



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

TAIANA AMANDA FONSECA DOS PASSOS

**Biologia reprodutiva de *Nacella concinna* (Strebel, 1908) (Gastropoda: Nacellidae) do
sublitoral da Ilha do Rei George, Península Antártica**

BELÉM
2018

TAIANA AMANDA FONSECA DOS PASSOS

**Biologia reprodutiva de *Nacella concinna* (Strebel, 1908) (Gastropoda: Nacellidae) do
sublitoral da Ilha do Rei George, Península Antártica**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Graduação em Engenharia de Pesca da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) como requisito necessário para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Pesca.
Área de concentração: Ecologia Aquática.
Orientador: Prof. Dr. rer. nat. Marko Herrmann.
Coorientadora: Dra. Maria Carla de Aranzamendi.

BELÉM
2018

TAIANA AMANDA FONSECA DOS PASSOS

Biologia reprodutiva de *Nacella concinna* (Strebel, 1908) (Gastropoda: Nacellidae) do sublitoral da Ilha do Rei George, Península Antártica

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Graduação em Engenharia de Pesca, para a obtenção do título de bacharel. Área de concentração: Ecologia Aquática.

Data da aprovação

Banca examinadora

Presidente da banca

Prof. Dr. Breno Gustavo Bezerra Costa

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

Membro 1

Prof. Dr. Lauro Satoru Itó

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

Membro 2

Profa. Msc. Rosália Furtado Cutrim Souza

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

Aos meus sobrinhos, Tháina, Kauã e Laura. “Cabe a nós criarmos crianças que não tenham preconceitos, crianças capazes de ser solidárias e capazes de sentir compaixão! Cabe a nós sermos exemplos”.

AGRADECIMENTOS

Certamente algumas páginas não irão descrever os meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que cooperaram de alguma forma, para que eu pudesse realizar este sonho. Foi preciso muito esforço, determinação, paciência e perseverança, e nada disso eu conseguiria sozinha.

Agradeço aos meus pais, Sinthya e Amadeu, por sempre me guiarem pelo caminho do bem e me ensinarem que caráter e dignidade são os maiores trunfos que alguém pode ter. As minhas irmãs, Tainara e Tainá, que por terem me ensinado a amar, sem precisar dizer eu te amo.

Agradeço as minhas queridas avós, Marcionila e Norma, obrigada por todos os dias me concederem carinho e agrado. Ao meu eterno avó Amadeu, o grande lobo do mar, minha inspiração de bondade e paixão pela água.

Um agradecimento especial aos meus padrinhos Neydyla e Rubney, sou grata por acreditarem em mim, e me ajudarem financeiramente nos estudos, e antes de mais nada pelo carinho além do tempo. Agradeço a minha querida prima Ana Paula que sempre me apoiou e me ajudou em todos os momentos de dificuldades, pelos inúmeros incentivos e gestos de carinho que me são dados.

Agradeço a todos os meus tios e tias pelo amor concedido e alegria compartilhada ao longo da vida. Aos meus queridos primos-irmãos, por todos os momentos felizes e aprendizado durante nosso crescimento.

Às minhas grandes amigas Ricarla e Lana, agradeço por todos os momentos compartilhados, todas as conversas, incentivos, risos e choros, vocês são extremamente especiais, obrigada pela imensa contribuição em minha vida acadêmica e pessoal, reafirmo, sempre dará certo.

Às minhas amigas Joelen e Hana, com vocês compartilhei conhecimentos, risos e momentos difíceis, que possamos nos tornar profissionais de excelência e pessoas comprometidas com a verdade e ética. Obrigada por tudo.

Ao meu namorado Bruno Sampaio pelo companheirismo, carinho e apoio de sempre. Aos meus amigos Alyson Carvalho e Matheus Guedes, com vocês compartilho meus momentos felizes e histórias incoerentes, obrigada por fazerem parte da minha vida. Agradeço ao querido Luiz Gomes, pela companhia de sempre, risos e conselhos tortos, obrigada por tudo, mais ainda pela luz que carrega.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Marko Herrmann, grata por compartilhar seu vasto conhecimento, e pela paciência e dedicação. Ao prof. Dr. Lauro Itó por todo aprendizado, contribuição e experiência adquirida ao longo do curso.

A todos os membros do Laboratório de Ecologia Marinha da Universidade Nacional de Córdoba, os quais pude adquirir conhecimentos e ter o prazer de compartilhar lindos momentos, onde tive o privilégio de colaborar nesse importante estudo. Además de excelentes pesquisadores, são grandes pessoas. Grata, Marcos Tatían, Ricardo Sahade, Natalia Servetto, Gastón Alurralde, Luciana Torre, Paola Reyna, Anabela Taverna e Diego.

Um agradecimento especial a minha querida coorientadora Carla de Aranzamendi, obrigada pelos ensinamentos, paciência e dedicação, mais ainda pela influência na minha futura vida profissional. Gracias, Carlita. Grata ao Santiago Castillo, pela contribuição e momentos compartilhados em minha vivência na Argentina.

Agradeço ao Engenheiro de Pesca Rafael Anaisce, pela contribuição, e por ter dedicado seu tempo a me auxiliar quando foi preciso. Aos meus colegas de classe Alessandra Assis, Conce Bezerra, Kassia Salimos, Karlenna Monteiro, Renê Silva e Phelipe Benoliel, pela amizade e momentos compartilhado.

Grata a UFRA, que me acolheu como estudante de Engenharia de Pesca e me fez crescer não penas em conhecimento, mas como ser humano, obrigada a todos os meus colegas do PET, pelas lutas diárias e missões cumpridas.

Obrigada meu Deus, e a todos que, mesmo não estando citados aqui, tanto contribuíram para a conclusão desta etapa e para pessoa que sou hoje.

RESUMO

Este trabalho foi direcionado ao estudo do ciclo reprodutivo do gastrópode *Nacella concinna* que habita a zona litoral rochosa, e em sublitorais rasos e profundos ao longo da Península Antártica e ilhas adjacentes, sendo este molusco de grande importância para a cadeia trófica da região. Foi coletado o total de 115 exemplares de *N. concinna* na zona sublitoral (aproximadamente 21m de profundidade) durante o ano de 2014, onde foram realizadas coletas mensais, exceto nos meses de fevereiro e agosto. O exame histológico do tecido gonadal revelou que as relações sexuais não desviam significativamente da proporção de 1: 1. Os indivíduos foram classificados em seis estágios de maturação de acordo com as características das células germinativas dos machos e fêmeas. A análise da variação dos percentuais do estágio gonadal mostrou os primeiros machos e fêmeas maduros em janeiro. Para ambos os sexos, a maior frequência encontrada ao longo dos meses foi de indivíduos em desenvolvimento. Indivíduos totalmente desovados foram observados de forma maciça no mês de novembro para ambos os sexos, ocorrendo um novo pico em janeiro para as fêmeas. A menor abundância de ovócitos ocorreu no período de maio, onde foi constatado para o mesmo mês um pico de indivíduos em desenvolvimento, prosseguido de um aumento nos índices de abundância de ovócitos, o que indica o declínio na atividade reprodutiva. Os resultados apresentados, quanto a relação entre as variáveis ambientais e dados biológicos, indicam que há uma forte relação entre o aumento da temperatura e salinidade com o período reprodutivo da espécie em estudo, sendo assim, os parâmetros ambientais exercem papel importante para a eficiência do processo reprodutivo.

Palavras-chave: Molusco. Lapas subantárticas. Estágio gonadal.

RESUMEN

Este trabajo fue dirigido al estudio del ciclo reproductivo de la Marina gasterópodos *Concinna* que habita en la zona costera rocosa, y en las subcostales profundas y profundas a lo largo de la Península Antártica y las islas adyacentes, este molusco que es de gran importancia para el Cadena trófica de la región. El total de 115 ejemplares de *N. concinna* se recogió en la zona sublitoral (aproximadamente 21m de profundidad) durante el año 2014, donde se realizaron colectas mensuales, excepto en los meses de febrero y agosto. La examinación histológica del tejido gonadal reveló que las relaciones sexuales no se desvían perceptiblemente del cociente de 1:1. Los individuos fueron clasificados en seis etapas de maduración según las características de las células germinales de machos y hembras. El análisis de la variación de los porcentajes del estadio gonadal mostró los primeros machos y hembras maduros en enero. Para ambos sexos, la frecuencia más alta encontrada en los meses era de individuos en desarrollo. Los individuos completamente desovados fueron observados masivamente en el mes de noviembre para ambos sexos, ocurriendo un nuevo pico en enero para las hembras. La menor abundancia de ovocitos se produjo en el período de mayo, donde se observó durante el mismo mes un pico de individuos en desarrollo, seguido por un aumento de los índices de abundancia de ovocitos, lo que indica la disminución de la actividad reproductiva. Los resultados presentados, respecto a la relación entre las variables ambientales y los datos biológicos, indican que existe una fuerte relación entre el aumento de temperatura y la salinidad con el período reproductivo de la especie en estudio, por lo que los parámetros del medio ambiente Desempeñan un papel importante en la eficacia del proceso reproductivo.

Palabras clave: Molusco. *Lapas* subantárticas. Etapa gonadal.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Gastrópode Antártico <i>N. concinna</i> . A- Vista dorsal da concha e B- Vista ventral, onde é possível observar as estruturas do pé, boca e cabeça.	20
Figura 2- Indivíduos de <i>N. concinna</i> aderidos às rochas da zona entre marés durante a maré baixa em Punta Plaza, Baía do Almirantado, Ilha do Rei George.	21
Figura 3- Área de localização do estudo, onde os triângulos indicam o ponto de coleta de dados.	26
Figura 4- Registro de mergulho da captura na zona sublitoral, onde a seta indica organismos de <i>N. concinna</i>	28
Figura 5- Dimensões da concha de <i>N. concinna</i> , onde (CT) é o comprimento total, (L) largura e (A) altura.	30
Figura 7- Contagem dos ovócitos por mm ²	34
Figura 13- variação mensal da frequência dos estágios de maturação de fêmeas e machos de <i>N. concinna</i> . Totalmente desovado (TD), totalmente desovado sem estágio de recuperação (TDSER), totalmente desovado com estágio de recuperação (TDCER), Maduro (M), em desenvolvimento (ED) e estágio inicial (EI). De acordo com as estações do ano, verão (VER), outono (OUT), inverno (INV), primavera (PRI).	41
Figura 14 - Frequência relativa da proporção sexual de machos e fêmeas para todo o estudo.	42
Figura 15 - Frequência de ocorrência de fêmeas e machos durante o período de estudo.	43
Figura 16 - Frequência de ocorrência de machos e fêmeas por intervalo de classe.	45
Figura 17- Abundância e desvio padrão de ovócitos por mm ² de <i>N. concinna</i>	46
Figura 19 - Variação dos parâmetros ambientais e dados biológicos de <i>N. concinna</i> . A- Temperatura (°C); B-Salinidade; C- Média de abundância de ovócitos; D- Variação dos estágios de maturação das fêmeas. Totalmente desovado (TD), totalmente desovado sem estágio de recuperação (TDSER), totalmente desovado com estágio de recuperação (TDCER), Maduro (M), em desenvolvimento (ED) e estágio inicial (EI).	49

LISTA DE SIGLAS

°C- Graus celsius

A - Altura

CT-Comprimento total

ED- Em desenvolvimento

EI- Estágio inicial

IAA- Instituto Antártico Argentino

INV- Inverno

L- Largura

M- Maduro

OUT- Outono

P- Peso

PRI- Primavera

PSU- Practical salinity unit ou unidade de salinidade prática

Sr- Estrôncio

TD- Totalmente desovado

TDCER- Totalmente desovado com estágio de recuperação

TDSER- Totalmente desovado sem estágio de recuperação

UNC- Universidade Nacional de Córdoba

VER- Verão

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivo geral	14
2.2	Objetivos específicos	14
3	REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1	O continente Antártico	15
3.1.1	Características gerais.....	15
3.1.2	Biodiversidade	16
3.1.3	Variação temporal na Antártica	16
3.2	Caracterização de <i>Nacella concinna</i> (Strebel, 1908)	17
3.2.1	Relações evolutivas e taxonomia	17
3.2.2	Morfologia	19
3.2.3	<i>N. concinna</i> e a diferença entre as zonas litoral e sublitoral	20
3.2.4	Alimentação	22
3.2.5	Crescimento	22
3.2.6	Densidade e distribuição espacial	23
3.2.7	Predadores	24
3.2.8	Reprodução	24
4	MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1	Área de estudo	26
4.2	Aspectos éticos	27
4.3	Amostragem de <i>N. concinna</i>	27
4.3.1	Procedimento em laboratório	29
4.3.2	Protocolo histológico	30
4.3.3	Caracterização dos estágios gonadais	31
4.3.4	Mensuração dos diâmetros dos ovócitos.....	31
4.4	Análise de dados	32
4.4.1	Proporção sexual	32
4.4.2	Estimativa de abundância relativa dos ovócitos	33
4.4.3	Coorte ovocitária.....	34
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5.1	Caracterização dos estágios gonadais de <i>N. concinna</i>	35

5.1.1	Estágios de desenvolvimento das fêmeas	35
5.1.1.1	Estágio de desenvolvimento inicial	35
5.1.1.2	Em desenvolvimento.....	35
5.1.1.3	Estágio maduro	36
5.1.1.4	Parcialmente desovado com estágio de recuperação	36
5.1.1.5	Parcialmente desovado sem estágio de recuperação.....	36
5.1.1.6	Estágio totalmente desovado.....	36
5.1.2	Estágios de desenvolvimento dos machos	38
5.1.2.1	Estágio de desenvolvimento inicial	38
5.1.2.2	Em desenvolvimento.....	38
5.1.2.3	Estágio maduro	38
5.1.2.4	Parcialmente desovado com estágio de recuperação	38
5.1.2.5	Parcialmente desovado sem estágio de recuperação.....	38
5.1.2.6	Estágio totalmente desovado.....	39
5.2	Variação dos estágios de maturação ao longo do ano	40
5.3	Proporção sexual.....	41
5.4	Abundância de ovócitos por mm²	45
5.5	Análise da coorte ovocitária	46
5.6	Variação dos parâmetros ambientais e dados biológicos	47
6	CONCLUSÃO	50
	REFERÊNCIAS.....	51

1 INTRODUÇÃO

O continente antártico e as ilhas que o cercam perfazem uma área de $\cong 14$ milhões km², equivalente a 1,6 vezes a área do Brasil, representando $\cong 10\%$ da superfície da Terra. As formas de vida existentes na Antártica evoluíram sob as condições extremas de frio, vento, gelo e neve. O isolamento desse continente pelas massas de água e as condições especiais condicionaram o estabelecimento de espécies endêmicas. Em contraste com as áreas emersas da Antártica, as comunidades marinhas são ricas e diversas. É no mar que, de fato, encontra-se a vida na Antártica (MACHADO; BRITO, 2006).

O número total de espécies de macroinvertebrados bentônicos (isto é, excluindo todos os táxons de meiofauna) descritos na plataforma continental Antártica atualmente excede 4100 espécies (ARNTZ; GUTT; KLAGES, 1997; CLARKE; JOHNSTON, 2003). Tal como acontece com todos os oceanos do mundo, existem sem dúvidas, muitas espécies ainda a serem descobertas e descritas, especialmente entre os menores táxons (GUTT et al., 2004). Embora <1% das espécies mundiais de gastrópodes ocorram em águas polares do Sul, a riqueza é maior do que os relatos da maioria das zonas subtropicais e temperada da América do Sul (costa oeste) (VALDOVINOS et al., 2003).

A *Nacella concinna* (Strebel 1908) é um gastrópode abundante ao longo da península Antártica e as ilhas adjacentes (PICKEN, 1980). A ecologia e fisiologia da espécie foi estudada em várias áreas (SHABICA, 1971, 1976; WALKER, 1972; HARGENS, SHABICA, 1972; HOULIHAN; ALLAN, 1982; PECK, 1989; CLARKE, 1989, 1990). De acordo com Powell (1973), esta espécie distribui-se da zona intermareal a até 110 m de profundidade, sendo que sua densidade diminui de acordo com a profundidade (PICKEN, 1980). A reprodução ocorre sobre três semanas após a temperatura da água exceder - 1,4° C (SHABICA, 1971; PICKEN, 1980; PICKEN; ALLAN, 1983).

Vários autores (GARWOOD, 1987; CATALAN; YAMAMOTO, 1993; LIU, 1994; BRÊTHES; FERREYRA; DELAVEGA, 1994) descreveram ciclos gonadais em membros da família Nacellidae. Guzmán (1978) determinou o padrão espacial e a densidade de *N. magellanica* no estreito de Magalhães e Guzmán, Ríos (1987) estabeleceram a idade e o crescimento desta espécie. Morriconi, Calvo (1993) determinaram a influência ambiental no crescimento do estudo alométrico nas populações *Nacella (P.) deaurata* nos canais de Beagle.

N. concinna participa da transferência de energia entre os ambientes marinho e terrestre, atuando como mediador trófico entre produtores primários, como o fitoplâncton e predadores de topo da cadeia alimentar antártica, tais como peixes e gaivotas (CHOY, 2011). Neste

contexto é evidente a importância de estudos relacionados ao seu desenvolvimento e reprodução, embora seja um ambiente desafiador. Diante disso, este trabalho visa estudar a Biologia reprodutiva de *N. concinna* (Strebel, 1908) (Gastropoda, Nacellidae) do sublitoral da Ilha do Rei George, Península Antártica

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Estudar o ciclo reprodutivo de *Nacella concinna* (Strebel, 1908) (Gastropoda: Nacellidae) do sublitoral da Ilha do Rei George, Península Antártica.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar a proporção sexual;
- Analisar e caracterizar os estágios gonadais de *N. concinna*;
- Estabelecer a abundância relativa dos ovócitos;
- Estimar a época de reprodução da espécie;
- Analisar a influência das variáveis ambientais (salinidade e temperatura) no desenvolvimento gonadal e na abundância de ovócitos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 O continente Antártico

3.1.1 Características gerais

Há cerca de 500 milhões de anos, a Antártica era parte do supercontinente Gondwana, que existiu durante a era Paleozóica. No Mesozóico, a fragmentação desse supercontinente originou a América do Sul, África, Índia e Austrália que se deslocaram em direção oposta à Antártica, a qual permaneceu em latitude elevada e derivou lentamente até atingir a sua posição atual há mais de 100 milhões de anos (FITZSIMONS, 2000; PECK; CONVEY; BARNES, 2006).

Na Antártica, o espaço e os fundos oceânicos constituem as últimas grandes fronteiras ainda a ser conquistadas pelo homem. O continente antártico é o continente dos superlativos. É o mais desconhecido e o mais preservado de todos os continentes. Quinto continente em extensão, é o único sem divisão geopolítica. O continente antártico e as ilhas que o cercam perfazem uma área aproximada de 14 milhões km², 1,6 vezes a área do Brasil – cerca de 10% da superfície da Terra. As formas de vida existentes na Antártica evoluíram sob as condições extremas de frio, vento, gelo e neve. O isolamento desse continente pelas massas de água e as condições especiais condicionaram o estabelecimento de espécies que só aí ocorrem (MACHADO; BRITO, 2006).

Centrado no Polo Sul geográfico, é inteiramente circundado pelo Oceano Antártico ou Austral, cuja área, de cerca de 36 milhões de km², representa aproximadamente 10% de todos os oceanos. Combinadas, áreas marinhas e terrestres nos dão a dimensão da grandiosidade e da vastidão do continente antártico, que indubitavelmente constitui parte vital de nosso planeta. É a maior área selvagem natural que resta no planeta. Tão seca quanto o deserto do Saara, com ventos intensos que chegam a 327 km/h. tendo uma temperatura média de -60°C e a mais baixa temperatura já registrada, de -89,2°C, a Antártica é o mais frio dos continentes. Noventa e oito por cento de sua superfície estão permanentemente recobertos por um manto de gelo, que atinge quase cinco quilômetros de espessura e um volume de 25 milhões de km³ (MACHADO; BRITO, 2006).

3.1.2 Biodiversidade

A percepção da Antártica como um laboratório natural único e essencial para pesquisas envolvendo processos evolutivos, ecológicos e fisiológicos (CLARKE, et al., 2007), bem como para o sistema climático global (MASSOM; STAMMERJOHN, 2010). A atual biodiversidade na Antártica resultou de diferentes processos biogeográficos e evolutivos que operam sobre este continente desde o período Mesozóico (ZACHOS et al., 2001; BRANDT, 2005; BRANDT et al., 2007; ROGERS, 2007). Muitas espécies são encontradas só neste continente e o endemismo pode chegar a mais de 90% para alguns grupos de invertebrados antárticos (CLARKE; JOHNSTON, 2003).

Também é interessante notar como o isolamento progressivo deste continente levou a uma drástica extinção de plantas e animais no reino terrestre (CLARKE; CRAME, 1989; CONVEY et al., 2008). No Oceano Antártico, mudanças similares são marcadas pela redução de vários grupos bênticos-chave, que são abundantes e dominantes em regiões subantárticas adjacentes, como o braquiúro, caranguejos, lagostas e peixes cartilagosos. No entanto, outros grupos como esponjas, briozoários, aranhas marinhas, equinodermos, anfípodes e isópodes são abundantes e diversificados, indicando que o isolamento do continente e as mudanças climáticas não impediram seu sucesso (CRAME, 1999; ARNTZ; RÍOS, 1999; GRAY, 2001; CLARKE et al., 2004). As assembleias bentônicas da região costeira da Antártida são diversas e possuem estoques elevados (CLARKE; JOHNSTON, 2003; BOWDEN, 2005).

De fato, a atual fauna bentônica da Antártica inclui mais de 4000 espécies e constitui uma parte significativa da biodiversidade da Terra (CLARKE et al., 2004; GUTT et al., 2004; PECK et al., 2005). E esta região em particular apresenta oportunidades para o estudo de adaptações da história de vida em espécies bentônicas de crescimento lento que persistem em habitats com alta sazonalidade e frequentes perturbações (BOWDEN, 2005). Por seus valores naturais e agrestes, praticamente intocados pelo homem, que por si só constituem um preciosíssimo patrimônio de toda a humanidade, que cabe preservar, a Antártica foi designada como reserva natural, consagrada à paz e à ciência (MACHADO; BRITO, 2006).

3.1.3 Variação temporal na Antártica

A grande variação temporal e sazonal dos parâmetros físicos e climáticos na Antártica, capazes de limitar a ocorrência de vida em terra firme, estende sua influência sobre as comunidades marinhas de formas diferentes. A partir da comparação com o conhecimento

ecológico de outras áreas expostas a grandes variações sazonais, espera-se uma influência desta variação sazonal na densidade das populações bênticas sujeitas a estas condições. A imensa maioria das pesquisas sobre as comunidades bênticas na antártica foram realizadas durante o verão (GALLARDO et al., 1977; PLATT, 1979; OLIVER; SLATTERY, 1985; WÄGELE; SCHMINKE, 1986; WÄGELE; BRITTO, 1990; ARNAUD et al., 1986).

A composição da fauna bêntica antártica é relativamente bem conhecida (RETAMAL et al., 1982; PARULEKAR et al., 1983; ARNAUD et al., 1986), e se considera que a maioria dos grupos apresenta uma distribuição circumpolar. Nos trabalhos sazonais previamente realizados na Antártida com comunidades bênticas foram obtidos resultados contraditórios sobre a influência da sazonalidade sobre estas comunidades. As dificuldades de coleta, especialmente durante o inverno, agravam os problemas relacionados às limitações da amostragem remota nas comunidades bênticas. Apesar dos ecossistemas costeiros na Antártica terem sido mencionados por alguns autores como um dos mais estáveis ecossistemas bênticos do mundo (CATTANEO-VIETTI et al., 2000).

A grande sazonalidade climática que ocorre nas altas latitudes reconhecidamente influencia a produção primária no mar (FOGG, 1977), e esta influencia diretamente o ecossistema bêntico raso (GAMBI et al., 2000). Principalmente devido à escassez de nutrientes durante o inverno (GREBMEIER; BARRY, 1991; NEDWELL et al., 1993; ARNTZ; BREY; GALLARDO, 1994; CLARKE, 1996).

3.2 Caracterização de *Nacella concinna* (Strebel, 1908)

3.2.1 Relações evolutivas e taxonomia

As lapas verdadeiras, pertencentes à ordem Patellogastropoda, são habitantes comuns de costões rochosos dos trópicos para as regiões polares (POWELL, 1973; BRANCH, 1985; PONDER; LINDBERG, 1997). Elas diferem de outros gastrópodes em características fundamentais como geometria, microestrutura da concha, forma radular, morfologia das brânquias, e outros caracteres anatômicos (RIDGWAY et al., 1998; PONDER; LINDBERG, 2008). A sistemática do grupo, tem sido relativamente negligenciada e a maioria dos trabalhos se concentrou na descrição e discriminação da espécie. Historicamente, Patellogastrópodes foram classificados com base na forma externa da concha, mas em muitas espécies isso é altamente variável, levando a confusão (RIDGWAY et al., 1998). Estudos moleculares recentes

reconheceram pelo menos sete famílias (Lottiidae, Acmaeidae, Pectinodontidae, Patellidae, Lepetidae, Eoacmaeidae e Nacellidae) na ordem (NAKANO; OZAWA, 2007).

Reino: Animalia

Filo: Mollusca

Classe: Gastropoda

Subclasse: Patellogastropoda

Superfamília: Lottioidea

Família: Nacellidae

Gênero: *Nacella*

Espécie: *Nacella concinna* (Strebel, 1908)

Fonte: (MOLLUSCABASE, 2018).

A origem e diversificação da família Nacellidae não estão bem resolvidas, mas o monofiletismo e a relação dos membros do grupo, *Nacella* (SCHUMACHER, 1817) e *Cellana* (H. ADAMS, 1869), são bem evidentes por morfologia e dados moleculares (POWELL, 1973; LINDBERG, 1998; KOUFOPANOU et al., 1999; NAKANO; OZAWA, 2007). A *Nacella* está atualmente limitada às águas Antárticas e Subantárticas, enquanto a *Cellana* está distribuída pela Austrália, Nova Zelândia, Japão, Havaí e as Ilhas Juan Fernández. *Nacella* é atualmente composta de apenas 15 espécies nominais, enquanto *Cellana* inclui mais de 50 espécies (POWELL, 1973). Os membros de Nacellidae são habitantes comuns das costas rochosas do litoral e sublitoral (PICKEN, 1980; VALDOVINOS; RÜTH, 2005).

Membros do gênero *Nacella* são habitantes exclusivos dos ecossistemas da Antártica-Subantártica (POWELL, 1973). O gênero está distribuído em várias regiões do Oceano Antártico, como a Península Antártica, a província de Magellan, a província de Kerguelen e a província antipodiana no Sul da Nova Zelândia (POWELL, 1973; VALDOVINOS; RUTH, 2005). Estudos filogenéticos recentes indicam que a origem da *Nacella* refere-se à transição climática do Mioceno médio, muito depois da separação dos continentes do Oceano Antártico, com a Antártida e a América do Sul (GONZÁLEZ-WEVAR et al., 2010).

A espécie foi originalmente descrita como *Patella polaris* (HOMBRON; JACQUINOT, 1841) durante o século XVII e Strebel (1908) distinguiu duas diferentes formas, nomeadamente, um metamorfo de águas rasas chamado *Patinella polaris* (HOMBRON; JACQUINOT, 1841) e um de água mais profunda, chamada *P. polaris* var. *concinna*. Mais tarde, Powell (1973) não

reconheceu diferenças entre essas formas e renomeou ambos *N. concinna*, dentro do subgênero *Patinigera*. Walker (1972) e Picken (1980) registraram diferentes padrões de migrações batimétricas entre as formas do litoral e sublitoral, com o primeiro a migrar verticalmente em um modo sazonal como uma resposta a diminuição das temperaturas e formação de gelo, enquanto o segundo permanece muito abaixo do nível da maré baixa durante todo o ano.

A taxonomia morfológica divide *Nacella* em dois subgêneros - *Nacella (Nacella)* com *mytilina* e *kerguelenensis* como representantes únicos, enquanto *Nacella (Patinigera)* inclui as outras 13 espécies (POWELL, 1973; VALDOVINOS; RÜTH, 2005). *N. concinna* é distribuída ao longo da Península Antártica, incluindo também várias ilhas subantárticas como Órcades do Sul e Geórgia do Sul (PICKEN, 1980; BEAUMONT; WEI, 1993; CLARKE et al., 2004b).

3.2.2 Morfologia

As lapas habitam o litoral médio e superior, permanecendo fixas ao substrato rochoso durante o dia enquanto de noite se alimentam em zonas com algas, regressando sempre ao lugar de fixação (LINDNER, 2000). Têm um pé mediano que lhes permite aderir fortemente à superfície da rocha através de dois mecanismos distintos: sucção em maré-alta e adesão em maré baixa (LITTLE; KITCHING, 1996). Possuem ainda uma concha que as protege das ondas e da predação (LITTLE et al., 1991).

A concha tem forma cônica e tamanho variável, com uma base oval projetada até um ápice mais ou menos pronunciado. Este ápice encontra-se muitas vezes desgastado nas zonas costeiras de rebentação. A superfície da concha é lisa ou sulcada radialmente, com bandas de crescimento concêntricas. O interior da concha é geralmente brilhante e vivamente colorido, observando-se uma impressão muscular em forma de ferradura aberta (LLAVONA, 2006).

Uma das características dessa espécie é a existência de dois morfotipos distintos de *N. concinna* no ambiente marinho antártico (WALKER, 1972). O morfotipo habitante do sublitoral não migra para a zona entre marés, e se mantém submerso durante todo o ano, em contraste, o morfotipo encontrado na zona entre marés reside na faixa litorânea durante o verão, e migra para o sublitoral raso no início do outono, como uma resposta à redução de temperatura e congelamento da região litorânea durante o inverno (DE ARANZAMENDI et al., 2011). No entanto, há relatos da presença de *N. concinna* na zona entre marés abaixo do gelo durante o inverno (WALLER et al., 2006; OBERMÜLLER et al., 2011) (Figura 1).

Figura 1- Gastrópode Antártico *N. concinna*. A- Vista dorsal da concha e B- Vista ventral, onde é possível observar as estruturas do pé, boca e cabeça.



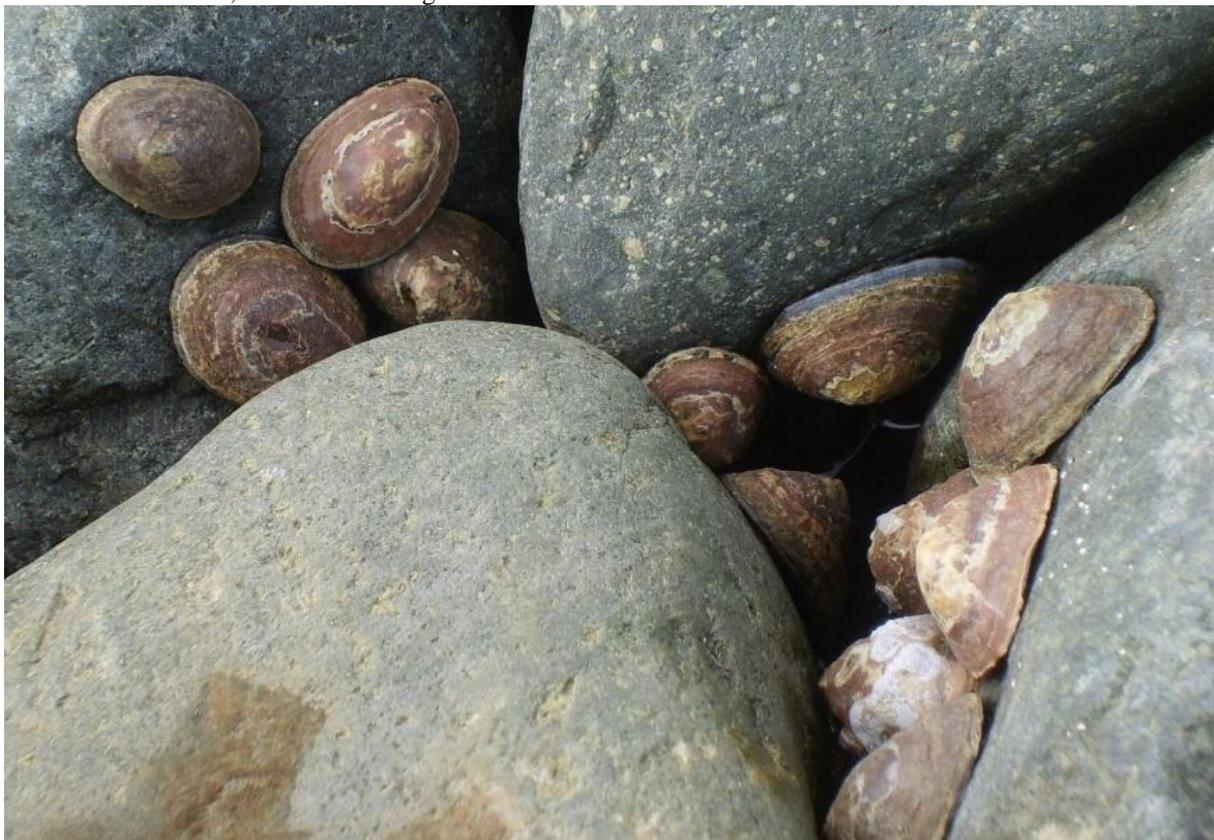
Fonte: Elaborado pelo autor.

As diferenças entre os morfotipos não se resumem à capacidade migratória. Morfologicamente, existem diferenças nas conchas, que são achatadas, largas e com o ápice bem definido nos indivíduos do sublitoral, enquanto nos animais da zona entre marés, as conchas são mais altas e globosas, e o ápice pode às vezes, se encontrar deslocado para a região anterior (WALKER, 1972; DE ARANZAMENDI et al., 2010). Os morfotipos de *N. concinna* também apresentam diferenças fisiológicas. Weihe et al. (2010) e Weihe, Abele (2008) verificaram que os animais do sublitoral apresentam respostas metabólicas anaeróbicas quando expostos ao ar, enquanto os da zona entre marés apresentam uma resposta metabólica aeróbica.

3.2.3 *N. concinna* e a diferença entre as zonas litoral e sublitoral

N. concinna consiste de duas subpopulações na costa rochosa da Ilha do Rei George. Considerando que uma migra sazonalmente do sublitoral para a zona intermareal na primavera e de volta para a zona sublitoral no outono, o outro permanece no sublitoral todo o ano. Eles têm distintas características relativas ao tamanho e morfologia. A população do Sublitoral não-migrante consiste em indivíduos com um tamanho da pequena concha, enquanto a população migrante do litoral exibe um tamanho de > 20 mm de comprimento, tendo a concha maior e relação altura / comprimento (WALKER, 1972; BRÊTHES et al., 1994) (Figura 2).

Figura 2- Indivíduos de *N. concinna* aderidos às rochas da zona entre marés durante a maré baixa em Punta Plaza, Baía do Almirantado, Ilha do Rei George.



Fonte: Oliveira (2013).

Walker (1972) descobriu que as lapas de ambas as populações maiores que 20 mm tiveram maior altura na zona litoral do que na zona sublitoral. O tamanho da concha também foi medido por outros autores. Nolan (1991) estima que para um espécime de *N. concinna* de 25,0 mm de comprimento, a altura média é de 8,07 mm nas marés do litoral e 6,62 mm nos espécimes do sublitoral da Ilha Signy. A forma litoral tem uma forma de concha mais uniforme com maior volume interno do que a forma sublitoral (NOLAN, 1991).

Kim (2001) estimou que para um indivíduo de 30 mm de comprimento, a altura média é de 10,33 mm litoral e 8,36 mm para espécimes do sublitoral coletados na Ilha do Rei George. Estas observações levaram à conclusão que uma forma mais alta é encontrada no litoral, e uma forma mais plana é encontrada na zona sublitoral (WALKER, 1972; NOLAN, 1991; KIM, 2001).

Weihe, Abele (2008) descobriram que as conchas de espécimes litorais eram mais íngremes que as da zona sublitoral, com maior relação volume-circunferência. Além disso, os espécimes do litoral têm circunferência da concha menor do que as do sublitoral para o mesmo volume de concha. Isso minimizaria a zona de contato sobre o qual a água pode evaporar quando exposta ao ar durante a emersão de maré.

3.2.4 Alimentação

No ambiente marinho tropical, tanto a temperatura e a disponibilidade de alimentos são razoavelmente constantes, enquanto que em águas temperadas, a variação é simultânea (CLARKE, 1988). Em contraste, o ambiente marinho antártico é caracterizado por temperaturas baixas, porém muito estáveis (LITTLEPAGE, 1965). A Antártica, portanto, oferece a oportunidade de estudar os efeitos fisiológicos do consumo de alimentos e temperatura de forma independente (CLARKE 1988, CLARKE, 1988, CLARKE; LEAKEY, 1996).

Muitas espécies bentônicas deixam de se alimentar no inverno para períodos que variam entre algumas semanas ou meses (BARNES; CLARKE 1994, BROCKINGTON, 2001a, BROCKINGTON; PECK, 2001). *N. concinna* e o briozóário *Arachnopusia inchoata* são incomuns para os ectotérmicos marinhos antárticos porque se alimentam durante todo o ano (BARNES; CLARKE 1994, CLARKE; PROTHERO-THOMAS, 1994).

Ao considerar a disponibilidade de alimentos no crescimento das lapas antárticas, a maioria dos estudos considerou microfítobentos como importante fonte de alimento (IKEN, 1995; BRÊTHES; FERREYRA; DELAVEGA, 1994; CORBISIER et al., 2004). Como sugerido por Brêthes et al. (1994), investigações sobre o papel trófico de fontes alimentares alternativas podem ajudar a identificar melhor os fatores da migração. A respeito disso, as macroalgas podem ser um dos candidatos mais prováveis (JERNAKOFF, 1985; IKEN, 1995). Segundo Brêthes, Ferreyra e Delavega, (1994) a densidade de propágulos de macroalgas pode ser regulada pela alimentação das lapas. Além disso, algas e fitoplâncton também podem estar disponíveis para herbívoros bentônicos.

3.2.5 Crescimento

N. concinna cresce lentamente em comparação com dois bivalves antárticos (*A. colbecki* e *L. elliptica*) e duas lapas de regiões temperadas, *Patella vulgata* (LINNAEUS, 1758) e *Patella (Scutellastra) cochlear* (BORN, 1778). A taxa de crescimento depende de vários fatores, como comprimento inicial: indivíduos de 12 mm de comprimento inicial crescem 6-8 mm ao ano, enquanto que indivíduos de 24 mm e 31 mm de comprimento inicial crescem apenas 3 mm ao ano, ou menos de 1mm ao ano, respectivamente (CLARKE et al., 2004a). A taxa de crescimento varia sazonalmente e são maiores com a máxima taxa de crescimento durante dezembro e janeiro, provavelmente pelo aumento da disponibilidade de alimentos (BRÊTHES FERREYRA; DELAVEGA, 1994).

Clarcke et al. (2004b) encontrou uma tendência de diminuição do crescimento com o aumento da latitude através da Península Antártica. Indivíduos de 40 mm de comprimento tem uma idade estimada de aproximadamente 21 anos (PICKEN, 1980). Peck, Baker e Conway (1996) desenvolveu um método útil para medir o crescimento da concha de *N. concinna* usando estrôncio (Sr). As lapas em água estrôncio-enriquecidas do mar substituíram parcialmente o cálcio por estrôncio em suas conchas. As partes recém depositadas eram claramente visíveis no microscópio de imagens elétrons retroespalhadas. Essa técnica foi usada para avaliar o crescimento da concha de *N. concinna* após a alimentação (PECK; VEAL, 2001) e poderia ser usada para investigação do crescimento da concha (PECK; BAKER; CONWAY, 1996). Estudos recentes revelaram que alguns animais polares podem aumentar a taxa de crescimento em condições de aquecimento (BARNES, 2013).

3.2.6 Densidade e distribuição espacial

Alguns autores relataram densidades populacionais mais baixas de *N. concinna* para o raso comparado com zonas mais profundas. Picken (1980) encontrou as maiores densidades 4-5 m abaixo da água baixa média na Ilha Signy. Barnes, Brockington (2003) encontraram a maior densidade a 5 m de profundidade durante o verão austral de 1998 na Ilha de Adelaide, com mais de 100 indivíduos m⁻² em profundidades entre 5 e 12 m.

A migração vertical devido ao intervalo das marés pode interferir com a determinação da densidade. Shabica (1976) observou lapas, previamente fixadas em rochas altas, descendo durante a vazante, e cerca de 3-4 h após a retorno da enchente, eles voltaram para as rochas. Observações feitas na Ilha Signy (WALKER, 1972), Península Antártica (BRÊTHES; FERREYRA; DELAVEGA, 1994) e Ilha do Rei George (KIM, 2001) sugerem que as lapas migram para as zonas litorais durante o verão. Da mesma forma, Shabica (1976) observou altas densidades (~200 indivíduos m⁻²) a 5 m de profundidade durante o inverno austral, diminuindo novamente durante o verão quando a população do litoral aumenta. No entanto, Shabica (1976), Waller et al. (2006b) e Obermüller et al. (2011) apontaram que durante o inverno as espécies podem permanecer sob o pé de gelo, nas rochas e perto ou dentro de rachaduras e fendas em zonas litorais das ilhas de Anvers e Adelaide.

Vários fatores, incluindo competição, alterações, predação e disponibilidade de alimentos, podem ser considerados responsáveis pelo padrão de migração das lapas (FLETCHER, 1987; DE ARANZAMENDI et al., 2008). Em primeiro lugar, a disponibilidade de alimentos na zona litoral tem sido reconhecida como um fator importante para determinar a

migração das lapas em direção a ele (WALKER, 1972; BRÊTHES; FERREYRA; DELAVEGA 1994; KIM, 2001).

3.2.7 Predadores

A lapa antártica, é um raspador bentônico, e exibe a maior biomassa de invertebrados litorais na Ilha do Rei George (FRASER, 1989). Este recurso representa uma dieta importante para os requisitos de energia de gaiivotas e outros organismos (FRASER, 1989; FAVERO; SILVA; FERREYRA, 1997). As lapas podem, portanto, ter um papel crucial como mediador trófico entre produtores primários e predadores na teia alimentar rochosa da Antártica.

Importantes predadores de *Nacella* na zona litoral subantártica são, de acordo com os citados pela literatura, aves como a gaiivota *Larus dominicanus* (Lichtenstein, 1823) e a pomba Antártica *Chionis alba* (Gmelin, 1789), estrelas do mar, e um bacalhau, *Notothenia*. Crustáceos que esmagam conchas estão ausentes em águas rasas antárticas. A gaiivota de algas é um importante predador do litoral na Península Potter. Favero, silva e ferreyra (1997) estimaram que elas correspondem por 10 a 14% da mortalidade anual total de lapas.

3.2.8 Reprodução

Na Antártica, a lapa verdadeira *N. concinna* é um dos macro-invertebrados bentônicos mais conspícuos e dominantes (WALKER, 1972; PICKEN, 1980; PICKEN; ALLAN, 1983; PECK; VEAL, 2001). Como muitos organismos marinhos, *N. concinna* também é descrito como um organismo de vida longa, atingindo comprimentos de concha de 41 mm em 21 anos, e alguns espécimes já viveram até mais de 70 anos (PICKEN, 1980). *N. concinna* é uma espécie dióica com fertilização e transmissão de larvas com larvas pelágicas. Incomumente para um patellogastropoda, *N. concinna* forma grupos de desova de três a 35 indivíduos por até sete dias durante a floração da primavera (PICKEN; ALLAN, 1983; STANWELL-SMITH; CLARKE, 1998).

O gastrópode *N. concinna* possui desenvolvimento indireto, com estágio larval véliger, planctônico livre-natante que é capaz de sobreviver na coluna d'água por até dois meses (BOWDEN et al., 2006; HOFFMAN et al., 2011). Espécies de Nacellidae, especialmente *Cellana*, são caracterizadas pela desova livre de gametas e um curto período de dispersão larval (BIRD et al., 2007). Picken (1980) estudou o desenvolvimento larval de *N. concinna*, sob condições controladas de laboratório (0 °C), e concluiu que esta espécie conseguiu a

colonização em um mês. No período reprodutivo, esse molusco apresenta desova em massa e sincronizada, que ocorre uma vez ao ano entre novembro e fevereiro (primavera/verão austral) (PICKEN, 1980; PICKEN; ALLAN, 1983; BRETHERS; FERREYRA; DELAVEGA, 1994; KIM, 2001), o que coincide com o período de maior atividade antrópica na Antártica.

O comportamento de desova de *N. concinna* é único e consiste em indivíduos maduros que se agregam em pilhas de números variados (frequentemente 4–12 indivíduos, mas pilhas de até 35 indivíduos foram observadas). As pilhas não contêm necessariamente números iguais de machos e fêmeas, e elas não são organizadas em ordem alternada (PICKEN; ALLAN, 1983; STANWELL-SMITH D; CLARKE, 1998). As pilhas ficaram visíveis por 7-10 dias e o comportamento é considerado uma estratégia para maximizar o sucesso da fertilização, reduzindo a diluição espermática (STANWELL-SMITH; CLARKE, 1998).

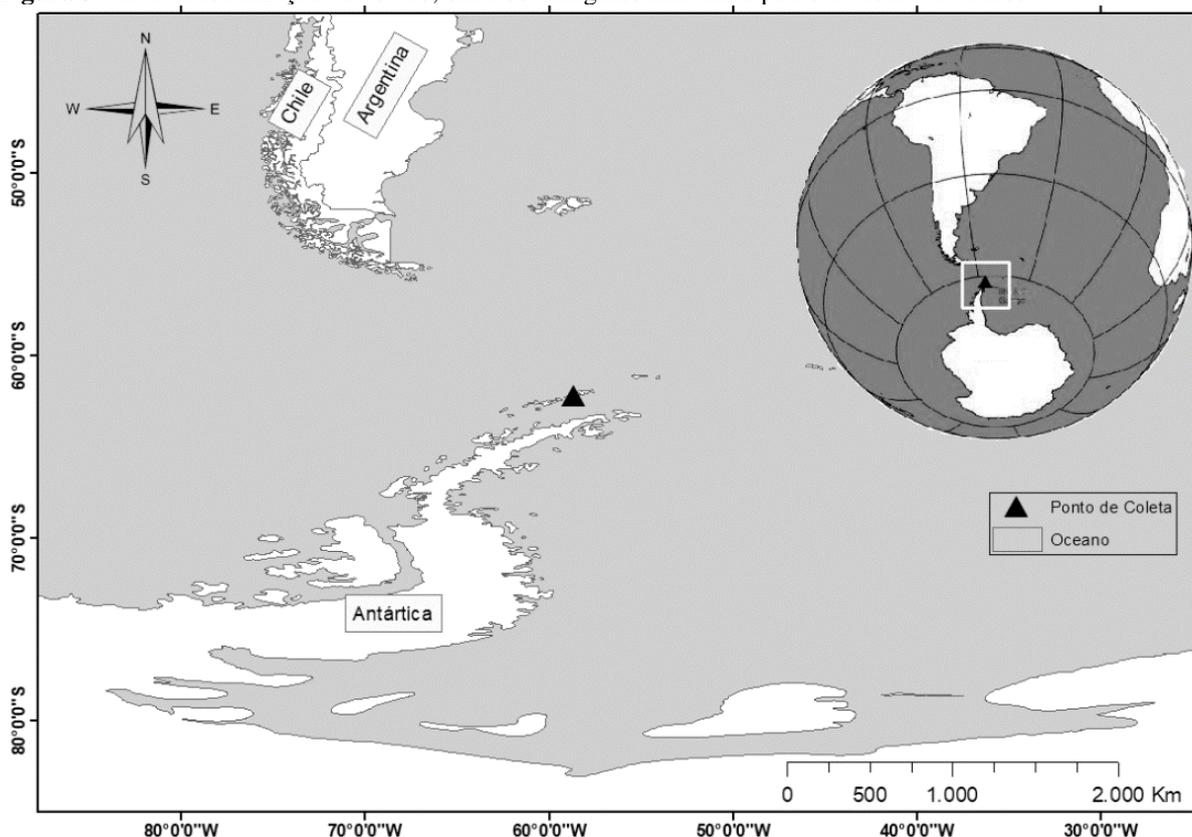
Segundo Picken, Allan (1983), a desova é controlada pela temperatura da água do mar e ocorre cerca de 3-4 semanas depois que a temperatura da água exceder $-1,4^{\circ}\text{C}$. No entanto, Stanwell- Smith D e Clarke (1998) sugeriram que a desova é melhor explicada pela floração de fitoplâncton. Da mesma forma, Brêthes, Ferreyra e Delavega, (1994) na baía de Esperanza (Península Antártica) correlacionou a variação da massa somática e gonadal com disponibilidade de alimentos. Kim (2001) relatou que a desova e um aumento da temperatura da água não coincide na Ilha do Rei George, indicando que outros fatores ambientais ou biológicos podem atuar como gatilhos de desova.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

A Ilha Rei do George, com 1.140 km², tem o seu eixo maior estendendo-se por 79 km no sentido SW-NE, e 30 km de largura máxima, na orientação SSE-N. A espessura máxima da cobertura de gelo atinge 357 m, recobrando 92,7% de sua área. É a maior das ilhas do Arquipélago das Shetland do Sul, que é formado por onze outras com áreas superiores a 100 km². Essas ilhas estão localizadas entre as latitudes 61°S e 63°30'S e longitudes 62°45'W e 53°30'W (MACHADO; BRITO, 2006). A coleta das amostras para o estudo da biologia reprodutiva foi realizada na Base Argentina Carlini (antigamente nomeada Jubany), Caleta Potter, Ilha 25 de maio, Shetland del Sur, Antártica (62°14'S, 58°40'O) (Figura 3).

Figura 3- Área de localização do estudo, onde os triângulos indicam o ponto de coleta de dados.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Ilha Rei George está a aproximadamente 1.000 km a sudeste da extremidade meridional da América do Sul e 130 km a nordeste da península Antártica. Este arquipélago, encontra-se entre a passagem de Drake e o estreito de Bransfield, respectivamente

(MACHADO; BRITO, 2006). Seu clima é determinado pela passagem de sucessivos sistemas ciclônicos, transportando ar aquecido e úmido, fortes ventos e grande volume de precipitação (BINTANJA, 1995).

As características são típicas de um clima marítimo, com pequena variação na temperatura atmosférica durante o ano, alta umidade relativa do ar e grande cobertura de nuvens (RAKUSA-SUSZCZEWSKI et al., 1993; WEN et al., 1994). Ao longo dos últimos cinquenta anos, a tendência de aquecimento na região oeste da Península Antártica, especialmente entre as latitudes, mostrou-se mais acentuada do que no resto do continente (aproximadamente 2°C) (KING; HARANGOZO, 1998).

4.2 Aspectos éticos

Para a realização do experimento foi necessário a submissão de um minucioso projeto ao Instituto Antártico Argentino (IAA), o qual aprovou a tomada das amostras e o prosseguimento do estudo, o qual estipulou a quantidade máxima a ser capturada mensalmente (15 indivíduos) obedecendo as normas descritas pelo Protocolo ao Tratado da Antártica sobre Proteção ao Meio Ambiente. O Tratado é composto por 14 artigos, traz como farol o estímulo à pesquisa científica com fins pacíficos. Enfatiza, em seu preâmbulo, que a Antártica não deve se converter em foco da discórdia internacional e se lastreia na Carta da ONU para que seja instrumento da harmonia internacional (ROCHA, 2011).

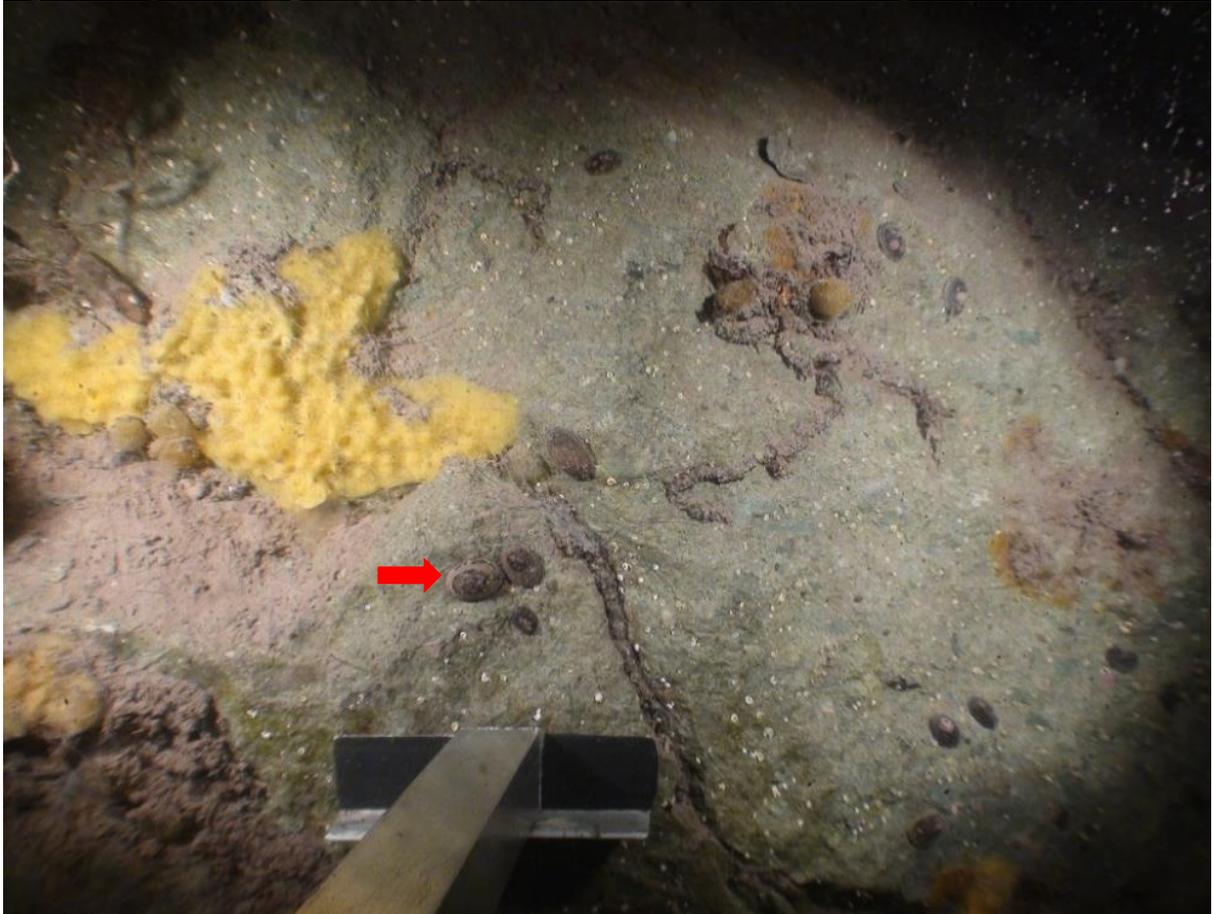
Seus 14 artigos resumem-se em diversos aspectos como: Uso da Antártica para fins pacíficos; liberdade de pesquisa científica na região; facilitação da cooperação internacional na Antártica e 23 incentivos à permuta de conhecimentos e pessoal científico; congelamento das reivindicações territoriais; proibição de explosões nucleares e deposição de lixo radioativo. O tratado admite a possibilidade de revisão a qualquer tempo, por unanimidade das partes, ou depois de decorridos 30 anos da ratificação, por decisão da maioria dos signatários (a partir de 1991), conforme seu artigo XII (ROCHA, 2011).

4.3 Amostragem de *N. concinna*

O total de 115 exemplares de *N. concinna* foi coletado na zona sublitoral (aproximadamente 21m de profundidade) como pode ser observado na figura 4, durante o ano de 2014, sendo realizadas coletas mensais, exceto nos meses de fevereiro e agosto, não havendo padronização entre a quantidade de indivíduos capturados, onde a máxima amostragem por

captura foi de 13 indivíduos. A captura foi efetuada por meio de mergulho autônomo, onde posteriormente os indivíduos foram conservados em fixador de karnovsky (8% de formol em 0,2 M tampão fosfato pH 7,2, 4% de glutaraldeído).

Figura 4- Registro de mergulho da captura na zona sublitoral, onde a seta indica organismos de *N. concinna*.



Fonte: Registro realizado por Cristian Lager.

Os dados de temperatura e salinidade foram mensurados utilizando-se de um equipamento específico, AANDERAA - RDCP 600 (Recording Doppler Current Profiler 600 Hz) com sensores e acessório de condutividade e temperatura (TS4050), os parâmetros foram medidos mensalmente e correlacionados com a respectiva profundidade de captura dos indivíduos, como pode ser observado na tabela 1.

Tabela 1- Dados mensais de temperatura e salinidade, de acordo com a profundidade de captura.

Ano	Mês	Profundidade	Temperatura (°C)	Salinidade (PSU)
2014	1	21,73	0,78	34,04
2014	2	21,72	0,89	33,81
2014	3	21,73	0,91	33,39
2014	4	21,73	0,07	32,76
2014	5	21,79	-0,51	32,25
2014	6	21,79	-1,51	31,90
2014	7	21,78	-1,63	32,54
2014	8	21,75	-1,73	33,10
2014	9	21,78	-1,51	32,41
2014	10	21,37	-1,60	33,98
2014	11	21,04	-0,63	34,06
2014	12	20,77	0,54	34,05

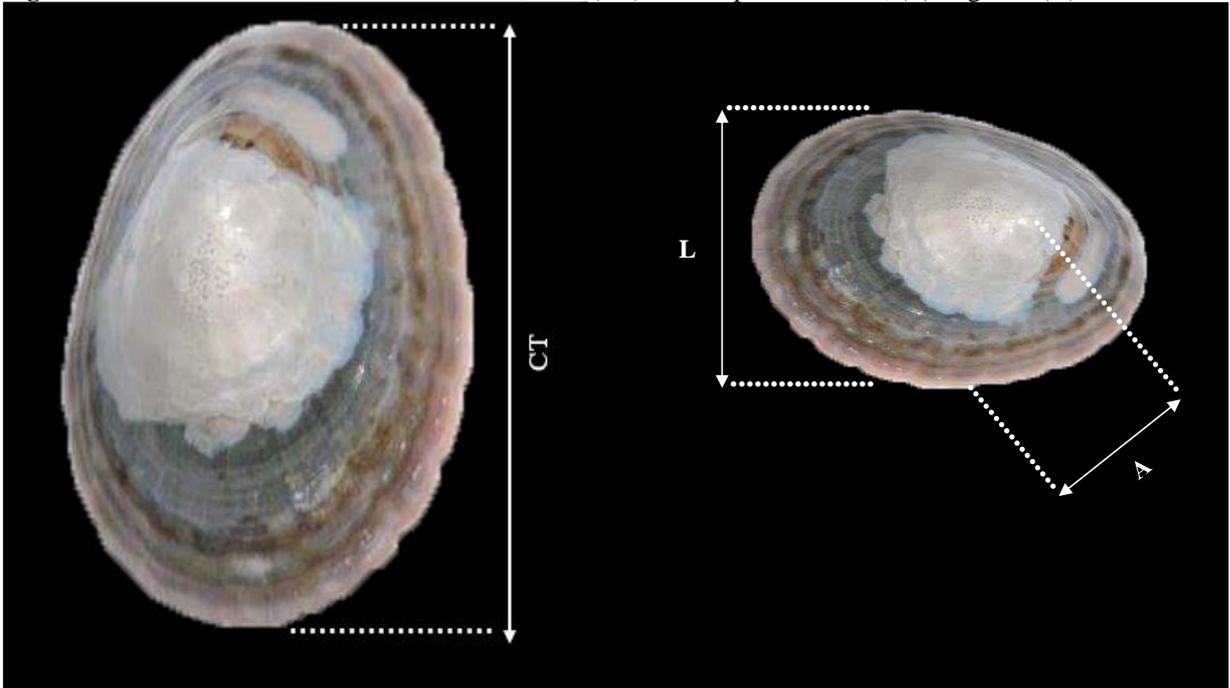
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3.1 Procedimento em laboratório

O material coletado foi transportado para o laboratório de Ecologia Marinha, localizado na Universidade Nacional de Córdoba (UNC), Argentina. Os indivíduos foram pesados utilizando-se de uma balança de precisão (Acculab VIC-303), sendo realizada a pesagem de cada exemplar e suas respectivas estruturas: Peso total, concha, corpo (pé, manto e cabeça) corpo sem gônada (todo o tecido menos a concha e gônada), e gônada.

O procedimento morfométrico da concha foi realizado com o auxílio de um paquímetro digital de precisão 0,1 mm, sendo mensurado os dados referentes ao comprimento total (CT) largura (L) e altura (A) da concha (Figura 5). Após o procedimento morfométrico as mesmas foram armazenadas e codificadas de acordo com os dados de amostragem.

Figura 5- Dimensões da concha de *N. concinna*, onde (CT) é o comprimento total, (L) largura e (A) altura.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Afim de realizar o estudo da reprodução foram retiradas as gônadas através de uma secção realizada na região ventral da espécie com o auxílio de um bisturi, em ambos os sexos, a gônada encontrava-se na parte dorsal do pé envolvendo o sistema digestivo, posteriormente o sexo foi inicialmente determinado a olho nu a partir da coloração da estrutura. As demais estruturas dos animais foram devidamente armazenadas em recipientes adequados e fixadas em solução à base de sal marinho.

4.3.2 Protocolo histológico

O procedimento histológico das gônadas foi realizado para 115 indivíduos no laboratório de processamento histológico Javier Cohen – Córdoba, Argentina. Sendo realizada uma série de desidratações em álcool e estufa, onde as amostras foram submetidas à temperatura de 60 °C, posteriormente as mesmas passaram por clarificação em xilol até a inclusão em parafina. Foi realizada a microtomia à três μm , onde esta etapa consistiu, basicamente, em utilizar um micrótomo para obter cortes sucessivos, delgados e uniformes, a partir dos blocos de parafina com as peças incluídas.

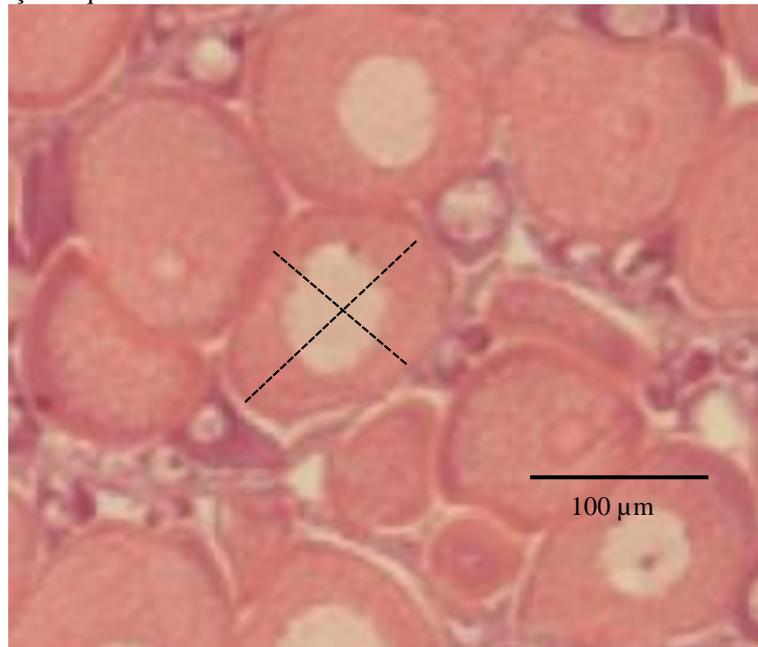
4.3.3 Caracterização dos estágios gonadais

A partir das análises das gônadas dos indivíduos, as mesmas foram classificadas em estágios de desenvolvimento, os quais foram determinados de acordo com as suas características proeminentes, comparadas através do estudo da biologia reprodutiva da lapa *Nacella dourata* (Gmelin, 1791) realizado por Morriconi (1999). Baseado nesse estudo para analisar os estágios de maturação, as fêmeas e machos foram classificadas em seis distintas etapas, sendo elas: Estágio de desenvolvimento inicial, em desenvolvimento, maduro, parcialmente desovado com estágio de recuperação, parcialmente desovado sem estágio de recuperação e totalmente desovado.

4.3.4 Mensuração dos diâmetros dos ovócitos

As gônadas após passarem pelo processo de incorporação em parafina, foram separadas de acordo com o mês e sexo que foram coletadas, todo o material posteriormente foi examinado no microscópio de luz (Nikon Eclipse 50i) acoplado com câmera digital (Nikon Digital Sight DS-FI1-U2), onde pôde-se confirmar o sexo de cada amostra e registrar imagens das gônadas. De acordo com a metodologia descrita por Herrmann et al. (2009) o diâmetro médio dos ovócitos foi determinado medindo 30 ovócitos por indivíduo, os quais o plano de corte permitia a visualização do núcleo celular, utilizando o *software* ImageJ 1.51k. De cada ovócito foram obtidas duas medidas, uma ao longo do maior eixo e a segunda no eixo perpendicular incidindo no ponto médio do primeiro eixo, os resultados foram expressos em μm (Figura 6).

Figura 6- Representação esquemática das medidas mensuradas dos ovócitos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4 Análise de dados

4.4.1 Proporção sexual

A proporção sexual dos indivíduos amostrados foi obtida para o período total, por classes de comprimento e mensalmente. De acordo com a metodologia descrita por Vazzoler (1996) com o propósito de testar as possíveis diferenças na proporção sexual entre machos e fêmeas, foi utilizado o teste do X^2 (qui-quadrado) com correção de Yates (1934) afim de diminuir o erro do qui-quadrado, a nível de significância de 5 % definido pela equação.

$$x^2 = \sum_i^k = 1 \frac{([O-E]-0,5)^2}{E}$$

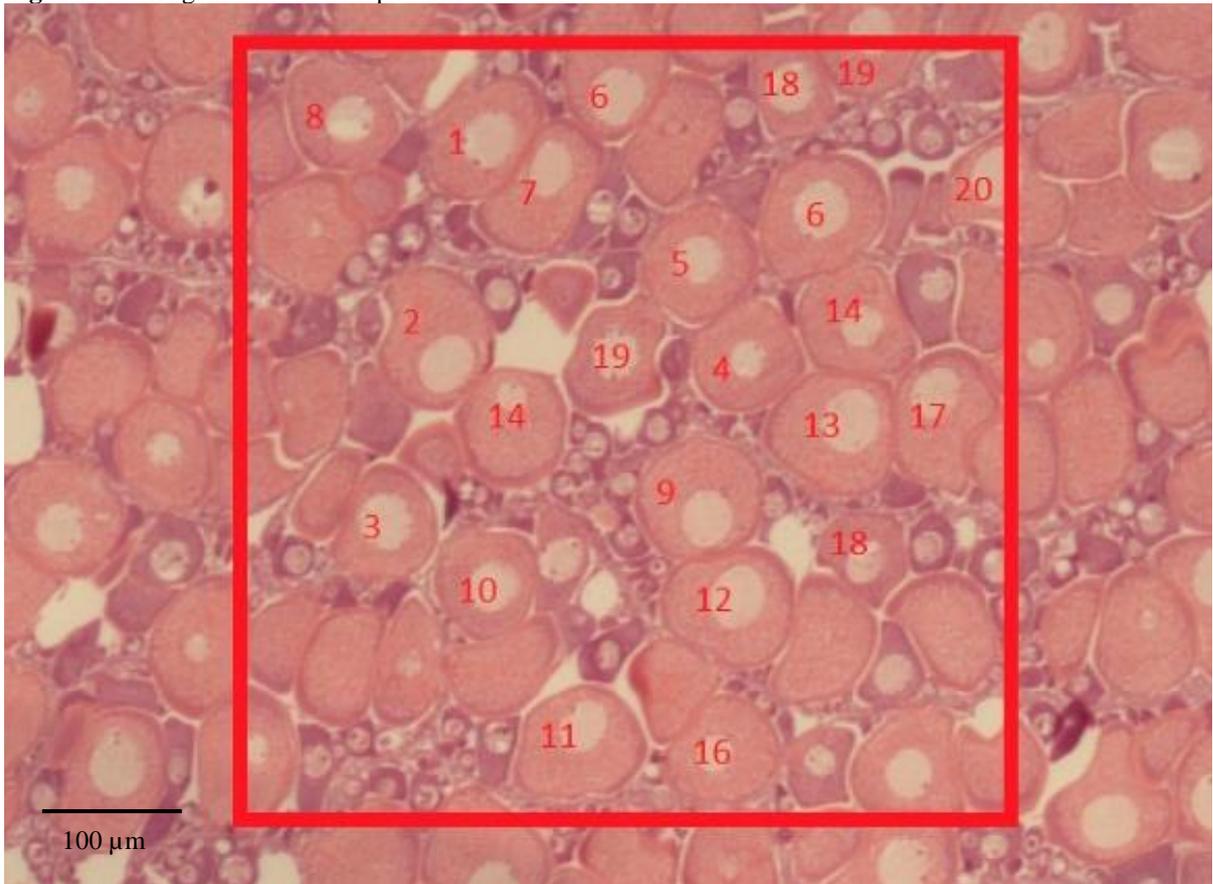
Sendo que, para g.l.=1, valores de $X^2 > 3,84$ indicam diferenças significativas. Onde H_0 , é a negativa da existência de diferenças entre as proporções de machos e fêmeas e H_a indica que a proporção de machos e fêmeas não são iguais. Para a realização das análises utilizou-se o *software* Microsoft Excel 2016.

4.4.2 Estimativa de abundância relativa dos ovócitos

A partir das imagens das gônadas capturadas através do microscópio de luz (Nikon Eclipse 50i) acoplado com câmera digital (Nikon Digital Sight DS-FI1-U2), utilizando-se o aumento de 40X para o registro, estimou-se a abundância de ovócitos em cada gônada feminina seccionada mediante a contagem de uma superfície de 1mm² por área dos ovócitos que se encontravam dentro do perímetro demarcado.

Os ovócitos contabilizados foram os que de acordo com as definições de Vazzoler (1996) se encontravam na fase perinucleolar, os quais o citoplasma é bem definido e mais basófilo, o núcleo apresenta, inicialmente, 1 ou 2 nucléolos esféricos e intensamente basófilos, que se vão tornando mais numerosos e volumosos, migrando para a periferia nuclear. Estão presentes em gônadas em todos os estádios de maturidade, sendo inicialmente arredondados e, posteriormente, devido à pressão de uns contra os outros aparecem triangulares, retangulares ou ovais. Para posteriormente, estabelecer os meses com maior abundância de ovócitos. Foi utilizado o *software* ImageJ 1.51k para realização do procedimento de contagem e o *software* Microsoft Excel 2016 para as análises de dados (Figura 7).

Figura 7- Contagem dos ovócitos por mm².



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4.3 Coorte ovocitária

Para a análise da coorte ovocitária foi utilizada a metodologia descrita por Gadelha (2014), onde a partir dos dados de diâmetros das células germinativas femininas calculou-se a média e os desvios médios das modas do diâmetro de cada estágio gametogênico, e as frequências absolutas correspondentes a cada mês.

Através dos resultados obtido, foi possível associar o intervalo de valores do diâmetro ovocitário correspondente a cada estágio de maturação gonadal, e se estabeleceu intervalos de valores dos diâmetros dos ovócitos com a frequência de ocorrência, utilizando-se o *software* Microsoft Excel 2016.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização dos estágios gonadais de *N. concinna*

No estudo realizado por Morriconi (1999) o autor descreve características dos estágios de desenvolvimento de uma espécie pertencente ao gênero em estudo, assim como características proeminentes das gônadas masculinas e femininas, os quais serão utilizados para as análises de *N. concinna*. A espécie possui gônada localizada na parte ventral do animal, sob a massa visceral. A gônada ocupa uma pequena porção da região posterior dos espécimes imaturos. A gônada cresce na região anterior em direções laterais, sobre as margens externas da massa visceral, durante a maturação. Nos machos, a gônada é amarela em espécimes maduros e em amadurecimento, enquanto é marrom-avermelhado em indivíduos desovados. A gônada feminina é marrom durante a maturação e torna-se mais escuro em espécimes totalmente desovados. Em ambos os sexos, a gônada é formada por túbulos que se estendem da região dorsal para a ventral formando ramos.

5.1.1 Estágios de desenvolvimento das fêmeas

5.1.1.1 Estágio de desenvolvimento inicial

No estágio de desenvolvimento inicial os túbulos têm um lúmen largo contendo ocasionalmente restos de citoplasma e fagócitos. Aglomerados ovogoniais estão ligados à parede do túbulo. Eles são mais numerosos na zona ventral. Estas células têm um núcleo central arredondado (5 μ m de diâmetro) e um nucléolo conspícuo. Os oócitos basofílicos, geralmente mostram uma forma piriforme e têm um núcleo de forma oval com vários nucléolos periféricos, onde é possível observar ninhos de oogônias (Figura 8A).

5.1.1.2 Em desenvolvimento

Nos túbulos ovogoniais, os ovócitos basofílicos são menos numerosos do que no estágio inicial de desenvolvimento. Existem também poucos ovócitos acidofílicos com o citoplasma cheio de grânulos eosinofílicos. Ovócitos em pré vitelogênese e em vitelogênese estão presentes (100 -130 μ m de diâmetro) (Figura 8B).

5.1.1.3 Estágio maduro

O lúmen dos túbulos distendidos é cheio de ovócitos acidofílicos maduros. Ovócitos basofílicos escassos estão ligados a paredes tubulares. A presença de uma matriz eusínofílica homogênea no lúmen tubular, entre ovócitos livres é usual. Ovócitos maduros são menos densamente empacotados na zona dorsal da gônada, provavelmente devido a uma expulsão gradual deles (Figura 8C).

5.1.1.4 Parcialmente desovado com estágio de recuperação

Este estágio é semelhante ao estágio de desenvolvimento. A principal diferença morfológica é que mais ovócitos acidofílicos são encontrados livres no lúmen tubular, que é mais amplo do que no estágio de desenvolvimento, parede folicular encontra-se distendida. A presença de ovócitos basofílicos e intermediários indica que uma rápida recuperação da maturação gonadal está acontecendo (Figura 8D).

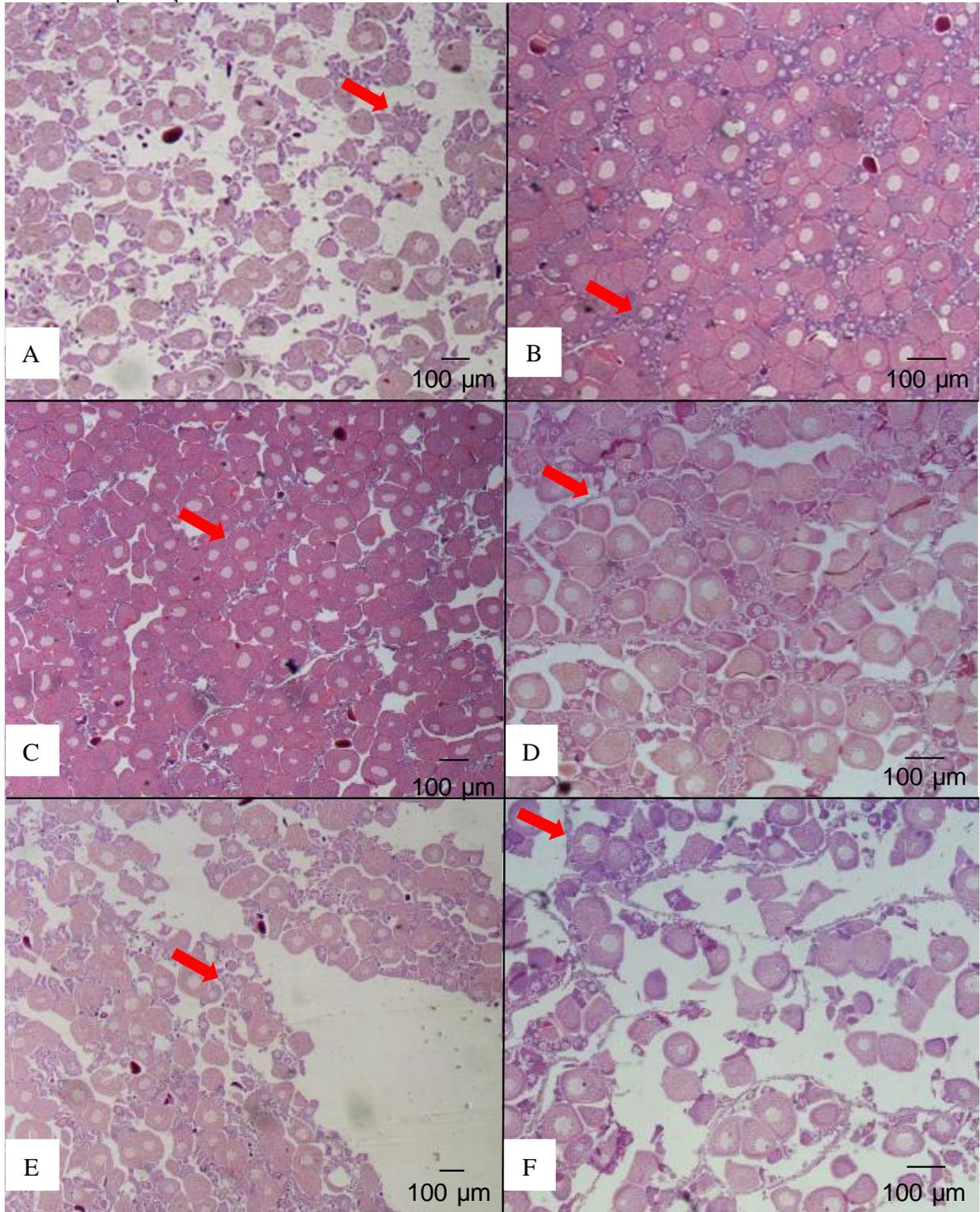
5.1.1.5 Parcialmente desovado sem estágio de recuperação

Esta etapa é caracterizada pela presença de ovogonia e pequenos ovócitos basófilos ligados a parede tubular. Ovócitos maduros ainda são frequentes na luz tubular, com muitos deles se tornando alongados e mostrando uma zona basofílica. Restos de ovócitos são geralmente observados (Figura 8E).

5.1.1.6 Estágio totalmente desovado

O número de ovócitos basofílicos é variável. O restante dos ovócitos maduros é muito escasso, com apenas dois ou três deles em cada túbulo. Geralmente há material ovocítico necrótico na lumina (Figura 8F).

Figura 8- Estágios de maturação gonadal das fêmeas de *N. concinna*. A- Estágio inicial, onde a seta indica ninho de oogônias; B- em desenvolvimento, seta indica ovócito em vitelogênese; C- Maduro, seta destaca a presença de ovócito maduro; D- Parcialmente desovado com estágio de recuperação, seta indica a parede folicular distendida; E- Parcialmente desovado sem estágio de recuperação, seta destaca ovócitos basófilos; F- Totalmente desovado, seta indica a presença de ovócitos maduros.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.1.2 Estágios de desenvolvimento dos machos

5.1.2.1 Estágio de desenvolvimento inicial

As trabéculas são grossas. Uma ou duas camadas de espermatogônias estão ligadas a elas. O lúmen tubular é largo e contém uma rede de células que o preenchem (Figura 9A).

5.1.2.2 Em desenvolvimento

Camadas de espermatogônias, espermatócitos e espermátides são encontrados a partir da parede do túbulo em direção ao lúmen. Os espermatozoides preenchem o lúmen tubular (Figura 9B).

5.1.2.3 Estágio maduro

Os túbulos são ampliados, com apenas uma faixa de espermatogônias ligado à parede tubular e espermatozoides livres preenchendo o lúmen. A diminuição do número de espermatozoides na zona dorsal da gônada ocorre provavelmente devido a uma expulsão gradual dos mesmos. Dentro disso, alguns indivíduos mostram uma parte da gônada parcialmente desovada enquanto o resto da gônada permanece com aspecto maduro (Figura 9C).

5.1.2.4 Parcialmente desovado com estágio de recuperação

Os túbulos são menores do que na etapa de desenvolvimento. As células da linha germinativa são abundantes e formam uma faixa irregular. Existe uma notável diminuição do número de espermatozoides (Figura 9D).

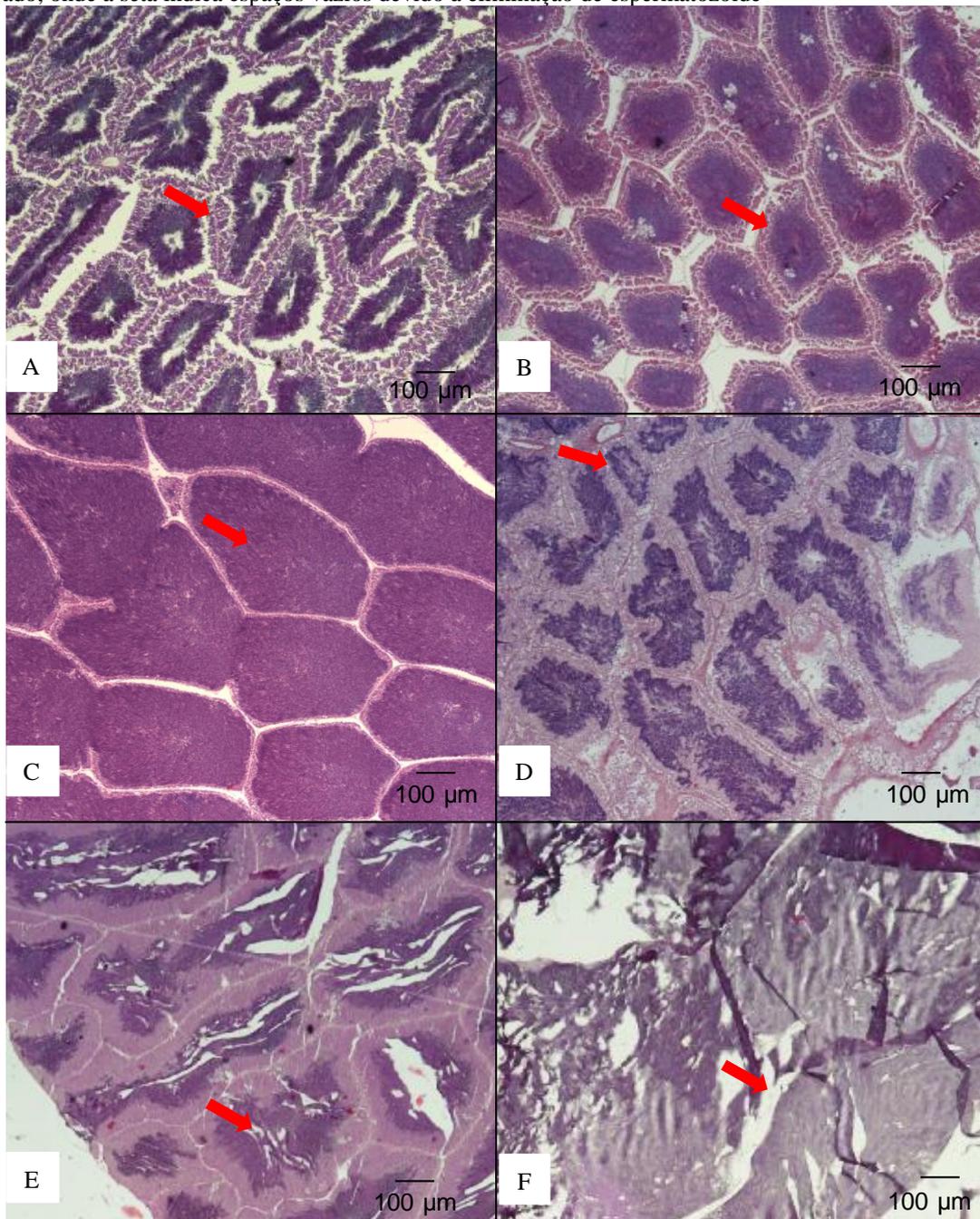
5.1.2.5 Parcialmente desovado sem estágio de recuperação

Há uma ou duas camadas de espermatogônias contra a parede tubular. Os espermatozoides são abundantes no lúmen tubular (Figura 9E).

5.1.2.6 Estágio totalmente desovado

Os túbulos encolhem-se. Um número variável de espermatogônias é encontrado contra a parede tubular. Poucos espermatozoides e alguns fagócitos são encontrados entre eles.

Figura 9- Estágios de maturação gonadal dos machos de *N. concinna*. A- Estágio inicial, onde a seta indica a presença de trabéculas grossas, envoltos em espermatogônias; B- Em desenvolvimento, seta indica espermatócitos; C- Maduro, seta destaca a presença elevada de espermatozoides; D- Parcialmente desovado com estágio de recuperação, seta indica a notória diminuição da presença de espermatozoides; E- Parcialmente desovado sem estágio de recuperação, seta indicando o espaço deixado pela liberação do espermatozoide; F- Totalmente desovado, onde a seta indica espaços vazios devido à eliminação de espermatozoide



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2 Variação dos estágios de maturação ao longo do ano

A partir da análise macroscópica das gônadas, foram identificados seis estágios de maturação gonadal: Desenvolvimento inicial, em desenvolvimento, maduro, parcialmente desovado com estágio de recuperação, parcialmente desovado sem estágio de recuperação e totalmente desovado. Para ambos os sexos, a maior frequência encontrada ao longo dos meses foi de indivíduos em desenvolvimento. Indivíduos totalmente desovados foram observados de forma maciça no mês de novembro para ambos os sexos, ocorrendo um novo pico em janeiro para as fêmeas. No mês de julho ocorre uma intensa incidência de indivíduos em estágio inicial para machos e fêmeas, provavelmente neste mês ocorre o recrutamento da espécie.

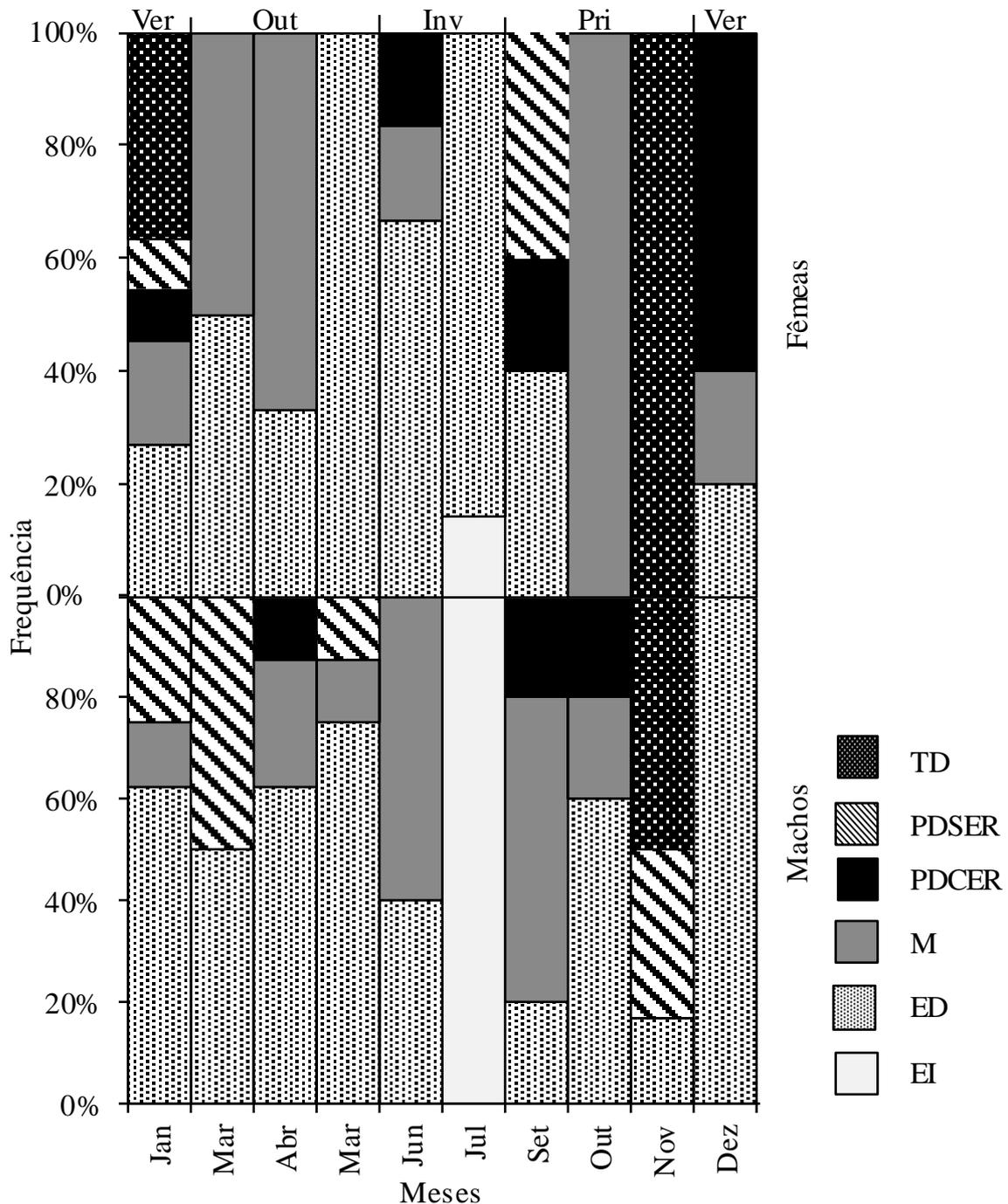
Observou-se que ocorreram vários picos de incidências para animais em estágio maduro, apresentando sua maior proporção em abril/outubro para as fêmeas, na estação outono e primavera, respectivamente, e junho/setembro para os machos, no inverno e primavera, como pode ser observado na figura 10. Ambos os sexos apresentaram distintos estágios de desenvolvimento gonadal ao longo de todo o estudo. Essas variações podem indicar plasticidade na resposta reprodutiva, ocorrendo ao longo de todo o ano. Corroborando com os dados de Morais et al. (2003) o qual determina que as espécies de Nacellidae apresentam ciclos reprodutivos longos, com um período de dispersão de vários estágios.

As gônadas de ambos os sexos se recuperaram rapidamente. O mesmo ocorreu em *N. (P.) magellanica* e *Patelloidea alticostata* (FLETCHER, 1987) enquanto uma fase de repouso prolongada foi observada para *P. vulgata* (ORTON; SOUTHWARD, 1956).

No estudo realizado por Morriconi (1999) A desova foi gradual, iniciando em julho para ambos os sexos, e continuando até dezembro (machos) e janeiro (fêmeas). Uma desova maciça ocorreu para ambos os sexos em outubro. Cerca de 70% das fêmeas estavam maduras novamente em novembro. Membros da família Nacellidae possuem fecundação externa e, dependendo da espécie, a reprodução pode ocorrer quase durante todo o ano, sendo que na maioria dos habitats alcança um máximo entre início de setembro e no final de outubro, no período da primavera (LITTLE et al., 1991).

Estudos de ciclos reprodutivos de invertebrados marinhos mostraram que os estágios de tempos de pico de maturação, desova e repouso podem diferir acentuadamente entre os anos sucessivos e de acordo com a estação do ano (ORTON; SOUTHWARD, 1956; UNDERWOOD, 1974; STANWELL-SRNITH; CLARKE, 1998).

Figura 10- variação mensal da frequência dos estágios de maturação de fêmeas e machos de *N. concinna*. Totalmente desovado (TD), totalmente desovado sem estágio de recuperação (TDSER), totalmente desovado com estágio de recuperação (TDCER), Maduro (M), em desenvolvimento (ED) e estágio inicial (EI). De acordo com as estações do ano, verão (VER), outono (OUT), inverno (INV), primavera (PRI).



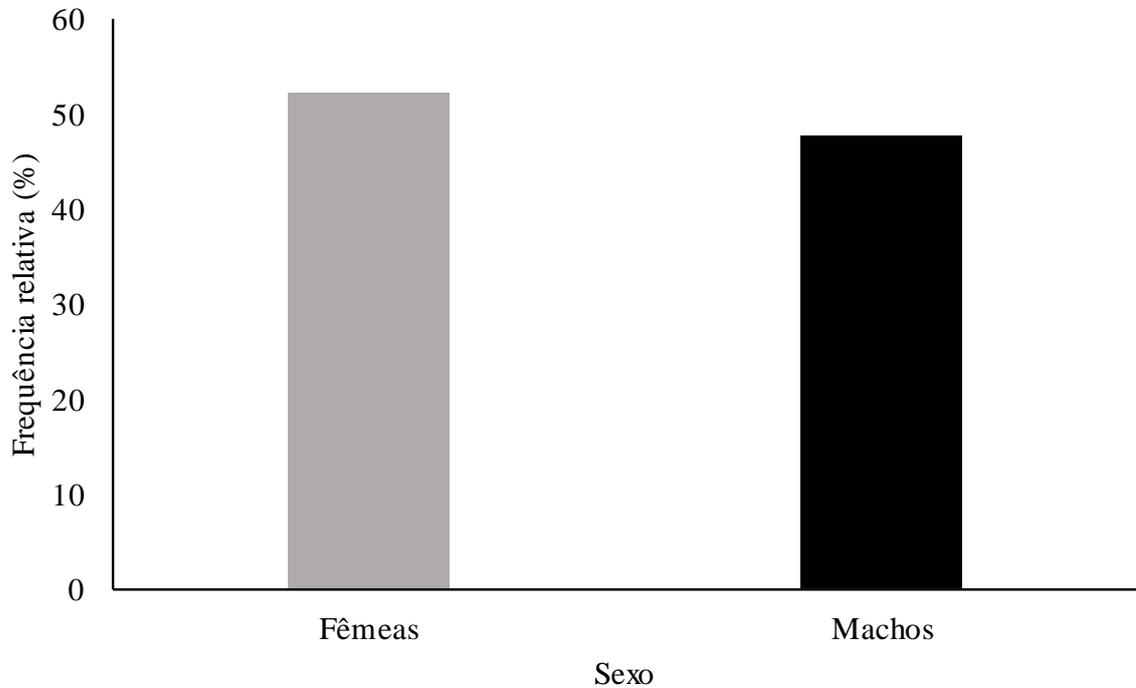
Fonte: Elaborado pelo autor.

5.3 Proporção sexual

Considerando-se o total de indivíduos capturados no período amostral, dos 115 animais estudados, (52%) eram fêmeas e (48%) eram machos, de acordo com distribuição da frequência

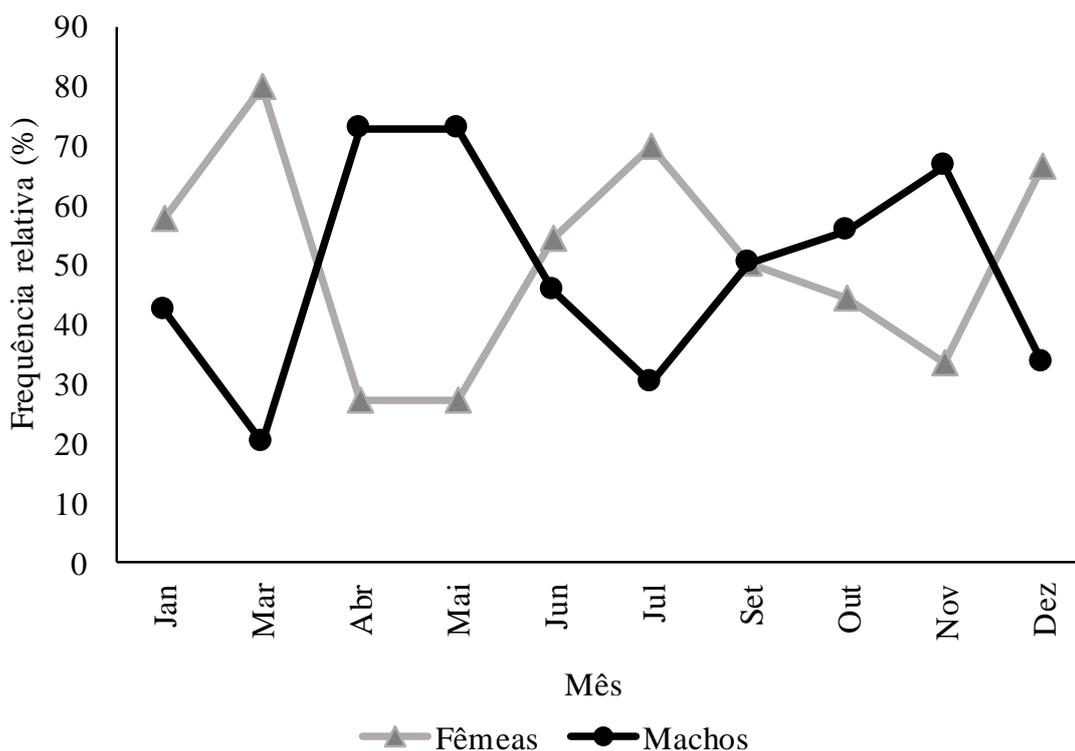
relativa desta espécie, como pode-se observar na figura 11. Verifica-se assim, que as fêmeas são mais numerosas ao longo do estudo.

Figura 11 - Frequência relativa da proporção sexual de machos e fêmeas para todo o estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a frequência de ocorrência de fêmeas e machos durando os meses de estudo, não houve diferenças significativas, obtendo a proporção sexual fêmea: macho de 1,09:1, embora as fêmeas de *N. concinna* sejam predominantes na maioria dos meses, os valores obtidos foram inferiores o valor tabelado de 3,84 ($\alpha=0,05$, $gl=1$), conforme pode ser visualizado na figura 12, onde os dados de proporção sexual estão dispostos na tabela 2.

Figura 12 – Frequência de ocorrência de fêmeas e machos durante o período de estudo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2 - Proporção sexual de machos e fêmeas de *N. concinna* ao longo do estudo.

Mês	Frequência absoluta		Frequência relativa			Ajuste de Yates	Proporção Sexual (F2.M)
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	X ²		
Jan	11	8	57,89	42,11	0,24	0,11	1,38:1
Mar	8	2	80,00	20,00	1,80	1,25	04:01
Abr	3	8	27,27	72,73	1,14	1,64	0,38:1
Mai	3	8	27,27	72,73	1,14	1,64	0,38:1
Jun	6	5	54,55	45,45	0,05	0,00	1,2:1
Jul	7	3	70,00	30,00	0,80	0,45	2,33:1
Set	5	5	50,00	50,00	0,00	0,05	01:01
Out	4	5	44,44	55,56	0,06	0,22	0,8:1
Nov	3	6	33,33	66,67	0,50	0,89	0,5:1
Dez	10	5	66,67	33,33	0,83	0,53	02:01
Total	60	55	52,17	47,83	0,11	0,07	1,09:1

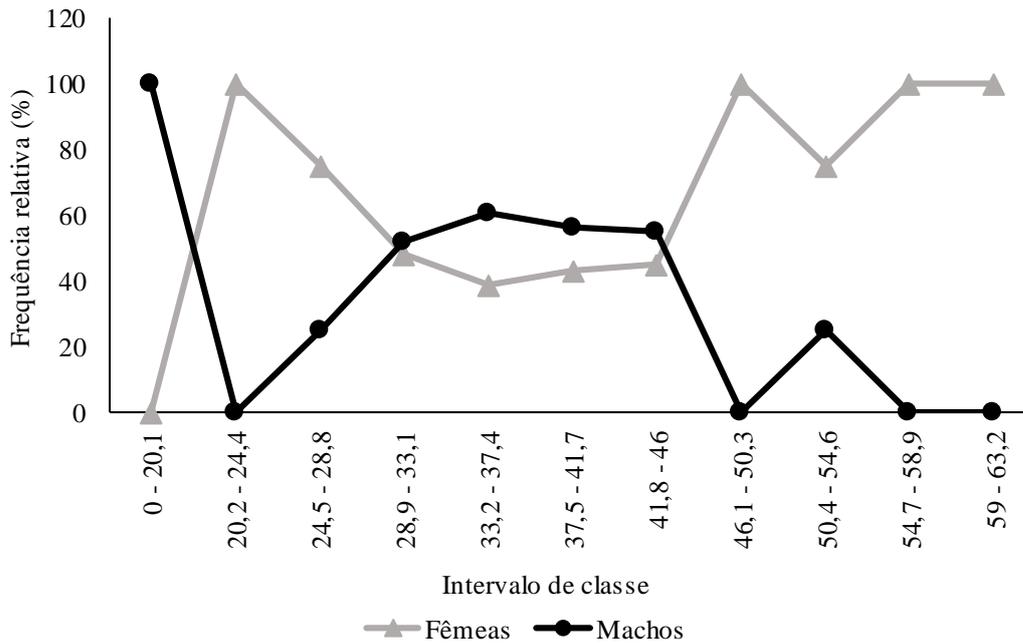
Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as análises da proporção sexual por intervalo de classe, houveram dois picos com maior frequência significativa de fêmeas nos intervalos de 20,2-24,4 mm e 46,1-50,3 mm, enquanto os machos tiveram predominância significativa nos intervalos de 0- 21,1mm (Figura 13). Onde obtiveram o valor de qui-quadrado ($X^2=1,00$; 3,00) e ($X^2=0,50$) respectivamente, conforme a tabela 3.

Os resultados desta análise revelam que não há diferença significativa entre as proporções sexuais de fêmeas e machos, tais como para os intervalos de classes, sendo assim, aceita-se H_0 , e rejeita-se a hipótese alternativa. Tais índices corroboram com os estudos de Picken (1980), o qual determina que o comprimento da concha dos machos e das fêmeas não detém diferença. Contudo, na (Baía do Almirantado, Ilha do Rei George) o crescimento da concha dos machos era maior que o das fêmeas (FIGUEIREDO; LAVRADO, 2011), sugerindo proporção sexual (macho: fêmea) era 1:1.36 (KIM, 2001) e 1:1.51 na Baía Maxwell e Baía do Almirantado, respectivamente. A Predominância das fêmeas foi estatisticamente significativa nos dois relatos (FIGUEIREDO; LAVRADO, 2011).

N. concinna é dioica, com fertilização externa e desova durante a primavera e o verão austral (SHABICA, 1971, 1976; PICKEN; ALLAN, 1983). A maturidade sexual é alcançada em indivíduos de ambos os sexos com mais de 20 mm de comprimento (SHABICA, 1976; PICKEN, 1980). As gônadas maduras são encontradas em machos e fêmeas com comprimento de concha entre 55 e 58 mm, indicando que não há limite superior de fecundidade, e não há reversão sexual.

A proporção sexual pode ser afetada, devido à alta mortalidade das fêmeas, uma vez que uma alta mortalidade para as grandes lapas, especialmente para as fêmeas, pode ser esperada durante o período do verão. Visto que as fêmeas maduras parecem colocar mais esforço reprodutivo do que os machos sob condições de restrição de alimentação, isso pode resultar em uma mortalidade maior, o que pode acarretar a uma diminuição na proporção de fêmeas e da população de *N. concinna* (KIM, 2001).

Figura 13- Frequência de ocorrência de machos e fêmeas por intervalo de classe.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 3 - Proporção sexual de machos e fêmeas de *n. Concinna* por intervalo de classe.

Intervalo de classe (mm)	Frequência absoluta		Frequência relativa		X ²	Ajuste de Yates
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos		
0 - 20,1	0	1	0,00	100,00	0,50	2,00
20,2 - 24,4	2	0	100,00	0,00	1,00	0,25
24,5 - 28,8	3	1	75,00	25,00	0,50	0,13
28,9 - 33,1	13	14	48,15	51,85	0,02	0,07
33,2 - 37,4	9	14	39,13	60,87	0,54	0,78
37,5 - 41,7	10	13	43,48	56,52	0,20	0,35
41,8 - 46	9	11	45,00	55,00	0,10	0,23
46,1 - 50,3	6	0	100,00	0,00	3,00	2,08
50,4 - 54,6	3	1	75,00	25,00	0,50	0,13
54,7 - 58,9	3	0	100,00	0,00	1,50	0,67
59 - 63,2	2	0	100,00	0,00	1,00	0,25

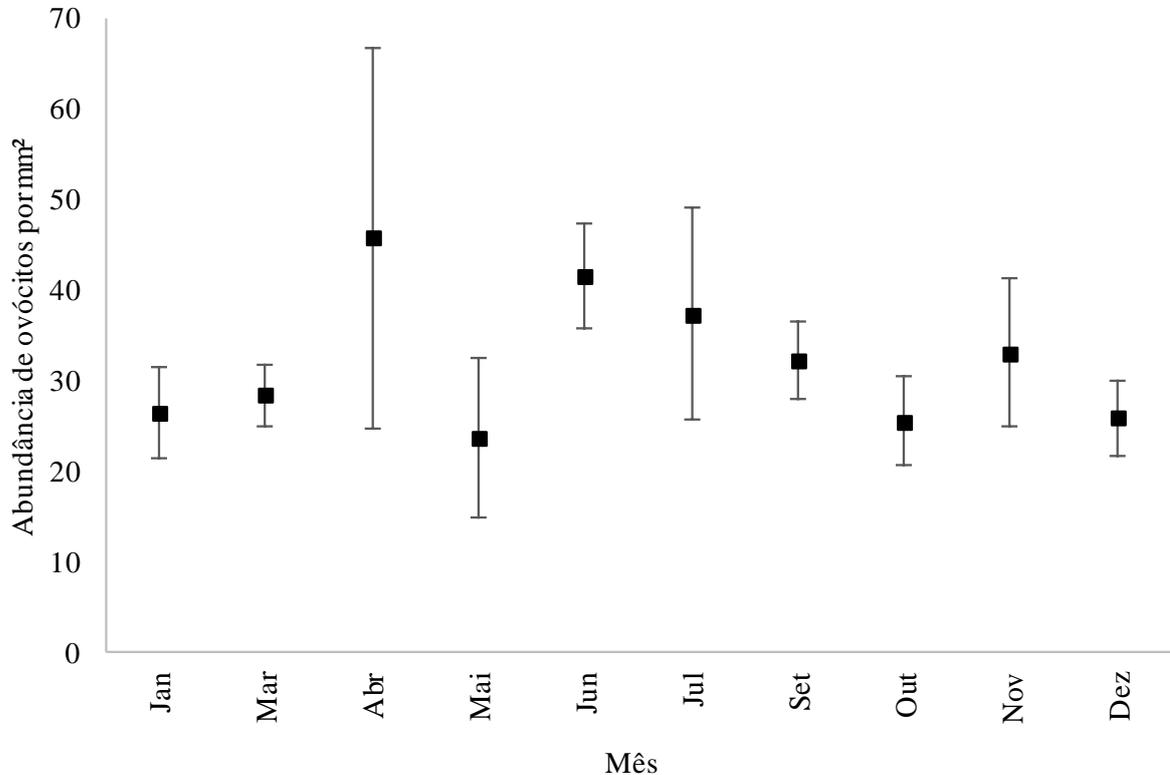
Fonte: Elaborado pelo autor.

5.4 Abundância de ovócitos por mm²

O maior índice de abundância de ovócitos foi no período de abril, neste mês ocorre um pico de fêmeas que se encontram em estágio maduro, o qual também é possível observar através da análise da variação mensal na proporção dos estágios de maturação de fêmeas e machos de *N. concinna*. A menor abundância de ovócitos ocorreu no mês de maio, o qual através da observação dos resultados obtidos na análise dos estágios de maturação, ocorre o pico de indivíduos em desenvolvimento, no mês seguinte há um aumento nos índices de abundância de

ovócitos, indicando assim, um declínio na atividade reprodutiva para o mês de maio (Figura 14).

Figura 14- Abundância e desvio padrão de ovócitos por mm² de *N. concinna*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.5 Análise da coorte ovocitária

Para todos os meses de estudo foi realizada a análise das médias dos diâmetros dos ovócitos de acordo com seu estágio de maturação. Sendo eles, estágio de desenvolvimento inicial (A), em desenvolvimento (B), maduro (C), parcialmente desovado com estágio de recuperação (D), parcialmente desovado sem estágio de recuperação (E) e totalmente desovado (F).

O mês de outubro apresentou as maiores médias de ovócitos dentre o período de estudo $193,65 \pm 25,29 \mu$ equivalente ao estágio maduro, apresentando tamanho de ovócito de 103,00-243,07. No período de abril foi visualizada a menor média equivalente à $89,59 \pm 17,35 \mu$ para o estágio em desenvolvimento no intervalo de diâmetro de ovócito de 47,62- 117,72, podendo estar correlacionado com uma possível retomada de um processo gonadal. Foi possível observar uma alta variação quanto ao desvio padrão, o que ocorre devido a incidência nos estágios de

maturação, onde foram encontradas diversas fases de desenvolvimento durante um mesmo mês, acarretando em uma alta variação quanto ao tamanho dos ovócitos (Tabela 4).

Tabela 4- Resultados da estatística descritiva dos diâmetros de ovócitos da espécie em estudo, onde: n- frequência absoluta de fêmeas; O- Frequência absoluta de ovócitos; A-Estágio de desenvolvimento inicial; B- Em desenvolvimento; C- Madura; D- Parcialmente desovado com estágio de recuperação; E- Parcialmente desovado sem estágio de recuperação; F- Totalmente desovado.

Mês	Tamanho do ovócito (min - máx) (µm)	Média ± DP (µm)	n	O	Estágio de desenvolvimento
Janeiro	128,97 - 190,48	155,95 ± 11,39	1	37	A
	119,05 - 210,32	159,73 ± 17,20	3	77	B
	78,04 - 174,60	129,18 ± 30,50	2	42	C
	133,60 - 190,48	161,11 ± 14,72	1	30	E
	55,55 - 194,44	119,87 ± 30,78	4	77	F
Março	133,60 - 198,41	167,20 ± 12,07	4	117	B
	136,24 - 186,51	162,99 ± 10,81	3	92	C
	146,82 - 178,57	165,21 ± 7,04	1	28	D
Abril	47,62 - 117,72	89,59 ± 17,35	1	70	B
	145,91 - 236,11	191,75 ± 20,72	2	67	C
Maio	132,94 - 230,09	188,87 ± 22,13	3	68	B
Junho	44,36 - 224,21	128,66 ± 37,23	3	124	B
	67,46 - 185,19	149,75 ± 18,75	2	76	C
	101,01 - 179,58	156,38 ± 21,25	1	49	D
Julho	134,92 - 180,56	158,63 ± 13,14	1	52	A
	71,43 - 217,00	161,04 ± 26,28	6	219	B
Setembro	101,67 - 194,98	157,43 ± 16,11	2	67	B
	115,08 - 175,93	150,10 ± 14,06	1	31	D
	95,92 - 190,65	151,99 ± 19,04	2	63	E
Outubro	128,06 - 220,47	178,24 ± 22,08	1	31	B
	103,00 - 243,07	193,65 ± 25,29	3	71	C
Novembro	76,65 - 187,83	142,87 ± 25,13	3	99	F
Dezembro	125,66 - 198,41	160,50 ± 14,71	2	58	B
	128,31 - 201,06	163,76 ± 16,25	2	53	C
	61,73 - 190,48	148,24 ± 32,79	6	154	D

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.6 Variação dos parâmetros ambientais e dados biológicos

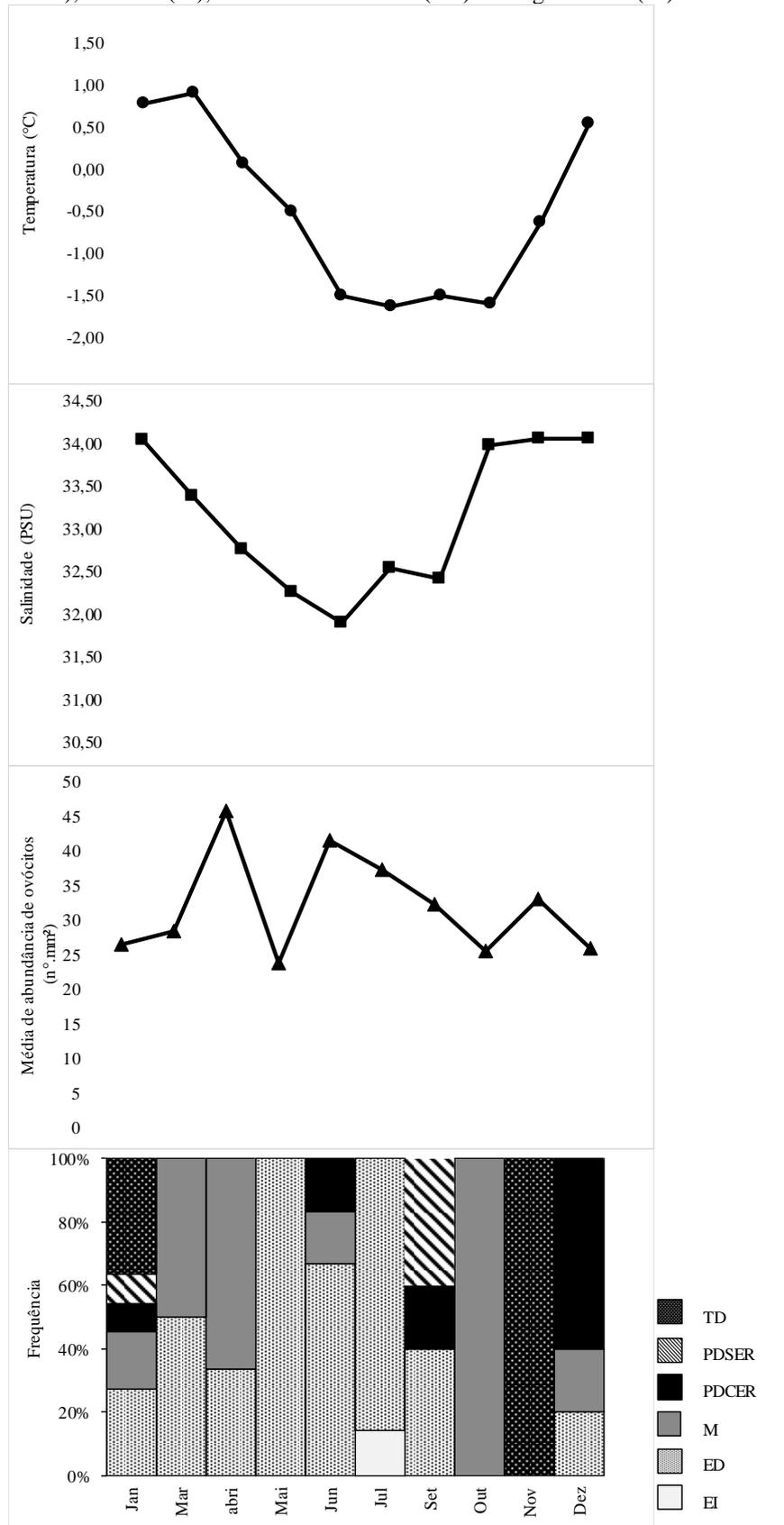
Para todo o período estudado a temperatura variou de -1, 73°C a 0, 91°C a uma profundidade de 21m, a salinidade apresentou variação de 31,9 a 34,15 PSU.

No mês de abril os ovócitos apresentam sua maior abundância, coincidindo com os elevados valores de salinidade e temperatura, neste mesmo mês ocorre um pico de fêmeas em estágio maduro, observa-se a menor abundância de ovócitos no período de maio, coincidindo com o declínio dos parâmetros ambientais mensurados, como pode ser observado na figura 15.

Os resultados apresentados indicam que há uma relação entre o aumento da temperatura e salinidade com a período reprodutivo da espécie em estudo, sendo assim, os parâmetros de ambientais exercem papel importante para a eficiência do processo reprodutivo. Corroborando com Fritchman (1962), onde o autor relata que a desova de lapas intertidais tem sido atribuída a ser estimulada por mudanças na temperatura e fatores ambientais. Trabalhos posteriores (SHABICA 1976, PICKEN 1980) na Antártida propõem que a dica ambiental próxima para a desova em *N. concinna* é a temperatura e que a desova ocorre cerca de 3 semanas após a temperatura da água do mar costeira subir para - 1,4 °C.

Entretanto, o aumento da temperatura da água parece não ser um sinal para a desova em *N. concinna* na ilha do Rei George, pois nos estudos realizados por Kang et al. (1997) a temperatura da água do mar atingiu o máximo e subiu mais de + 1 °C em janeiro, no verão austral, o que não influenciou na reprodução da espécie. Em um posterior estudo realizado na Ilha Signy, Stanwell-Smith e Clarke (1998) descobriram que havia pouca correspondência entre o aumento da temperatura da água do mar e o tempo de desova de *N. concinna* ao classificar os dados em nove anos distintos. Além disso, eles sugeriram que a reprodução em *N. concinna* é desencadeada pelo florescer do fitoplâncton na primavera.

Figura 15- Variação dos parâmetros ambientais e dados biológicos de *N. concinna*. A- Temperatura (°C); B- Salinidade; C- Média de abundância de ovócitos; D- Variação dos estágios de maturação das fêmeas. Totalmente desovado (TD), totalmente desovado sem estágio de recuperação (TDSER), totalmente desovado com estágio de recuperação (TDCER), Maduro (M), em desenvolvimento (ED) e estágio inicial (EI).



Fonte: Elaborado pelo autor.

6 CONCLUSÃO

O isolamento biogeográfico fez com que a fauna Antártica evoluísse de forma isolada e sob a pressão seletiva de temperaturas baixas e estáveis, por conta desses fatores, fez com que o ambiente natural da plataforma continental deste ambiente se tornasse desafiador quanto a adaptações biológicas. Com base nos resultados apresentados podemos observar o período reprodutivo de *N. concinna* apresenta distintas fases de desenvolvimento ao longo do estudo, indicando assim, plasticidade na resposta reprodutiva. O desenvolvimento gonadal da espécie foi classificado em seis estágios de maturação, de acordo com as características proeminente de ovócitos e células germinativas masculinas, onde pode-se observar que o recrutamento da espécie, provavelmente ocorre no mês de julho. Os parâmetros ambientais estão correlacionados com o estímulo reprodutivo, apresentando os maiores picos de indivíduos em estágio maduro, de acordo com a elevação da temperatura e salinidade. Quanto a proporção sexual, não houve diferença significativa entre fêmeas e machos, embora as fêmeas tenham sido mais abundantes ao longo do estudo.

Outros estudos de longo prazo, com maior abundância amostral e trabalhos experimentais, são necessários afim de se obter maiores informações a certa dos aspectos reprodutivos da espécie, visto que o número amostral pode ter influenciado nos resultados de significância entre alguns aspectos como a proporção sexual e tamanho de primeira maturação

O fato de que *N. concinna* é conhecida por ser predada por algumas aves marinhas, equinodermos, e o peixe *Notothenia coriiceps*, atuando também como bioindicador no meio ambiente, denota sua importância na Antártica. Com base nisso, pesquisas sobre a reprodução desta espécie contribuem não apenas com os objetivos de conservação, mas também afim de estabelecer as estratégias reprodutivas dos moluscos Antárticos e subantárticos, servindo também, como subsídio para pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS

- ARNAUD, P. M. et al. Preliminary survey of benthic invertebrates collected by Polish Antarctic Expeditions in Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands, Antarctica). **Polish Polar Research**, p. 724. 1986.
- ARNTZ, W. E., BREY, T; GALLARDO, V. A. Antarctic zoobenthos. In: A.D. Ansell, R.N. Gibson and M. Bames (Editors), **Oceanography and Marine Biology: An Annual Review**. UC, p. 241 -304. 1994.
- ARNTZ, W. E., GUTT, J., KLAGES, M. Antarctic marine biodiversity: an overview. In: Battaglia, B., Valencia, J., Walton, D.W.H. (Eds.), *Antarctic communities: species, structure and survival*. **Cambridge University Press**, Cambridge, p. 3–14. 1997.
- ARNTZ, W. E., RÍOS, C. Magellan-Antarctic: ecosystems that drifted apart. **Science Marina**. 63(S1), p. 1–518. 1999.
- BARNES, D. K. A. **Marine biology**: new light on growth in the cold. *Curr Biol* 23: R609–R611. doi:10.1016, p. 4-15. 2013.
- BARNES, D. K. A.; BROCKINGTON, S. Zoobenthic biodiversity, biomass and abundance at Adelaide Island, Antarctica. **Mar Ecol-Prog Ser**, p. 145–155. 2003.
- BARNES, D. K. A.; CLARKE, A. Seasonal variation in the feeding activity of four species of Antarctic bryozoan in relation to environmental factors. **J Exp Mar Biol Ecol**. 117–133p. 1994.
- BEAUMONT, A. R.; WEI, J. H. C. Morphological and genetic variation in the Antarctic limpet *Nacella concinna* (Strebel, 1908). **J. Molluscan Stud**, p. 443– 450. 1993.
- BERRY, R. J.; RUDGE P. J. Natural selection in Antarctic limpets. **Br Antarct Surv**, p. 35:73–8. 1973.
- BINTANJA, R. The local surface energy balance of the Ecology Glacier, King George Island, Antarctica: measurements and modelling. In: BINTANJA, R. (ed.) **The Antarctic ice sheet and climate**. Amsterdam, Utrecht University, p. 41-59. 1995.
- BIRD, C. E. et al. Contrasting phylogeography in three endemic Hawaiian limpets (*Cellana* spp.) with similar life histories. **Mol. Ecol**, p. 31–38. 2007.
- BOWDEN, D. A. et al. Antarctic sessile marine benthos: colonisation and growth on artificial substrata over three years. **Marine Ecology Progress Series**, Ameltinghausen, v. 316, p. 1-16. 2006.
- BOWDEN, D. A. Seasonality of recruitment in Antarctic sessile marine benthos. **Marine Ecology Progress Series**, p. 101–118. 2005.
- BRANCH, G. M. Limpets: evolution and adaptation. In: Trueman, E.R., Clarke, M.R. (Eds.), *The Mollusca*, vol. 10. **Academic Press**, New York, p. 187–220. 1985.

BRANDT, A. et al. The biodiversity of the deep Southern Ocean benthos. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Science*, p. 39–66. 2007.

BRANDT, A. Evolution of Antarctic biodiversity in the context of the past: the importance of the Southern Ocean deep sea. *Antarctic Science*, p. 509–521. 2005.

BRÊTHES, J. C.; FERREYRA, G.; DELAVEGA, S. Distribution, growth and reproduction of the limpet *Nacella (Patinigera) concinna* (Strebel 1908) in relation to potential food availability, in Esperanza Bay (Antarctic Peninsula). *Polar Biology*, Nova York, v. 14, n. 3, p. 161-170. 1994.

BROCKINGTON, S. The seasonal energetics of the Antarctic bivalve *Laternula elliptica* (King and Broderip) at Rothera Point, Adelaide island. *Polar Biol*, p. 523–530. 2001a.

BROCKINGTON, S.; PECK L. S. Seasonality of respiration and ammonium excretion in the Antarctic echinoid *Sterechinus neumayeri*. *Mar Ecol Prog Ser*, p. 159–168. 2001.

CATALAN, A. B. M.; YAMAMOTO. Annual reproductive cycle of the prosobranch limpet, *Cellana nigrolineata* (Reeves). *Antarctic Science*, p. 127-136. 1993.

CATTANEO-VIETTI. et al. Spatial and Vertical Distribution of Benthic Littoral Communities in Terra Nova Bay. In: G. Fernanda, Ionora (Editor), *Ross Sea Ecology*. Springer -Verlag, Berlin, p. 503 -514. 2000.

CHOY, E. J. Isotopic shift for defining habitat exploitation by the Antarctic limpet *Nacella concinna* from rocky coastal habitats (Marian Cove, King George Island). *Estuar Coast Shelf Science*, p. 339–346. 2011.

CLARKE, A. et al. Growth in the limpet *Nacella concinna* from contrasting sites in Antarctica. *Polar Biol*, p. 62–71. 2004a.

CLARKE, A. et al. Evolution and diversity of the benthic fauna of the Southern Ocean continental shelf. *Antarctic Science*, p. 559–568. 2004b.

CLARKE, A. et al. Introduction. Antarctic ecology from genes to ecosystems: the impact of climate change and the importance of scale. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, Londres, v. 362, n, p. 5-9. 2007.

CLARKE, A. Faecal egestion and ammonia excretion in the Antarctic limpet *Nacella continna* (Strebel, 1908). *J Exp Mar Biol Ecol*. 138, p. 227–246. 1990.

CLARKE, A. Marine benthic populations in Antarctica: patterns and processes. In: Foundations for Ecological Research West of the Antarctic Peninsula. *Antarctic Research Series*. American Geophysical Union, p. 373 -388. 1996.

CLARKE, A. Seasonality in the Antarctic marine environment. *Comp Biochem Physiol* 90B (3), p. 461–473. 1988.

- CLARKE, A.; CRAME, J. The origin of the Southern Ocean marine fauna. In: Crame, J.A. (Ed.), *Origins and Evolution of the Antarctic Biota*, 47. **Geological Society Special Publication**, p. 253–268. 1989.
- CLARKE, A.; JOHNSTON, N. M. Antarctic marine benthic diversity. **Oceanography and Marine Biology: An Annual Review**, p. 47–114. 2003.
- CLARKE, A.; LEAKEY, R. J. G. The seasonal cycle of phytoplankton, macronutrients, and the microbial community in a nearshore Antarctic marine ecosystem. **Limnol Oceanogr** 41(6), p. 1281–1294. 1996.
- CLARKE, A.; PROTHERO-THOMAS, E. Nitrogen excretion in the Antarctic limpet *Nacella concinna* (Strebel, 1908). *J Mollusc Stud* 60, p. 141–147. 1994.
- CONVEY, P. et al. Antarctic terrestrial life—challenging the history of the frozen continent. **Biological Review**, p. 103–117. 2008.
- CORBISIER, T. N. Trophic relationships in the nearshore zone of Martel Inlet (King George Island, Antarctica), $\delta^{13}\text{C}$ stable-isotope analysis. **Polar Biology**, p. 7582. 2004.
- CRAME, J. A. An evolutionary perspective on marine faunal connection between southernmost South America and Antarctica. **Scientia Marina**, p. 1–14. 1999.
- DE ARANZAMENDI, M. C. et al. Different evolutionary histories in two sympatric limpets of the genus *Nacella* (Patellogastropoda) in the South-western Atlantic coast. **Mar. Biol.** p. 158. 2011.
- DE ARANZAMENDI, M. C. et al. Genetic differentiation between morphotypes in the Antarctic limpet *Nacella concinna* as revealed by inter-simple sequence repeat markers. **Marine Biology**, p. 875–885. 2008.
- DOWNIE, N. M.; HEATH, R. W. Basic statistical methods. **New York: Harper e Brothers**, p. 134–289. 1959.
- FAVERO, M.; SILVA, P.; FERREYRA, G. Trophic relationships between kelp gull and the Antarctic limpet at King George Island (South Shetland Islands, Antarctica) during the breeding season. **Polar Biol**, p. 431–436. 1997.
- FIGUEIREDO, M. I. S.; LAVRADO, H. P. Aspects of population structure of *Nacella concinna* (Strebel, 1908) (Gastropoda – Nacellidae) at Admiralty bay, King George Island, Antarctica. **Annual activity report/national Institute of Science and Technology Antarctic Environmental Research—Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Antártico de Pesquisas Ambientais (INCT-APA)**. doi: 10.4322, p. 32–56. 2011.
- FITZSIMONS, I. C. W. A review of tectonic events in the East Antarctic Shield and their implications for Gondwana and earlier supercontinents. **Journal of African Earth Sciences**, Oxford, v. 31, n. 1, p. 3–23. 2000.
- FLETCHER, W. J. Life history dynamics of the limpet *Patelloida alticostata* in intertidal and subtidal environments. **Marine Ecology Progress Series**, p. 115–127. 1987.

FOGG, G. E. Aquatic primary production in the Antarctic. **Philos. Trans. R. Soc. Lond**, p. 27-38. 1977.

FRASER, W. R. **Aspects of the ecology of the Kelp Gulls (*Larus dominicanus*) on Anvers Island, Antarctic Peninsula**. PhD thesis. 1989. 145 f. University of Minnesota, Minneapolis, Minnesota, USA. 1989.

FRITCHNAN, H. K. **A study on the reproductive cycle in the Californian Acmaeidae (Gastropoda)**, p. 134-140. 1962.

GADELHA, S. E. **Biologia reprodutiva do bivalve, *Leukoma pectorina* (Lamarck, 1818) no litoral de Marapanim, Pará**. 2014. 82 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia e Pesca. Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém-PA, 2014.

GALLARDO, V. A. et al. Quantitative Studies on the Soft-Bottom Macrobenthic Animal Communities of Shallow Antarctic Bays. In: 3rd SCAR Symposium on **Antarctic Biolog. I**. Gulf Publ. Co. Houston, p. 13-25. 1977.

GAMBI, M. C. B. L. et al. Spatio-Temporal Variability in the Structure of Benthic Populations in a Physically Controlled System off Terra Nova Bay: The Shallow Hard Bottoms. In: g. Faranda, Ionora. (Editor), **Ross Sea Ecolog. I**. Springer -Verlag, Berlin, p. 527 -538. 2000.

GARWOOD, P. R. The cycle of gonad development in *Patella vulgata* (Mollusca: Gastropoda): the use of oocyte diameter measurements and gravimetric estimates of sexual maturity. **Polar Biology**, p. 29-35. 1987.

GONZÁLEZ-WEVAR, C. A. et al. Molecular phylogeny and historical biogeography of *Nacella* (Patellogastropoda: Nacellidae) in the South ern Ocean. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, p. 115–124. 2010.

GRAY, J. S. Antarctic marine benthic biodiversity in a world-wide latitudinal context. **Polar Biology**, p. 633–641. 2001.

GREBMEIER, J.; BARRY, J. The influence of oceanographic processes on pelagicbenthic coupling in polar regions: A benthic perspective. **J. Mar. Syst.**, p. 495-518. 1991.

GUTT, J., PIEPENBURG, D. Scale-dependent impact on diversity of Antarctic benthos caused by grounding of icebergs. **Marine Ecology. Progress Series**, p. 77–83. 2003.

GUTT, J. et al. W.E. How many macrozoobenthic- species might inhabit the Antarctic shelf. **Antarctic Science**, p. 11–16. 2004.

GUZMÁN, L. Patrón de distribución espacial y densidad de *Nacella magellanica* (Gmelin, 1791) en el intermareal del sector oriental del estrecho de Magallanes (Mollusca: Gastropoda). **Ans. Inst. Pat. Punta Arenas**, p. 205-219. 1978.

GUZMÁN, L.; RÍOS, F. C. Age and growth of the subantarctic limpet *Nacella (Patinigera) magellanica magellanica* (Gmelin, 1791) from the Strait of Magellan, **Inst. Pat. Punta Arenas**, p. 159-166. 1987.

HARGENS, A. R.; SHABICA, S. V. Tidai Zone ecology at Palmer Station. **Antarct**, p. 184-185. 1972.

HERRMANN, et al. Testing the habitat harshness hypothesis: Reproductive Biology of the Wedge clam *Donax hanleyanus* (bivalvia: donacidae) on three argentinean sandy beaches with contrasting morphodynamics. **Journal of Molluscan Studies** (2010). Advance Access Publication: 30 September, p. 33–47. 2009.

HOFFMAN, J. I. et al. Effects of brooding and broadcasting reproductive modes on the population genetic structure of two Antarctic gastropod molluscs. **Mar Biol**, p. 287–296. 2011.

HOULIHAN, D. F.; ALLAN, D. Oxygen consumption of some Antarctic and British gastropods: an evaluation of cold adaptation. **Comp Biochem Physiol A: Mol Integr Physiol**, p. 383–387. 1982.

IKEN, K. **Trophische Beziehungen zwischen Makroalgen und Herbivoren in der Potter Cove (King-George-Insel, Antarktis)**. 1995. 97 f. (PhD thesis). University of Bremen, Bremen. 1995.

JERNAKOFF, P. Interactions between the limpet *Patelloida latistrigata* and algae on an intertidal rock platform. **Marine Ecology**, p. 1-78. 1985.

KANG, S. H. et al. Seasonal variation of nearshore Antarctic microalgae and environmental factors in Marian Cove, King George Island, Korean. **J. Polar Res**, p. 9-27. 1997.

KIM, D. Seasonality of marine algae and grazers of an Antarctic rocky intertidal, with emphasis on the role of the limpet *Nacella concinna* Strebel (Gastropoda: Patellidae). 120 Berichte zur Polar- und Meeresforschung. **Reports on polar and marine research**, Bremen, Univ., Diss, p. 45-60. 2001.

KING, J. C.; HARANGOZO, S. A. Climate change in the western Antarctic Peninsula since 1945: observations and possible causes. **Annals of Glaciology**, n. 27, p. 571 – 575. 1998.

KOUFOPANOU, V. et al. A molecular phylogeny of the Patellid limpets (Gastropoda: Patellidae) and its implications for the origins of their antitropical distribution. **Mol. Phylogenet. Evol**, p. 138–156. 1999.

LINDBERG, D. R. The Patellogastropoda. **Malacological ver**, p. 35–63. 1998.

LINDNER, G. Moluscos y caracolas de los mares del mundo. **Manual de identificación**. Ed. Omega. 2000.

LITTLE, C. et al. Foraging activity of limpets in normal and abnormal tidal regimes. **J. Mar. Ass**, p. 537-554. 1991.

LITTLE, C.; KITCHING, J. A. The biology of rocky shores. **Oxford University Press**. 1996.

LITTLEPAGE, J. L. Oceanographic investigations in Mc-Murdo Sound, Antarctic. In: Llano GA (ed) **Biology of the Antarctic seas, Vol II. Antarctic Research Series 5**. American Geophysical Union, Washington, DC, p. 1–37. 1965.

LIU, J. H. The ecology of the Hong Kong limpets *Cellana grata* (Gould 1859) and *Patelloida pygmaea* (Dunker 1860): reproductive biology. **J. Moll. Stud**, p. 97-111. 1994.

LLAVONA, A.V. **Caracterización interespecífica de marcadores microsátélites en el género *Patella* spp.** Tese da Licenciatura. 2006. 135 f. Departamento de Bioquímica, Genética e Imunologia, Universidade de Vigo, 36810. Espanha. 2006.

MACHADO, S. C. M., BRITO, T.M. **ANTÁRTICA: ensino fundamental e ensino médio-** Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica.: il. (Coleção explorando o ensino; v. 9. Brasília, DF. 2006. 172 p.

MASSOM, R. A.; STAMMERJOHN, S. E. Antarctic sea ice change and variability - Physical and ecological implications. **Polar Science**, Seattle, v. 4, n. 2, p. 149-186. 2010.

MOLLUSCABASE. *Nacella concinna* (Strebel, 1908). Accessed through: World Register of Marine Species. **Disponível em**<<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=197296>>. **Acesso em:** 25. Jul. 2018.

MORAIS, S. et al. Gonad development and fatty acid composition of *Patella depressa* Pennant (Gastropoda: Prosobranchia) populations with different patterns of spatial distribution, in exposed and sheltered sites. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 294, p. 61-80. 2003.

MORRICONI, E. R.; CALVO, J. Influencia ambiental en el crecimiento alométrico de la valva de *Nacella (Patinigera) deaurata* (Gmelin, 1791) en el Canal Beagle. **Malacologia**, p. 1-6. 1993.

MORRICONI, E. Reproductive biology of the limpet *Nacella (P.) deaurata* (Gmelin, 1791) in Bahía Lapataia (Beagle Channel). **SCI. MAR.**, p. 417-426. 1999.

NAKANO, T.; OZAWA, T. Worldwide phylogeography of limpets of the order Patellogastropoda: molecular, morphological and palaeontological evidence. **J. Molluscan Stud**, p. 73-79. 2007.

NEDWELL, D. et al. Measurements of seasonal rates and annual budgets of organic carbon fluxes in an Antarctic coastal environment at Signy Island, South Orkney Islands, suggest a broad balance between production and decomposition. **Appl. Environ. Microbiol.**, p. 398-399. 1993.

NOLAN, C. P. Size, shape and shell morphology in the Antarctic limpet *Nacella concinna* at Signy island, South Orkney islands. **J Mollus Stud**, p. 225-238. 1991.

OBERMÜLLER, B. E. et al. Antarctic intertidal limpet ecophysiology: A winter-summer comparison. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Amsterdam, p. 39-45. 2011.

OLIVEIRA, F. M. **Resposta biológica do gastrópode antártico *Nacella concinna* (STREBBEL 1908) ao óleo diesel como possível biomarcador de impacto ambiental na zona entre marés.** 2013. 117 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2013.

OLIVER, J. S.; SLATTERY, P. N. **Effects of crustacean predators on species composition and population structure of soft-bodied infauna from McMurdo Sound, Antarctica**, p. 155-175. 1985.

ORTON, J. H.; A. J.; SOUTHWARD, J. M. Studies on the biology of limpets. II. The breeding of *Patella vulgata* Lin Britain. **J. Mar. Biol**, p. 149-176. 1956.

PARULEKAR, A. H. et al. Benthic fauna of the Antarctic Ocean -Quantitative aspects. **Tech. Publ**, p. 213 -218. 1983.

PECK L.S, BAKER A. C, CONWAY L. Z. Strontium labeling of the shell of the antarctic limpet *Nacella concinna* (Strebel, 1908). **J Mollusc Stud**, p. 315–325. 1996.

PECK LS.; VEAL R. Feeding, metabolism and growth in the Antarctic limpet, *Nacella concinna* (Strebel 1908). **Mar Biol**, p. 553–560. 2001.

PECK, L. S. Temperature and basal metabolism in two Antarctic marine herbivores. **J Exp Mar Biol Ecol**, p. 1–12. 1989.

PECK, L. S.; CONVEY, P.; BARNES, D. K. A. Environmental constraints on life histories in Antarctic ecosystems: tempos, timings and predictability. **Biological Reviews**, Cambridge, v. 81, n. 1, p. 75-109. 2006.

PECK, L. et al. Genomics: applications to Antarctic ecosystems. **Polar Biology**, p. 251–265. 2005.

PECK, L., VEAL, R. Feeding, metabolism and growth in the Antarctic limpet, *Nacella concinna* (Strebel, 1908). **MarineBiology**, p. 553–560. 2001.

PICKEN, G. B. The distribution, growth, and reproduction of the Antarctic limpet *Nacella* (*Patinigera*) *concinna* (Strebel, 1908). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, p. 71–85. 1980.

PICKEN, G. B.; ALLAN, D. Unique spawning behavior by the Antarctic limpet *Nacella* (*Patinigera*) *concinna* (Strebel, 1908). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, p. 283–287. 1983.

PLATT, H. M. Ecology of King Edward Cove, South Georgia: macro-benthos and the benthic environment. **British Antarctic Survey Bulletin**, p. 231-238. 1979.

PONDER, W. F.; LINDBERG, D. R. **Phylogeny and Evolution of the Mollusca**. University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London, p. 89-102. 2008.

PONDER, W. F.; LINDBERG, D. R. Towards a phylogeny of gastropod molluscs: an analysis using morphological characters. **Zool. J. Linn**, p. 83–265. 1997.

POWELL, A.W. R. The Patellid Limpets of the World (Patellidae). In: Abbot, R.T. (Ed.), Indo-Pacific-Mollusca, vol. 3. **The Department of Mollusks**, Greenville, p. 75–206. 1973.

RAKUSA-SUSZCZEWSKI, S. et al. Weather and climate. In: ed. The maritime antarctic coastal ecosystem of Admiralty Bay. **Polish Academy of Sciences**, p. 19-25. 1993.

RETAMAL, et al. Analisis cuali y cuantitativo de las comunidades bentonicas en Bahia Foster (Isla Decepcion) (XXXV Expedición Antartica Chilena, enero 1981). **INACH-Serie Cientifica**, p. 5-15. 1982.

RIDGWAY, S. A. et al. **cladistic phylogeny of the family Patellidae (Mollusca: Gastropoda)**. Philos. Trans. R. Soc. Lond. B 353, p. 164–167. 1998.

ROCHA, F. A. V. **Sistema do tratado da Antártica: aspectos geopolíticos e econômicos decorrentes de uma crescente internacionalização do Continente Antártico e seus reflexos para o Brasil e para a MB**. Rio de Janeiro-RJ, p. 150. 2011.

ROGERS, A. R. Evolution and biodiversity of Antarctic organisms: a molecular perspective. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: **Biological Science**, p. 2191–2214. 2007.

SHABICA, S. V. General ecology of the Antarctic limpet *Patinigera polaris*. **Antarct**, p. 160–161. 1971.

SHABICA, S. V. **The natural history of the Antarctic limpet- *Patinigera polaris* (Hombron and Jaquinot)**. 1976. 183 f. PhD dissertation, University of Oregon, Corvallis. 1976.

STANWELL-SMITH D.; CLARKE, A. The timing of reproduction in the Antarctic limpet *Nacella concinna* (Strebel, 1908) (Patellidae) at Signy Island, in relation to environmental variables. **J Mollusc Stud**, p. 123–127. 1998.

UETA, T. M. Estudo morfológico da concha de *Lymnaea columela* say, 1817 (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata), **Rev. Soe. Bras. Med. Trop**, p. 76-82. 1979/80.

VALDOVINOS, C. et al. P.A. Mollusk species diversity in the Southeastern Pacific: why are there more species towards the pole. **Ecography**, p. 139–144. 2003.

VALDOVINOS, C.; RUTH, M. Nacellidae limpets of the south ernend of South America: taxonomy and distribution. **Revista Chilena de História Natural**, p. 497–517. 2005.

VAZZOLER, A. E. A. **Biologia da Reprodução de Peixes Teleósteos: Teoria e Prática**. Paraná: EDUEM, p. 169. 1996.

WÄGELE, J. W.; BRITO, T. A. S. Die sublitorale Fauna der maritimen Antarktis Erste Unterwasserbeobachtungen in der Admiralitaetsbucht. **Natur und Museum**, p. 269-281. 1990.

WÄGELE, J. W.; SCHMINKE, H. K., Leben in eisigen Tiefen: Benthosforschung in der Antarktis. **Natur und Museum**, p. 184 – 193. 1986.

WALKER, A. J. M. Introduction to the ecology of the Antarctic limpet *Patinigera polaris* (Hombron and Jaquinot) at Signy Island, South Orkney Island. **British Antarctic Survey Bulletin**, p. 49–69. 1972.

WALLER, C. L. et al. Ecophysiological strategies of Antarctic intertidal invertebrates faced with freezing stress. **Polar Biol**, p. 107–123. 2006b.

WALLER, C. L. et al. Ecophysiological strategies of Antarctic intertidal invertebrates faced with freezing stress. **Polar Biology**, Nova York, v. 29, n. 12, p. 177-183. 2006.

WEIHE, E. et al. Differences in heavy metal concentrations and in the response of the antioxidant system to hypoxia and air exposure in the Antarctic limpet *Nacella concinna*. **Mar Environ Res**, p. 127–135. 2010.

WEIHE, E.; ABELE, D. Differences in the physiological response of inter- and subtidal Antarctic limpets *Nacella concinna* to aerial exposure. **Aquat Biol**, p. 155–166. 2008.

WEN, J. et al. Climate, mass balance and glacial changes on small dome of Collins Ice Cap, King George Island, Antarctica. **Antarctic Research**, v. 5, n. 1, p. 52-61. 1994.

YATES, F. Contingency tables involving small numbers and the χ^2 test. **Journal Royal Statistical Society Supplement**, p. 217-234. 1934.

ZACHOS, J. et al. Trends, rhythms, and aberrations on global climate. **Ma to present. Science** v.292, p. 686–693. 2001.