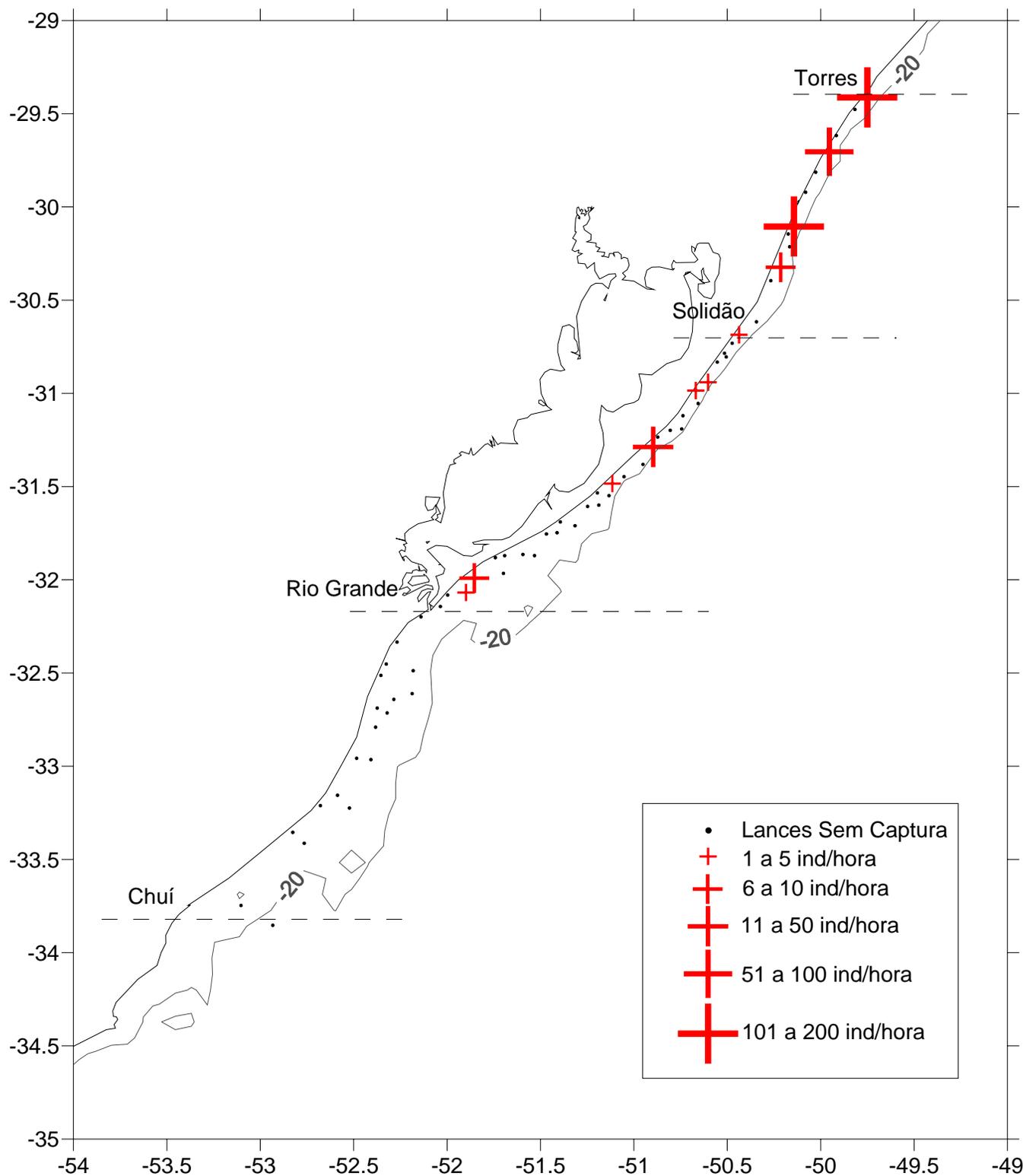


Figura 1.2; Lances de arrasto de fundo realizados e CPUE média (indivíduos por hora de arrasto) de *Narcine brasiliensis* durante amostragem realizada na costa do Rio Grande do Sul no verão de 2005.

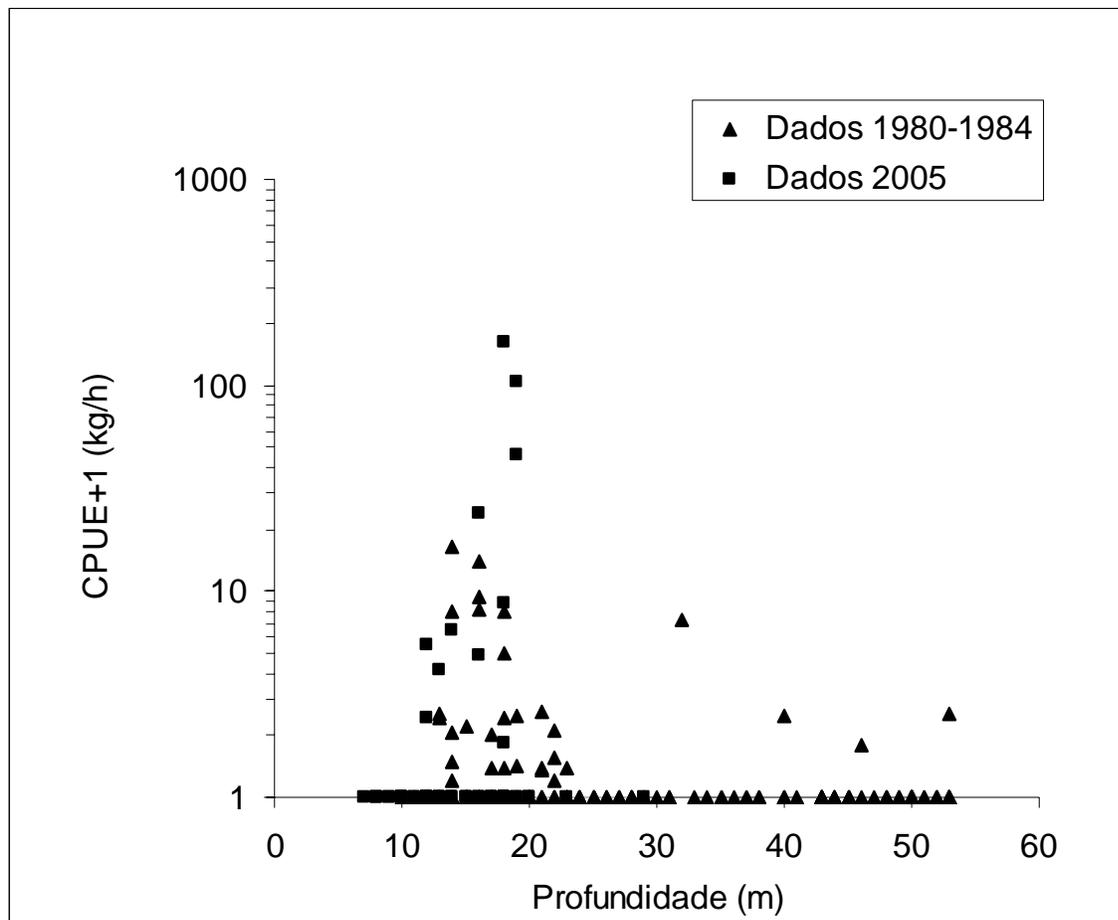


Figura 1.3; Relação entre a captura por unidade de esforço (CPUE) de *Narcine brasiliensis* e a profundidade das estações de arrasto na costa do Rio Grande do Sul nos cruzeiros de 1980-1984 e 2005. CPUE (kg/h) com rede de arrasto padronizada para relinga inferior de 51 m.

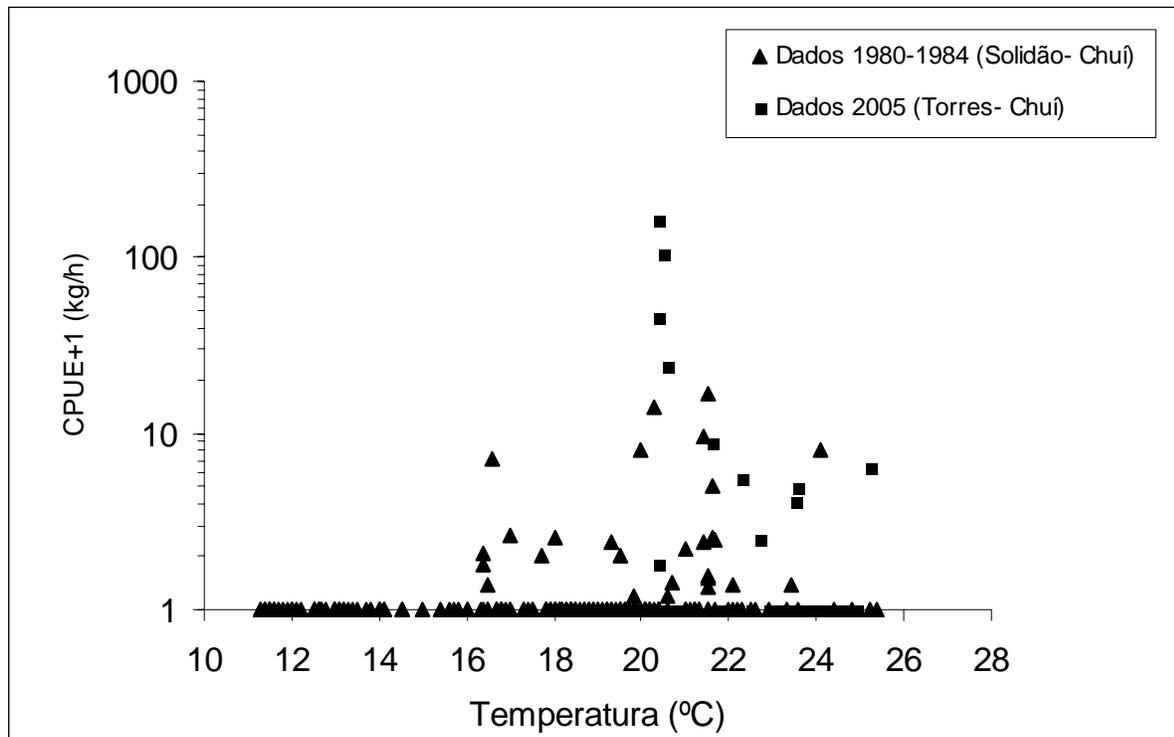


Figura 1.4; Relação entre a captura por unidade de esforço (CPUE) de *Narcine brasiliensis* e a temperatura de fundo (°C) das estações de arrasto na costa do Rio Grande do Sul nos cruzeiros de 1980-1984 e 2005. CPUE (kg/h) com rede de arrasto padronizada para relinga inferior de 51.

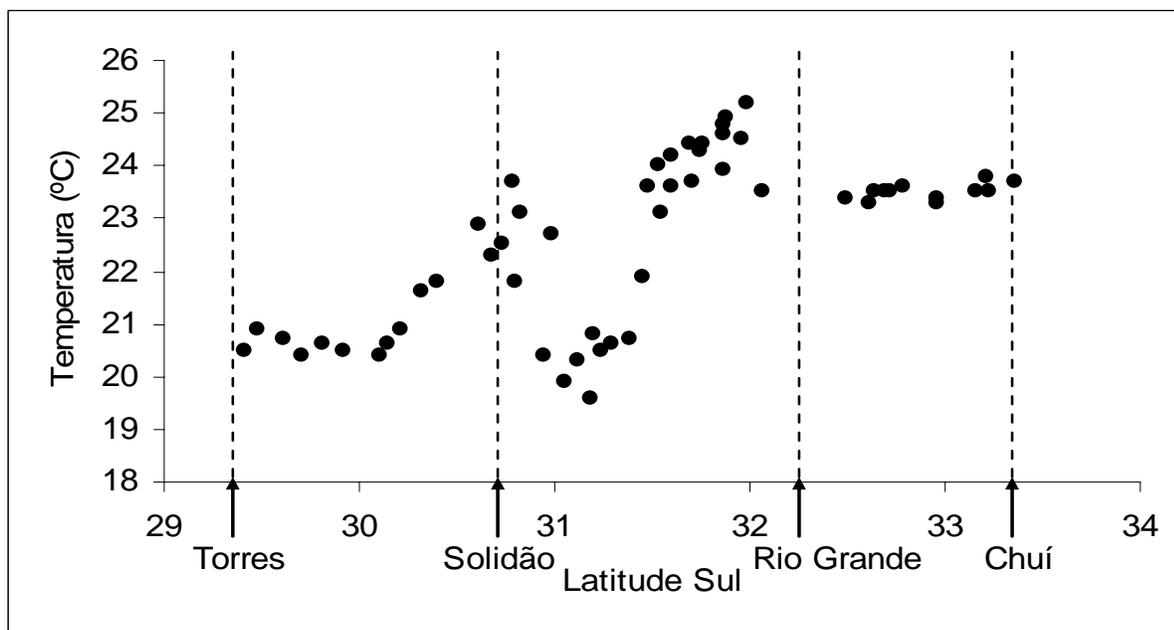


Figura 1.5; Relação entre temperatura de fundo (°C) e latitude, nas estações de arrasto realizadas nas profundidades de 10-20 metros, na costa do Rio Grande do Sul durante cruzeiro de verão de 2005.

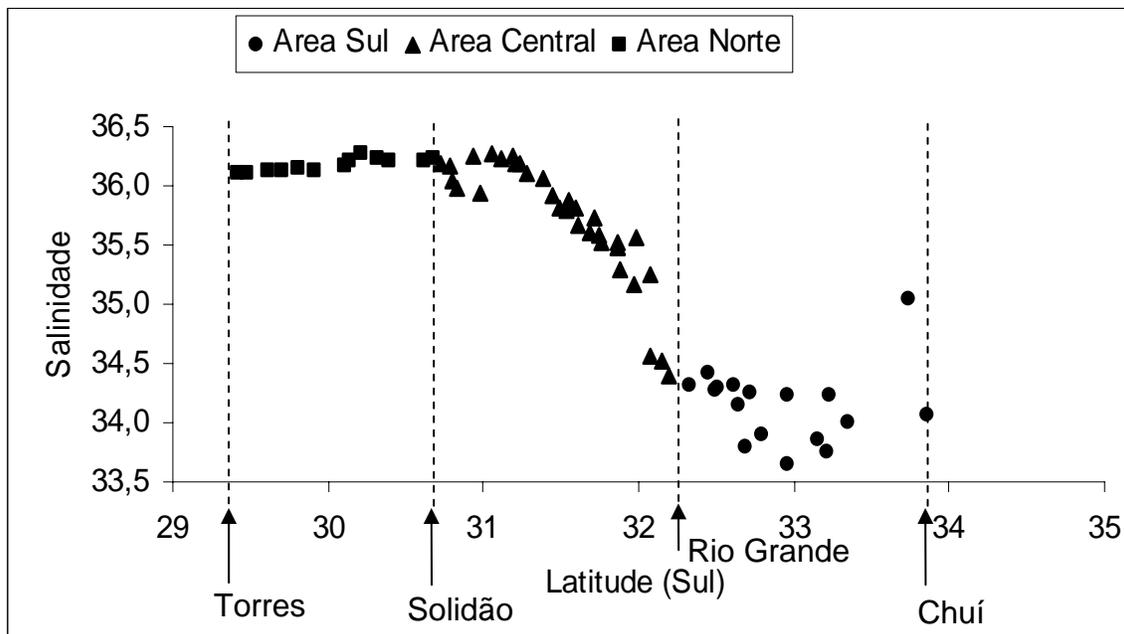


Figura 1.6; Relação entre salinidade (UPS) e latitude nas estações de arrasto realizadas nas profundidades de 10-20 metros, na costa do Rio Grande do Sul durante cruzeiro de verão de 2005.

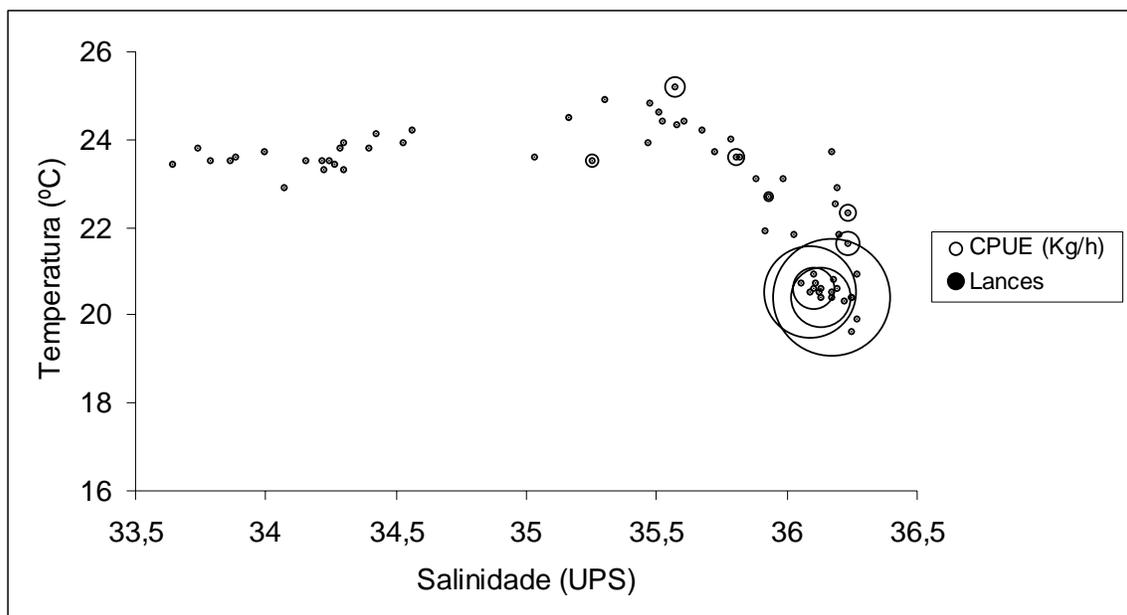


Figura 1.7; Relação entre temperatura, salinidade e magnitude de captura por unidade de esforço (CPUE) de *Narcine brasiliensis* nas estações de arrasto realizadas nas profundidades de 10-20 metros, na costa do Rio Grande do Sul durante cruzeiro de verão de 2005.

CAPÍTULO 2

BIOLOGIA REPRODUTIVA E ESTRUTURA POPULACIONAL DE *Narcine brasiliensis* EM ÁGUAS COSTEIRAS DO RIO GRANDE DO SUL

2.1. INTRODUÇÃO

O sucesso reprodutivo dos elasmobrânquios ocorreu em grande parte devido ao desenvolvimento de diversos mecanismos reprodutivos de elevado grau de complexidade ao longo de sua evolução (Engel & Callard 2005). Uma característica comum a todos esses mecanismos é o alto investimento energético em um pequeno número de filhotes relativamente grandes e em avançado estágio de desenvolvimento ontogenético. Isso resulta em baixas taxas de mortalidade natural de neonatos, mas em contrapartida determina baixas taxas reprodutivas, especialmente quando comparados ao peixes ósseos (Hamlett & Koob 1999; Walker 2004). Essas características associadas ao crescimento lento e reprodução tardia dos elasmobrânquios conferem ao grupo uma alta vulnerabilidade ao aumento das taxas de mortalidade por pesca. Assim, o conhecimento da história natural, e em especial dos parâmetros reprodutivos dos elasmobrânquios, é de fundamental importância para a avaliação do status de conservação e para o desenvolvimento de estratégias responsáveis de manejo do grupo (Carrier *et al.* 2004; Musick 2004; Walker 2005).

O gênero *Narcine* é composto por raias vivíparas com gestação lecitotrófica aplacentária (Bigelow & Schroeder 1953; McEachran & Carvalho 2002). As informações

existentes sobre a biologia reprodutiva do gênero se restringem a observações sobre o tamanho de maturação, estado reprodutivo de indivíduos e fecundidade uterina (Rudloe 1989; Villavicencio-Garayzar 1993; Carvalho & Compagno 1999; Carvalho *et al.* 2002a; Carvalho & Seret 2002; Carvalho *et al.* 2002b; McEachran & Carvalho 2002). Aspectos do ciclo reprodutivo, como período de gestação e ciclo do ovário são conhecidos apenas para duas espécies, a saber: *N. bancroftii* e *N. entemedor* (Rudloe 1989; Villavicencio-Garayzar 1993).

Para *N. brasiliensis*, as informações existentes referem-se a observações sobre sazonalidade da reprodução e estágios de maturação de indivíduos nos estados de São Paulo (Louro 1995; Costa 1997) e Santa Catarina (Costa & Chaves 2006), entretanto essas foram feitas com base em pequenas amostras. A avaliação dos aspectos reprodutivos dos elasmobrânquios, e em especial de sua maturação, depende da observação de uma amostra representativa de indivíduos (Conrath 2004), o que indica a necessidade de um estudo direcionado sobre a biologia reprodutiva de *N. brasiliensis*. Assim, o presente estudo tem como objetivo o conhecimento de aspectos da biologia reprodutiva da população de *N. brasiliensis* que ocorre no Rio Grande do Sul, visando a definição dos parâmetros reprodutivos dessa população bem como o conhecimento da estrutura populacional da espécie nas águas costeiras do Rio Grande do Sul.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

Com o N/Oc. “Atlântico Sul” foi realizado no verão de 2005 (13 a 28 de fevereiro) um cruzeiro de levantamento com rede de arrasto de fundo entre as isóbatas de 5 e 20 metros entre Torres (29°24’S) e Chuí (33°54’S). Para esse cruzeiro, foi usada uma rede de arrasto de camarão com comprimento de rede 38,9 m, relinga inferior de 20,5 m, malheta de 10 m, brincos de 25 m e tamanho de malha entre nós opostos variando entre 50 mm na porção anterior de rede e 22 mm no ensacador. A relinga inferior foi guarnecida de 1,3 kg/m de corrente de aço. Cada arrasto teve a duração de 30 minutos, a uma velocidade média de 5,5 km/h. Ao fim de cada lance as medidas de salinidade e temperatura ao longo da coluna d’água foram tomadas com um aparelho de CTD Idronaut Oceanseven 316.

Nesse cruzeiro, a área de estudo foi dividida em 15 estratos mediante linhas perpendiculares à costa e equidistantes entre si. Em cada estrato foram posicionadas aleatoriamente estações de pesca, em número proporcional à área de superfície do estrato. Foram realizadas oito estações nas profundidades de 7-9 m e 54 estações em 10-20 m, totalizando 62 estações de arrasto. Os exemplares de *N. brasiliensis* foram fixados em formol 4% e posteriormente preservados em álcool 70°. Em laboratório, a medição das variáveis biométricas foi realizada nos espécimes preservados.

Em ambos os sexos, foram tomadas medidas de comprimento total, peso total, peso eviscerado, peso do fígado e peso das gônadas direita e esquerda com o órgão epigonal aderido. Foram ainda calculados os índices gonadossomáticos e hepatossomáticos com base no peso eviscerado de cada indivíduo (Anderson & Gutreuter

1989). As medidas lineares de comprimento total foram tomadas em milímetros, e as medidas de peso foram tomadas com precisão de 0,1 g. O peso das gônadas foi obtido pelo somatório dos pesos das gônadas direita e esquerda com o órgão epigonal aderido.

O estudo dos parâmetros reprodutivos de *N. brasilienses* foi realizado com base em 184 dos 202 espécimes capturados durante a amostragem de 2005. Essa amostra consistiu de 112 machos, com comprimento total variando entre 19 e 36 cm, e 72 fêmeas com comprimento total entre 16 e 41 cm. Medidas de comprimento total de todos os 13 embriões coletados durante um cruzeiro realizado no outono de 1983 com o N/Oc. “Atlântico Sul” também foram analisadas. Neste cruzeiro, foram realizados arrastos de fundo entre as profundidades de 10 e 100 metros entre Solidão e Chuí.

Em elasmobrânquios, o comprimento e o grau de rigidez dos cláspers, a presença ou ausência de vitelo e o diâmetro dos folículos, a gravidez e o tamanho dos úteros são frequentemente utilizados como critérios para a classificação de indivíduos como sexualmente maduros ou imaturos (Conrath 2004). Por isso, nos machos foi medido o comprimento do cláspers da inserção até a extremidade distal e os cláspers foram classificados como “rígido” ou “flexível” com base no grau de resistência a deformação manual oferecido, o que é uma medida do grau de calcificação desse órgão. Em cada fêmea foi medido o maior diâmetro do útero e esse foi classificado com grávido ou não grávido. Os ovários foram classificados quanto ao estágio de vitelogênese dos folículos ovarianos como: não vitelogênicos, quando esses constituíam uma massa de tecido não diferenciado ou com pequenos folículos transparentes; e vitelogênicos, quando nos folículos era observado algum grau de vitelogênese, evidenciado pela coloração amarela do folículo e pelo desenvolvimento destes em tamanho. Assim, comprimento e estado de

rigidez do cláspere para machos, e largura e estado do útero e estágio de vitelogênese dos folículos ovarianos nas fêmeas, foram utilizados para determinar o estado de maturidade dos indivíduos (White *et al.* 2001). Nas fêmeas grávidas, a fecundidade uterina foi medida pela contagem de ovos ou embriões nos úteros de cada fêmea. Devido à forma enovelada dos folículos ovarianos vitelogênicos, não foi possível medir o diâmetro do maior folículo nem a fecundidade ovariana. De cada embrião, foi registrado o sexo e o comprimento total em milímetros. Na análise da relação entre as variáveis biométricas e o comprimento total, os dados foram agrupados em classes de comprimento total de 1 cm, e as medidas de peso total e peso eviscerado em classes de 1 g.

O L_{50} é o comprimento total no qual a proporção esperada de maturidade sexual é de 50%. O L_{50} freqüentemente é interpretado como o tamanho corporal médio na primeira maturação sexual. Essa interpretação é válida sob a premissa de que o comprimento na primeira maturação sexual dos indivíduos varia de acordo com uma distribuição normal gaussiana. Conseqüentemente a relação entre a proporção de maturidade sexual e o comprimento total tem forma de uma distribuição normal cumulativa. Por esse motivo, a distribuição normal cumulativa foi ajustada mediante a análise de probit (Sokal & Rohlf 1973), aos dados da proporção de maturidade nas classes de comprimento, usando-se o limite inferior da classe como valor de comprimento total. Esse procedimento implicou na necessidade de correção do valor estimado de L_{50} acrescentando-se 0,5 cm (metade da amplitude da classe) ao valor de L_{50} estimado pela análise de probit (Francis & Maolagáin 2000)

As relações entre comprimento total e peso total dos sexos foram comparadas através do teste t de declividades para as equações logaritimizadas (Zar 1984). Diferenças

na proporção sexual da amostra foram testadas com base nos 202 espécimes coletados no verão de 2005, através do teste X-quadrado (Zar 1984). Para avaliar a diferença entre os pesos dos ovários, pesos dos testículos e índices gonadossomáticos e hepatossomáticos de machos e fêmeas, foi usado o teste-t (STATSOFT 1995). Para a comparação entre os índices gonadossomáticos e hepatossomáticos entre fêmeas maduras, imaturas e grávidas foram usados os testes ANOVA e Tukey (STATSOFT 1995). O símbolo s no texto refere-se ao desvio padrão.

A terminologia usada para os órgãos e ductos dos sistemas reprodutivo masculino e feminino é a mesma empregada por Hamlett (1999) e Hamlett & Koob (1999), respectivamente.

2.3. RESULTADOS

2.3.1 A anatomia do sistema reprodutivo

Fêmeas de *Narcine brasiliensis* possuem dois ovários funcionais, localizados na região anterodorsal da cavidade abdominal (Figura 2.1). Os folículos ovarianos não desenvolvidos são pequenos grânulos esbranquiçados com diâmetro <1 mm. Com a vitelogênese, o folículo acumula vitelo ao longo de um de seus eixos adquirindo formato tubular e medindo cerca de 100 mm de comprimento e 7 mm de diâmetro (Figura 2.2). Devido à conformação alongada, o comprimento dos folículos vitelogênicos pode superar o comprimento dos ovários. Como a vitelogênese ocorre simultaneamente em diversos folículos, esses se enovelam no interior do ovário, conferindo ao órgão um aspecto cerebriforme, com os folículos dispostos em giros separados por fissuras onde uma fina camada de tecido conjuntivo separa os folículos. Externa ao enovelado de folículos, uma camada de tecido conjuntivo de constituição mais fibrosa, compõe a superfície do ovário (Figura 2.3). O órgão epigonal encontra-se aderido à face latero-caudal do ovário, estendendo-se até a extremidade caudal do órgão.

Não foram encontrados indícios macroscópicos da existência de glândulas oviducais nos oviductos. Em fêmeas grávidas, observam-se na parede uterina interna diversas vilosidades com cerca de quatro milímetros de comprimento e um milímetro de diâmetro. Os embriões ocupam a região periférica da cavidade uterina, com o ventre voltado para o saco vitelínico e dorso em contato com a parede uterina (Figura 2.4). Não foram encontrados indícios de cápsulas de ovo no interior dos úteros de fêmeas grávidas.

Em machos de *N. brasiliensis* os testículos estão localizados na região anterodorsal da cavidade abdominal. A superfície do órgão apresenta um aspecto liso e homogêneo. O órgão epigonal encontra-se aderido à face latero-caudal do testículo, estendendo até a extremidade caudal do órgão. Os ductos genitais percorrem dorsalmente a cavidade abdominal. Nos indivíduos sexualmente maduros, esses ductos apresentam aspecto homogêneo e membranoso com diâmetro constante, não sendo possível a distinção macroscópica de seus segmentos intermediários (epidídimo e ducto deferente). No segmento caudal de cada ducto genital a vesícula seminal é evidente pelo seu diâmetro maior que a porção anterior do ducto genital e pela sua parede relativamente mais grossa e resistente (Figura 2.5).

Em ambos os sexos, não houve diferença significativa entre os pesos das gônadas direita e esquerda (Tabela 2.1).

2.3.2. Parâmetros reprodutivos

O comprimento total dos machos na amostra variou entre 19 e 36 cm, com comprimento total médio de 28 cm. Em machos com comprimento total a partir de 25 cm, houve uma diminuição da taxa de crescimento do cláspers em relação ao comprimento total, e a partir desse comprimento começaram a ocorrer cláspers rígidos. Todos os indivíduos com comprimento total a partir de 30 cm apresentaram cláspers rígidos (Figura 2.6). Nos indivíduos com comprimento total menor que 25 cm, predominaram testículos com peso menor que 1,0 g, não apresentando relação com o comprimento total. Em indivíduos com comprimento total maior que 25 cm, o peso dos testículos foi maior

que 1,0 g, e a amplitude de variação desse peso aumentou como o comprimento total até valores máximos de 2,5 a 3,6 g nos comprimentos totais de 31 a 35 cm (Figura 2.7). A partir de 25 cm de comprimento total, o crescimento dos testículos e a calcificação dos cláspers ocorreram de forma concomitante. Por esse motivo, o cláspers rígido foi adotado como critério para a classificação dos machos como sexualmente maduros. Dos 112 machos analisados, 61 encontravam-se sexualmente maduros, com comprimento total entre 25 e 36 cm. A partir de 30 cm, 100% desses indivíduos encontravam-se sexualmente maduros (Tabelas 2.2 e 2.3 e Figura 2.8).

As fêmeas analisadas tiveram comprimento total entre 16 e 41 cm, com valor médio de 29 cm. Em fêmeas com comprimento total entre 16 e 26 cm, o peso dos ovários em conjunto variou entre 0,3 e 1,1 g, não havendo relação com o comprimento total. Em indivíduos com comprimento total a partir de 27 cm o peso dos ovários e a amplitude da variação de peso aumentaram com o comprimento total, com valores entre 1,5 e 10,4 g (média 2,6 g). Ovários com folículos vitelogênicos ocorreram a partir do comprimento total de 21 cm, entretanto fêmeas de comprimento total inferior a 27 cm e com folículos vitelogênicos tiveram pesos dos ovários menores que 1,5 g, enquanto ovários com peso entre 1,5 e 10,4 g ocorreram em fêmeas com comprimento total entre 27 e 40 cm (Figura 2.9). O diâmetro do útero aumentou com o comprimento total, com valores de 2-5 mm nos comprimentos totais de 16-27 cm, e valores de 5-25 mm nos comprimentos totais de 28-41 cm (Figura 2.10). Assim, conclui-se que o crescimento e a maturação dos ovários e o desenvolvimento do útero ocorreram concomitantemente a partir do comprimento total de 27 cm. Fêmeas grávidas ocorreram entre os comprimentos totais de 29 e 34 cm, com peso dos ovários entre 0,7 e 4,3 g e com folículos ovarianos vitelogênicos. Os embriões

encontravam-se em estágio intermediário de desenvolvimento, com comprimento total entre 47 e 63 mm. Com base nisso, o critério para a classificação da fêmea como sexualmente madura foi a presença de um ou mais dos seguintes três critérios: (1) peso do ovário $\geq 1,5$ g e folículos vitelogênicos; (2) diâmetro do útero $\geq 5,0$ mm; (3) gravidez. Assim, das 70 fêmeas analisadas 40 encontravam-se sexualmente maduras (Tabela 2.2). Para essas fêmeas, a maturidade sexual ocorreu a partir do comprimento total de 26 cm e todas as fêmeas estavam maduras a partir do comprimento total de 31 cm (Tabela 2.4 e Figura 2.11).

O L_{50} foi de 27,6 cm para os machos e de 27,8 cm para as fêmeas, com limites de confiança de 27,2- 28,1 cm e 27,3- 28,2 cm respectivamente (Figura 2.12 e 2.13). Com a correção de 0,5, esses valores foram calculados com base nas equações: $F_{PROBi} = 0,546CT_i - 9,846$ ($n= 5$, $r^2= 0,82$) para machos, e $F_{PROBi} = 0,446CT_i - 7,134$ ($n= 5$, $r^2= 0,93$) para fêmeas, onde F_{PROBi} é o valor em probits da proporção de maturidade da classe i de comprimento total, e CT_i é a classe de comprimento total da classe i em centímetros. Pela relação peso-comprimento, o L_{50} ocorreu no peso total de 268,1 g em machos e de 297,1 g em fêmeas (Figura 2.14). A análise de declividades revelou diferença significativa entre as equações de relação peso comprimento entre machos e fêmeas, com maior crescimento ocorrendo nas fêmeas (Tabela 2.1 e Figura 2.14).

O índice gonadossomático das fêmeas maduras não grávidas foi significativamente maior do que o das imaturas, com valores médios de 0,72 e 0,44 respectivamente. A diferença entre os índices foi devido aos altos valores (entre 1,1 e 2,1) ocorridos apenas em fêmeas maduras não grávidas. O índice das fêmeas grávidas não variou significativamente das demais (Figura 2.15, Tabela 2.1). Os machos maduros e

imaturos apresentaram índice gonadossomático médios semelhantes, com valores variando entre 0,2 e 1,0 e média de 0,53 (Figura 2.16 e Tabela 2.1).

Não houve diferença significativa entre os índices hepatossomáticos médios das fêmeas imaturas e maduras (media 3,0), entretanto a amplitude dos índices das fêmeas maduras foi maior com valores variando entre 1,2 e 5,9 (Figura 2.17). Entre os machos, o índice hepatossomático dos indivíduos imaturos foi significativamente maior que de indivíduos maduros, com valores médios de 2,8 e 2,5 respectivamente (Figura 2.18 e Tabela 2.1). Indivíduos imaturos tiveram ainda uma maior amplitude de índice hepatossomático, com valores entre 1,4 e 5,1.

2.3.3. Fecundidade

Nas quatro fêmeas grávidas coletadas no verão, a fecundidade uterina variou de um a seis embriões por fêmeas, com valor médio de 3,4 ($s= 1,8$). A razão sexual dos embriões foi de 1,1 macho para 1,0 fêmea, não havendo diferença significativa entre as proporções sexuais de embriões (Tabela 2.1). No verão, o comprimento total médio dos embriões foi de 45 mm ($s= 4,8$) (Figura 2.19), com peso total médio de 1,4 g ($s= 0,4$) e vitelo pesando, em media, 5,4 g ($s= 2,5$). No outono, o comprimento total médio dos embriões foi 88 mm ($s= 14$) (Figura 2.19), e o peso médio dos embriões e dos vitelos foram 7,8 ($s= 3,3$) e 1,8 ($s= 0,5$) respectivamente. Todos os embriões coletados no verão apresentavam cloaca e espiráculos abertos e olhos pigmentados (Figuras 2.20 e 2.21), o que caracterizou um estágio intermediário de desenvolvimento.

2.3.4. Estrutura populacional

A razão sexual da amostra de *N. brasiliensis* da costa do Rio Grande do Sul foi de 1,5 macho para 1,0 fêmea, sendo significativamente diferente de 1:1 (Tabela 2.1). Machos e fêmeas sexualmente maduros representaram 55 e 60% da amostra, respectivamente (Figuras 2.10 e 2.16). Não houve diferença significativa entre a proporção de indivíduos maduros e imaturos (Tabela 2.1). Grávidas representaram 10% das fêmeas sexualmente maduras da amostra.

2.4. DISCUSSÃO

2.4.1. Sistema reprodutivo

A diversificação das estratégias de reprodução na subclasse dos elasmobrânquios implicou a necessidade de adaptações do sistema reprodutivo em termos anatômicos e fisiológicos. Apesar da diversidade na morfológica das glândulas oviducais, no grau de complexidade dos úteros e na organização dos ovários, a forma esférica dos folículos ovarianos é o padrão geral para a maior parte das espécies (Pratt 1988; Hamlett & Koob 1999; Conrath 2004; Lutton *et al.* 2005). Não foram encontrados paralelos na literatura para o formato tubular alongado dos folículos ovarianos vitelogênicos observados em *N. brasiliensis*. Nos gêneros *Discopyge* e *Benthobatis* que, assim como *N. brasiliensis*, pertencem a família Narcinidae, os folículos ovarianos possuem forma esférica (Garcia 1984; Rincón 1997), o que indica que a ocorrência de folículos tubulares se restringe ao gênero *Narcine*. O pequeno conhecimento sobre a biologia do gênero, e em especial dos aspectos reprodutivos, não permite uma afirmação conclusiva sobre a ocorrência de folículos tubulares em outras espécies, entretanto Rudloe (1989) cita que em *N. Bancrofti*: “Ovaries ranged from 20-76 g wet weight in May 1985 (n=20) and the tissue was now organized in all females examined into clearly defined segments with vascularization extending from the inner surface of the membrane into the ovary to a depth of approximately one cm” o que sugere que os folículos ovarianos maduros dessa espécie não apresentam forma esférica. A posição e significado evolutivo de folículos ovarianos tubulares podem ter importante papel no esclarecimento das relações

filogenéticas entre esses batoideos, o que ressalta a necessidade do estudo mais detalhado dessas estruturas.

Segundo Hamlett & Koob (1999), a glândula oviducal é encontrada em fêmeas de todas as espécies de elasmobrânquios e sua forma e o tamanho estão relacionados ao grau de complexidade da cápsula que produzem. Além da produção da cápsula, a glândula oviducal tem a função de armazenar espermatozóides durante o período entre a cópula e a fecundação, permitindo a fecundação progressiva dos óvulos. Esse mecanismo de armazenamento é especialmente importante em elasmobrânquios oceânicos devido as suas baixas densidades (Pratt 1993; Walker 2005). As observações feitas nos quatro gêneros da família Narcinidae mostram que a glândula oviducal não é macroscopicamente visível em diversas espécies, i. e: *D. tschudii*, *N. brunnea*, *N. timlei* e *Narke dipterygia*; (Prasad 1945; Garcia 1984). Nos espécimes de *N. brasiliensis* coletados no verão de 2005, não foi constatada a ocorrência de glândulas oviducais tanto em fêmeas imaturas quanto em maduras.

Com base em dados histológicos Prasad (1945), afirmou que a glândula oviducal é ausente em *Narcine*. A ausência da glândula oviducal no gênero *Narcine* implicaria em três possibilidades com relação à fecundação: 1) o armazenamento de espermatozóides em outra região do sistema reprodutivo feminino durante o intervalo entre a cópula e as ovulações, 2) a ausência de armazenamento de espermatozóides, com cópulas ocorrendo na ocasião de cada ovulação ou 3) a ausência de armazenamento de espermatozóides, com uma única cópula ocorrendo no interior do útero após diversas ovulações. Uma possível complicação para a hipótese de uma cópula ocorrendo após cada fecundação seria que, após sucessivas ovulações, a passagem dos espermatozóides pelo interior do

útero seria dificultada pela presença dos ovos, e a fecundação de novos ovócitos poderia ser prejudicada. Em contrapartida, uma única cópula após a ovulação e deposição de cada lote de folículos no interior do útero poderia ser mais eficiente por permitir que os folículos tubulares, já dispostos no interior do útero, tenham uma maior probabilidade de contato com a cérvix do útero, aumentando assim a possibilidade de contato com os espermatozóides após a cópula.

2.4.2. Parâmetros reprodutivos

Na costa do Rio Grande do Sul, a primeira maturação sexual de *N. brasiliensis* ocorreu aos 27 cm tanto para machos como para fêmeas. Apesar do comprimento total semelhante, a diferença na relação peso-comprimento entre machos e fêmeas determinou que fêmeas maturam com maior peso total. Considerando os comprimentos totais máximos observados (36 cm para machos e 41 cm para fêmeas), a maturação ocorreu em machos e fêmeas com respectivamente 75 % e 66 % do comprimento total máximo observado, o que indica que a maturação é tardia para ambos os sexos. As relações entre peso e comprimento de *N. brasiliensis* indicaram uma maior velocidade de crescimento para as fêmeas. O crescimento diferenciado entre machos e fêmeas ocorre em diversos elasmobrânquios (San Martin *et al.* 2005), e foi observado em *D. tschudii* e no gênero *Torpedo* (Garcia 1984; Capapé *et al.* 2001; Neer & Cailliet 2001). Rudloe (1989) sugeriu que fêmeas de *N. bancroftii* atingem maiores tamanhos que os machos, o que indica que o dimorfismo sexual observado em *N. brasiliensis* pode ser uma característica comum às espécies do gênero.

A variação sazonal do índice gonadossomático serve como indicador do estágio do ciclo reprodutivo em que se encontram os indivíduos (Parsons & Grier 1992). Na costa do Rio Grande do Sul, o cálculo do índice gonadossomático foi possível apenas para o período de verão, impossibilitando assim a análise da variação sazonal desse índice. Entretanto, a comparação entre os índices médios nos machos maduros e imaturos sugere que os indivíduos sexualmente maduros encontram-se em período de repouso gonadal, com pouca ou nenhuma produção de espermatozóides nesse período. A ocorrência de um maior índice gonadossomático em fêmeas maduras não grávidas em relação às grávidas, indica que a atividade vitelogênica ocorreu prioritariamente no período em que os úteros estavam em repouso. A maior amplitude de índices hepatossomáticos em fêmeas maduras não grávidas pode estar relacionada ao acúmulo de substâncias lipídicas no fígados desses indivíduos para posterior investimento no processo de vitelogênese (Ranzi 1934).

A ausência de uma seqüência temporal de dados sobre o estado reprodutivo da população de *N. brasiliensis* que ocorre na costa do Rio Grande do Sul, não permite que se façam afirmações conclusivas sobre a seqüência temporal de eventos do ciclo reprodutivo da espécie. Costa e Chaves (2006) acompanhando a pesca artesanal na divisa entre os estados do Paraná e Santa Catarina observaram que fêmeas grávidas de *N. brasiliensis* ocorreram apenas no verão (entre dezembro e fevereiro) e constataram que todas as fêmeas analisadas nesse período estavam grávidas. Esses autores citam ainda que a ocorrência de um neonato no período de outono (entre março e maio) é indício de que o parto ocorra entre o meio e o final do verão nessa região. Na costa do Rio Grande do Sul a predominância de fêmeas maduras não grávidas de *N. brasiliensis* com folículos

ovarianos em estágio inicial de desenvolvimento no mês de fevereiro indica que o parto também ocorra predominantemente no verão nessa região.

Em *T. ocellata* a relação entre o peso do embrião no termo e o peso da reserva de vitelo é de 1,97, onde a diferença entre os pesos é devida a absorção de água e sais minerais pelo embrião (Ranzi 1932). Assim como *T. ocellata*, *N. brasiliensis* é uma raia vivípara lecitotrófica, em que o investimento energético materno ocorre na forma de vitelo em um momento inicial do ciclo reprodutivo (Carvalho & Compagno 1999; Conrath 2004). A semelhança de padrões reprodutivos permite o uso da mesma relação de 1,97 para *N. brasiliensis*. A ocorrência de embriões sem saco vitelínico aparente indica que, na costa do Rio Grande do Sul, os embriões no termo possuem comprimento total de 100-130 mm. Com base na relação proposta por Ranzi (1932), um folículo ovariano maduro de *N. brasiliensis* tem peso estimado em torno de 6,5 g. O peso dos dois ovários em conjunto das fêmeas maduras coletadas no verão variou entre 1,5 e 10,4 g com valor médio de 1,97, o que indica que os folículos ovarianos dessas fêmeas estão em estágio inicial de vitelogênese. Esse fato e a presença de fêmeas com úteros largos, mas sem folículos ovarianos vitelogênicos indicam que as fêmeas de *N. brasiliensis* estão no início de seu ciclo reprodutivo e sugere a ocorrência de um período de repouso dos ovários (Oddone & Vooren 2005).

Em geral, nos elasmobrânquios com ciclo reprodutivo anual a vitelogênese ocorre ao longo da gestação, o que permite que a maturação de um novo lote de folículos ovarianos logo após o parto (Conrath 2004). Contrastando com esse padrão, em *T. torpedo* a gestação é marcada por um período de baixa atividade vitelogênica no ovário. Entretanto, devido à rápida gestação (4-5 meses) essa espécie possui ciclo reprodutivo

anual (Quignard 1974). Já Mellinger (1981) constatou que o ciclo reprodutivo de fêmeas de *T. marmorata* é bienal, e que a maturação dos folículos também ocorre após o parto. Além do gênero *Torpedo*, a fase de repouso dos ovários durante a gestação é conhecida para a raia elétrica *D. tschudii* e para tubarões dos gêneros *Squatina* e *Galeorhinus* (Cousseau 1973; Mellinger 1981; Garcia 1984; Peres & Vooren 1991; Capapé *et al.* 2001). Em *N. bancroftii*, Rudloe (1989) observou um período de repouso dos ovários no inverno, seguido de rápido acúmulo de vitelo no início da primavera, fêmeas grávidas com embriões com comprimento total médio de 45 mm no início do verão e parto ocorrendo no fim dessa estação, completando assim um ciclo anual. Observações sobre a biologia reprodutiva de *N. entemedor* na costa do México sugeriram que essa espécie também possui ciclo anual com rápido desenvolvimento embrionário (três meses), mas que a vitelogênese ocorre durante o desenvolvimento embrionário e os folículos ovarianos encontram-se maduros após a gestação (Villavicencio-Garayzar 1993).

Tomando como base o ciclo anual e o período de gestação de 3-4 meses observado para *N. bancroftii* e *N. entemedor* (Rudloe 1989; Villavicencio-Garayzar 1993), para que as fêmeas de *N. brasiliensis* que ocorrem no sul do Brasil dêem a luz no verão, a gestação deve ocorrer no final do inverno e ao longo da primavera.

A ocorrência de um pequeno número de fêmeas grávidas com embriões em estágio intermediário de desenvolvimento na costa do Rio Grande do Sul durante o verão e outono levanta ainda a hipótese de que o ciclo reprodutivo de *N. brasiliensis* não seja anual. Para a avaliação dessa hipótese bem como uma melhor compreensão das fases do ciclo reprodutivo de *N. brasiliensis* na costa do Rio Grande do Sul é necessária a análise

das variáveis reprodutivas de indivíduos sexualmente maduros coletados ao longo de todas as estações do ano.

2.4.3. Estrutura populacional e uso do habitat

A estrutura populacional de *N. brasiliensis* nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão é caracterizada por uma proporção semelhante de indivíduos maduros e imaturos. A baixa ocorrência de neonatos e juvenis com comprimento total entre 13 e 20 cm nas capturas de arrasto de fundo pode ser decorrente da seletividade dessa arte de pesca em relação a pequenas raias que permanecem enterradas no substrato (Oddone & Vooren 2004). Entretanto, a captura de neonatos de diversas espécies de rajídeos é evidência de que a rede utilizada foi eficiente para captura de pequenos indivíduos. Assim, a ausência de neonatos e/ou pequenos juvenis na amostra indica a segregação dos indivíduos menores, o que sugere a ocorrência de uma área de berçário de *N. brasiliensis* ao longo da área de distribuição da espécie, como ocorre para diversos elasmobrânquios costeiros como *Carcharhinus limbatus*, *C. plumbeus* e para *N. bancroftii* no nordeste do Brasil (Castro 1993; Yokota & Lessa 2006). A ocorrência de uma área de berçário de *N. brasiliensis* poderia também explicar a diferença na proporção sexual observada entre as profundidades de 10 a 20 m, visto que em áreas de berçários ocorre a predominância de neonatos, juvenis, e fêmeas grávidas (Castro 1993; Yokota & Lessa 2006). Castro (1993) observou que as áreas de berçários geralmente ocorrem em águas rasas de alta dinâmica costeira, ricas em alimento e com baixa ocorrência de predadores. Considerando essas características e a distribuição de *N. brasiliensis* na costa do Rio Grande do Sul, com

maior abundância ocorrendo entre Torres e Solidão (Capítulo 1), uma área berçário da espécie provavelmente está localizada em algum ponto da Área Norte, em profundidades menores que 10 m e próxima à zona de arrebentação, ou no sul da costa de Santa Catarina também em águas rasas e de alta dinâmica. A localização e proteção de áreas de berçário é de fundamental importância para a adoção de medidas eficientes de manejo de populações de elasmobrânquios (Castro 1993; Vooren & Klippel 2005).

2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anderson, R. O. & S. J. Gutreuter (1989). Length, Weight and Associated structural indices. p: 283-300 *in*: L.A. Nielsen & D. L. Johnson (Eds) Fisheries Techniques. American Fisheries Society.

Bigelow, H. B. & W. C. Schroeder (1953). Fishes of the Western North Atlantic Part Two. Sawfishes, Guitarfishes, Skates and Rays. Memoir Sears Found. Mar. Res. Nº1. 588 p.

Capapé, C., A. A. Seck, Y. Diatta & M. Diop (2001). "Observations on the reproductive biology of *Torpedo (Tetronarce) mackayana* (Torpedinidae), from the coast of Senegal (Eastern Tropical Atlantic)." *Cymbium* 25(1): 95-99.

Carrier, J. C., J. Harold L. Pratt & J. I. Castro (2004). Reproductive biology of elasmobranchs. p: 269-286 *in*: J. C. Carrier, J. A. Musick & M. R. Heithaus (Eds) Biology of sharks and their relatives. CRC Press.

Carvalho, M. R. de & L. Compagno (1999). Batoid fishes *in*: K. E. Carpenter e Niem V. H (Eds) FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. FAO Identification guide for fishery purposes. Roma. Volume 3.

Carvalho, M. R. de, L. Compagno & J. K. L. Mee (2002a). "*Narcine oculifera*: A New Species of Electric Ray from the Gulfs of Oman and Aden (Chondrichthyes: Torpediniformes: Narcinidae)." *Copeia* 1: 137-145.

Carvalho, M. R. de & B. Seret (2002). "*Narcine lasti*, a new species of numbfish from Western Australia and Indonesia (Chondrichthyes: Torpediniformes: Narcinidae)." *Records of the Western Australian Museum* 20: 394-408.

Carvalho, M. R. de, B. Seret & L. Compagno (2002b). "A new species of electric ray of the genus *Narcine* Helen, 1834 from the South-Western Indian Ocean (Chondrichthyes: Torpediniformes: Narcinidae)." *S. Afr. J. mar. Sci.* 24: 135-149.

Castro, J. (1993). "The shark nursery of Bull Bay, South Carolina, with a review of the shark nursery of the southeastern coast of the United States." *Environmental Biology of Fishes* 38: 37-38.

Conrath, C. L. (2004). Reproductive biology. p: 133-164 *in*: J. A. Musick e R. Bonfil (Eds) Elasmobranchs management fisheries techniques. Singapore, IUCN.

Costa, F. E. de S. (1997). Aspectos da biologia de *Narcine brasiliensis* e *Rhinobatos horkelii* na enseada de Ubatuba (SP). XII Congresso Nordestino de Ecologia, Ilheus-BA. Resumo de congresso, p. 146-149

Costa L. & Chaves, P. T. C. (2006) "Elasmobrânquios capturados pela frota artesanal na costa sul do Paraná e norte de Santa Catarina." *Biota Neotropica* v6 (n3) www.biotaneotropica.com.br

Cousseau, M. B. (1973). "Taxonomia y biologia del pez angel, *Squatina argentina* Marini (Pisces, Squatinidae)." *Physis A* 32: 175-195.

Engel, K. B. & G. V. Callard (2005). Reproductive evolution of chondrichthyes. p: 45-80 *in*: W. C. Hamlett (Ed) *Reproductive biology and phylogeny of chondrichthyes* Enfield,NH, USA, Science Publishers, Inc. 3.

Francis, M. P. & C. Ó. Maolagáin (2000). "Age, growth and maturity of a New Zealand endemic shark (*Mustelus lenticulatus*) estimated from vertebral bands." *Marine and Fresh Water Research* 51: 35-42.

Garcia, M. L. (1984). "Sobre la biologia de *Discopyge tschudii* (Chondrichthyes, Narcinidae)." *Physis A* 42(103): 25-30.

Hamlett, W. C. (1999). Male reproductive system. p: 444-470 *in*: W. C. Hamlett (Ed) *Sharks, skates and rays. The biology of elasmobranchs fishes.* Baltimore and London, The Johns Hopkins University Press.

Hamlett, W. C. & T. J. Koob (1999). Female reproductive system. p: 398-443 *in*: W. C. Hamlett *Sharks, skates and rays. the biology of elasmobranchs fishes.* Baltimore and London, The Johns Hopkins University Press.

Louro, M. P. (1995). Estratégias e táticas reprodutivas de elasmobrânquios no ecossistema de Ubatuba. Volume 1. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, Brasil. 95 p.

Lutton, B. V., S. George, J. C. R. Murrin, L. A. Fileti & I. P. Callard (2005). The elasmobranch ovary. p: 237-282 *in*: W. C. Hamlett (Ed) *Reproductive biology and phylogeny of chondrichthyes* Enfield,NH, USA, Science Publishers, Inc. 3.

McEachran, J. D. & M. R. de Carvalho (2002). Batoid fishes. *in*: K. E. Carpenter e Niem V. H (Eds) *FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Wester Central Atlantic.* Rome. Volume 1.

Mellinger, J. (1981). "Biologie et physiologie du développement, de la croissance et de la reproduction des torpilles. Un aperçu des recherches depuis 1965." *Archives de l'Institut Pasteur de Tunis* 58(3-4): 441-463.

Musick, J. A. (2004). Introduction: Management of sharks and their relatives (Elasmobranchii). p: 1-6 *in*: J. A. Musick e R. Bonfil (Eds) *Elasmobranchs management fisheries techniques.* Singapore, IUCN.

Neer, J. A. & G. M. Cailliet (2001). "Aspects of the life history of the Pacific electric ray, *Torpedo californica*." *Copeia* 3: 842-847.

Oddone, M. C. & C. M. Vooren (2004). "Distribution, abundance and morphometry of *Atlantoraja cyclophora* (Regan, 1903) (Elasmobranchii: Rajidae) in southern Brazil, Southwestern Atlantic." *Neotropical Ichthyology* 2(3): 137-144.

Oddone, M. C. & C. M. Vooren (2005). "Reproductive biology of *Atlantoraja cyclophora* (Regan 1903) (Elasmobranchii: Rajidae) off southern Brazil." *Journal of Marine Science* 62: 1095-1103.

Parsons, G. R. & H. J. Grier (1992). "Seasonal changes in shark testicular structure and spermatogenesis." *Journal of Experimental Zoology* 261: 173-184.

Peres, M. B. & C. M. Vooren (1991). "Sexual development, reproductive cycle and fecundity of the school shark *Galeorhinus galeus* off southern Brazil." *Fish. Bull.* 89: 655-667.

Prasad, R. R. (1945). "The structure, phylogenetic significance, and function of the nidamental glands of some elasmobranchs of the Mandras coast." *Proceedings of the National Institute of Science India* 11: 282-303.

Pratt, H. L. J. (1988). "Elasmobranch gonad structure: A description and survey." *Copeia* 3: 719-729.

Pratt, H. L. J. (1993). "The storage of spermatozoa in the oviducal glands of western North Atlantic sharks." *Environmental Biology of Fishes* 38: 139-149.

Quignard, P. (1974). "Recherches sur la biologie d'un Selacien du golfe de Tunis, *Torpedo torpedo* Linne, 1758 (Ecologie, sexualite, reproduction)." *Bull. Inst. Oceanogr. Pech. Tunisie* 31: 99-129.

Ranzi, S. (1932). "Le basi fisio morfologiche dello sviluppo embrionale dei Selaci. Parte I." *Pubbl. Staz. Zool. Napoli.* 12(209-290).

Ranzi, S. (1934). "Sui rapporti tra fegato e gestazione nei Selaci." *Atti della Pontifica Accademia Romana dei Nuovi Lincei.* 1934(87): 100-112.

Rincón, G. (1997). Taxonomia, alimentação e reprodução da raia elétrica *Benthobatis* sp. (Torpediniforme Narcinidae) no sul do Brasil. Dissertação de mestrado. Fundação Universidade de Rio Grande, Brasil. 95 p.

Rudloe, A. (1989a). "Captive maintenance of the lesser electric ray, with observations of feeding behavior." *The Progressive Fish-Culturist* 51: 37-41.

Rudloe, A. (1989b). "Habitat preferences, movement, and reproductive seasonality of the lesser electric ray, *Narcine brasiliensis*." Northeast Gulf Science 10(2): 103-112.

San Martin, M. J., J. E. Perez & G. E. Chiaramonte (2005). "Reproductive biology of the Suth West Atlantic marbled skate *Psammobatis bergi* (Elasmobranchii, Rajidae)." J. Appl. Ichthyol. 21: 504-510.

Sokal, R. R. & F. J. Rohlf (1973). Introduction to Biostatistics. San Francisco, W.H. Freeman and Company. 368 p.

STATSOFT (1995). Statistica for Windows. Tulsa, USA.

Villavicencio-Garayzar, C. (1993). "Observaciones sobre la biología reproductiva de *Narcine brasiliensis* (Olfers) (pises: Narcinidae), en Bahía Almejas, B.C.S México." Rev. Inv. Cient. 4(1): 95-99.

Vooren, C. M. & S. Klippel (2005). Diretrizes para a conservação de espécies ameaçadas de elasmobrânquios. p: 213-228 *in*: C. M. Vooren e S. Klippel (Eds) Ações para a conservação de tubarões e raias no sul do Brasil. Porto Alegre- RS, Igaré.

Walker, T. I. (2004). Management measures. p: 285-322 *in*: J. A. Musick e R. Bonfil (Eds) Elasmobranchs management fisheries techniques. Singapore, IUCN.

Walker, T. I. (2005). Reproduction in fisheries science. p: 81-128 *in*: W. C. Hamlett (Ed) Reproductive biology and phylogeny of chondrichthyes Enfield, NH, USA, Science Publishers, Inc. 3.

White, W. T., M. E. Platell & I. C. Potter (2001). "Relationship between reproductive biology and age composition and growth in *Urolophus lobatus* (Batoidea: Urolophidae)." Marine Biology 138: 135-147.

Yokota, L. & R. P. Lessa (2006). "A nursery area for sharks and rays in Northeastern Brazil." Environmental Biology of Fishes 75: 349-360.

Zar, J. H. (1984). Biostatistical Analysis. Englewood Cliffs, Prentice-Hall.

2.6. TABELAS

Tabela 2.1; Análise estatística de dados referentes à biologia reprodutiva de *Narcine brasiliensis* coletadas nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005. IGS= índice gonadosomático; IHS= índice hepatossomático.

Comparação	Teste	Parâmetro	Probabilidade
Peso dos testículos direitos e esquerdos	Teste-t	t= 0,24	p= 0,17
IGS dos machos maduros e imaturos	Teste-t	t= 0,64	p= 0,52
IHS dos machos maduros e imaturos	Teste-t	t= 2,5	p= 0,01
Peso dos ovários direitos e esquerdos	Teste-t	t= 1,36	p= 0,80
Relação peso-comprimento entre sexos	Teste-t slopes	t= 4,62	p< 0,05
IGS das fêmeas maduras, imaturas e grávidas	Tukey	-	p= 0,00
IGS das fêmeas maduras ou imaturas	Tukey	-	p> 0,05
IHS de fêmeas maduras, imaturas e grávidas	ANOVA	F= 0,11	p= 0,89
Proporção sexual de embriões	X-quadrado	X= 0,04	p= 0,85
Proporção sexual de <i>N. brasiliensis</i>	X-quadrado	X= 6,74	p= 0,01
Proporção maduros e imaturos na amostra	X-quadrado	X= 1,59	p= 0,20

Tabela 2.2; Estado de maturação dos indivíduos de *Narcine brasiliensis* coletados com rede de arrasto nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005. NG= Fêmeas vitelogênicas não grávidas; GR= Fêmeas grávidas.

Sexo	Imaturo	Maduro		Total
Machos	51		61	112
Fêmeas	31	NG 35	GR 4	70

Tabela 2.3; Maturidade sexual de machos de *Narcine brasiliensis* por classe de comprimento total na costa do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005. N= número amostral.

CT (cm)	N	% Maturidade observada	% Maturidade esperada
19	1	0	0
20	2	0	0
21	2	0	0
22	1	0	0
23	4	0	1
24	11	0	4
25	11	9	12
26	15	27	26
27	9	67	46
28	9	44	67
29	8	88	84
30	5	100	94
31	11	100	98
32	6	100	100
33	5	100	100
34	6	100	100
35	5	100	100
36	1	100	100

Tabela 2.4; Porcentagem de maturidade sexual de fêmeas de *Narcine brasiliensis* por classe de comprimento total (CT em cm) coletadas na costa do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005. N= número amostral, NG= Fêmeas vitelogênicas não grávidas.

CT	N	% NG vitelogênicas	% Gravidez	% Maturidade observada	% Maturidade esperada
16	1	0	0	0	0
17	0	-	-	-	0
18	0	-	-	-	0
19	0	-	-	-	0
20	0	-	-	-	0
21	2	0	0	0	0
22	3	0	0	0	1
23	4	0	0	0	3
24	1	0	0	0	8
25	5	0	0	0	16
26	4	25	0	25	29
27	9	44	0	44	46
28	4	75	0	75	64
29	10	60	10	80	79
30	7	86	0	86	89
31	3	67	33	100	95
32	2	0	50	100	98
33	5	80	0	100	100
34	2	50	50	100	100
35	2	100	0	100	100
36	3	100	0	100	100
37	0	-	-	-	100
38	1	100	0	100	100
39	0	-	-	-	100
40	1	100	0	100	100
41	1	100	0	100	100

2.7. FIGURAS

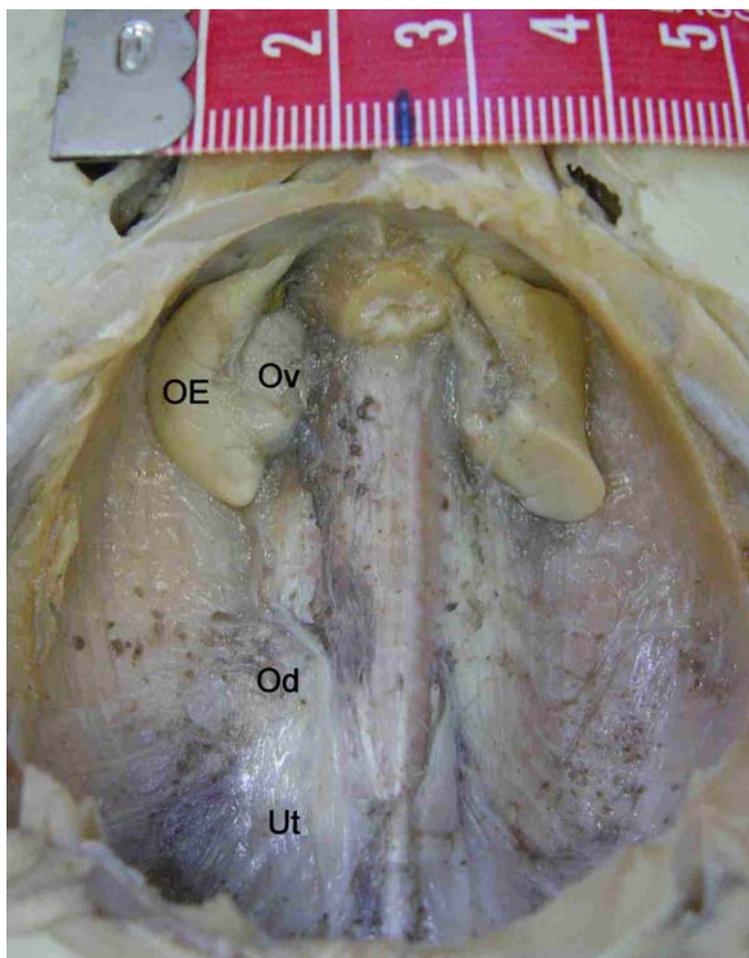


Figura 2.1; Cavidade abdominal de fêmea *Narcine brasiliensis*. Órgãos do sistema circulatório e digestivo retirados para evidenciar o sistema reprodutor. Ov= ovário; OE= órgão epigonal; Od= oviducto anterior; Ut= útero.



Figura 2.2; Ovário de *Narcine brasiliensis* (Ov) coletada nas águas costeiras do Rio Grande do Sul. F= folículos ovarianos vitelogênicos.



Figura 2.3; Vista ventral dos ovários (Ov) de *Narcine brasiliensis* com folículos ovarianos em estado avançado de vitelogênese. OE= Órgão epigonal.

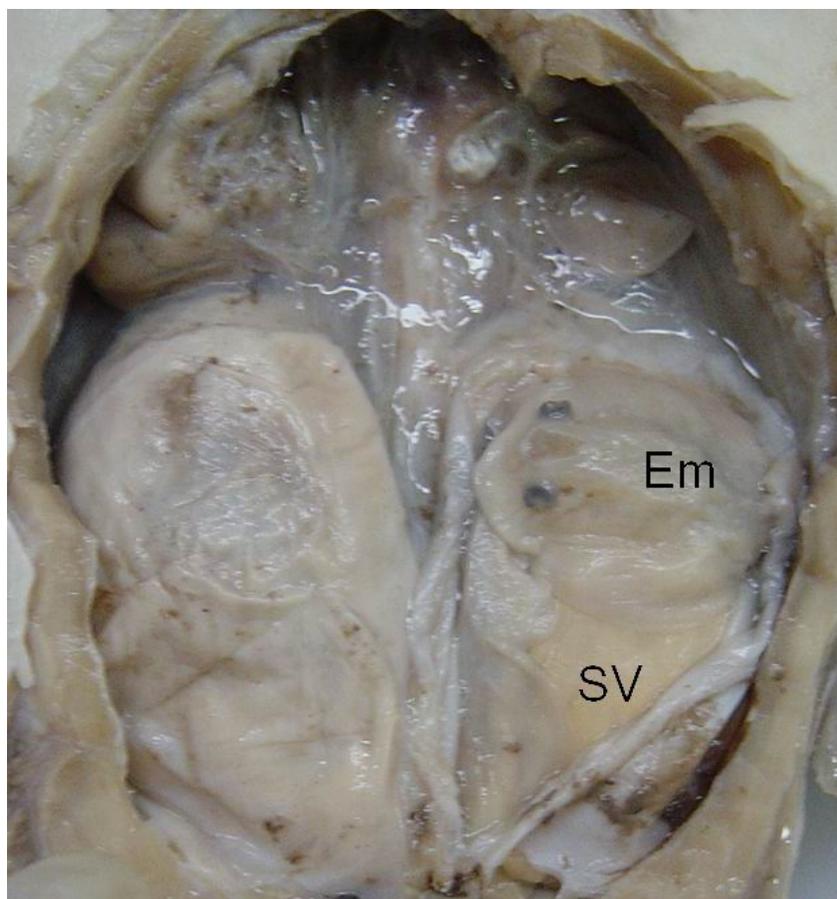


Figura 2.4; Disposição dos embriões (Em) de *Narcine brasiliensis* no interior do útero. SV= saco vitelínico.

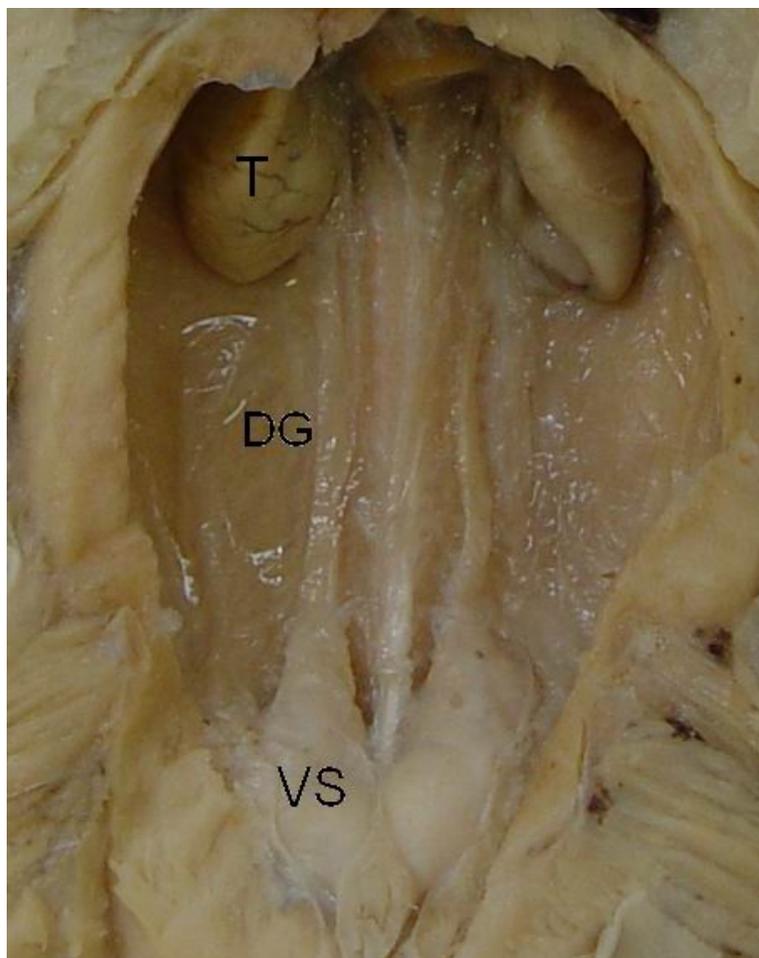


Figura 2.5; Sistema reprodutivo de macho *Narcine brasiliensis*. Órgãos do sistema circulatório e digestivo retirados para evidenciar do sistema reprodutivo. T= testículo; DG= ducto gonadal e VS= vesícula seminal.

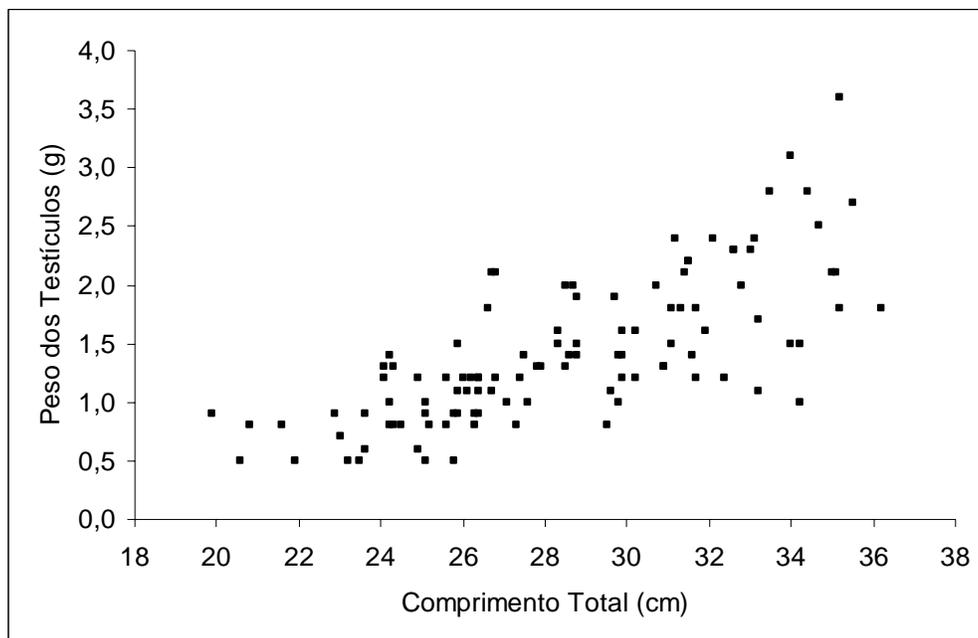


Figura 2.6; Relação entre comprimento total e peso das gônadas em machos de *Narcine brasiliensis* coletados nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005.

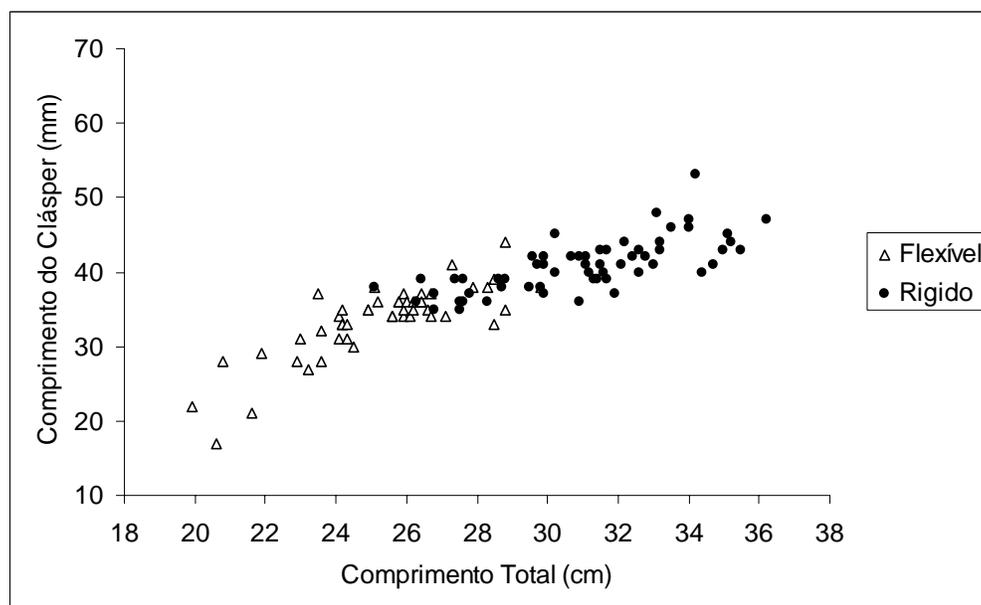


Figura 2.7; Relação entre comprimento total dos machos e comprimento do cláspes de *Narcine brasiliensis* coletados nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005.

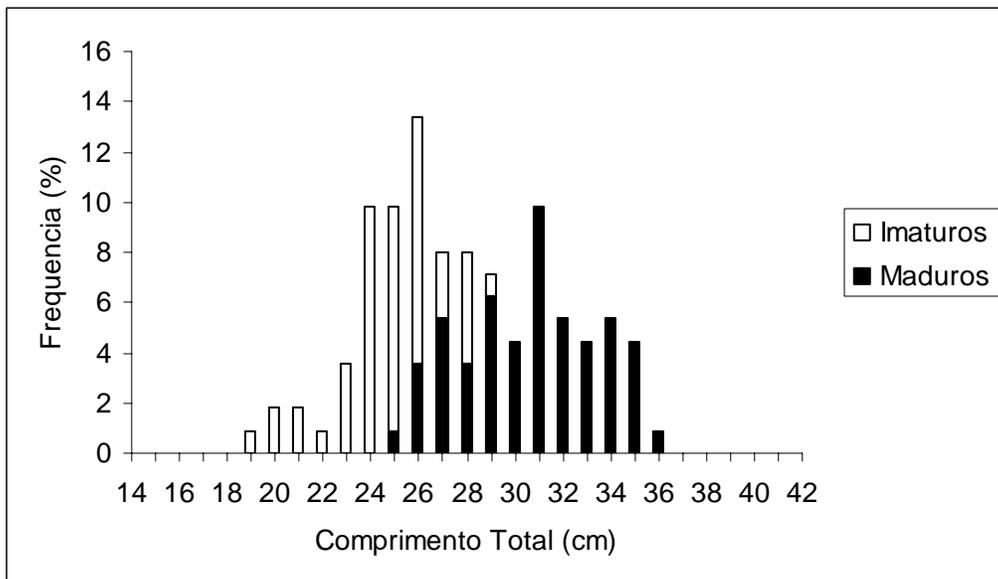


Figura 2.8; Distribuição de frequências de indivíduos por classe de comprimento total de machos de *Narcine brasiliensis* coletados nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005.

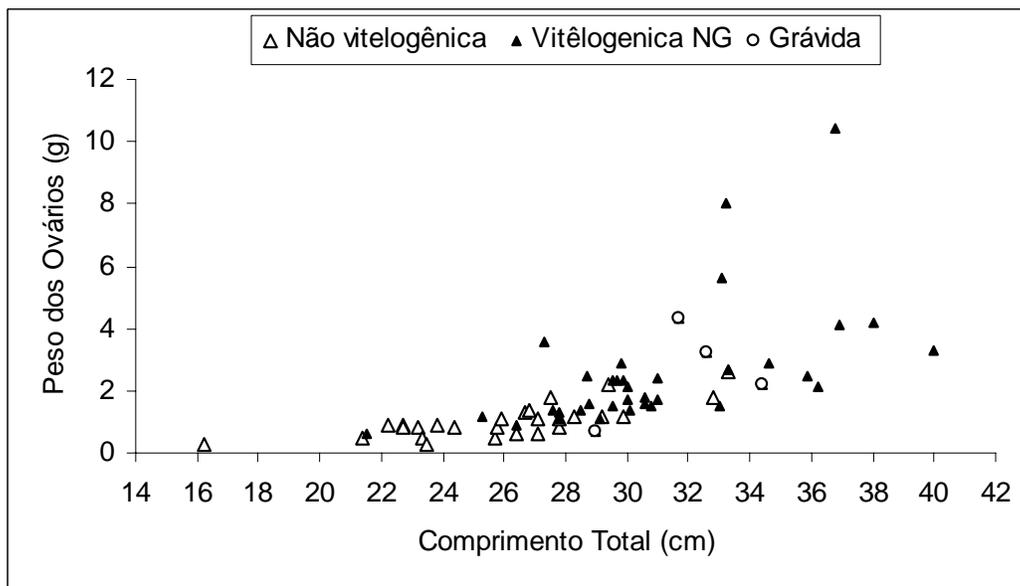


Figura 2.9; Relação entre comprimento total e peso das gônadas em fêmeas de *Narcine brasiliensis* coletadas nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005.

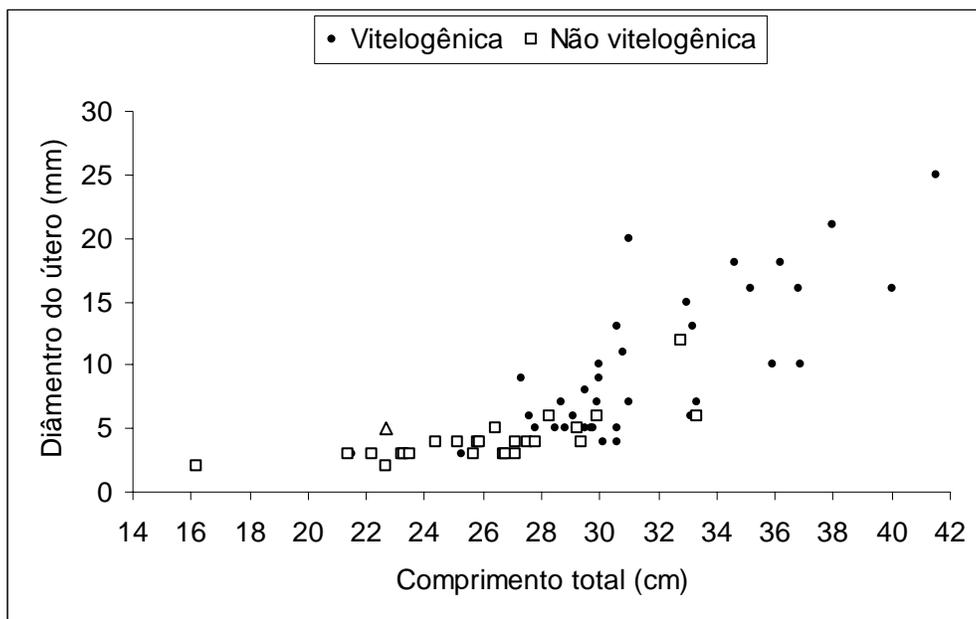


Figura 2.10; Relação entre o diâmetro do útero e o comprimento total das fêmeas não grávidas de *Narcine brasiliensis* coletadas nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005.

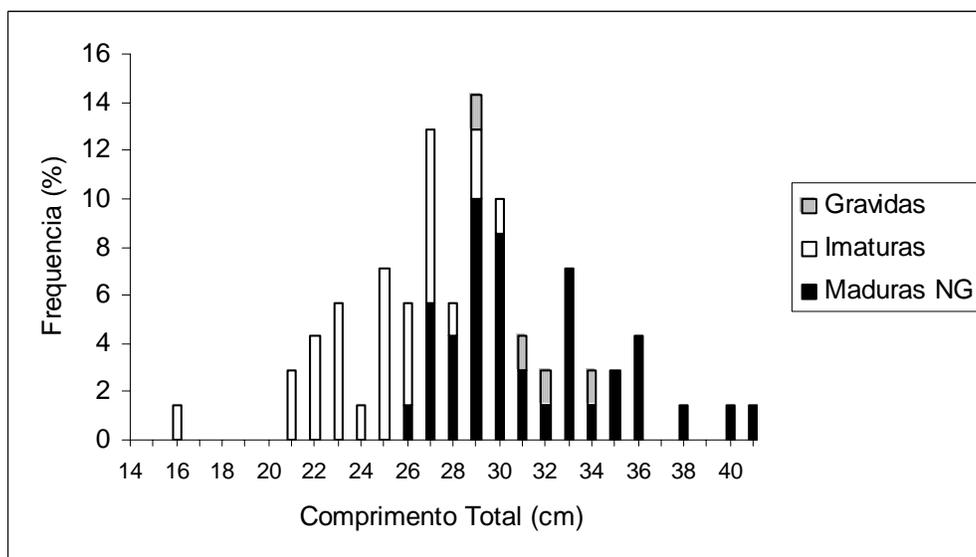


Figura 2.11; Distribuição de freqüências de indivíduos por classe de comprimento total de fêmeas de *Narcine brasiliensis* coletadas nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005. NG= fêmeas não grávidas.

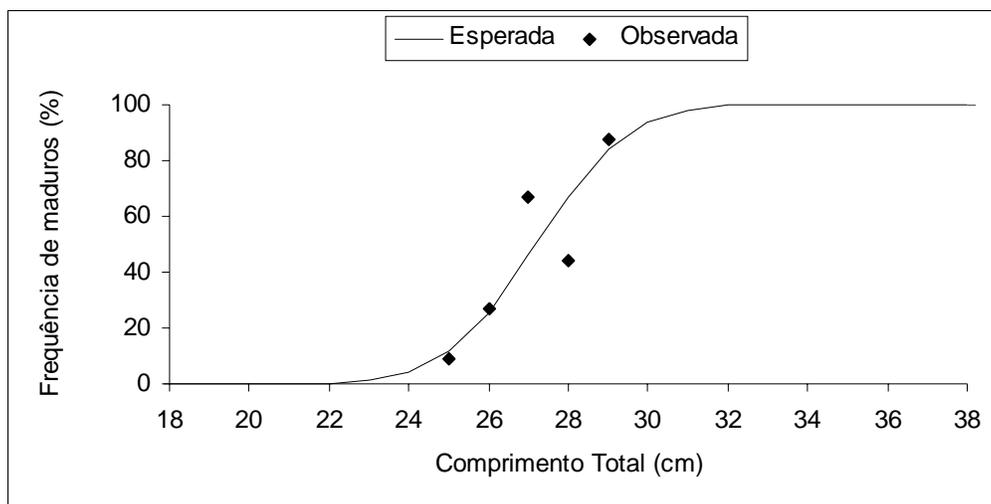


Figura 2.12; Relação entre comprimento total e proporção de maturidade para machos de *Narcine brasiliensis* coletados nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005. A linha representa a distribuição normal cumulativa, ajustada com a análise de probits.

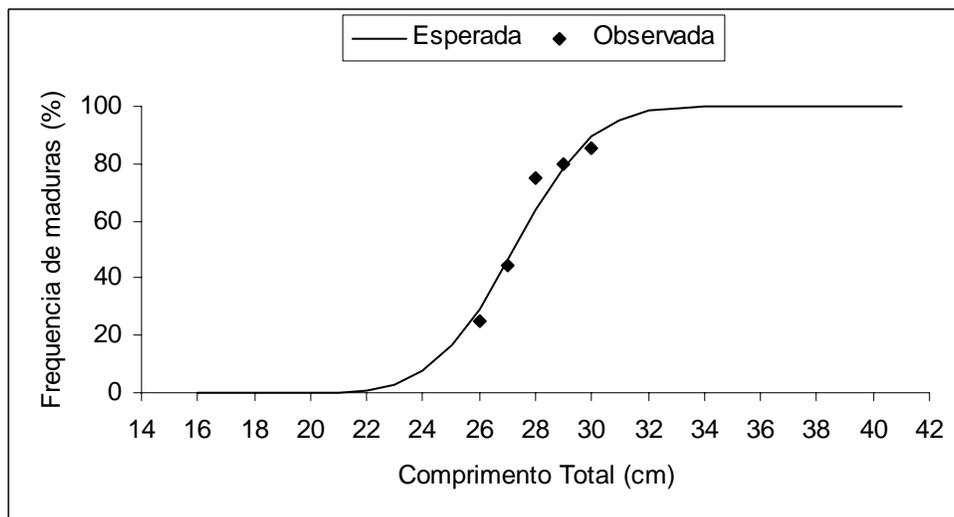


Figura 2.13; Relação entre comprimento total e proporção de maturidade para fêmeas de *Narcine brasiliensis* coletadas nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005. A linha representa a distribuição normal cumulativa, ajustada com a análise de probits.

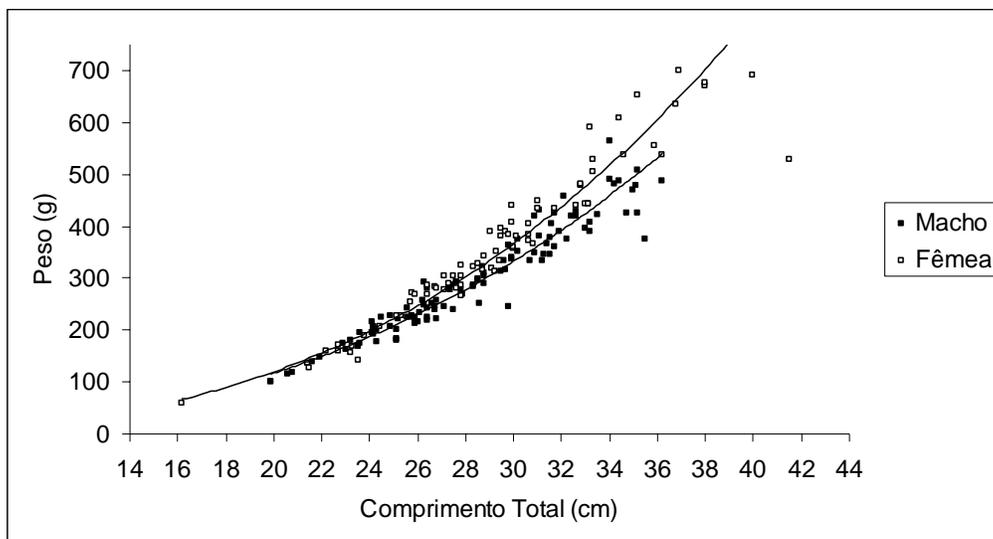


Figura 2.14; Relação entre peso total comprimento total em *Narcine brasiliensis* coletados nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005.. Equações; Machos: $PT = 5,18 \times 10^{-2} \times CT^{2,58}$, $r^2 = 0,94$; Fêmeas: $PT = 3,1 \times 10^{-2} \times CT^{2,76}$, $r^2 = 0,95$.

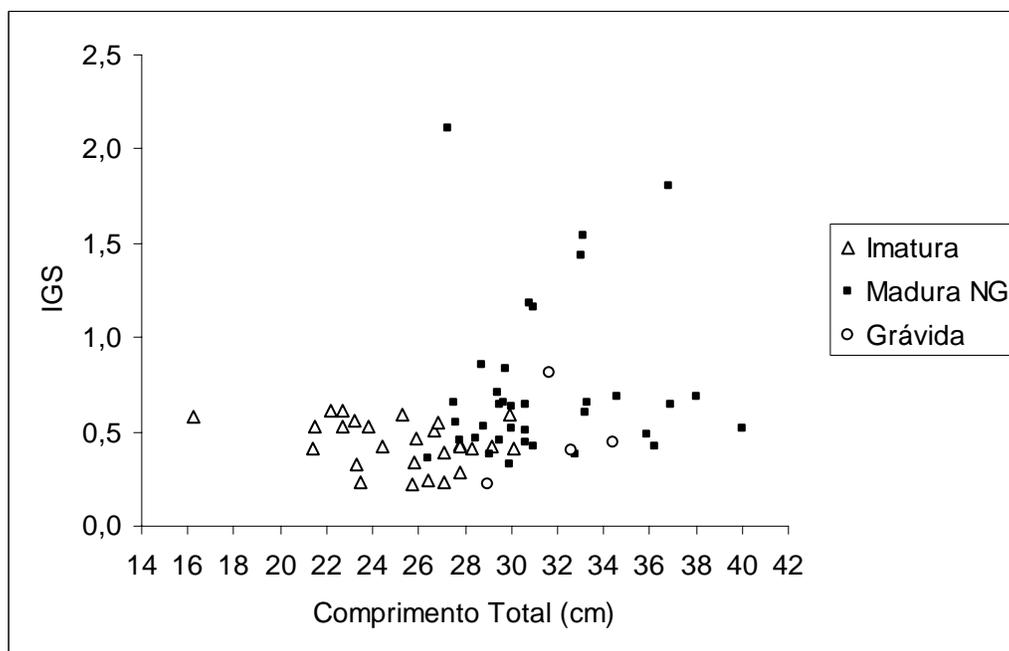


Figura 2.15; Relação entre índice gonadossomático (IGS) e comprimento total (cm) em fêmeas de *Narcine brasiliensis* coletadas nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005. NG= Fêmeas maduras não grávidas

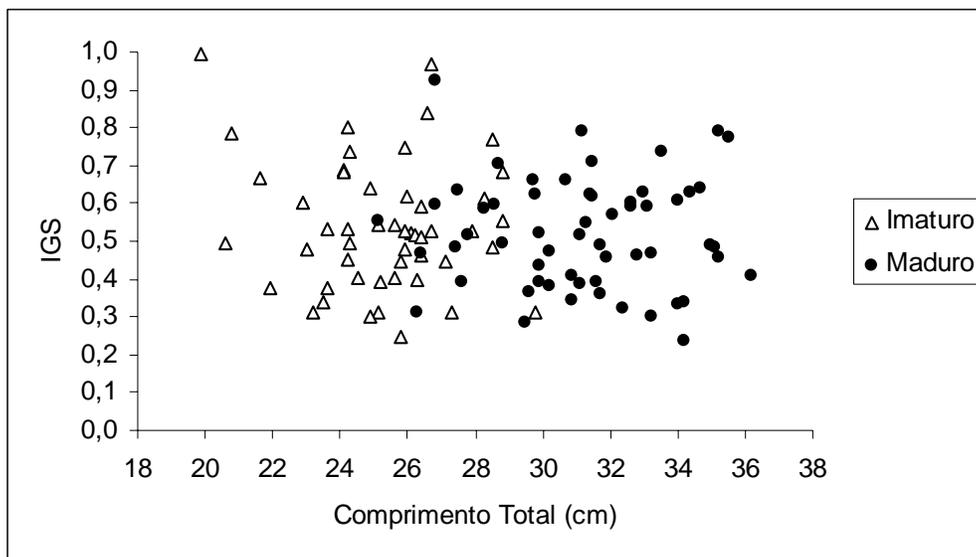


Figura 2.16; Relação entre índice gonadosomático (IGS) e comprimento total (cm) em machos de *Narcine brasiliensis* coletados nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005.

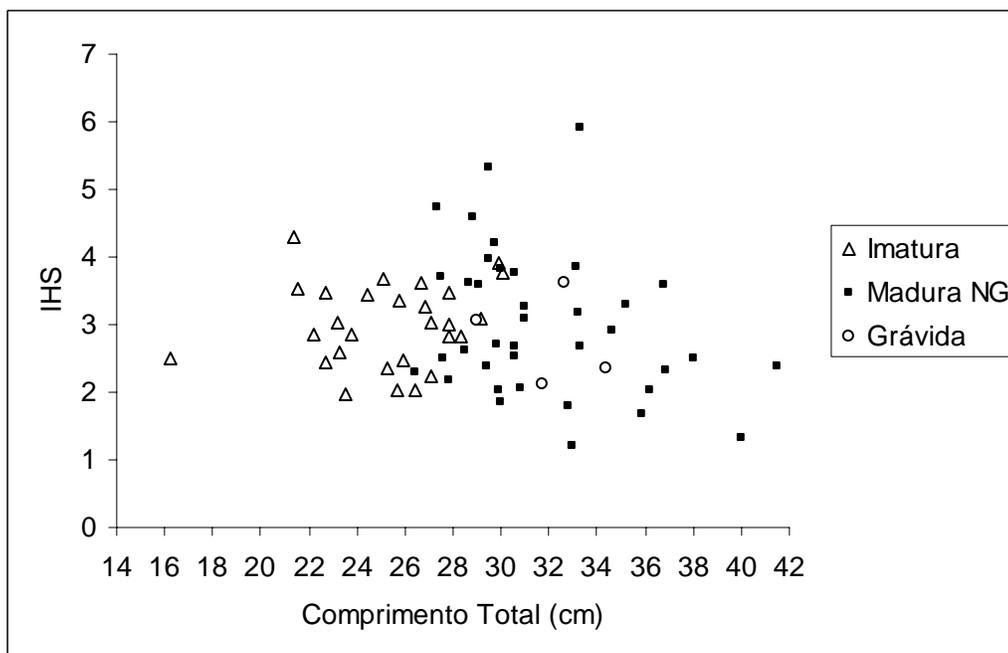


Figura 2.17; Relação entre índice hepatossomático (IHS) e comprimento total (cm) em fêmeas de *Narcine brasiliensis* coletadas nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005. NG= Fêmeas maduras não grávidas

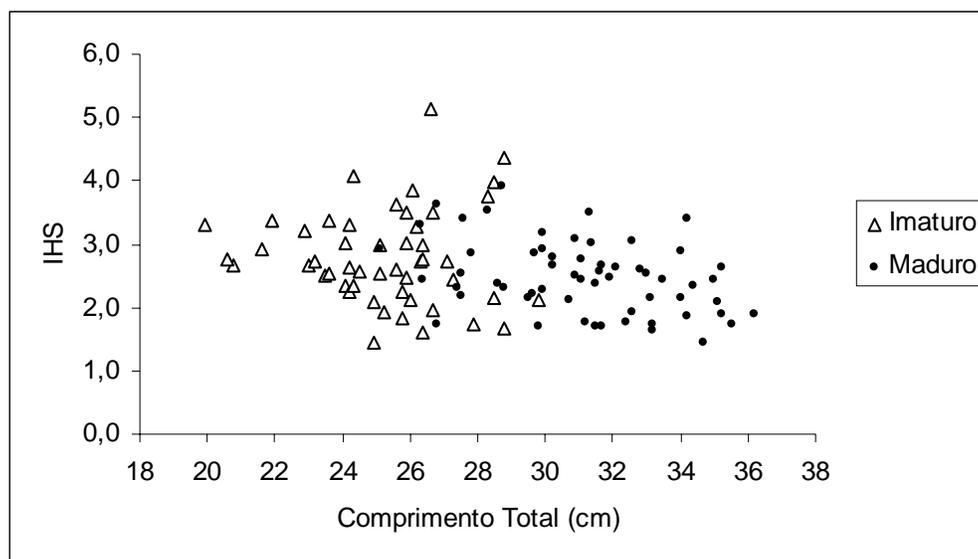


Figura 2.18; Relação entre índice hepatossomático (IHS) e comprimento total (cm) em machos de *Narcine brasiliensis* coletados nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005.

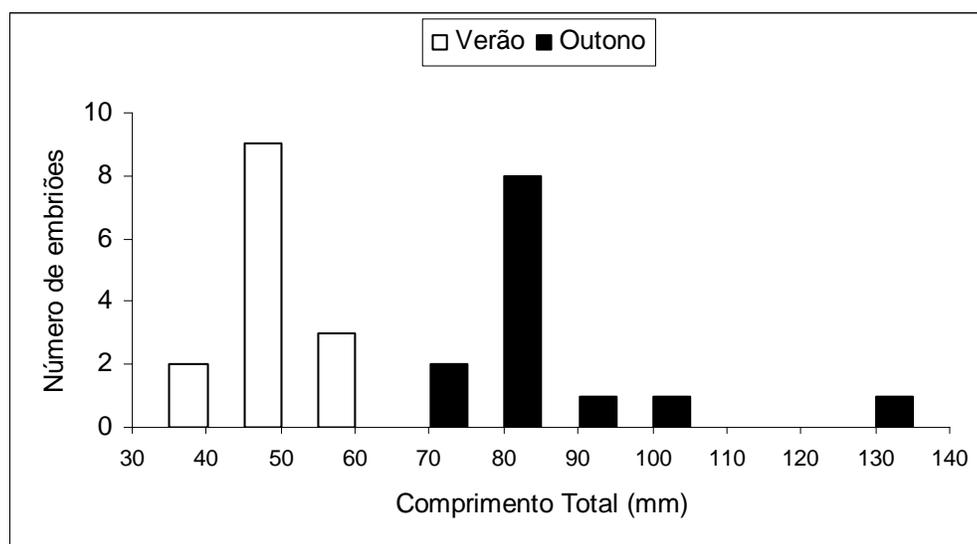


Figura 2.19; Relação entre comprimento total (mm) e número de embriões *Narcine brasiliensis* coletados nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o outono de 1983 e o verão de 2005.



Figura 2.20; Vista dorsal de embrião de *Narcine brasiliensis* coletado nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005.



Figura 2.21; Vista ventral de embrião de *Narcine brasiliensis* coletado nas águas costeiras do Rio Grande do Sul durante o verão de 2005.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)