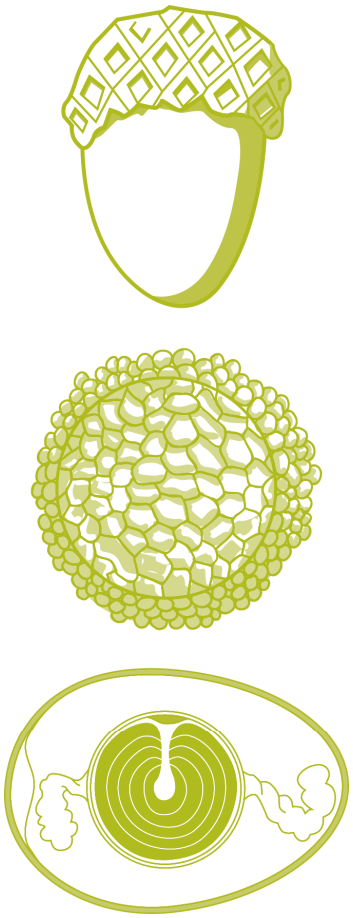
CAPÍTULO 3



CAPÍTULO 3

Vitelogênese e Tipos de Ovos

Você certamente já ouviu falar da biodiversidade. Mas, você já parou para pensar qual é a origem de uma parte da diversidade biológica existente na escala animal? Podemos considerar que a diversidade de formas e tamanhos de ovos (tipos de ovos), resultante basicamente da diferença na produção e distribuição da reserva de nutrientes (vitelo) nos gametas femininos durante a vitelogênese, é um fator responsável por gerar importantes diferenças nos processos de embriogênese inicial dos animais.

Assim, neste capítulo vamos abordar uma etapa muito importante no processo da gametogênese feminina, na qual ocorre o crescimento dos gametas femininos em razão do processo de produção e acumulação de vitelo (vitelogênese). Este processo leva a formação de diferentes tipos de ovos. Também vamos reconhecer e identificar os diversos modelos de envoltórios especializados que revestem os ovos em função do ambiente em que eles se encontram.

3.1 Crescimento dos gametas femininos e vitelogênese

No período de crescimento do gameta feminino ocorrem diversas modificações no gameta, tais como a síntese de ácidos nucleicos, a produção de organelas citoplasmáticas (mitocôndrias, retículo endoplasmático, complexo de Golgi, entre outras) e a **vitelogênese.** Este processo é caracterizado pela elaboração e acúmulo de substâncias de reserva nutritiva que serão essenciais para viabilizar o desenvolvimento dos embriões. A reserva de material nutritivo é genericamente denominada de vitelo, o qual é uma adaptação evolutiva que capacita o embrião a se desenvolver na ausência de uma fonte alimentar externa.

Os animais que se desenvolvem na ausência de grande quantidade de vitelo, tais como os ouriços do mar, formam rapidamente um estágio larval. As larvas se alimentam e o desenvolvimento então continua a partir desta larva que nada livremente. A maioria dos mamíferos, em cujos ovos também não há grande quantidade de vitelo, adotam outra estratégia, isto é, desenvolvem um anexo embrionário denominado placenta. Este anexo supre o embrião e o feto de nutrientes e oxigênio durante a gestação. No lado oposto da escala de acumulação de vitelo nos gametas estão os ovos de peixes, répteis e aves. O vitelo ocupa a maior parte de seus volumes celulares, sendo que a quantidade de dessa reserva precisa ser suficiente para nutrir esses animais, pois eles se desenvolvem na ausência de um estágio larval ou mesmo, de ligação a uma placenta. Portanto, o vitelo é uma adaptação evolutiva que permite o desenvolvimento do embrião sem a necessidade de

uma fonte nutricional externa. Em algumas espécies de rãs, como as espécies tropicais *Eleutherodactylus* e *Arthroleptella*, também pode ser observada esta relação entre grande concentração de vitelo e ausência de formas larvais. Neste último exemplo, os ovos não precisam ser postos na água porque o estágio larval (girino) foi eliminado.

Para alguns animais este período de crescimento é prolongado e o aumento do tamanho do gameta chega a ser bastante considerável. Como exemplos têm-se que na rã, um ovócito chega a 2.000 µm (2mm) quando completamente desenvolvido; nos peixes, como as trutas, os ovócitos chegam ao volume de até 5 mm; na galinha o volume do ovócito aumenta até 200 vezes, chegando a atingir 30 mm; nos mamíferos, como nos ratos, o ovócito possui um tamanho inicial de 20 µm de diâmetro e quando atinge a maturação chega 70 µm de diâmetro (Figura 3.1).

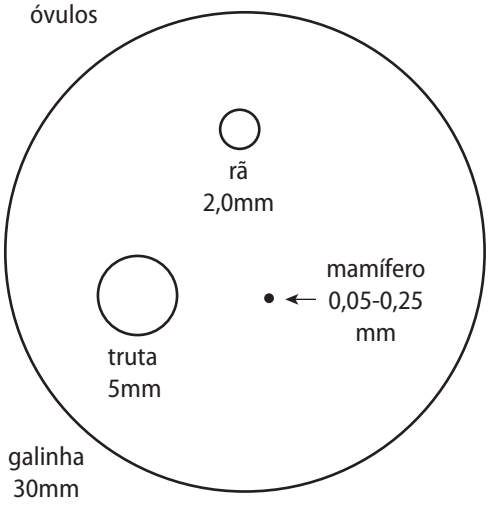


Figura 3.1 - Esquemas da diversidade de tamanho dos gametas femininos em diferentes grupos animais (STORER, et al., 1995).

Este aumento expressivo do tamanho do gameta se deve principalmente a vitelogênese. O vitelo não apresenta uma composição química definida, sendo constituído basicamente de proteínas, lipídios, carboidratos, sais minerais e água. Na síntese do vitelo, de acordo com a espécie e o ambiente, pode haver diferentes combinações destes componentes, caracterizando uma composição particular do vitelo para cada espécie.

Durante o processo de vitelogênese, o ovócito acumula reservas significativas de vitelo, moléculas de RNA e outras substâncias. Estas podem ser sintetizadas pelo próprio ovócito ou pelo citoplasma

de outras células não germinativas. Assim, na escala animal existem dois padrões de síntese de vitelo, com base na transferência de nutrientes e na biossíntese: autossíntese e heterossíntese.

1. **Autossíntese**: quando o local de síntese de macromoléculas e do material de reserva (vitelo) é o citoplasma do ovócito. As moléculas precursoras de baixo peso molecular (aminoácidos, açúcares simples e monoglicerídeos) são absorvidos pelas microvilosidades da superfície do ovócito e incorporados no citoplasma e as organelas de síntese produzem os constituintes do vitelo (Figura 3.2A).
2. **Heterossíntese**: quando os produtos de reserva do ovócito são primeiramente sintetizados por outras células (como, por exemplo, as células do fígado nos vertebrados, as células do hepatopâncreas nos crustáceos, as células dos corpos gordurosos nos insetos) e, depois, são transportados pelos líquidos corpóreos (como sistema sanguíneo, hemolinfa, líquido celomático) para o citoplasma do ovócito, onde ficará armazenado (Figura 3.2B).

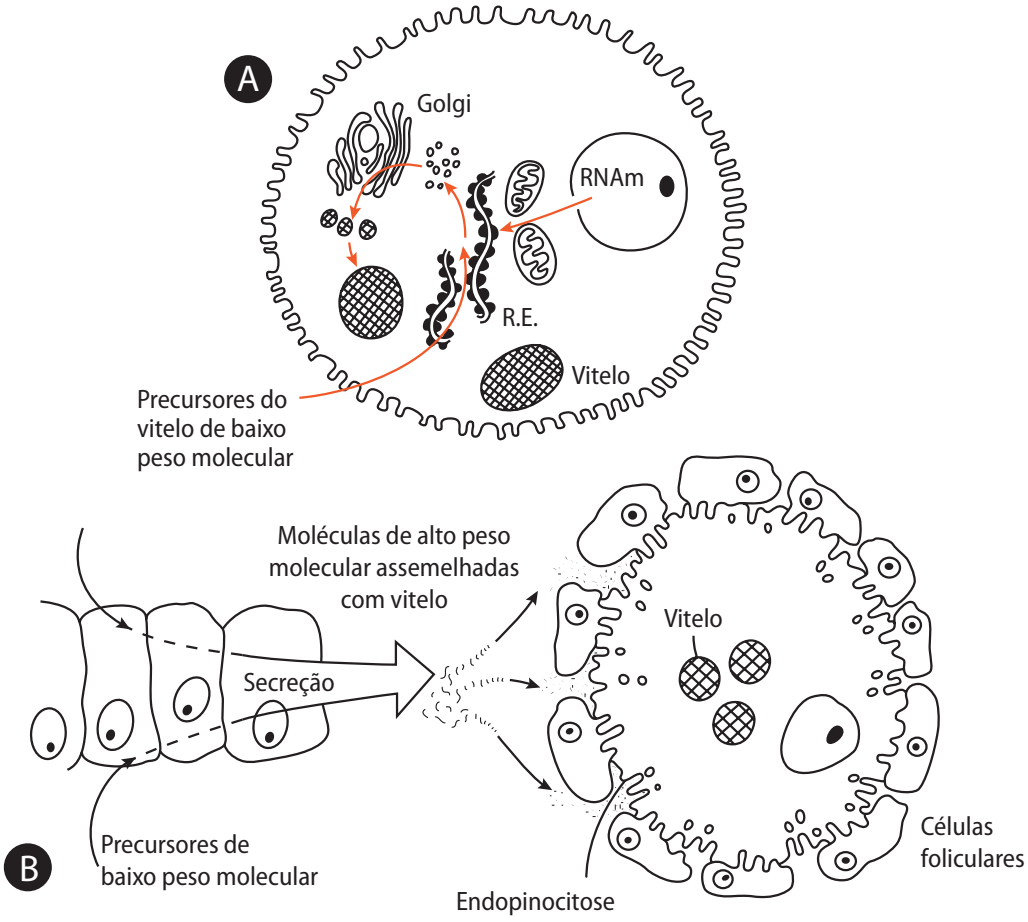


Figura 3.2 - Esquemas dos padrões de síntese de vitelo: (A) Autossíntese; (B) Heterossíntese (BARNES, et al., 1995).

3.2 Tipos de ovos

Na escala animal, são encontrados uma diversidade de formas e tamanhos de ovos **(tipos de ovos)**, resultantes basicamente da diferença na quantidade de vitelo produzida e acumulada no citoplasma da célula germinativa feminina durante a vitelogênese.

A quantidade de vitelo acumulado no interior do gameta pode levar a um rearranjo espacial do núcleo e do citoplasma desta célula. Quando a quantidade de vitelo acumulada é pequena, este tende a se espalhar homogeneamente pelo citoplasma, permanecendo o núcleo em sua posição central. À medida que, média e/ou grande quantidade de vitelo é acumulada, o núcleo tende a se deslocar de sua posição original até atingir uma extremidade ou pólo do ovo. Enquanto que o vitelo, mais denso, tende a permanecer na extremidade oposta da célula. O pólo que contém o núcleo é chamado de **pólo animal**, enquanto que aquele que contém vitelo é denominado de **pólo vegetativo.** Esta diferença nos constituintes citoplasmáticos nas duas extremidades confere uma **polaridade** à célula.

Polaridade
É definida pela distribuição heterogênea de sustâncias no citoplasma da célula germinativa ou do zigoto, tais como RNAs mensageiros, proteínas e vitelo

Na natureza os ovos podem ser classificados de acordo com a quantidade e distribuição de vitelo. De acordo com a quantidade de vitelo, os ovos podem ser classificados de uma maneira geral em oligolécito, mesolécito e megalécito (ou macrolécito). Em relação à distribuição de vitelo, os ovos podem se classificados em isolécito, heterolécito, telolécito e centrolécito.

Os ovos **oligolécitos** possuem pequena quantidade de vitelo (Figura 3.3A). Estes ovos são geralmente **isolécitos**, ou seja, o vitelo encontra-se regularmente distribuído pelo citoplasma do ovo. Exemplo de grupos animais: equinodermas, anfioxos e mamíferos.

Os ovos **mesolécitos** possuem quantidade moderada de vitelo distribuído heterogeneamente no citoplasma, ficando acumulado principalmente no pólo vegetativo, e o núcleo se desloca levemente para o pólo animal do ovo (Figura 3.3B). Devido a essa distribuição diferenciada de vitelo nos dois pólos do ovo, estes ovos podem ser classificados também como **heterolécitos.** Exemplo de grupos animais: moluscos (exceto cefalópodes), anelídeos e anfíbios.

Os ovos **megalécitos** (ou macrolécitos) possuem grande quantidade de vitelo acumulado no ovo que pode estar distribuído de duas maneiras distintas, caracterizando a classificação em telolécito e centrolécito.

- Nos ovos **megalécitos telolécitos,** o núcleo do ovo está deslocado para o pólo animal, estando todo o vitelo depositado no pólo vegetativo. Exemplo de grupos animais: moluscos cefalópodes, peixes (em sua grande maioria), répteis e aves (Figura 3.3C).
- Nos ovos **megalécitos centrolécito**, o núcleo encontra-se em posição central, rodeado por uma fina camada de citoplasma, envolta por sua vez por vitelo. São ovos que apresentam formato bastante alongado. Exemplo de grupos animais: insetos e as espécies de crustáceos de água doce ou salobra (Figura 3.3D).

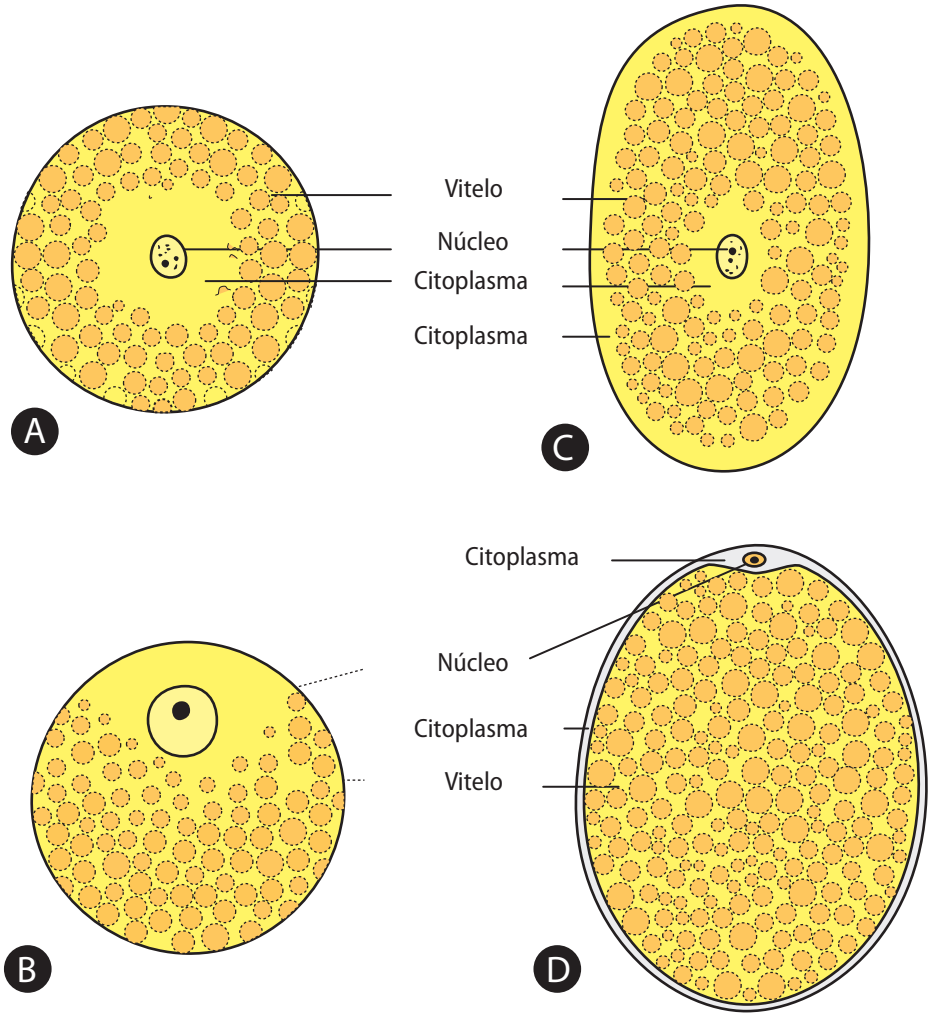


Figura 3.3 - Esquemas dos diferentes tipos de ovos: (A) Oligolécito; (B) Mesolécito; (C) Megalécito centrolécito; (D) Megalécito telolécito (Modificado de SIEWING, 1969).

3.3 Envelopes ovulares

A grande maioria dos animais, com exceção das esponjas e de alguns celenterados, possui um ovo com a membrana plasmática revestida externamente por envoltórios especializados, denominados **envelopes ovulares**. Estes envelopes podem ter uma constituição celular ou acelular (glicoproteicos) e apresentar diferentes arranjos estruturais (Figura 3.4).

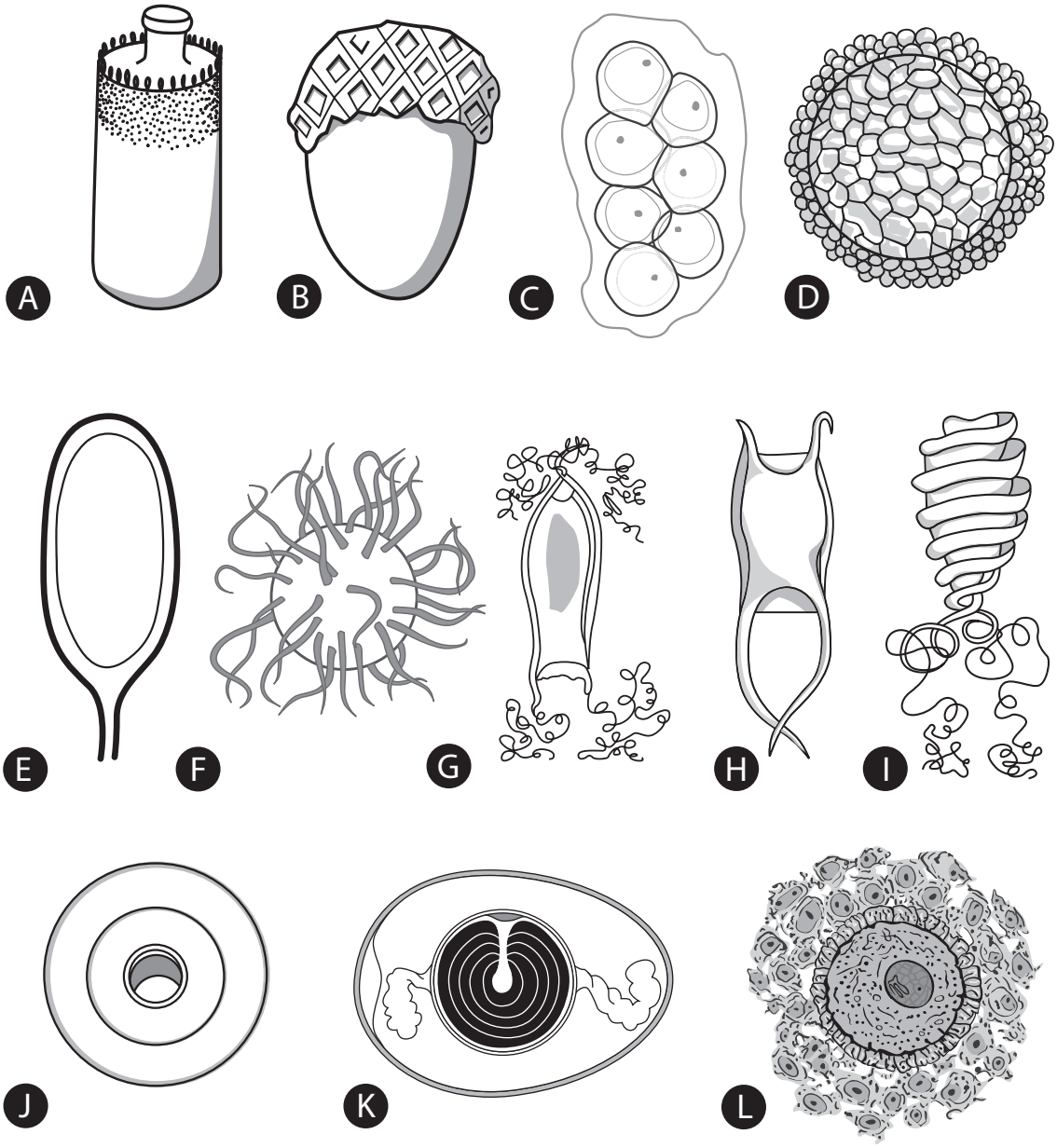


Figura 3.4 - Esquemas dos diferentes tipos de envelopes ovulares encontrados na escala animal: (A - B) Ovos de insetos; (C) Posturas de prosobrânquios; (D - F) Ovos de peixes ósseos; (G - I) Ovos de peixes cartilaginosos; (J) Anfíbios; (L) Aves; (M) Mamíferos (FIORONI, 1992; GILBERT, 2004).

Estes envelopes ovulares possuem como funções principais: proteção contra choques mecânicos, fixação a um substrato, flutuação (ovos postos em ambiente aquático), prevenção contra a desidratação (ovos postos em ambiente terrestre) e auxiliam no reconhecimento espécie-específica dos gametas importante para a fecundação.

Uma classificação mais geral dos envelopes ovulares é feita de acordo com o local onde são produzidos. Assim, os envelopes são classificados em:

Tunicados
animais sempre marinhos, sem esqueleto interno e com um revestimento especial, composto essencialmente de tunicina, uma substância isômera da celulose e segregada pela epiderme.

- **Envelopes primários**: aqueles produzidos no ovário, pelo próprio ovócito e/ou pelas células foliculares. Ex.: membrana vitelina (nos insetos, moluscos, anfíbios e aves), córion (nos **tunicados**, insetos e peixes), zona pelúcida e corona radiata (nos mamíferos).
- **Envelopes secundários:** são aqueles produzidos fora do ovário, em alguma região do aparelho reprodutor feminino (oviduto, útero). Ex.: ganga mucosa (nos anfíbios), albúmen (ou clara), membranas da casca e a casca mineral dos ovos nas aves.

Na escala animal, geralmente, envolvendo os gametas femininos são geralmente envelopes primários e envelopes secundários. Contudo, os ovos postos em ambiente terrestre como, por exemplo, os ovos das aves apresentam uma maior quantidade e complexidade de envelopes ovulares: a casca, a membrana interna e externa da casca, o albúmen e a membrana vitelínica.

Resumo

A **vitelogênese** é um processo caracterizado pela elaboração e acúmulo de substâncias de reserva nutritiva que serão essenciais para viabilizar o desenvolvimento dos embriões. A reserva de material nutritivo é genericamente denominada de vitelo. O vitelo não apresenta uma composição química definida, sendo constituído basicamente de proteínas, lipídios, carboidratos, sais minerais e água.

Os animais que se desenvolvem na ausência de grande quantidade de vitelo formam rapidamente um estágio larval. Alguns animais que possuem ovos com pequena quantidade de vitelo desenvolvem a placenta, um anexo responsável por suprir o embrião e o feto de

nutrientes e oxigênio durante a gestação. Nos ovos com grande quantidade de vitelo, esta reserva nutritiva ocupa a maior parte de seus volumes celulares e é responsável pela nutrir os animais. Este aumento expressivo do tamanho do gameta se deve principalmente a vitelogênese.

Durante a vitelogênese, o ovócito pode acumular reservas significativas de vitelo, moléculas de RNA e outras substâncias. Estas substâncias podem ser sintetizadas pelo próprio ovócito (**autossíntese**) ou pelo citoplasma de outras células não germinativas (**heterossíntese**).

Na escala animal, são encontrados uma diversidade de formas e tamanhos de ovos resultantes da diferença na quantidade de vitelo produzida e acumulada no citoplasma da célula germinativa feminina durante a vitelogênese.

Na natureza os ovos podem ser classificados de acordo com a quantidade e distribuição de vitelo. De acordo com a quantidade de vitelo, os ovos podem ser classificados de uma maneira geral em **oligolécitos**, **mesolécitos** e **megalécitos** (ou macrolécito). Em relação à distribuição de vitelo, os ovos podem se classificados em **isolécitos**, **heterolécitos**, **telolécitos** e **centrolécitos**.

A grande maioria dos animais possui um ovo com a membrana plasmática revestida externamente por **envelopes ovulares**. Estes envelopes são envoltórios especializados que podem ter uma constituição celular ou acelular (glicoproteicos) e apresentar diferentes arranjos estruturais. Eles possuem diversas funções, como a proteção contra choques mecânicos, a fixação a um substrato, a flutuação (ovos postos em ambiente aquático), a prevenção contra a desidratação (ovos postos em ambiente terrestre) e o auxílio no reconhecimento espécie específico dos gametas na fecundação.