

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

PAOLA BUSI MUNHOZ

CARANGUEJOS ERMITÕES FORNECENDO SUBSTRATO PARA BRIOZOÁRIOS

São Leopoldo

2021

PAOLA BUSI MUNHOZ

CARANGUEJOS ERMITÕES FORNECENDO SUBSTRATO PARA BRIOZOÁRIOS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Licenciado em São
Leopoldo, pelo Curso de Ciências
Biológicas da Universidade do Vale do Rio
dos Sinos - UNISINOS

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Scalise Horodyski

São Leopoldo

2021

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer ao Universo e ao Deus em que acredito pela oportunidade de encerrar mais um ciclo na minha vida.

Agradecer aos meus pais por serem meus alicerces nesse e em todos outros momentos da minha vida, sem eles nada teria conseguido.

Aos meus irmãos, cunhados e sobrinhos pela força e motivação todas as vezes que pensei em desistir, foi de extrema importância essa ajuda para essa realização.

Enorme gratidão aos amigos e colegas que continuaram do meu lado e entenderam todas as vezes que escolhi não sair para poder estudar e alcançar meus objetivos.

Agradecer ao Coordenador Juliano do curso de Biologia e ao meu orientador Dr. Rodrigo, que em 2020, no meio do caos à uma pandemia correram junto comigo, me resgataram do fundo poço e não me deixaram desistir mesmo com muitas dificuldades. E por fim, mas não menos importante, agradecer ao Hugo Netto por todo apoio e ajuda durante o trabalho.

RESUMO

Os oceanos e seus ambientes adjacentes cobrem mais de 71% da superfície da Terra sendo os invertebrados o grupo mais diverso neste imenso ecossistema. Assim, entender as relações ecológicas entre os invertebrados marinhos é fundamental para avaliar a saúde dos ambientes marginais marinhos. Portanto o presente trabalho tem como objetivo identificar a relação ecológica existente entre os caranguejos ermitões e as comunidades de briozoários. Foram analisados total de 1.337 conchas coletadas nas associações de morte dispostas no *foreshore* da porção central da Planície Costeira do Rio Grande do Sul para verificar quais epibiontes estão presentes nas conchas, e, se os briozoários ocorrem em bivalves e gastrópodes ou em somente um dos dois grupos. Balanomorfos, briozoários, serpulídeos e bivalves são os epibiontes que foram observados. Contudo, os briozoários foram observados somente nas conchas de gastrópodes. Os resultados permitem inferir que os caranguejos ermitões representam um importante influencia no desenvolvimento das comunidades dos briozoários por manterem as conchas dispostas na interface sedimento-água. Por fim, o presente estudo fornece uma importante base de dados para manejos ecológicos em áreas costeiras.

Palavras-chave: sinecologia marinha, associação de mortos, tafonomia, epibiontes.

ABSTRACT

The oceans and their adjacent environments cover more than 71% of the Earth's surface, being the invertebrates the most diversity group in this hug ecosystem. Understanding the ecological relationships of marine invertebrates is fundamental to assess the marginal marine health. In this sense, the goals of present studied is identifying the ecological relation between hermit crabs and bryozoan communities. A total of 1,337 shells from death assemblages available in the foreshore zone of Coastal Plain of the Rio Grande do Sul State were analyzed in order to verify how epibionts are present in the shells from death assemblages, and to know whether bryozoans occur in both gastropod and bivalve shells or only in one of these two groups. Balanomorpha, bryozoans, serpulids and bivalves represent the epibionts observed in this study. However, bryozoans only were observed in gastropod shells. According to the results, hermit crabs maybe represent an important influence in the development of bryozoan communities keeping the gastropod shells available in the sediment/water interface. Finally, this study provides an important database to ecological managements in coastal zones.

Keywords: Marine synecology, death assemblage, taphonomy, epibionts.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fragmento de gastrópode com bioerosões causadas por briozoários.....	9
Figura 2 – Acumulações de conchas ao longo da praia na costa gaúcha.....	11
Figura 3 - Colônia de zooides.....	14
Figura 4 - Mapa de localização da área amostrada na Planície Costeira do rio Grande do Sul.	17
Figura 5 - Mollusca, Bivalvia. <i>Ostrea</i> spp. A. Vista externa da valva. B. Vista interna da valva.	18
Figura 6 - Concha de <i>Olivancillaria urceus</i> com briozoários	22
Figura 7 - Organismo substrato e tipos de incrustantes. A, bivalve, <i>Ostrea</i> sp. com serpulídeos. B, bivalve, <i>Ostrea</i> sp. com entobia e outro bivalve. C, bivalve, <i>Ostrea</i> sp. com entobia. D, bivalve <i>Tivela</i> com incrustação de outro bivalve serpulídeos. ...	23
Figura 8 - Ausência de Briozoários. A, bivalve, <i>Tivela</i> sp. com incrustação de balanomorpha “craca”. B. bivalve, <i>Ostrea</i> sp. com entobia e serpulídeos. C, bivalve, <i>Ostrea</i> sp. com serpulídeos. D, bivalve, <i>Donax</i> sp. com marcas de predação.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Gastrópodes encontrados nas associações de morte e as respectivas incrustações observadas nas conchas.....	20
Tabela 2 - Bivalves encontrados nas associações de morte e as respectivas incrustações observadas nas conchas.....	21

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 Associação de vivos, associação de mortos e associação de fósseis	9
1.2 Relações interespecíficas: comensalismo, mutualismo e outros	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 Biologia dos Briozoários	14
2.2 Paleontologia, Paleoecologia e história evolutiva dos Briozoários	15
3 METODOLOGIA	17
3.1 Área de estudo	19
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	20
4.1 Gastropoda	20
4.2 Bivalvia.....	21
5 DISCUSSÃO	22
6 CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIAS.....	26

1 INTRODUÇÃO

Qualquer estrutura submersa no mar serve de substrato para fixação e colonização de organismos marinhos (e.g. clastos de rocha, fragmentos vegetais, restos esqueléticos de animais mortos, dentre outros). Isto porque, com o tempo, uma variada comunidade com carapaças duras vai se estabelecendo gradativamente, transformando um substrato não consolidado (mole) em firme ou duro, composto por restos esqueléticos de assembléias mortas e/ou vivas (*taphonomic feedback*, Kidwell e Jablonski, 1983). As relações ecológicas são interações entre os seres vivos que habitam um determinado ambiente, podendo trazer benefícios ou não para os envolvidos. Isso permite que eles se alimentem, se fixem, encontrem abrigos, se acasalem ou cuidem da prole.

Os caranguejos-ermitões mantêm uma relação muito importante com algumas espécies. É comum encontrar esses caranguejos dentro de conchas de moluscos mortos, onde se abrigam, já que possuem o abdome mole. Além disso, ele pode incluir outras espécies sobre a concha para aumentar sua proteção. Assim, por sua vez, para os outros indivíduos associados, aumenta a mobilidade, utilizando o caranguejo como “carona”, aproveitando também os restos de seus alimentos. Segundo Williams and McDermott (2004), em média, 550 espécies de invertebrados são encontradas associadas a caranguejos eremitas, com grupos de simbioses sendo melhores representados por briozoários, artrópodes, poliquetas e cnidários.

Um epibionte é um organismo de tipo sésil ou não, que vive sobre outro ser vivo. De acordo com Conover (1976), ermitões são encontrados em muitas relações simbióticas estendendo-se do parasitismo ao mutualismo. Estes, se desenvolvem preferencialmente mais em conchas de gastrópodes do que de bivalves.

Restos esqueléticos de moluscos bivalves e gastrópodes são componentes comuns (e.g. Lopes e Buchmann, 2008; Lopes, 2011; Ritter et al., 2017) nas assembleias de morte na zona praial (*foreshore*) da planície costeira do estado do Rio Grande do Sul (PCRG). Assim, estes abundantes restos esqueléticos servem como uma ótima oportunidade para se observar, com base no registro tafonômico da interação ecológica, as evidências preservadas entre carangueijos ermitões e briozoários utilizando conchas de moluscos vazias como substrato. As evidências tafonômicas nas conchas são marcas de cicatrizes (*Pennatichnus* isp.) e/ou

incrustações de briozoários (figura 1). Vale ressaltar, no entanto, que algumas espécies de moluscos são documentadas na bibliografia (e.g. Lopes e Buchmann, 2008; Lopes, 2011; Ritter et al., 2017) apenas como parte integrante das associações mortas, não havendo registros de vivos. Portanto, as conchas utilizadas como substrato por ermitões e briozoários podem ser até mais antigas do que o Holoceno, *i.e.*, sub-fósseis a sub-modernos.



Figura 1 - Fragmento de gastrópode com bioerosões causadas por briozoários.

Fonte: Hugo Netto.

A existência de briozoários na PCRS pode estar intimamente relacionada com a presença de caranguejos eremitas (Grant & Ulmer, 1974), e, considerando que não há evidência de aporte biológico atual de algumas espécies de moluscos, a hipótese deste trabalho é a de que a relação ecológica entre caranguejos ermitões e conchas da assembleia morta aponta para um futuro crítico para a população de briozoários na PCRS (Almeida, 2008).

O objetivo deste trabalho é identificar a relação ecológica entre caranguejos ermitões e briozoários, por meio do registro de briozoários incrustados em conchas de moluscos bivalves e gastrópodes das assembleias de morte, na zona praial (*foreshore*) da planície costeira do estado do Rio Grande do Sul (PCRS).

1.1 Associação de vivos, associação de mortos e associação de fósseis

Em ambientes costeiros e marinhos rasos é comum a ocorrência de associações de bioclastos de diversas idades e grupos taxonômicos. Entre os bioclastos, os mais ocorrentes referem-se a moluscos bivalves e gastrópodes pois apresentam conchas resistentes compostas por camadas entrelaçadas de cristais de

CaCO₂ (Cox, 1969; Brett, 1990). Esta durabilidade e resistência apresentada pelas conchas permitiu que Kowalewski et al. (1994) dividissem os depósitos de *shelly cheniers* do Delta do Colorado (Califórnia, EUA) em subfósseis (materiais com mais de 1.500 anos), sub-moderno (~1.500 anos) e modernos (~70 anos).

Exemplos de depósitos bioclásticos classificados como fósseis, sub-fósseis, sub-moderno e modernos são comumente descritos em trabalhos de tafonomia (e.g. Flessa e Fürsich, 1991; Kowalewski et al., 1994; Kidwell, 1998; Zuschin e Oliver, 2003). Adicionalmente, a capacidade de discriminar os depósitos nestas subcategorias tem permitido realizar análises comparativas que revelam dados importantes sobre alterações ambientais, por vezes desencadeadas pela ação antrópica (e.g. Kowalewski et al., 2000; Kidwell, 2007, 2008; Tomašových and Kidwell 2009; Dietl and Flessa 2011; Weber and Zuschin 2013; Zuschin e Ebner, 2015; Tomašových and Kidwell 2017; Smith et al., 2018; Albano et al. 2020).

Por fim, trabalhos de cunho tafonômico, buscando aplicabilidades dentro da biologia evolutiva, paleoecologia e manejo ecológico (referências acima) têm separado as amostragens em ambientes marinhos e costeiros em associações de vivos e associações de mortos. As associações de vivos são representadas pelas comunidades presentes em um ambiente e que são identificadas através da coleta de espécimes vivos. Por outro lado, a associação de mortos é representada por todo e qualquer resto esquelético. É importante salientar que há diferenças entre as representações de diversidade observadas entre ambas as associações. Em outras palavras, nem sempre se encontram exemplares mortos refletindo a atual diversidade de vivos, tal como o inverso também é verdadeiro (veja Zuschin e Oliver, 2003; Tomašových e Kidwell, 2009; Weber e Zuschin, 2013). Complementarmente, Kidwell (2008) demonstrou que a discrepância entre as associações de vivos e mortos pode refletir as condições de saúde de ambientes marinhos. Este trabalho demonstra a grande importância em reconhecer as características das associações de vivos e mortos e da análise quantitativa de suas similaridades e diferenças através de estudos tafonômicos para avaliar o impacto antrópico.

Na Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS) depósitos conchíferos são frequentes tanto nas zonas do *foreshore* quanto da plataforma interna e externa, sendo possível observar a ocorrência bioclastos fósseis ocorrendo conjuntamente com bioclastos modernos dentro das associações de mortos (e.g. Lopes e

Buchmann, 2008; Lopes, 2011; Ritter et al., 2017). Em adição, Ritter et al. (2017) relataram que a estimativa de duração de bioclastos em condições originais dentro das associações de mortos é de aproximadamente 47.000 anos. Desta forma, embora o presente estudo careça de datação dos bioclastos amostrados, a presença de sub-fósseis em conjunto de conchas modernas é admitida.

As características tafonômicas nas assembleias fósseis são condicionadas pelo ambiente deposicional em que os restos foram preservados, como no estudo realizado por Lopes e De Carvalho Buchmann (2008), ao longo da praia na costa gaúcha, onde ocorrem grandes acumulações de conchas (figura 2), organismos marinhos e fósseis de vertebrados.



Figura 2 – Acumulações de conchas ao longo da praia na costa

Fonte: Autora.

Para Ritter (2013) os ambientes deposicionais atuais são ótimas fontes de dados para estudos podendo dispor de informações úteis e confiáveis, tanto ecológicas como ambientais. Então, por isso, sabe-se que indo mais a fundo com estudos das amostras do litoral gaúcho existe uma grande possibilidade de ocorrer fósseis e sub-fósseis entre os materiais que se acumulam na beira da praia. Todos estes são substratos duros, disponíveis e úteis para a colonização de caranguejos ermitões, bem como a incrustação de briozoários, como relação mútua.

1.2 Relações interespecíficas: comensalismo, mutualismo e outros

No meio ambiente, encontra-se uma grande variedade de relações ecológicas entre os seres vivos. Elas são classificadas de intraespecíficas, quando ocorrem em

indivíduos da mesma espécie, enquanto a interespecífica ocorre em indivíduos de espécies diferentes. Se analisado o ganho ou perda para os organismos envolvidos na relação interespecífica, ainda existe uma segunda divisão de grupos: harmônicas e desarmônicas.

Quando ocorrem interações positivas entre os indivíduos sem que haja disputas ou desvantagens, essas relações são chamadas de harmônicas. Tendo por sua vez os seguintes tipos:

- Comensalismo: quando uma das espécies é beneficiada pela simbiose, enquanto a outra não obtém nenhum benefício, embora não sofra nenhum prejuízo. Exemplo: as hienas comem os restos das presas que os leões abandonam. Ricklefs (2010)
- Inquilinismo: quando uma espécie vive sobre ou no interior de uma espécie hospedeira sem prejudicá-la. Exemplo: as orquídeas fixam-se no tronco das árvores, onde ficam mais expostas à luz solar, sem causar nenhum prejuízo para sua hospedeira. Ricklefs (2010)
- Mutualismo: quando ambas as espécies interagem obtendo benefícios e mantendo relação de dependência. Exemplo: as abelhas se alimentam do néctar das flores, o pólen impregna o corpo desses insetos e é levado para lugares distantes, favorecendo a reprodução das plantas. Ricklefs (2010)
- Protocooperação: quando duas espécies são beneficiadas, porém uma pode viver independente da outra. Exemplo: o pássaro-palito ajuda o crocodilo a limpar-lhe os dentes e é beneficiado ao se alimentar dos restos de comida de sua boca. Ricklefs (2010)

Nas interações negativas, quando causa prejuízo a um dos indivíduos, essas relações são chamadas de desarmônicas. Principais tipos de relações desarmônicas:

- Amensalismo: quando os indivíduos de uma população secretam ou expelem substâncias que inibem ou impedem o desenvolvimento de populações de outras espécies. Exemplo: antibióticos produzidos por fungos, para combater infecções bacterianas.
- Competição: quando duas espécies de uma comunidade disputam os mesmos recursos do ambiente. Exemplo: as anêmonas, algas e

crustáceos habitam o costão rochoso, assim, diversos seres vivos competem por espaço neste habitat. Ricklefs (2010)

- Parasitismo: quando uma espécie se associa a outra espécie (hospedeira), causando-lhe prejuízos. Exemplo: a pulga é um parasita que se alimenta do sangue de seu hospedeiro, podendo causar danos a eles. Ricklefs (2010)
- Predação: quando uma espécie mata o indivíduo de outra espécie para alimentar-se. Exemplo: a planta carnívora conhecida como papa moscas, são sensibilizadas pelo toque do inseto e fecham-se rapidamente, aprisionando-o. Ricklefs (2010)

Contudo, a ênfase desta pesquisa é nos grupos de briozoários e caranguejos eremitas, no qual se mantém uma relação de mutualismo, pois além de ambas as espécies se beneficiarem, o briozoário se torna dependente do substrato ocupado pelos caranguejos. Assim, os impactos antrópicos sobre as comunidades de gastrópodes ou de eremitas afetaria indiretamente o desenvolvimento e continuidade das colônias de briozoários.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Biologia dos Briozoários

O Filo Bryozoa está dividido em três classes distintas: Gymnolaemata, Stenolaemata e Phylactolaemata. Esta última classe inclui espécies de água doce, amplamente distribuídas. Elas diferem das espécies marinhas pelas suas adaptações a este tipo de ambiente e pela sua anatomia básica.

Os indivíduos dentro das colônias são chamados de zoóides (figura 3) divididos em dois tipos: os autozoóides e os heterozoóides. Os autozoóides possuem a mesma forma, realizam as funções de alimentação e compõem o corpo da colônia, eles mostram variações na forma e nos detalhes de sua estrutura externa, embora apresentem uma forma básica comum. São compostos de uma parede dupla membranosa ou calcificada que contém o polípideo, formado de massa visceral e uma coroa de tentáculos ciliados.



Figura 3 - Colônia de zooides

Fonte: Daniel Stoupin, 2012.

Os heterozóoides são formas modificadas que perderam o polípideo, ou quando presente é muito reduzido, e que mostram diferentes funções na colônia. Eles apresentam formas diferenciadas, tais como ovicélula ou gonozoóide (incubação), aviculário (defesa) e vibráculo (limpeza e locomoção), assim, para cada função que necessitem realizar na colônia. Estas funções podem variar dependendo da morfologia ou da posição da vincularia dentro da colônia.

Os briozoários apresentam um trato digestivo completo, em forma de U, que pode variar conforme a espécie. Esta variação consiste em um piloro mais ou menos longo, na forma e nível da inserção do ceco, comprimento dos segmentos, presença ou ausência de uma moela (primitiva ou elaborada), delimitação do estômago, intestino e reto. O processo de alimentação ocorre por meio da filtração da água, possuem uma boca curta e extensiva. Conseqüentemente, o diâmetro das partículas ingeridas deve ser menor ou equivalente à largura da boca, que varia de espécie para espécie.

São desprovidos de sistemas respiratório, excretor e circulatório. Os metabólitos circulam dentro da colônia de um autozoóide ao outro através de uma lacuna irregular existente entre as células mesodérmicas do funículo e através de células especializadas chamadas "rosetas". Os nutrientes são transportados pela colônia por meio do sistema funicular (funículo) formado por tais estruturas integrativas, incluindo os poros nas paredes zooidais, e circulando através do fluido celômico.

A maioria das espécies é hermafrodita, produzindo gametas masculinos e femininos que originam (por meio de reprodução sexuada e fertilização interna) novas colônias e o crescimento colonial ocorre por brotamento.

2.2 Paleontologia, Paleoecologia e história evolutiva dos Briozoários

Os briozoários foram registrados primeiramente no século XVI, denominados de Ectoproctos e incluídos no táxon Zoophyta, por serem parecidos com plantas. Após o reconhecimento de sua natureza animal, foi elevado a filo com denominação Bryozoa por Enrenberg (1831) e Polyzoa por Thompson (1830) (Brusca & Brusca, 2007).

A dispersão dos briozoários é controlada por diversos fatores ecológicos, desde a fase larval até a fase adulta. Biogeograficamente é considerado cosmopolita, pois ocorre em todas as latitudes, sendo mais comuns nas águas rasas dos mares tropicais, no qual existe maior disponibilidade de carbonato de cálcio em zonas de temperaturas elevadas.

Existem cerca de 6.000 espécies viventes e 1.500 fósseis. Ocorrem desde o Ordoviciano até os dias atuais, constituindo bons fósseis-guia, especialmente no Paleozóico. As formas de briozoários do Paleozóico estão normalmente associadas com organismos bentônicos sésseis, como algas, corais solitários, braquiópodes articulados e equinodermas. Enquanto isso, os espécimes encontrados em estratos pós-paleozoicos estão comumente associados com moluscos e esponjas.

Os caranguejos eremitas devem ocupar abrigos produzidos por outros organismos ou correr o risco de ficarem indefesos. Conforme vão crescendo, eles precisam de conchas de gastrópodes intactas adequadas e são, às vezes, um recurso limitado. Algumas espécies marinhas se beneficiam com o suporte da concha quando ocupada pelos eremitas, um exemplo de relação simbiótica muito próxima é conhecido por briozoários incrustantes, formando briólitos.

A paleoecologia dos briozoários fósseis é inferida a partir de estudos das espécies modernas. Os queilostomados são utilizados para estudos em faunas cenozoicas, enquanto os ciclostromados são os elementos usados para as interpretações paleoambientais do Mesozoico. Para estudo das formas paleozoicas, por questão de extinção, são realizados mediante morfocomparação com os ciclostromados, grupo mais próximo filogeneticamente.

A temperatura representa um fator abiótico que controla a taxa de classificação e crescimento das colônias de briozoários, estando diretamente relacionada também com a disponibilidade de nutrientes. Isto possibilita o uso de briozoários fósseis como indicadores de paleoambientes, como observado em estudos com *Cupuladria canariensis* que permitiram inferir que durante o Mioceno e Plioceno as temperaturas das águas da Bacia do Mar do Norte foram em média 9° C mais altas do que atualmente (e.g. Knowles et al. 2009).

3 METODOLOGIA

O material estudado é proveniente de depósitos costeiros dispostos ao longo da planície costeira do Rio Grande do Sul. Como área de amostragem foi escolhido um trajeto de 150 km, iniciando no *inlet* do Rio Tramandaí e finalizando no município de Mostardas, próximo aos limites da reserva ecológica da Lagoa do Peixe (figura 4). Um total de 30 pontos de amostragens foram estabelecidos, respeitando um distanciamento de 5 km entre cada ponto. Em cada coleta foi dispendido um tempo cronometrado de 5 minutos com o esforço amostral de duas pessoas, assim, minimizando um viés de amostragem. Todas as amostras foram coletadas na faixa de praia correspondente ao *foreshore*. Ao final, somaram-se um total de 1.337 conchas coletadas e analisadas.

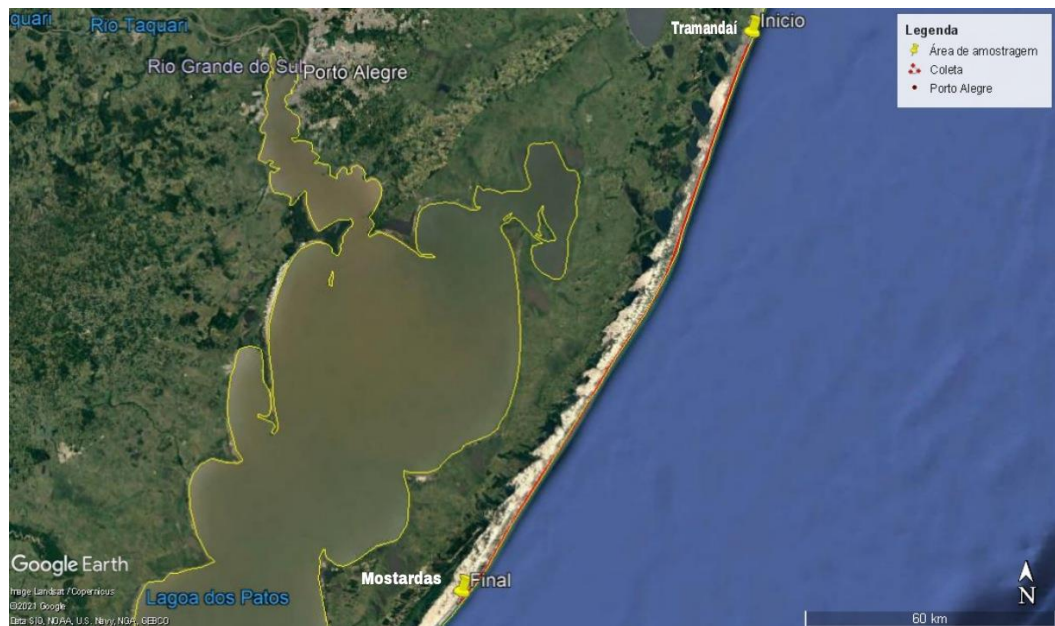


Figura 4 - Mapa de localização da área amostrada na Planície Costeira do rio Grande do Sul.

Fonte: Google Earth.

As etapas de laboratório contaram com a (i) identificação taxonômica (quando possível a nível de espécie) das conchas, (ii) quantificação de conchas contendo esclerobiontes, e (iii) identificação taxonômica dos organismos esclerobiontes (*i.e.* briozoário, serpulídeo, craca, coral, bivalve, gastrópode). Uso de lupa de mão e lupa eletrônica para visualização e identificação das incrustações.

De acordo com Costa e da Rocha no livro “Invertebrados: manual de aulas práticas” (2006), as conchas bivalves são caracterizadas pela presença de duas valvas, sendo geralmente convexas e articuladas entre si, apresentam diferentes formas, tamanhos, cores e ornamentação (figura 5).

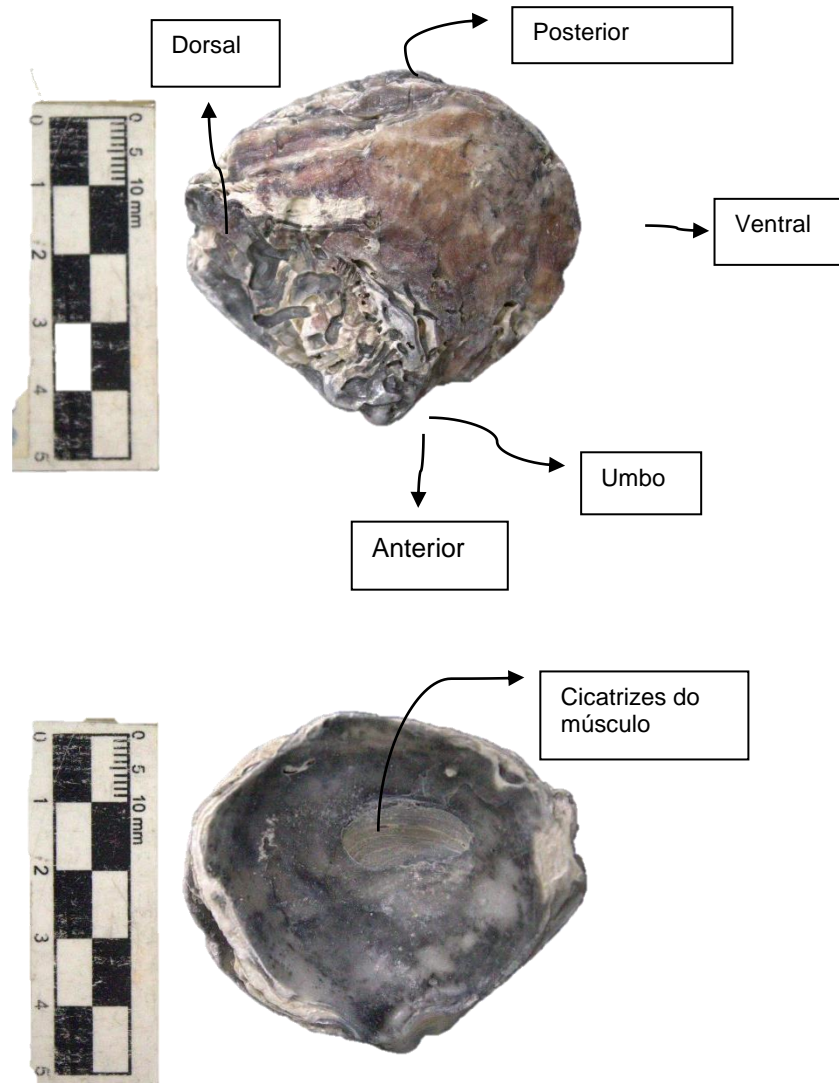


Figura 5 - Mollusca, Bivalvia. *Ostrea* spp. A. Vista externa da valva. B. Vista interna da valva.

Fonte: Autora.

Foram analisadas um total de 494 conchas do grupo Bivalvia, separadas amostragens distintas, dessas, foram quantificados tipos de incrustantes. Finalmente, 843 conchas do grupo Gastropoda também foram analisadas.

3.1 Área de estudo

A planície Costeira do Rio Grande do Sul cobre aproximadamente 33.000 km² de área, e em algumas áreas pode chegar até 100 km de largura. Constitui-se na mais ampla planície do país, assim, podendo conservar grande riqueza de registro fósseis e geomorfológicos do Cenozoico e, em especial, do Quaternário.

Atualmente, a linha da PCRS é praticamente retilínea, estende-se por uma distância de 620 km de Torres (norte), até a desembocadura no Arroio do Chuí (Sul). Dentro desse trajeto a costa arenosa baixa, somente é interrompida de forma não temporária, em dois locais mais importantes, no qual fica as desembocaduras da Laguna de Tramandaí e da Lagoa dos Patos (Tomazelli and Willwock, 2000).

A paisagem é constituída por dunas móveis, lagoas costeiras interligadas, banhados, marismas e dunas fixadas com vegetação arbórea. Na porção norte da região a presença marcante da Mata Atlântica e os belos promontórios basálticos de Torres e Itapeva. O Litoral Norte apresenta o maior cordão de lagoas interligadas da América Latina. No Litoral Médio, encontra-se a Lagoa dos Patos com aproximadamente 10.360 km² de superfície, formando o maior complexo lagunar do mundo, drenando 30% da área do Estado pela bacia do Guaíba. No Litoral Sul, a Lagoa dos Patos e a Lagoa Mirim, constituem-se nas duas maiores lagoas do Brasil.

O solo da área tem diversas finalidades, seja economicamente ou ecologicamente. São solos aptos para o cultivo de arroz irrigado e, com sistemas de drenagem eficientes, também podem ser cultivados com milho soja e pastagens. Há muitas lagoas interligadas ao longo da costa nesta região em direção ao extremo sul, situando-se na porção mais setentrional o Parque Nacional da Lagoa do Peixe, extremamente importante para aves migratórias intercontinentais.

Sendo assim, é muito notável a ação antrópica na costa da PCRS, tendo em vista diversos problemas ambientais, por exemplo, a desflorestação para a agricultura e o desenvolvimento urbano, a construção de barragens e a canalização dos rios, a drenagem de zonas úmidas e a criação de zonas costeiras, entre outros.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Foram coletadas um total de 1.337 exemplares do Filo Mollusca ao longo do litoral gaúcho de modo manual, sendo 843 do grupo Gastropoda e 494 do grupo Bivalvia.

4.1 Gastropoda

As características marcantes do grupo são a presença de uma concha única enrolada em espiral, pé amplo formando uma sola rastejadora e cabeça desenvolvida com olhos e tentáculos (COSTA; DA ROCHA, 2006 85 p.)

Através da identificação das conchas, foi constatado os tipos de incrustantes encontrados em cada grupo analisado, sendo 93% briozoários, 8% balanomorpha, 12% serpulidae e 10% bivalves. Nas amostras de gastrópodes foi averiguado conforme tabela 1, os seguintes dados:

Tabela 1 - Gastrópodes encontrados nas associações de morte e as respectivas incrustações observadas nas conchas.

Táxons Gastrópode/incrustação	Briozoário	Balanomorpha (craca)	Serpulídeos	Bivalves
<i>Adelomelon brasiliana</i>	Sim	Sim	Sim	Sim
<i>Buccinanops deformis</i>	Sim		Sim	Sim
<i>Buccinanops duartei</i>	Sim			
<i>Buccinanops granatus</i>	Sim	Sim		
<i>Buccinanops lamarckii</i>	Sim			
<i>Dorsanum moniliferum</i>	Sim			
<i>Olivancillaria urceus</i>	Sim	Sim	Sim	Sim
<i>Olivancillaria vessica</i>	Sim			
<i>Stramonita granulata</i>	Sim			
<i>Tonae galea</i>	Sim			
<i>Thais haemastoma</i>	Sim	Sim		Sim
<i>Zidona dufresnei</i>	Sim		Sim	Sim

4.2 Bivalvia

Compreendem os animais frequentemente conhecidos como mexilhões, ostras, vieiras, berbigões e sururus, entre outros. É a segunda maior classe em número de espécies, depois dos gastrópodes, com cerca de 20.000 espécies viventes descritas. São caracterizados pela presença de duas valvas articuladas entre si. O corpo sofreu modificações importantes sob o ponto de vista adaptativo, como a compressão lateral, a expansão da cavidade do manto, abrigando brânquias amplas com tratos ciliares elaborados, redução da cabeça e a forma mais espatulada do pé, características evidentes naqueles de hábito escavador (COSTA; DA ROCHA, 2006).

No grupo dos bivalves analisados da coleta, houve incrustantes encontrados também, porém se obteve resultados diferentes, referente aos tipos de organismos conforme tabela 2:

Tabela 2 - Bivalves encontrados nas associações de morte e as respectivas incrustações observadas nas conchas.

Táxons Bivalves/incrustação	Briozoário	Balanomorpha (craca)	Serpulídeos	Bivalves
<i>Amiantis spp</i>			Sim	
<i>Anadara spp</i>			Sim	
<i>Donax spp</i>				
<i>Mesodesma spp</i>		Sim		Sim
<i>Ostrea spp</i>		Sim	Sim	Sim
<i>Perna perna spp</i>				
<i>Tivela spp</i>			Sim	Sim

5 DISCUSSÃO

Após analisar os tipos de organismos incrustantes nos grupos de Mollusca, nota-se uma preferência de briozoários em conchas gastrópodes (*A. brasiliiana*; *B. deformis*; *B. duartei*; *B. gradatus*; *B. lamarckii*; *B. moniliferum*; *O. urceus*; *O. vesiva*; *S. granulata*; *T. galea*; *T. haemastoma*; *Z. dufresnei*), atestado pela presença de incrustação, principalmente na abertura da concha (figura 6). Segundo Conover (1979), a epifauna associada à concha de um gastrópode morto está causalmente relacionada à possibilidade de um caranguejo eremita ocupar a concha.



Figura 6 - Concha de *Olivancillaria urceus* com briozoários

Fonte: Hugo Netto.

A relação entre os epibiontes e os substratos biogênicos pode ser encontrada nos reinos bentônicos mais marinhos (por exemplo, Wahl e Mark 1999). Esse contexto pode ser exemplificado pelas vantagens observadas na relação estabelecida entre a comunidade do eremita-caranguejo e os organismos incrustantes, como no caso, os briozoários (Garcia et al., 2003; Williams e McDermott 2004). Além de fornecer uma fonte de alimento prontamente disponível e uma proteção contra predadores, as conchas habitadas por ermitões apresentam-se como o substrato favorável para fixação que estão comumente disponíveis para a colonização de incrustação na água oxigenada (Brooks e Mariscal 1986; Brooks e Gwaltney 1993; Reiss et al. 2003; Williams e McDermott 2004; Ayres-Peres e

Mantellato 2010; Agostini et al. 2017). Tal arranjo, tende a aumentar as chances de sobrevivência dos epibiontes.

Ruppert & Barnes (1996) reforçam que os caranguejos-ermitões dependem de conchas de gastrópodes para proteção contra predadores. Conforme os animais crescem, necessitam de conchas maiores para se proteger antes que a antiga se torne pequena demais para lhe proporcionar proteção.

Os bivalves também são organismos que servem de substratos para outras espécies incrustantes, conforme figura 7.

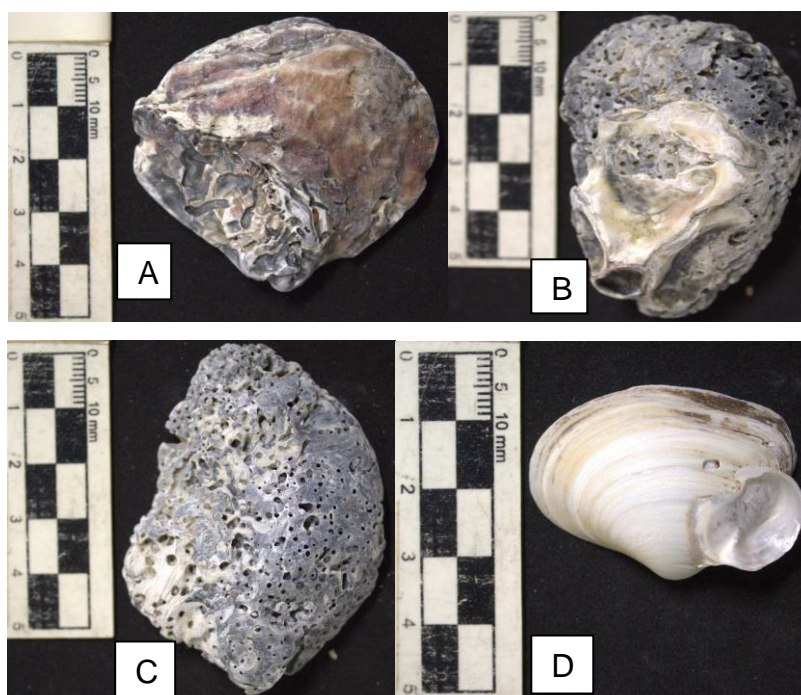


Figura 7 - Organismo substrato e tipos de incrustantes. A, bivalve, *Ostrea* sp. com serpulídeos. B, bivalve, *Ostrea* sp. com entobia e outro bivalve. C, bivalve, *Ostrea* sp. com entobia. D, bivalve *Tivela* com incrustação de outro bivalve serpulídeos.

Fonte: Autora.

Ao analisar o total de 494 conchas do grupo Bivalvia, nota-se a ausência total de grupos como briozoários incrustando os restos esqueléticos (figura 8). Por decorrência dos fatos analisados, e a existência das relações ecológicas entre caranguejos-ermitões e briozoários, eles se desenvolvem preferencialmente em conchas de gastrópodes do que de bivalves.

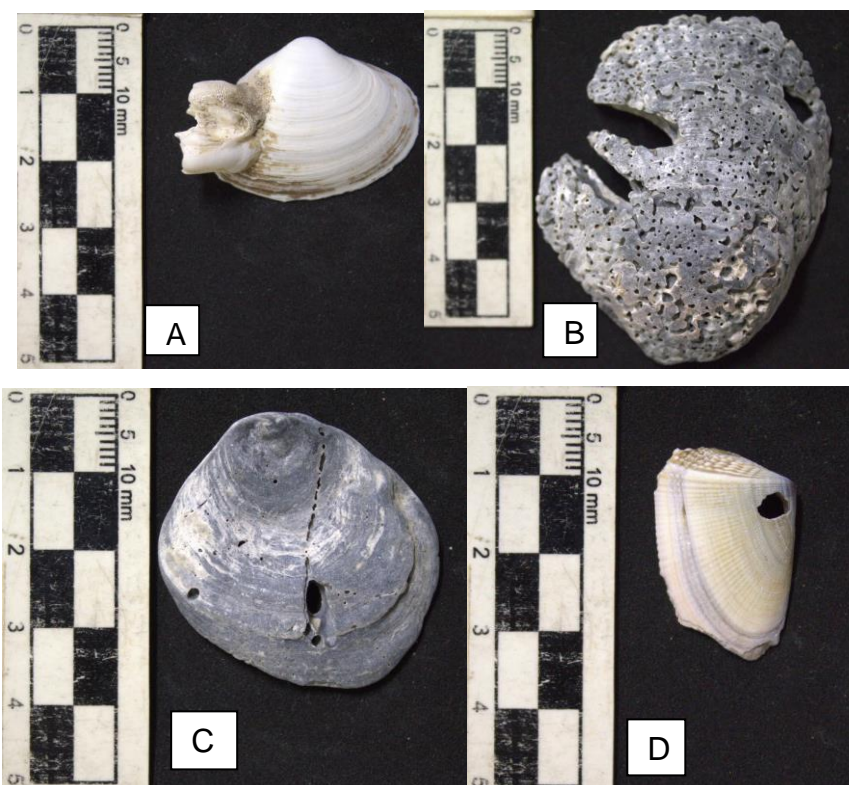


Figura 8 - Ausência de Briozoários. A, bivalve, *Tivela* sp. com incrustação de balanomorpha “craca”. B, bivalve, *Ostrea* sp. com entobia e serpulídeos. C, bivalve, *Ostrea* sp. com serpulídeos. D, bivalve, *Donax* sp. com marcas de predação.

Fonte: Autora.

No entanto, não existe até o momento, publicações de algumas espécies vivas habitando o litoral. Considerando esta hipótese, assim, pode-se dizer que já estaria ocorrendo impactos nas comunidades de eremitas e de epibiontes que são dependentes dessas relações.

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho permitiu concluir que não há ocorrência de briozoários incrustantes em conchas do grupo Bivalvia.

Os caranguejos ermitões devem ocupar abrigos produzidos por outros organismos ou correr o risco de ficarem indefesos. Conforme vão crescendo, eles precisam de conchas de gastrópodes intactas adequadas e são, às vezes, um recurso limitado. Algumas espécies marinhas se beneficiam com o suporte da concha quando ocupada pelos eremitas, um exemplo de relação simbiótica muito próxima é conhecido por briozoários incrustantes, formando briólitos.

Portanto de fato, os impactos antrópicos sobre as comunidades de gastrópodes ou de eremitas afetaria indiretamente o desenvolvimento e continuidade das colônias de briozoários.

Assim, o material coletado proveniente de depósitos costeiros dispostos ao longo da planície costeira do Rio Grande do Sul, são 843 do grupo Gastropoda e 494 do grupo Bivalvia, totalizando 1.337 conchas. Percebe-se que entre os briozoários e caranguejo-ermitão possuem uma relação ecológica, eles se desenvolvem preferencialmente em conchas de gastrópodes do que de bivalves. O que por sua vez, devido as ações antrópicas, as comunidades de gastrópodes ou de eremitas afetaria indiretamente o desenvolvimento e continuidade das colônias de briozoários.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINI, V.O., Ritter, M.N., Macedo, A.J., Muxagata, E.; and Erthal, F., 2017, What determines sclerobiont colonization on marine mollusk shells?: Plos One, v. 12, e0184745.
- Albano, P.G.; Hua, Q.; Kaufman, D.S.; Tomašových, A.; Zuschin, M.; Agiadi, K. 2020. Radiocarbon dating supports bivalve-fish age coupling along a bathymetric gradient in high-resolution paleoenvironmental studies. *Geology*, 48. <https://doi.org/10.1130/G47210.1>
- ALMEIDA, Cheila Pereira. Distribuição e padrões de utilização das conchas de caranguejos eremitas (*Anomura*) da costa do Algarve. 2008. Tese de Doutora
- AMARAL, A. Cecília Z.; RIZZO, Alexandra Elaine; ARRUDA, Eliane Pintor. Manual de identificação dos invertebrados marinhos da região sudeste-sul do Brasil. EdUSP, 2006.
- AYRES-PERES, L., and Mantelatto, F.L., 2010, Epibiont occurrence on gastropod shells used by the hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (*Anomura*: *Diogenidae*) on the northern coast of São Paulo, Brazil: *Zoologia*, v. 27, p. 222–227.
- BAŁUK, Waław; RADWAŃSKI, Andrzej. The colony regeneration and life habitat of free-living bryozoans, *Cupuladria canariensis* (Busk) and *C. haidingeri* (Reuss), from the Korytnica Clays (Middle Miocene; Holy Cross Mountains, Poland). *Acta Geologica Polonica*, v. 27, n. 2, p. 143-156, 1977.
- Brett, C.E. 1990. Destructive taphonomic processes and skeletal durability. In: D.E.G. Briggs & P.C. Crowther (eds.) *Palaeobiology: a synthesis*, Blackwell Science, p. 223-226.
- Brooks, W.R., and Gwaltney, C.L., 1993, Protection of symbiotic cnidarians by their hermit crab hosts: Evidence for mutualism: *Symbiosis*, v. 15, p. 1-13.
- Brooks, W.R., and Mariscal, R.N., 1986. Interspecific competition for space by hydroids and a sea anemone living on gastropod shells inhabited by hermit crabs: *Marine Ecology Progress Series*. v. 28, p. 211-244.
- CLARK, Nicola et al. Early Pliocene Weddell Sea seasonality determined from bryozoans. *Stratigraphy*, v. 7, n. 2, p. 199, 2009.
- CONOVER, Michael R. The influence of some symbionts on the shell-selection behaviour of the hermit crabs, *Pagurus pollicarus* and *Pagurus longicarpus*. *Animal Behaviour*, v. 24, n. 1, p. 191-194, 1976.
- CONOVER, M.R., 1979, Effect of gastropod shell characteristics and hermit crabs on shell epifauna: *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 40, p. 81–94.
- COSTA, Cibele S. Ribeiro; DA ROCHA, Rosana Moreira (Org.). *Invertebrados: Manual de Aulas Práticas*. 2^o. ed. Ribeirão Preto: Holos, Editora, 2006.

Cox, L.R. 1969. General features of Bivalvia. Treatise of invertebrate paleontology, Part N, MOLLUSCA 6.

DA GAMA, B.A.P., PEREIRA, R.C. & COUTINHO, R. 2009. Bioincrustação marinha. In: Pereira, R.C. & Soares-Gomes, A. (orgs.) *Biologia Marinha*. 2ª edição, editora Interciência, Rio de Janeiro, pp. 299-318.

Flessa, K.W.; Fürsich, F.T. 1991. Quantitative analyses of molluscan communities and taphocoenoses of Bahia la Choya (Gulf of California, Sonora, Mexico). *Zittelania*, 18: 79–88.

Garcia, R.B., and F.L.M. Mantelatto., 2001, Shell selection by the tropical hermit crab *Calcinus tibicen* (Herbst 1791) (*Anomura, Diogenidae*) from Southern Brazil: *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 265, p. 1-14.

GRANT JR, William C.; ULMER, Kevin M. Shell selection and aggressive behavior in two sympatric species of hermit crabs. *The Biological Bulletin*, v. 146, n. 1, p. 32-43, 1974.

Kidwell, S.M. 1998. Time-averaging in the marine fossil record: overview of strategies and uncertainties. *GEOBIOS*, 30: 977–995.

Kidwell, S.M. 2007. Discordance between living and death assemblages as evidence for anthropogenic ecological change. *PNAS*, 104: 17701–17706. <https://doi.org/10.1073/pnas.0707194104>

Kidwell, S.M. 2008. Ecological fidelity of open marine molluscan death assemblages: effects of post-mortem transportation, shelf health, and taphonomic inertia. *Lethaia*, 41: 199–217. <https://doi.org/10.1111/j.1502-3931.2007.00050.x>

KNOWLES, Tanya et al. Pliocene seasonality across the North Atlantic inferred from cheilostome bryozoans. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 277, n. 3-4, p. 226-235, 2009.

Kowalewski, M.; Flessa, K.W.; Aggen, J.A. 1994. Taphofacies Analysis of Recent Shelly Cheniers (Beach Ridges), Northeastern Baja California, Mexico. *Facies*, 31: 209–242. <https://doi.org/10.1007/BF02536940>

Kowalewski, M.; Serrano, G.E.A.; Flessa, K.W.; Goodfriend, G.A. 2000. Dead delta's former productivity: Two trillion shells at the mouth of the Colorado River. *Geology*, 28: 1059–1062. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(2000\)28<1059:DDFPTT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(2000)28<1059:DDFPTT>2.0.CO;2)

Lopes, R.P. 2011. Fossil sand dollars (Echinoidea: Clypeasteroidea) from the southern brazilian coast. *Rev. bras. paleontol.* 14: 201–214. <https://doi:10.4072/rbp.2011.3.01>

Lopes, R.P.; Buchmann, F.S.C. 2008. Comparação tafonômica entre duas concentrações fossilíferas (*shell beds*) da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. *Gaea Journal of Geoscience*, 4: 65–77. <https://doi.org/10.4013/gaea.20082.03>

MIGOTTO, Alvaro Esteves; TIAGO, Claudio Gonçalves. Invertebrados marinhos. FAPESP, 1999.

Reiss, H., Knauper, S., and Kroncke, I., 2003, Invertebrate associations with gastropod shells inhabited by *Pagurus bernhardus* (Paguridae) – secondary hard substrate increasing biodiversity in North Sea soft-bottom communities: *Sarsia*, v. 88, p. 404–414.

RITTER, Matias do Nascimento. Tafonomia de moluscos com ênfase em Sistemas Estuarino-Lagunares da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. 2013.

Ritter, M.N.; Erthal, F.; Kosnik, M.A.; Coimbra, J.C. and Kaufman, D.S. 2017. Spatial variation in the temporal resolution of subtropical shallow-water molluscan death assemblages: *Palaios*, 32: 559–571. <http://dx.doi.org/10.2110/palo.2017.003>

RUPPERT, E. E.; BARNES, R.D. Zoologia dos Invertebrados. 6 ed. São Paulo: Ed. Roca. 1996.

Smith, J.A.; Handley, J.C.; Dietl, G.P. 2018. Effects of dams on downstream molluscan predator–prey interactions in the Colorado River estuary. *Proc. R. Soc. B* 285: 20180724. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2018.0724>

Tomašových A.; Kidwell, S.M. 2009. Fidelity of variation in species composition and diversity partitioning by death assemblages: time-averaging transfers diversity from beta to alpha levels. *Paleobiology*, 35: 94–118. <https://doi.org/10.1666/08024.1>

Tomašových A.; Kidwell, S.M. 2017. Nineteenth-century collapse of a benthic marine ecosystem on the open continental shelf. *Proc. R. Soc. B* 284: 20170328. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2017.0328>

TOMAZELLI, Luiz Jose; DILLENBURG, Sergio Rebello; VILLWOCK, Jorge Alberto. Late Quaternary geological history of Rio Grande do Sul coastal plain, southern Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, v. 30, n. 3, p. 474-476, 2000.

Wahl, M., and Mark, O., 1999, The predominantly facultative nature of epibiosis: experimental and observational evidence: *Marine Ecology Progress Series*, v. 187, p. 59–66.

Weber, K.; Zuschin, M. 2013. Delta-associated molluscan life and death assemblages in the northern Adriatic Sea: Implications for paleoecology, regional diversity and conservation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 370: 77–91. <http://dx.doi.org/10.1016/j.palaeo.2012.11.021>

Williams, J.D., and McDermott, J.J., 2004, Hermit crab biocoenoses: a worldwide review of the diversity and natural history of hermit crab associates: *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 305, p. 1–128.

Zuschin, M.; Ebner, C. 2015. Compositional fidelity of death assemblages from a coral reef-associated tidal-flat and shallow subtidal lagoon in the northern Red Sea. *Palaios*, 30: 181–191. <http://dx.doi.org/10.2110/palo.2014.032>

Zuschin, M.; Oliver, P.G. 2003. Fidelity of molluscan life and death assemblages on sublittoral hard substrata around granitic islands of the Seychelles. *Lethaia*, 36: 133–150. <https://doi.org/10.1080/00241160310001650>