

CARACTERIZAÇÃO DA MORFOLOGIA UTERINA E DAS FASES DE DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO DO TUBARÃO-AZUL, *Prionace glauca* (LINNAEUS, 1758)

Characterization of uterus morphology and embryos development of the blue shark, *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758)

Jefferson F. A. Legat¹, Carolus M. Vooren²

RESUMO

Uma amostra de 60 fêmeas do tubarão-azul, Prionace glauca (Linnaeus, 1758), capturadas no Sul do Brasil, foi submetida a análises biométricas, sendo coletados para análises detalhadas os aparelhos reprodutores de 30 fêmeas, dentre os quais, oito gravídicos. Os úteros foram descritos e classificados em seis categorias de acordo com a fase de maturidade sexual. A fecundidade uterina variou entre 10 e 39, sem apresentar relação com o comprimento total (CT). O conteúdo dos úteros foi classificado em cinco fases de desenvolvimento desde ovos uterinos até embriões com cerca de 18 cm CT. Foi possível determinar com exatidão o sexo dos embriões a partir de 10,0 cm CT, não sendo observada a predominância de nenhum dos sexos dentro dos úteros.

Palavras-chaves: reprodução, anatomia, viviparidade placentária.

ABSTRACT

Sixty females of blue shark, Prionace glauca (Linnaeus, 1758) were submitted to biometric analysis. The reproductive organs of 30 females - eight of which pregnant - were collected for detailed analysis. The uterus was described and classified into six categories according to the sexual maturity phases. The uterine fecundity varied between 10 and 39, without relationship with total length. The content of the uterus was classified into five phases of development, from uterine eggs to embryos measuring about 18 cm in total length. Embryos' sex was precisely determined at 10 cm total length, and it was not observed the predominance of either sex in the uterus.

Key words: reproduction, anatomy, placental viviparity.

¹ Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Meio-Norte. BR 343, km 35, Caixa Postal 341, Parnaíba PI. CEP 64200-970. Brasil. E-mail: legat@cpamn.embrapa.br;

² Professor Titular do Departamento de Oceanografia da Universidade Federal do Rio Grande, Laboratório de Elasmobrânquios e Aves Marinhas, Caixa Postal 474, Rio Grande RS. CEP: 96201-900. Brasil. E-mail: dccmv@furg.br

INTRODUÇÃO

O tubarão-azul, *Prionace glauca*, é uma espécie pelágica, com distribuição circungalbal desde águas tropicais até temperadas (Compagno, 1984). A estratégia reprodutiva dessa espécie é a viviparidade matrotrofica placentária (Pratt Jr., 1979), cujo ciclo reprodutivo no Oceano Atlântico norte dura entre 9 e 12 meses. A cópula ocorre durante o verão, a fertilização durante a primavera e a parturição 9 - 12 meses após a fertilização, quando os embriões possuem cerca de 50 cm de comprimento total (CT). Logo após a parturição, a fêmea possui folículos ovarianos maduros e está apta a realizar uma nova fertilização, reiniciando a gestação dentro de um ciclo com duração anual.

O desenvolvimento embrionário de espécies vivíparas vem sendo estudado através da coleta de fêmeas grávidas em diferentes fases de gestação. Por este motivo, muitas das descrições realizadas referem-se somente a um período do desenvolvimento ou mesmo a alguns poucos embriões (Sunyé, 1993). Vieira & Johnstom (1995) iniciaram estudos sobre o desenvolvimento ontogenético de *P. glauca*, descrevendo alguns aspectos da morfologia interna de embriões que mediam entre 4,9 e 12,9 cm CT. Amorim (1992) observou a pigmentação e o desenvolvimento da placenta em embriões da espécie, com 3,0 - 50,0 cm CT. O objetivo deste estudo foi apresentar características morfológicas do útero e de embriões de *P. glauca*, ainda não descritas na literatura, a fim de complementar os trabalhos anteriores e aprimorar o conhecimento sobre o desenvolvimento embrionário da espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram efetuadas durante a realização de cruzeiros de pesquisa com o N.Oc. Atlântico Sul, utilizando espinhel pelágico. Os lançamentos foram realizados sobre o talude continental do sul do Brasil, entre as latitudes 27°S e 34°S e as longitudes 46°W e 51°W, no período de novembro de 1996 a agosto de 1999. Foram amostrados 227 exemplares de *P. glauca*, sendo 60 fêmeas e 167 machos. A maioria dos indivíduos foi içada viva a bordo e as medições biométricas realizadas logo após a captura. O comprimento total (CT) foi medido como a distância entre a ponta do focinho e a ponta do lóbulo superior da nadadeira caudal alinhado com o eixo do corpo, segundo a metodologia proposta por Compagno (1984). Os espécimes foram pesados em balança de barra com precisão de 100,0 g e a pesagem dos órgãos foi feita com precisão de 1,0 g ou de 10,0 g.

Os aparelhos reprodutores de oito fêmeas grávidas, com tamanhos entre 204,5 cm CT e 255,0 cm CT, e de 22 fêmeas não-grávidas com CT entre 155,0 e 216,5 cm, foram coletados, fixados em formol 10%, preservados em etanol 70% e dissecados no Laboratório de Elasmobrânquios e Aves Marinhas da FURG. Foram medidas a largura da glândula nidamentária, e a largura e o comprimento do útero. Nos úteros grávidos, o número de embriões foi contado, sendo cada embrião medido e pesado. A morfologia externa dos embriões foi observada em lupa e a fecundidade uterina foi dada em função do número de peças presente nos dois úteros. Foi utilizado o teste *t* ($p < 0,01$) a fim de se avaliar diferenças no número de embriões entre os úteros esquerdo e direito, e a predominância de um dos sexos dentre os embriões.

RESULTADOS

Os úteros examinados variaram na forma de acordo com o estágio de desenvolvimento sexual dos indivíduos e foram classificados em seis categorias descritas a seguir:

Útero característico de exemplares imaturos

A) Útero estreito e afilado. Observado em três exemplares menores que 140 cm CT. O útero possuía a forma de um tubo estreito, com diâmetro uniforme de até 0,5 cm, sem diferenciação com o oviduto anterior. Desde a porção anterior do oviduto até a cloaca, o estreito tubo apresentava comprimento entre 25,0 e 30,0 cm. A glândula nidamentária estava ausente ou no início do processo de formação, na porção mais anterior do tubo como um pequeno alargamento sem formato definido.

B) Útero em forma de garrafa Tipo 1 (Figura 1-a). Observado em um exemplar com 155 cm CT. O útero era uma estrutura delgada e cilíndrica, medindo 1,0 cm de largura e 10,0 cm de comprimento, desde a porção anterior da cloaca até a porção anterior do útero. O útero estava diferenciado do restante do istmo do oviduto medindo cerca de 11,0 cm desde a porção anterior do útero até a porção posterior da glândula nidamentária, que estava formada e possuía cerca de 1,0 cm de largura.

C) Útero em forma de garrafa Tipo 2 (Figura 1-b), medindo entre 1,0 e 1,7 cm de largura, e cerca de 17 cm de comprimento, desde a porção anterior da cloaca até a porção anterior do útero. A porção mais larga do útero media cerca de 3,0 cm de comprimento, e o istmo do oviduto media cerca de 6,0 cm desde a porção anterior do útero até a porção posterior da glândula nidamentária. Esse tipo de útero foi obser-

vado em seis espécimes com CT variando entre 170 e 208 cm. A porção anterior do útero, próxima à glândula nidamentária, permaneceu afilada, enquanto a porção posterior, próxima à cloaca, aumentou sua largura. No interior do útero, havia uma pequena quantidade de material mucoso de cor esbranquiçada. A largura da glândula nidamentária foi entre 1,0 e 1,8 cm. A parte interna do útero era dividida em dezenas de pequenas invaginações, no sentido transversal, com 0,1 mm de largura (Figura 1-c), contendo pouca quantidade de material esbranquiçado de consistência gelatinosa. Essas invaginações representavam as câmaras internas do útero no início do processo de diferenciação.

Útero característico de fêmeas sub-adultas

D) Útero em forma de garrafa Tipo 3, medindo de 2,0 a 3,0 cm de largura, e cerca de 17 cm de comprimento, desde a porção anterior da cloaca até a parte posterior do istmo do oviduto (Figura 1-d). A porção mais larga do útero media 15 cm de comprimento e, o istmo do oviduto, cerca de 8,0 cm desde a porção anterior do útero até a porção posterior da glândula nidamentária, observado em oito exemplares entre 197 e 240 cm CT. A quantidade de material mucoso no interior do útero foi um pouco maior que no Tipo 2, proporcional ao aumento da cavidade uterina. A largura da glândula nidamentária mediu de 2,0 a 3,5 cm.

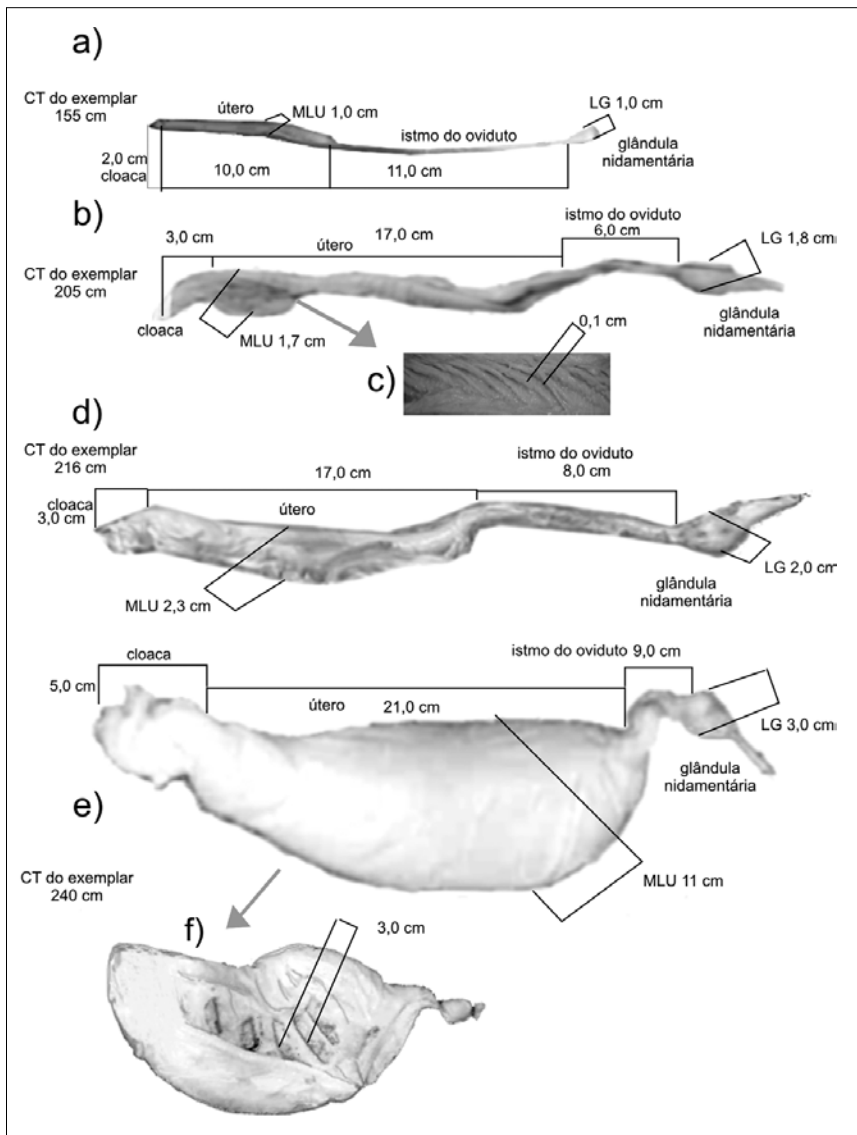


Figura 1 - Útero de *Prionace glauca* classificados de acordo com o presente estudo (n = 30 fêmeas com 165 - 294 cm CT: a, b e d - útero em forma de garrafa Tipos I, II e III, respectivamente; c - vista interior do útero em forma de garrafa Tipo II, com invaginações; e - útero grávido; f - mostra a vista interior do útero grávido, com as câmaras onde se situam os embriões. MLU significa "maior largura do útero" e LG "largura da glândula nidamentária".

Útero característico de fêmeas adultas

E) Útero grávido, medindo entre 5,6 e 15,0 cm de largura, e com 21 cm de comprimento, desde a porção anterior da cloaca até a parte posterior do istmo do oviduto (Figura 1-e). O istmo do oviduto permaneceu, mesmo durante a gravidez, medindo cerca de 8,0 a 10,0 cm de comprimento desde a porção anterior do útero até a porção posterior da glândula nidamentária, observado em oito exemplares com CT entre 204,5 - 255,0 cm. A parede do útero era espessa, com 2,0 a 2,5 cm de largura, e possuía aspecto esponjoso, com várias câmaras transversais sobrepostas (Figura 1-f), formadas pela sobreposição das invaginações, e contendo uma peça (ovo uterino ou embrião). As paredes entre as câmaras possuíam a mesma textura que a parede do útero, sendo mais finas, com 0,3 - 0,5 cm de espessura. O conteúdo foram ovos e embriões entre 1,5 e 20,0 cm. A largura da glândula foi entre 2,2 e 3,0 cm.

F) Útero pós-gestação, medindo entre 5,5 e 15,0 cm de largura, e cerca de 20 cm de comprimento, desde a porção anterior da cloaca até a parte posterior do istmo do oviduto. O istmo do oviduto media cerca de 8,0 cm de comprimento desde a porção anterior do útero até a porção posterior da glândula nidamentária, observado em quatro exemplares entre 235 e 265 cm CT. A aparência externa do útero nestes exemplares era semelhante ao observado em espécimes grávidos, indicando que o útero não reduz sua largura após o indivíduo já haver realizado gestação. O conteúdo era uma grande quantidade de material mucoso semelhante ao observado nos estágios C e D. A largura da glândula foi entre 4,0 e 5,0 cm. Este tipo de útero foi considerado característico de fêmeas adultas em período entre a ocorrência de uma gestação e outra.

A fecundidade uterina de sete exemplares com 204 - 255 cm CT variou entre 10 e 39, sem haver relação entre este parâmetro e o comprimento do corpo. Segundo os resultados do teste *t*, não houve diferença na fecundidade entre os úteros direito e esquerdo ($p > 0,05$).

Desenvolvimento embrionário

O conteúdo dos úteros examinados foi classificado em seis categorias:

A) **Ovos uterinos.** Ovos de cor amarelo claro, com diâmetro entre 2,5 e 3,0 cm, peso entre 2,5 e 3,5 g e envoltos por cápsula marrom clara, transparente e delgada. A cápsula era grande em relação ao tamanho do ovo, medindo entre 8,0 e 12,0 cm de comprimento (Figura 2-A).

B) **Estágio I.** Embriões fusiformes com cerca de 1,6 e 2,7 cm (Figura 2-B), pesando entre 0,6 e 0,8 g.

Cordão vitelínico situado na região ventral, com cerca de 1,0 cm, unia o embrião ao ovo vitelínico que possuía cor, forma, tamanho e peso semelhantes ao ovo uterino. Os embriões encontravam-se apoiados sobre o saco vitelínico, envoltos pela cápsula ovígera. A cabeça era arredondada com pequena flexão cranial. A boca, em forma de semicírculo, encontrava-se aberta. Os olhos, posicionados lateralmente, eram proeminentes e apresentavam pouca pigmentação na porção mais externa do globo ocular. Os filamentos branquiais estavam presentes e mediam 0,1 cm. A nadadeira caudal era afilada e as nadadeiras peitorais e pélvicas iniciavam o processo de diferenciação. As demais nadadeiras estavam ausentes.

C) **Estágio II.** Embriões com CT entre 3,0 e 4,5 cm e com peso entre 0,4 e 0,6 g (Figura 2-C). Cordão vitelínico com 1,2 cm. O saco vitelínico media 2,0 cm e pesava entre 3,0 e 3,5 g. A flexão cranial tornou-se mais evidente. Os olhos mantiveram as mesmas características do Estágio I. Os filamentos branquiais externos mediam 0,3 cm. As nadadeiras pélvicas, medidas desde a sua base até sua maior extremidade, mediam 0,2 cm. As peitorais mediam também 0,2 cm e a nadadeira anal era uma dobra medindo 0,1 cm. A margem ventral da nadadeira caudal estava diferenciada, medindo 0,7 cm. A primeira nadadeira dorsal media 0,2 cm, e a segunda nadadeira dorsal apresentava indícios de desenvolvimento, medindo 0,05 cm.

D) **Estágio III.** Embriões entre 5,0 e 6,0 cm CT, pesando entre 1,3 e 1,7 g (Figura 2-D). Cordão vitelínico com 4,0 cm. O processo de pigmentação começou a surgir na porção anterior do embrião, desde a cabeça até os arcos branquiais. Os olhos eram mais pigmentados, sendo, apenas o centro branco. Os filamentos branquiais estavam ausentes e os arcos branquiais eram visíveis através da pele. A flexão cranial era mais acentuada. Medidas desde sua base até a maior extremidade, as nadadeiras possuíam as seguintes características: peitorais arredondadas com 0,3 cm; primeira-dorsal com 0,3 cm; pélvicas semelhantes aos adultos, com 0,3 cm; nadadeira caudal semelhante aos adultos, com margem ventral medindo 1,1 cm. A segunda nadadeira dorsal media 0,15 cm. A nadadeira pélvica começou a se diferenciar entre os sexos de forma muito sutil, através de uma proeminência em forma de pinça, pouco visível à lupa. A nadadeira anal era uma dobra com 0,15 cm. O saco vitelínico pesava entre 2,2 e 3,0 g, e media 2,0 cm. Apoiado na parede e na porção terminal do útero foi observado tecido diferenciado com características semelhantes às da placenta observada no Estágio IV. Isto é indício de que na área de estudo, o processo de formação da placenta em *P. glauca* inicia quando os embriões atingem o tamanho de 5,0 cm CT.

E) **Estágio IV.** Embriões medindo 11,0 cm, e pesando entre 5,2 e 8,0 g (Figura 2-E). Neste estágio uma metade do saco vitelínico (2,0 cm), estava diferenciada em placenta, com diversas saliências e reentrâncias no tecido. Esta porção diferenciada possuía forma oval e estava fracamente aderida à parede do útero. Com o surgimento da placenta, o cordão vitelínico passa a ser chamado de cordão placentário e, neste estágio, mediu cerca de 5 cm. A partir desta fase, os embriões não estavam mais envolvidos pelas cápsulas ovíferas; algumas destas encontravam-se enroladas ao cordão placentário e ao embrião, outras estavam dispostas na porção do útero próximo à cloaca. Os olhos eram totalmente pigmentados e a membrana nictitante estava formada. O corpo tinha pigmentação desde a cabeça até a 1ª nadadeira dorsal. Na pele pigmentada, foram visíveis à lupa sinais de formação de escamas placóides. Na boca, ocorreram pequenas saliências, visíveis à lupa, evidenciando o processo de formação dos dentes. O focinho surge, com aproximadamente 0,2 cm, conferindo ao embrião uma cabeça triangular. Todas as nadadeiras estavam presentes e, com exceção da anal, possuíam aspecto mais semelhante aos adultos. A altura da primeira e segunda dorsais foi 0,5 cm e 0,2 cm, respectivamente. A margem anterior da nadadeira peitoral mediu 1,0 cm. O maior comprimento da nadadeira pélvica foi 0,5 cm. A margem superior da nadadeira caudal mediu entre 2,1 e 2,3 cm. A nadadeira anal era uma dobra com 0,25 cm. A nadadeira pélvica de machos e fêmeas estava mais diferenciada, sendo o pterigopódio dos machos mais evidentes à lupa. A forma de pinça manteve-se, medindo 0,5 cm de comprimento.

F) **Estágio V.** Embriões com cerca de 18,0 cm, pesando entre 22,0 e 24,0 g (Figura 2-F). O cordão placentário media 6,0 cm. A quantidade de cápsulas ovíferas era maior na porção do útero próximo à cloaca, sendo que algumas permaneceram enroladas no embrião. A placenta estava totalmente formada, pesando entre 5,0 g e 7,0 g e dividia-se em duas porções classificadas, segundo Hamlett (1987), em placenta do embrião e placenta maternal. A placenta do embrião possuía forma esférica, media 2,0 cm de diâmetro e, o tecido era repleto de reentrâncias e saliências. A placenta maternal possuía forma de disco, media 3,5 cm de diâmetro, e era um tecido frouxo ligado à extremidade posterior da placenta embrionária e fortemente aderido à parede do útero. A cabeça tornou-se mais triangular devido ao foci-

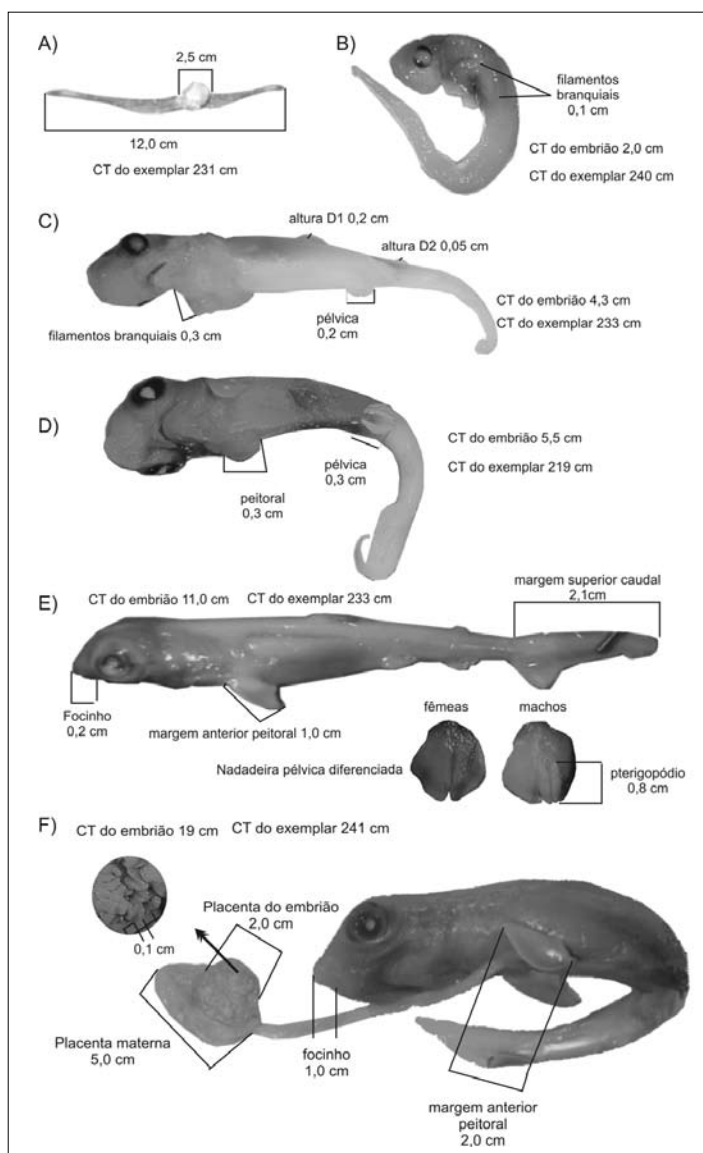


Figura 2 - Fases do desenvolvimento embrionário de *Prionace glauca*: A - ovos fecundados; B - embrião em Estágio I; C - embrião em Estágio II; D - embrião em Estágio III; E - embrião em Estágio IV; F - embrião em Estágio V.

inho mais diferenciado, sendo este delgado, flexível e com 1,0 cm de comprimento. Dezenas de pequenos dentes triangulares eram visíveis à lupa. Alguns exemplares tinham o corpo totalmente pigmentado, enquanto outros, apenas a porção anterior. Todas as nadadeiras tinham formas iguais às dos exemplares adultos. As nadadeiras peitorais eram triangulares e a margem anterior mediu cerca de 2,0 cm. A altura da primeira e da segunda nadadeira dorsal mediu 0,7 cm e 0,3 cm, respectivamente. A margem superior da nadadeira caudal mediu 3,0 cm, e a margem anterior da nadadeira pélvica mediu 0,5 cm. O pterigopódio foi visível a olho nu neste estágio, medindo 0,8 cm, desde sua inserção até sua extremidade.

Foi possível determinar com exatidão o sexo dos embriões a partir de 10,0 cm CT, mas em embriões com tamanho superior a este valor, não foi observada a predominância de nenhum dos sexos dentro dos úteros ($p > 0,05$). De acordo com a relação entre o peso total do embrião (com vitelo ou placenta e cordão) e peso do corpo do embrião, verificou-se que a massa inicial da reserva vitelínica do ovo é de cerca de 3 g. A maior diferença de pesos a partir de 10,0 cm CT ocorreu devido à redução do vitelo, formação da placenta e sua adesão à parede do útero. A partir do momento em que o embrião possuía tamanho superior a 14,0 cm CT, a reserva de vitelo estava totalmente esgotada e o embrião nutria-se exclusivamente dos produtos transferidos pela mãe.

DISCUSSÃO

Em relação à morfologia do útero, os resultados obtidos são semelhantes aos de Hazin *et al.* (1994), mas estes autores observaram largura mínima do útero grávido acima de 10 cm, enquanto neste estudo, em três exemplares grávidos, a largura foi entre 5,6 e 7,5 cm.

Dados sobre a fecundidade da espécie foram apresentados por Hazin (1993), de acordo com a literatura científica, segundo a qual o número de embriões por gestação tem grande variação: entre 14 e 64 no Oceano Atlântico norte; entre 8 e 62 embriões no Oceano Atlântico sudoeste; entre 4 e 62 embriões no Oceano Pacífico e, entre 10 e 135 embriões no Oceano Índico. Na área de estudo, a fecundidade uterina variou entre 16 e 39, sendo que o valor mais baixo registrado para o limite superior, em comparação com as demais localidades, pode estar relacionado ao baixo número amostral.

Hazin *et al.* (1994) observaram que, no Nordeste brasileiro, apenas os embriões maiores do que 26 cm de comprimento furcal possuíam a placenta desenvolvida e ligada à parede do útero. Segundo Amorim (1992), assim como neste estudo, na região Sudeste-Sul a placenta estava formada em embriões com comprimento total entre 17 e 20 cm, evidenciando que a partir desse tamanho os embriões passam a receber nutrientes da mãe.

Hamlett (1987) demonstrou que em tubarões vivíparos, a cápsula ovígera é incorporada à placenta durante a formação desta, com exceção de *P. glauca* e *Scoliodon laticaudus*. Essas informações foram corroboradas neste trabalho pela observação de uma grande quantidade de cápsulas ovígeras na porção do útero próximo à cloaca, após a eclosão das cápsulas de embriões maiores do que 10 cm. O carreamento de cápsulas após a eclosão significa que, em-

bora cerquem todo o embrião, as câmaras dos úteros não são totalmente fechadas.

Baseados em diferenças no tamanho de embriões presentes no mesmo útero, Gubanov & Grigor'yev (1975) propuseram que a parturição de *P. glauca* ocorre em períodos diferentes, em até cinco fases. Hazin *et al.* (1994) observaram a possibilidade de duas fases distintas de parturição baseados, também, na diferença do comprimento de embriões presentes no mesmo útero, mas Pratt Jr. (1979) e Amorim (1992) não encontraram evidências que comprovem tal hipótese. Neste estudo, os embriões de um mesmo útero diferiam em até 4 cm CT, porém, encontravam-se em estágios de desenvolvimento praticamente idênticos. A diferença observada não foi considerada como "coortes" distintas, mas sim como uma variação individual ou um resultado da variação no tempo de ovulação e fertilização. Dadas as características morfológicas observadas, esta distinção de poucos centímetros não deve influenciar no resultado final de um processo de gestação que dura entre 9 e 12 meses. Pelo exposto, conclui-se que no Oceano Atlântico sul a parturição ocorre uma única vez por gestação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amorim, A.F. *Estudo da biologia da pesca e reprodução do cação-azul, Prionace glauca L. 1758, capturado no Sudeste e Sul do Brasil*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação do Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, 205 p., Rio Claro, 1992.
- Compagno, L.G.V. *FAO species catalogue, volume 4. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 2. Carcharhiniformes*. *FAO Fish. Synop.*, Rome, n.125, p.252-655, 1984.
- Gubanov, Y.P. & Grigor'yev, V.N. Observations of the distribution and biology of the blue shark *Prionace glauca* (Carcharhinidae) of the Indian Ocean. *J. Ichthyol.*, n.15, p.37-43, 1975.
- Hamlett, W.C. Comparative morphology of the elasmobranch placental barrier. *Arch. Biol.*, Bruxelles, n.98, p.135-162, 1987.
- Hazin, F.H.V. *Fisheries-oceanographical study on tunas, billfishes and sharks in the southwestern equatorial Atlantic Ocean*. PhD. Thesis, Graduate School of Fisheries, Tokyo University of Fisheries, 286 p., 1993.
- Hazin, F.H.V.; Kihara, K.; Otsuka, K.; Boeckman, C.E. & Leal, E.C. Reproduction of the blue shark *Prionace glauca* in the southwestern equatorial Atlantic Ocean. *Fish. Sci.*, v.60, n.5, p.487-491, 1994.

Pratt Jr., H.L. Reproduction in the blue shark, *Prionace glauca*. *Fish. Bull.*, v. 77, n. 2, p. 445-470, 1979.

Sunyé, P.S. *Gestação e desenvolvimento embrionário dos cações-anjo Squatina guggenheim Marini, 1936 e Squatina occulta Vooren & Silva, 1991 (Pisces - Squatinidae)*. Tese de Mestrado, Programa de Pós-gradu-

ação em Oceanografia Biológica, Universidade Federal do Rio Grande, 110 p., Rio Grande, 1993.

Vieira, V.L.A. & Jonhstom, I.A. Aspectos da morfologia externa em embriões de *Prionace glauca*, p. 72, in *Anais da VII Reunião do Grupo de Trabalho Sobre Pesca e Pesquisa de Tubarões e Raias no Brasil*, Rio Grande, 1995.