

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

FILIFE BRASIL MEDEIROS SILVA

**TRAÇOS MICROENDOLÍTICOS E INCRUSTAÇÕES EM CONCHAS DE
MOLUSCOS BIVALVES COMO POSSÍVEIS INDICADORES AMBIENTAIS NA
PLATAFORMA CONTINENTAL DO SUL DO BRASIL**

**Porto Alegre
2018**

FILIFE BRASIL MEDEIROS SILVA

**TRAÇOS MICROENDOLÍTICOS E INCRUSTAÇÕES EM CONCHAS DE
MOLUSCOS BIVALVES COMO POSSÍVEIS INDICADORES AMBIENTAIS NA
PLATAFORMA CONTINENTAL DO SUL DO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em
Ciências Biológicas com ênfase em
Paleontologia na Universidade Federal do
Rio Grande do Sul.

Orientador(a): Prof. Dr. Fernando Erthal

**TRAÇOS MICROENDOLÍTICOS E INCRUSTAÇÕES EM CONCHAS DE
MOLUSCOS BIVALVES COMO POSSÍVEIS INDICADORES AMBIENTAIS NA
PLATAFORMA CONTINENTAL DO SUL DO BRASIL**

FILIFE BRASIL MEDEIROS SILVA

Aprovado em ___/___/___

Banca Examinadora:

Dr. Fernando Erthal

Dra. María Alejandra Gómez Pivel

Dr. Matias do Nascimento Ritter

CIP - Catalogação na Publicação

Medeiros Silva, Filipe Brasil
TRAÇOS MICROENDOLÍTICOS E INCRUSTAÇÕES EM
CONCHAS DE MOLUSCOS BIVALVES COMO POSSÍVEIS
INDICADORES AMBIENTAIS NA PLATAFORMA
CONTINENTAL DO SUL DO
BRASIL / Filipe Brasil Medeiros Silva. -- 2018.
67 f.
Orientador: Fernando Erthal.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) -
- Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
Instituto de Biociências, Bacharelado em Ciências
Biológicas, Porto Alegre, BR-RS, 2018.

1. Paleontologia. 2. Tafonomia. 3. Tafonomia
atualística. 4. Bioerosão. 5. Incrustação. I. Erthal,
Fernando, orient. II. Título.

"O presente é a chave para o passado."

Charles Lyell (1797-1875)

In memoriam à Ruy Medeiros (1927 - 2006)

AGRADECIMENTOS

À minha família amada, mãe Marta Medeiros Silva, pai Marcos Brasil Medeiros Silva obrigado pelo apoio físico, moral e espiritual.

Aos meus irmãos Lucas Brasil e Plínio Brasil, tenho muita sorte de ter vocês.

Ao meu avô Ruy Medeiros, exemplo de pessoa com caráter e honestidade, sempre carrego comigo seus ensinamentos.

À minha vó Maria de Souza Medeiros, por sua amorosidade, gentileza e força para manter essa grande família unida.

Ao meu dindo Marcelo e minha dinda Luísa pelo suporte dado até hoje.

Aos meus tios e tias, pela convivência quase que diária e pela oportunidade de conviver com pessoas encantadoras como vocês.

Aos meus primos e primas pelos incontáveis momentos de alegria.

À Rafinha, Tôta e Bella vocês são a minha nova razão de tentar deixar esse mundo melhor.

A todos os meus colegas de colégio Batista, em especial, Christiano, Giovani, Arthur, Guilherme, Luís Fernando, Renan, Tiago, Iago e *in memoriam* a Bruno Santos.

Aos meus amigos que fiz na faculdade, em especial, Monique, Tarso, Matzenbacher, Augusto, Ana, Amanda, Andressa, Vinícius, Natália, Bruna, Carla, Matte e Marcos.

Aos amigos de Herbário - ICN UFRGS.

Aos amigos de Unificado e Gabarito.

Ao professor Fábio Cattani pela ajuda prestada e pela amizade.

Aos professores Velloso e Carvalho, por serem uma fonte de inspiração.

Aos professores Dr. Fernando Erthal pela amizade, orientação irretocável e pela confiança a mim concedida, Dra. María Alejandra pela amizade, sua positividade e felicidade contagiante e Dr. Matias do Nascimento Ritter pela amizade e pela incansável disposição de tirar minhas dúvidas.

E a todos aqueles que passaram de alguma forma na minha vida.

RESUMO

A Tafonomia, além de estudar a alteração da informação biológica durante a fossilização, também busca quantificar a influência do ambiente sobre o grau de destruição dos restos fósseis. Entretanto, o detalhamento da relação entre fatores ambientais e alteração tafonômica pode ser otimizado através da investigação de acumulações de restos ainda não soterrados. A maioria dos estudos tafonômicos desta natureza são escassos ou inexistentes no Brasil. Danos biológicos, principalmente por bioerosão, bem como adesão de incrustantes, além de marcas de predação, podem apresentar grande potencial para auxiliar nas interpretações paleoambientais. Visto que há poucos estudos sobre danos tafonômicos de origem biológica em plataformas continentais subtropicais, o intuito deste trabalho foi identificar e quantificar esses danos (traços microendolíticos: bioerosão, esclerobiontes: incrustação e marcas de predação), presentes nas conchas de moluscos e braquiópodes encontradas nos depósitos bioclásticos da plataforma continental do Sul do Brasil, e relacionar com a temperatura da água, profundidade, salinidade, granulometria e composição do sedimento. Foram selecionadas 13 amostras de sedimento superficial de diversas profundidades coletados por ocasiões de expedições GEOMAR e REVIZEE, através de amostrador do tipo Van Veen e ou Box-corer, localizadas na plataforma continental entre latitudes de ~28°S e ~34°S. Os aspectos tafonômicos analisados, utilizando o estereomicroscópio binocular em aumento de 12x a 50x, foram as seguintes: (i) fragmentação, (ii) alteração de cor, (iii) tipos de bioerodidores (traços de fungos, cianobactérias, esponjas, briozoários, poliquetos, além de traços com produtor indeterminado), (iv) tipos de esclerobiontes (briozoários, cracas, tubos de poliquetos, algas, foraminíferos, esponjas e oviposições) e (v) marcas de predação. Quando possível, foi realizada a identificação taxonômica dos bioclastos, utilizando literatura especializada. Foram examinados 2800 bioclastos pertencentes a mais de 30 gêneros de moluscos bivalves, além de braquiópodes e fragmentos indeterminados, onde os traços mais frequentes são: *Phytophora* isp., *Phormidium* isp., *Entobia* isp. e *Scolesia filosa*. A maioria dos traços de bioerosão apresentou frequência bastante baixa, inferior a 5%. Alguns traços, como *Gnathichnus pentax* e *Caulostrepsis taeniola* ocorrem apenas em uma localidade, e por isso podem possivelmente ser relacionados a características mais específicas ou locais. Os traços de predação (*Oichnus simplex* e

O. paraboloides) foram verificados em frequências que oscilaram entre 7% e 8%. Tubos de poliquetos indeterminados, briozoários indeterminados e *Voigttopora* sp. foram muito comuns, com frequências que variam de 14% a 25%. Algumas localidades apresentaram a maioria dos traços quantificados, mas em baixas frequências. A fragmentação e a alteração de cor estiveram muito presentes entre as amostras. Utilizando a Análise Canônica de Proximidades e a Correlação de Spearman, foi possível relacionar essas assinaturas tafonômicas de origem biológica em bioclastos de ambientes plataformais subtropicais com características ambientais, como profundidade, longitude, latitude e o tipo de substrato. Porém, para ser utilizado como indicadores para reconstrução paleoambiental é necessária uma caracterização mais aprofundada desses icnotraços, para assim possibilitar correlações quantitativas e significativas com dados ambientais.

Palavras-chave: Tafonomia, tafonomia atualística, traços microendolíticos, incrustação, bioersão, esclerobionte, predação, indicador paleoambiental.

Sumário

INTRODUÇÃO	4
Tafonomia	4
Tafonomia atualística	4
Assinaturas tafonômicas	5
Assinaturas tafonômicas de origem biogênica	7
Bioerosão	8
Incrustação	8
Dificuldades	9
OBJETIVOS	10
Objetivos específicos	10
ÁREA DE ESTUDO	11
Características gerais	11
Características oceanográficas	11
Características geomorfológicas e sedimentares	13
MATERIAL E MÉTODOS:	15
RESULTADOS	18
Traços microendolíticos	28
Incrustação	34
Correlações e Análise Canônica	39
DISCUSSÃO	45
Bioerosão	45
Predação	47
Incrustação	47
Amostra F070	48
CONCLUSÕES	50
REFERÊNCIAS	51

INTRODUÇÃO

Tafonomia

A Tafonomia é uma área da paleontologia que tem como finalidade estudar a perda de informação biológica que transcorre durante os diversos processos de fossilização. E um dos grandes objetivos da tafonomia é determinar e quantificar a influência ambiental sobre o grau de destruição dos restos fósseis. Uma forma de mensurar esta destruição é através das assinaturas tafonômicas, que são danos causados aos restos (conchas, ossos etc.) (Erthal, 2012). Dentro da esfera da tafonomia, os restos de origem biológica são consideradas partículas sedimentares, que são submetidas aos mesmíssimos processos de erosão, transporte e deposição, gerando uma série de desgastes, misturas, seleções, retrabalhamentos e também fatores diagenéticos (Holz e Simões, 2002).

Tafonomia atualística

A formação de uma associação morta é a primeira etapa para a formação da associação fóssil. Durante esta transição (cadáver para fóssil), muitas características biogênicas são perdidas, e o componente bioclástico restante é submetido a uma diversidade de processos destrutivos e processos de condensação espacial e temporal (*time-averaging*) (Ritter e Erthal, 2016).

Um ramo da tafonomia que utiliza associações de restos mortos ainda não soterrados, é designado *tafonomia atualística* (Kowalewski e LaBarbera, 2004). Acumulações de remanescentes biológicos têm sido muito utilizadas como embasamento para diversas interpretações ambientais, estratigráficas e mesmo evolutivas, usando variáveis mensuráveis (Kidwell e Flessa, 1996; Kidwell e Holland, 2002; Kidwell, 2013). Segundo Erthal e Ritter (2017), as informações ambientais que

são geradas com base no contexto sedimentar (geológico), podem ser bastante significativas quando usados restos biológicos de acumulações modernas, que gera assim uma quantificação mais aproximada possível da relação entre ambiente e tafonomia. E por isso esses aspectos quantitativos têm um valor imprescindível em análises de caráter paleoecológico (Kidwell, 2013).

De certa forma, os restos de materiais biogênicos mortos estão, em todos os ambientes, sujeitos ao ataque de alguma combinações dos seguintes fatores: (1) oxidação física; (2) hidrólise; (3) luz UV; (4) microperfuração (*microboring*); (5) decomposição microbiana (da matriz orgânica, tanto em condições aeróbicas quanto anaeróbicas); (6) dissolução (da fase mineral, incluindo recristalização e precipitação dos minerais) (Behrensmeyer et al., 2000). Contudo, o efeito ambiental da maioria dos ambientes (marinhos, fluviais, terrestres) sobre os processos de destruição de materiais biogênicos não é muito bem compreendido.

Assinaturas tafonômicas

O termo “assinaturas tafonômicas” inserido na literatura paleontológica por Davies et al. (1989) foi utilizando-se de critérios para processos tafonômicos, incluindo dissolução, quebra, abrasão, classificação de tamanho e orientação de valvas, que foram estatisticamente correlacionados com parâmetros ambientais usando conchas de moluscos bivalves, ambiente sedimentar e profundidade de soterramento. Essas características tafonômicas quantificadas podem ser úteis na identificação dos habitats originais de espécies depositadas em acumulações mistas (Davies et al., 1989). Inúmeros grupos e táxons de invertebrados marinhos atuais têm sido objeto de estudo. Contudo, destacam-se as valvas dos moluscos, principalmente os bivalves, pois apresentam uma gama enorme de diversidade de assinaturas tafonômicas que podem ser facilmente reconhecidas e quantificadas (Speyer e Brett, 1988; Rodrigues, 2006; Erthal et al., 2017), e também são facilmente coletáveis e de ótima preservação (Kowalewski e Hoffmeister, 2003; Behrensmeyer et al., 2005).

As variedades de danos tafonômicos podem ser categorizados conforme a natureza dos processos extrínsecos que as originam: (1) processos de origem física:

fragmentação e abrasão; (2) processos de origem química: dissolução, precipitação e descoloração e; (3) processos de origem biológica: bioerosão e incrustação (Smith e Nelson, 2003). Os principais processos causadores de danos tafonômico estão listados na Tabela 1.

Tabela 1. Resumo das principais assinaturas tafonômicas e suas interpretações (adaptado de, Parsons e Brett, 1991; Kidwell e Bosence, 1991; Staff et al., 2002; Parsons-Hubbard, 2005; Tomašových e Rothfuss, 2005; Rodrigues, 2006; Best, 2008; Erthal, 2012; Erthal et al., 2016).

Assinatura	Significado provável
Desarticulação	Energia do ambiente, transporte.
Fragmentação	Energia do ambiente, transporte, retrabalhamento, dissolução e predação.
Bioerosão	Os padrões de bioerosão podem indicar ambientes específicos. Traços microendolíticos possuem zoneamento batimétrico previsível.
Incrustação	Os organismos incrustantes podem indicar ambientes específicos, bem como limites de variação de temperatura, salinidade, aporte fluvial, taxas de sedimentação.
Brilho	Energia do ambiente, transporte, retrabalhamento.
Ornamentação	Energia do ambiente, transporte, dissolução química.
Depósito de óxido	Processos químicos na zona tafonomicamente ativa (TAZ).
Imuração	Precipitação, tempo de exposição na interface sedimento-água (SWI).
Cor	Processos químicos e tempo de permanência na TAZ; estado redox do sedimento na SWI ou na TAZ.
Cor oxidada	Podem indicar ambiente sedimentar oxidante ou exposição subaérea prolongada.
Cor reduzida	Podem indicar ambiente sedimentar redutor ou fundos anóxicos.
Corrosão	Processos químicos e tempo de permanência na TAZ. Dissolução na SWI ou na TAZ. O grau de corrosão pode indicar a frequência de ciclos

Assinaturas tafonômicas de origem biogênica

Os danos tafonômicos de origem biogênica constituem um espectro que pode variar entre processos totalmente construtivos, como incrustações, e alterações totalmente destrutivas, isto é, bioerosões (Smith e Nelson, 2003). Para se analisar tanto os tipos de danos bioerosivos (como os traços microendolíticos) e os de incrustação, quase que sempre é necessário a utilização de equipamento ópticos com alta capacidade de aproximação, bem como, estereomicroscópio e ou microscópio eletrônico de varredura (M.E.V) (e.g. Cutler, 1994; Cerrano et al., 2001; Lescinsky et al., 2003; Golubic et al., 2005; Chacon et al., 2006; Pantazidou et al., 2006 e Glaub et al., 2007). As amostras com perfurações (micro e macro) podem ser impregnadas com resinas polimerizantes (epóxi, araldita, SPURRS) conforme descrito por Golubic et al. (1970, 1983). Microperfurações extremamente finas e poros estruturais até dimensões submicrométricas podem ser replicados usando esse método (Glaub et al., 2007). A matriz de carbonato pode ser parcialmente ou completamente removida por ácido (ácido clorídrico diluído) e as perfurações são expostas como moldes para observação em M.E.V. (Glaub et al., 2007).

As icnoespécies são descritas pelos caracteres que apresentam e que podem ser muitas vezes facilmente reconhecíveis. Por exemplo, *Dodgella priscus* (espécie de fungo atual) produz esporângios intumescidos em forma de esferas interconectados por hifas finas. Seu traço é denominado *Saccomorpha clava* (Glaub et al., 2007). A identificação desses microrganismos juntamente com seu traço, bem como a determinação da distribuição desses microrganismos, em relação às condições ambientais e sedimentares, tem uma aplicação geológica como indicadores paleoecológicos e paleobatimétricos (Golubic et al., 1975; Budd e Perkins, 1980; Vogel et al., 1987; Glaub, 1994; Vogel et al., 1995). Em outras palavras, o objetivo da maioria dos pesquisadores dessa área é, de certa forma, estudar o presente, ou o recente, ver o padrão existente no ambiente e utilizá-lo para interpretar os paleoambientes cujas rochas são originadas por deposições sedimentares semelhantes aos atuais de mesmo ambiente.

Na maioria das vezes, os estudos sobre dano tafonômico de origem biológica estão mais concentrados em ambientes marinhos tropicais (Perry e Macdonald, 2002; Lescinsky et al., 2002; Mao Che et al., 1996; Pantazidou et al., 2006; Cutler, 1994), existindo uma nítida carência de estudos em regiões sub-tropicais.

Bioerosão

Bioerosão é um processo biológico oriundo de complexas interações biogeoquímicas que modificam o material esquelético e na maioria dos ambientes marinhos é um importantíssimo agente tafonômico, que, por deixar traços fósseis - icnofósseis bem característicos, tem uma série de aplicações importantes para a paleoecologia (Erthal e Ritter, 2017). Os geradores de bioerosão - “bioerodidores”, tradução livre de *bioeroders* - podem ser chamados também de endobiontes, que são, na sua maioria, cianobactérias, algas, fungos, esponjas (principalmente *Cliona* sp.), bivalves, gastrópodes, poliquetos, foronídeos, briozoários ctenostomados e crustáceos cirripédios (Young e Nelson, 1988, Edinger, 2003, Taylor e Wilson, 2003). As taxas de bioerosão são controladas por quatro condições que podem ser assim inferidas: (1) produtividade biológica primária; (2) taxa de sedimentação; (3) profundidade da coluna d’água (que está relacionada à amplitude da zona fótica); e (4) o tipo e a composição do substrato (Lescinsky et al., 2002 e Edinger, 2003).

Incrustação

Incrustação é o estabelecimento de um ou mais organismos (epibiontes ou esclerobiontes) sobre outro organismo (hospedeiro), considerado um acontecimento comum, visto que os organismos incrustantes ou esclerobiontes, no meio marinho, também produzem carbonato (ou seja, biomineralizam, Smith e Nelson, 2003). As valvas ou conchas de moluscos e braquiópodes são os exemplos mais próximos de hospedeiros predispostos à incrustação pelos epibiontes (Erthal e Ritter, 2017; Agostini et al., 2017). As espécies de esclerobiontes são representadas por epibiontes suspensívoros ou filtradores, como foraminíferos, briozoários, cracas, moluscos sésseis e vermes (Lescinsky et al., 2002, Taylor e Wilson, 2003).

As conchas de associações mortas recentes podem apresentar epibiontes, como vermes serpulídeos e de briozoários, que possuem bom potencial de

preservação, sendo uma fonte de informação paleoecológica relevante, que geralmente não é utilizada mesmo estando presente em associações fósseis (Erthal et al., 2016).

A intensidade de incrustação, bem como a de bioerosão em conchas podem servir como um indicador relativo de produtividade no registro fóssil (Lescinsky, 1993; Lescinsky et al., 2002). E para Lescinsky et al. (2002), a produtividade planctônica é a fonte principal de alimento para os epibiontes e endobiontes que se alimentam de partículas orgânicas em suspensão e, portanto, a maioria dos processos de incrustação e bioerosão estão positivamente correlacionados com a produtividade primária.

Dificuldades

Uma das maiores dificuldades para determinar a função da variação ambiental sobre o tipo de dano tafonômico é a carência de estudos de caráter mais abrangente, em grande escala espacial. Por exemplo, a totalidade dos estudos em ambiente moderno, atual, utilizando-se moluscos, raramente engloba intervalos de latitude maiores que 3° (e.g. Brett et al., 2011).

Estudos futuros necessitarão melhorar a precisão na caracterização das microperfurações complexas, além de fornecer critérios morfométricos para distinções entre eles. A atividade de microperfuração é cumulativa ao longo do tempo, frequentemente resultando em superimposição múltipla de assinaturas específicas (Glaub et al., 2007). O Instituto de Geociências da UFRGS possui centenas de amostras de sedimento marinho superficial contendo bioclastos que incluem amostras de fundo e testemunhos de sondagem (tipo *piston-corer*) da plataforma continental sul brasileira. Esse material é adequado para estudos de caracterização das assinaturas tafonômicas de origem biológica destes bioclastos recentes.

OBJETIVOS

Caracterizar, quali e quantitativamente, o perfil de dano biogênico presente em bioclastos (conchas de moluscos bivalves e braquiópodes) da plataforma continental do sul do Brasil, como forma de detalhar os tipos de perfurações microendolíticas e incrustações presentes, para permitir melhor aplicabilidade dos bioclastos em estudos paleoceanográficos, estratigráficos e ambientais.

Objetivos específicos

Discriminar e caracterizar os danos tafonômicos de origem biológica (bioerosão, incrustação e predação) em conchas recentes subtropicais da plataforma continental do sul do Brasil e investigar o quanto o dano de origem biológica em bioclastos está associado com características oceanográficas (**principalmente batimetria**) e sedimentológicas (granulometria, composição do substrato).

ÁREA DE ESTUDO

Características gerais

A região de estudo abrange a plataforma continental sul brasileira (**PSB**), os pontos estudados vão do extremo sul do Rio Grande do Sul (RS) na região de Chuí, aproximadamente no paralelo 34°S até o estado de Santa Catarina, aproximadamente no paralelo 28°S, com profundidades de áreas amostradas que variam de 12 até 200 metros (Figura 1). Por estar justamente situada na zona de margem continental passiva do tipo Atlântico, a PSB é ampla, com larguras que podem chegar, em alguns pontos, a uma média de 130 km (Veiga et al., 2004), até, segundo Zembruski (1979), 200 km.

Características oceanográficas

A região sul da PSB é influenciada pela confluência de duas principais correntes oceânicas. Na parte interna da plataforma, são identificáveis duas massas, com salinidades que variam de 26 a 36 ppm, que são a pluma do rio da Prata, juntamente com a da Laguna dos Patos, porém essa com uma menor intensidade, e a massa plataformal subtropical. Na plataforma externa, é predominante a corrente do Brasil, com águas tropicais, de temperaturas relativamente mais elevadas, superiores à 22,7°C, e mais salinas (Ritter, 2018). As massas presentes na plataforma interna podem apresentar uma alteração sazonal de temperatura que podem variar na faixa de 10~21°C no inverno e essas temperatura no verão podem chegar a 15~26°C (Möller et al., 2008). Ao transcorrer o período de inverno, no entanto, as massas d'água citadas são conduzidas para regiões ou setores mais ao norte por meio da corrente costeira brasileira (Souza e Robinson, 2004).

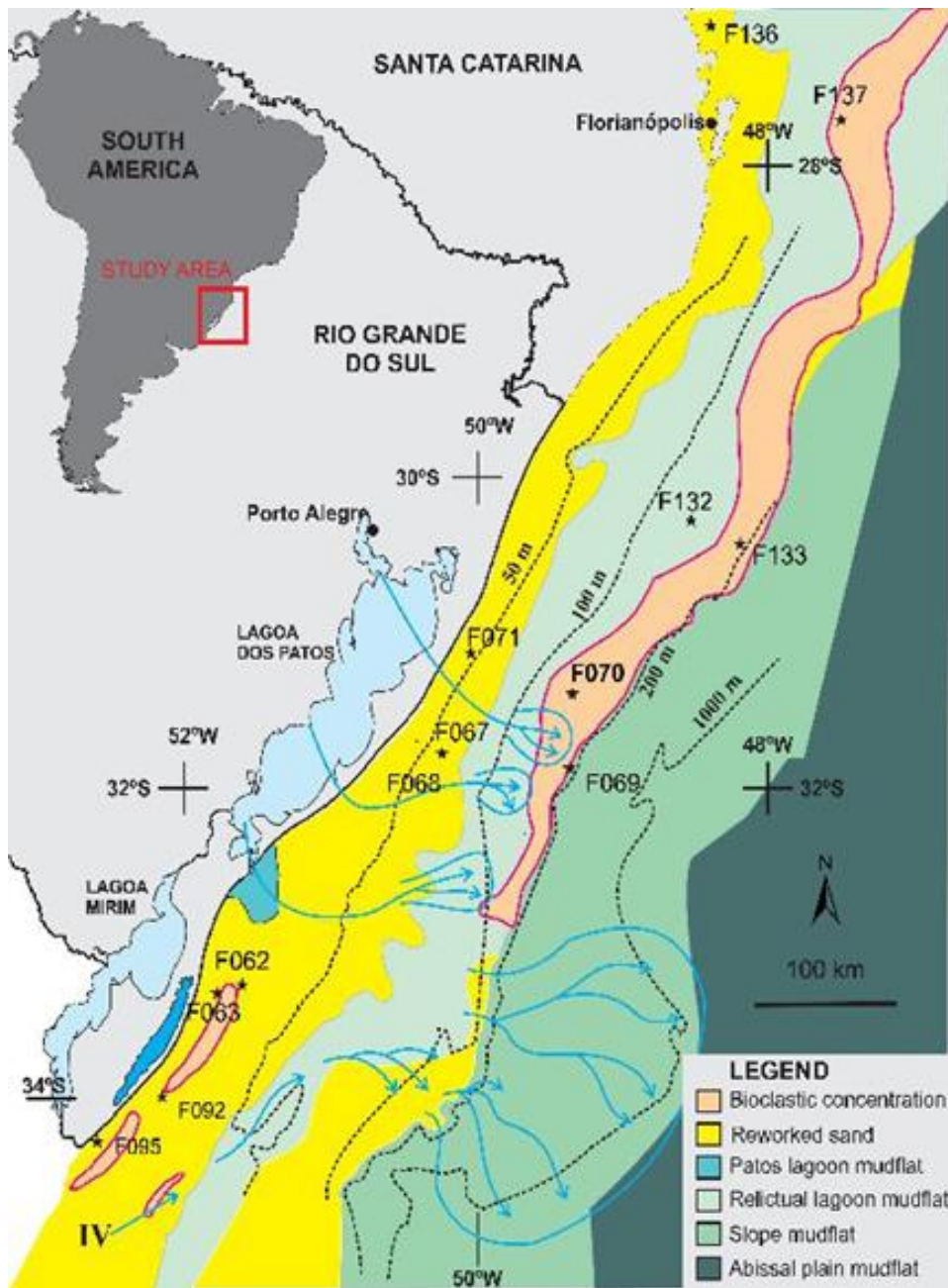


Figura 1. Mapa de localização das amostras de bioclastos na plataforma continental do Rio Grande do Sul. Estão indicadas as granulometrias dos substratos na região de estudo. Setas azuis indicam possíveis paleodrenagens.

Características geomorfológicas e sedimentares

Junto à linha de costa, é notada a presença de bancos arenosos alongados e paralelos à linha de costa (Corrêa, 1996). Em uma revisão sobre os principais

bancos arenosos, alongados, paralelos à linha de costa e enriquecidos em bioclastos, Erthal (2012) destacou os seguintes: Albardão, Hermenegildo, Capela, Minuano e o parcel ou banco do Carpinteiro os quais são encontrados em maior abundância na porção sul da plataforma do RS . As características morfológicas da PSB refletem uma herança geológica (Veiga et al., 2004). Entre as isóbatas de 110-60m (altos topográficos de até 30m de altura e escarpas proeminentes maiores de 10m) que têm sido interpretadas como indícios de épocas de estabilização da linha de costa durante o último máximo glacial e, provavelmente, ao evento *Younger Dryas*, ocorrido há 11 mil anos (Corrêa, 1996). Essas escarpas proeminentes estariam possivelmente associadas às altas taxas de sedimentação oriundas do Rio da Prata durante os paleoeventos mencionados (conforme revisão em Erthal, 2012; Ritter, 2018). Particularmente nas isóbatas de 60m a 110m (plataforma média a externa), há uma concentração de restos bioclásticos de origem conchífera (Corrêa et al., 1996; Martins et al., 2003).

Falando-se sobre a PSB, em aspectos sedimentares, ela apresenta de uma forma mais ampla uma taxa de sedimentação quase que nula ou até mesmo nula (*starved-shelf*), por não haver a presença de áreas-fontes predominantes, sendo inicialmente controlada pela remobilização de sedimentos que foram posteriormente retrabalhados (*sedimentos palimpsestos*), mas ainda é importante ressaltar que a região do RS possui a maior taxa de sedimentação quando comparada com outras regiões (Ritter, 2018).

Na parte externa da plataforma, predominam substratos mais lamosos, com ocorrência de fácies arenosas e arenosas biodetríticas compostos de restos esqueléticos de corais hermatípicos (Martins et al., 1985). Já na parte da plataforma média, os substratos possuem um teor de lama aumentado e, entre aproximadamente 25 - 40 m de profundidade, há presença de depósitos biodetríticos calcários juntamente com substratos mais consolidados (Calliari, 1997). Na região mais interna da PSB, ocorrem predominantemente substratos arenosos, exceto na região de Rio Grande, devido à forte influência da desembocadura da Laguna dos Patos, pois ocorre a deposição de sedimentos lamosos (Calliari e Fachin, 1993). Essas concentrações ou terraços, provavelmente encontrados entre isóbatas de diversas profundidades (Corrêa, 1996), devem ter se formado, juntamente associadas às antigas linhas de praia (Calliari et al., 1994; Caruso, 1994; Martins et al., 2003), podendo ter sido retrabalhados durante os vários paleoeventos de

transgressão e regressão que aconteceram no final do Pleistoceno e durante o Holoceno.(Kowsmann e Costa, 1979).

MATERIAL E MÉTODOS:

O material foi coletado durante as expedições oceanográficas - Geomar VI, VII, XIII, XIV, XVIII, XXI e XXII, REVIZEE Sul. As amostragens foram realizadas através de busca-fundo tipo Van Veen, exceto na expedição REVIZEE Sul, quando foi utilizado amostrador tipo Box-Corer. Dados oceanográficos como salinidade, velocidade da corrente, temperatura e algumas informações de sedimentologia foram disponibilizadas pela Base Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO), órgão do Departamento de Hidrografia e Navegação (DHN), da Marinha do Brasil.

Foram utilizadas 13 amostras coletadas pelas expedições oceanográficas citadas acima (Tabela 2), que estão indicadas na **Figura 1** com diversas localidades na **PSB** onde cada amostra conta com relações ambientais distintas como profundidade, condições de luminosidade, energéticas, granulometria, composição do substrato e até mesmo podendo ter relações ecológicas distintas que podem alterar no tipos de danos tafonômicos de cada microambiente. Em cada amostra bruta, eram selecionados alguns táxons-alvo, como alguns gêneros de moluscos bivalves: *Nucula* sp, *Nuculana* sp, *Cyclopecten* sp e *Poromya* sp., pois são gêneros muito fáceis de se identificar, são muito abundantes e possuem microarquitecturas distintas nas conchas. Também foram selecionados valvas de braquiópodes e moluscos bivalves com marcas de predação, assim como valvas de braquiópodes sem marcas de predação. Após fazer essa separação dos táxons alvos, era então feito o quarteamento da amostra e realizada a separação de mais 150 bioclastos de diversos tamanhos de forma aleatória - número n de amostragem ideal para caracterizar os danos tafonômicos de uma tanatocenose ou associação morta, segundo Kidwell et al. (2001). Essa metodologia foi realizada para cada amostra. Feitas as separações, eram então analisadas em todos os bioclastos de todas as localidades cada tipo de assinatura tafonômica de origem biológica apresentada. Foi utilizado para análise estereomicroscópio de marca Wild Heerbrugg nos aumentos de 6x até 50x .

Tabela 2. Nome da amostra, profundidade (m), granulometria (%), CaCO₃ (%), salinidade (ppm) e temperatura (°C).

LOCALIDADE	PROFUNDID ADE	GRANULOMETRIA	CaCO ₃	SALINIDADE	TEMPERATURA
F095	12m	88% areia e 12% cascalho	57%	30,8072	17,9092
F092	19m	51% areia e 49% cascalho	0	30,6574	17,7812
F136	20m	80% areia; 7% silte; 8% argila e 5% cascalho	0	-	-
F067	24m	61% areia; 25% silte; 6% argila e 8% cascalho	0	33,2119	18,9068
F062	25m	-	-	-	-
F063	25m	-	-	-	-
F071	25m	47% areia; 26% silte; 26% argila e 1% cascalho	0	33,9122	19,799
F068	60m	87% areia; 10% silte e 3% argila	0	33,2119	18,9068
F137	130m	61% areia; 8% silte; 11% argila e 20% cascalho	0	-	-
F070	135m	74% areia e 26% cascalho	0	33,1729	18,869

F132	150m	48% areia; 28% silte; 15% argila e 9% cascalho	53%	35,4446	19,892
F069	186m	-	-	-	-
F133	200m	72% areia; 13% silte; 10% argila e 5% cascalho	64%	35,4807	19,5756

Eram mensuradas, nos bioclastos, suas assinaturas tafonômicas independentemente para cada exemplar analisado. Foram mensuradas:

- (1) Classificação taxonômica até gênero em bivalves, neste item em especial foi utilizada como consulta a referência bibliográfica - Pimpão, (2004) e revisado com Abbot (1972) e Mikkaelsen e Bieler (2008)
- (2) fragmentação da concha - maior ou menor do que 20%;
- (3) cor do bioclasto que poderia ser - natural, oxidado, reduzido ou branco;
- (4) tipos de bioerodidores e sua quantificação em ambos os lados do bioclasto;
- (5) tipos de esclerobiontes e sua quantificação em ambos os lados do bioclasto;
- (6) marcas de predação.

Todos essas informações foram tabuladas em um protocolo impresso, e posteriormente transferidos para uma planilha do Microsoft Excel para a obtenção de frequência dos dano. Para os testes estatísticos foi utilizado o programa SPSS, versão 18, . O reconhecimento dos tipos de bioerosões, tipos de incrustantes, parasitismo e bem como os de predação, era feito com a utilização de literatura especializada, onde para cada traço reconhecido há uma referência utilizada como guia para a identificação. Parte do material foi fotografada em microscópio eletrônico de varredura (M.E.V), no Centro de Microscopia e Microanálise (CMM/UFRGS), e a outra parte foi fotografada com câmera convencional.

RESULTADOS

Foram examinados 2800 bioclastos, desses, 1749 foram identificados e classificados em mais de 30 gêneros de moluscos bivalves de (23 famílias) de diferentes subclasses, além de braquiópodes e fragmentos indeterminados (1022), como mostra a Tabela 3. Traços de bioerosão foram 26 tipos (Figura 2), excluindo predação e parasitismo (Figura 3). Foram também contabilizados 18 tipos de incrustações dos mais variados grupos, que vão de briozoários, poliquetos, algas carbonáticas, foraminíferos, cirripédios, bivalves até poríferos (Figura 4).

Tabela 3. Número de exemplares, ocorrência nas amostras, mineralogia, microarquitetura e hábito preferencial de cada uma das famílias presentes.

TÁXON (N)	OCORRÊNCIA	MINERALOGIA E MICROARQUITETURA	HÁBITO
Subclasse			
Protobranchia			
Nuculidae J. E. Gray, 1824		Aragonítica; Prismática na camada externa; nacarada ou homogênea no meio e nacarado lamelar internamente.	Infaunal, depositívoro e ou suspensívoro.
<i>Nucula</i> sp. (205)	F62, F63, F68, F69, F70, F132, F133 e F136		
Nuculanidae H. Adams & A. Adams, 1858 [1854]		Aragonítica; Prismática irregular ou homogênea externamente; lamelar cruzado complexo, cruzado complexo ou homogêneo na camada interna.	Infaunal, depositívoro e ou suspensívoro.
<i>Adrana</i> sp. (34)	F67, F68, F71, F132 e F136		
<i>Nuculana</i> sp. (442)	F68, F69, F70, F71, F132, F133,		

F136 e F137

Propeleda sp. F137
(1)

Subclasse
Pteriomorphia

Arcidae
Lamarck, 1809

Aragonítica;
Prismática externamente, lamelar
cruzada no meio e lamelar cruzado
complexo internamente.

Epibissado ou
endobissado -
suspensívoro.

Barbatia sp. F133
(1)

Scapharca F136 e F137
(Arca).
(4)

Glycymeridida
e Dall, 1908
[1847]

Aragonítica;
Prismática externamente, lamelar
cruzada no meio e lamelar cruzada
complexa internamente.

Infaunal - suspensívoro.

Glycymeris sp. F63, F69, F70 e
(13) F132

Limopsidae
Dall, 1895

Aragonítica;
Prismática externamente, lamelar
cruzada no meio e lamelar cruzada
complexa internamente.

Epi ou endobissado -
suspensívoro.

Limospsis sp. F69, F70,
(81) F132, F133 e
F137

Philobryidae F.
Bernard, 1897

Aragonítica;
Cruzada lamelar externamente e
lamelar cruzada complexa
internamente.

Infaunal ou epibissado -
suspensívoro.

Cosa sp. F132 e F133

(15)

Mytilidae Rafinesque, 1815		Aragonita, calcita ou a mistura delas; Calcita – prismática externamente, aragonita – nacarado no meio, (raramente cruzado lamelar) e aragonita (lenticular ou lamelar) nacarado (lamelar cruzado complexo ou homogêneo) na parte interna.	Suspensívoros.
<i>Crenella</i> sp. (2)	F133		
Ostreidae Rafinesque, 1815		Aragonítica e calcítica (principalmente); Calcita prismática na camada externa e calcita lamelar internamente.	Suspensívoros.
<i>Ostrea</i> sp. (23)	F62, F63, F68, F69, F70, F71, F132, F136 e F137		
Pinnidae Leach, 1819		Aragonítica e calcítica; Calcita prismática simples externamente e um fino lenticular ou nacarado lamelar na parte interna confinado até a parte anterior da concha.	Suspensívoro.
<i>Atrina</i> sp. (45)	F136 e F137		
Pectinidae Rafinesque, 1815		Aragonítica e calcítica; Calcita folhada externamente, aragonítalamelar cruzada no meio (ausente em alguns) e calcita folhada internamente.	Epibissado - suspensívoro.
Pectinidae cf. (2)	F070		

<i>Chlamys</i> sp. (1)	F70		
<i>Cyclopecten</i> sp. (269)	F69, F70, F132, F133 e F137		
<i>Leptopecten</i> sp. (15)	F62, F63, F70, F132 e F136		
Propeamussiid ae Abbott, 1954		Aragonítica e calcítica; Calcita colunar prismática (valva direit samente) e calcita folhada na parte externa e aragonita cruzada lamelar na parte interna camada que se estende para fora da linha palial em alguns casos, quase até a margem ventral.	Epifaunal.
<i>Propeamussiu</i> <i>m</i> sp. (3)	F136		
Subclasse Heterodonta			
Ungulinidae H. Adams & A. Adams, 1857		Aragonítica; Prismático externamente, lamelar cruzado no meio e lamelar cruzado complexo internamente.	Infaunal - suspensívoro.
<i>Diplodonta</i> sp. (45)	F62, F69, F133 e F137		
Cyamiidae G. O. Sars, 1878		-	-
<i>Cyamium</i> sp. (1)	F133		
Carditidae J. Fleming, 1828		Aragonítica; Lamelar cruzada externamente e lamelar cruzada complexa internamente.	Infaunal - suspensívoro.

Carditamera sp. F62, F63, F69, F
(56) 70, F132, F133,
F136 e F137

Cyclocardia sp. F69, F70, F132,
(84) F133 e F137

Crassatellidae
Férussac, 1822

Aragonítica;
Lamelar cruzada externamente e
lamelar cruzada complexa ou
homogênea internamente.

Suspensívoro.

Crassatella sp. F132, F136 e
(8) F137

Crassinella sp. F62, F63, F132,
(32) F133, F136 e
F137

Mactridae
Lamarck, 1809

Aragonítica;
Lamelar cruzada externamente e
lamelar cruzada complexa
internamente.

Infaunal - suspensívoro.

Mactra sp. F67, F68, F69,
(270) F70, F71, F92,
F95, F132, F133
e F136

Tellinidae
Blainville, 1814

Aragonítica;
Prismático externamente (ausente em
algumas espécies), lamelar cruzada
no meio e lamelar cruzada complexa
ou homogênea internamente
confinado dentro da linha palial.

Infaunal - suspensívoro.

Tellinidae cf. F136
(4)

Tellina sp. F69, F70, F71,
(9) F133 e F137

Semelidae			Infaunal – Suspensívoro
Stoliczka, 1870			e depositívoro.
[1825]		Aragonítica;	
		Prismática externamente, lamelar	
		cruzada no meio e lamelar cruzada	
		complexa ou homogênea	
		internamente, confinado dentro da	
		linha palial.	
<i>Abra</i> sp.	F69, F92 e F133		
(7)			
Veneridae			Suspensívoro –
Rafinesque,		Aragonítica;	raramente
1815		Prismática externamente, cruzada	depositívoro.
		lamelar ou homogênea no meio e	
		lamelar cruzada complexa ou	
		homogênea internamente.	
<i>Clausinella</i> sp.	F68, F71, F132 e		
(5)	F136		
<i>Tivela</i> sp.	F69 e F71		
(2)			
<i>Transenella</i> sp.	F68 e F69		
(2)			
<i>Transenpitar</i>	F71		
sp.			
(2)			
Corbulidae			Infaunal ou Epifaunal -
Lamarck, 1818		Aragonítica;	suspensívoro.
		Lamelar cruzada externamente e	
		lamelar cruza complexa internamente,	
		confinado dentro da linha palial.	
<i>Corbula</i> sp.	F68, F69, F70,		
(56)	F92, F132, F133		
	e F136		
Erodonidae		-	-
Winckworth,			
1932			
<i>Erodona</i> sp.	F136		

(2)

(Subclasse)
Anonualodes
mata

Poromyidae
Dall, 1886

Aragonítica;
Prismático ou homogêneo
externamente, nacarado no meio e
nacarado lamelar internamente.

Infaunal – carnívoros.

Poromya sp. F62, F69, F70 e
(4) F132

Verticordiidae
Stoliczka, 1870

Aragonítica;
Prismática simples externamente,
nacarado lenticular no meio.

Infaunal.

Verticordia sp. F69, F132 e F133
(4)

Bioclastos Todas -
identificados -
(1749)

Bioclastos não Todas -
identificados -
(1022)

Brachiopodos F69 e F70
(29)

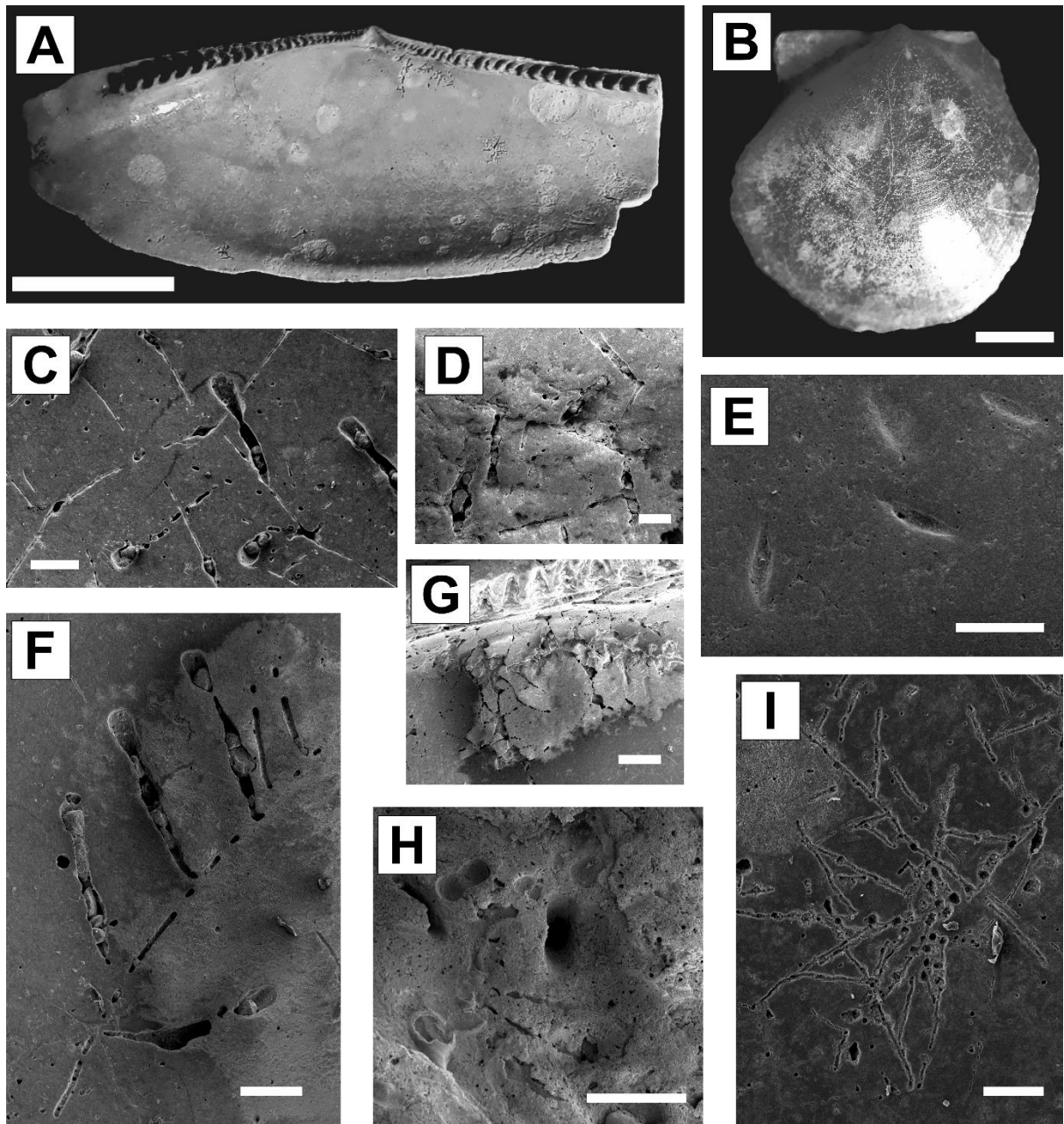


Figura 2. Traços de bioerosão (traços microendolíticos) presentes na plataforma continental do Rio Grande do Sul. A) *Ropalia* isp. (escala = 4mm.). B) *Phytophora* isp. (escala = 1mm). C) *Pinaceocladichnus onubensis* e *Pennatichnus moguerenica* (escala = 200 micrômetros). D) Briozoário indeterminado (escala = 200 micrômetros). E) *Iramena* ips. (escala= 500 micrômetros) F) *Pennatichnus moguerenica* (escala= 200 micrômetros). G) *Phormidium* isp. (escala = 200 micrômetros). H) *Gastrochaenolites* isp. (escala = 1mm). I) *Phormidium* isp. (escala = 50 micrômetros).

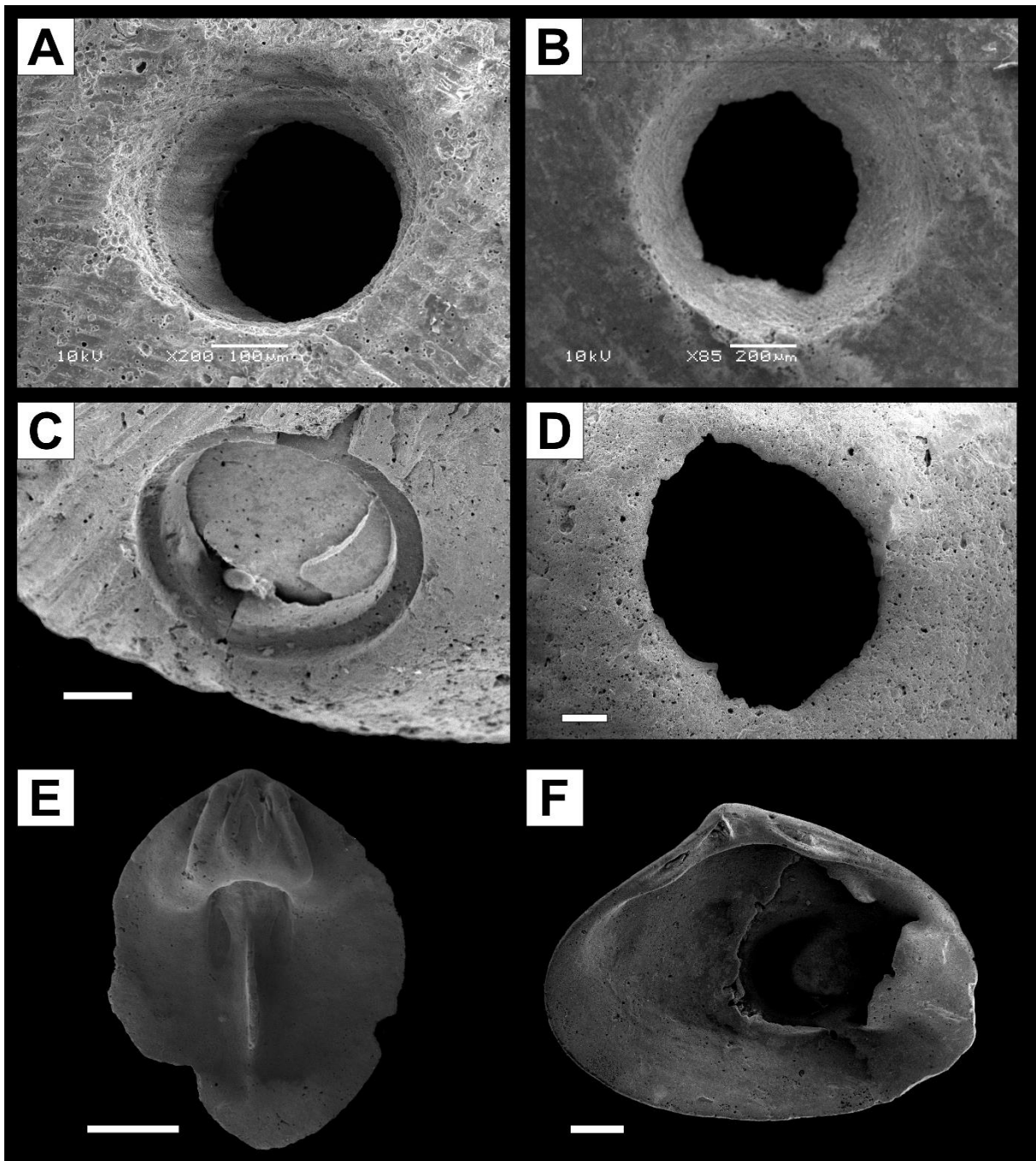


Figura 3. Traços de predção e parasitismo presentes na plataforma continental do Rio Grande do Sul. A) *Oichuns simplex* (escala = 100 micrômetros). B) *Oichuns paraboloides* (escala = 200 micrômetros). C) predação incompleta (escala = 200 micrômetros). D) Predação com erosão. E) *Bouchardia* sp. (braquiópode Rhyntonellida) (escala = 1mm). F) *Mactra* sp. (bivalve) com marcas de parasitismo por Trematoda (escala = 500 micrômetros).

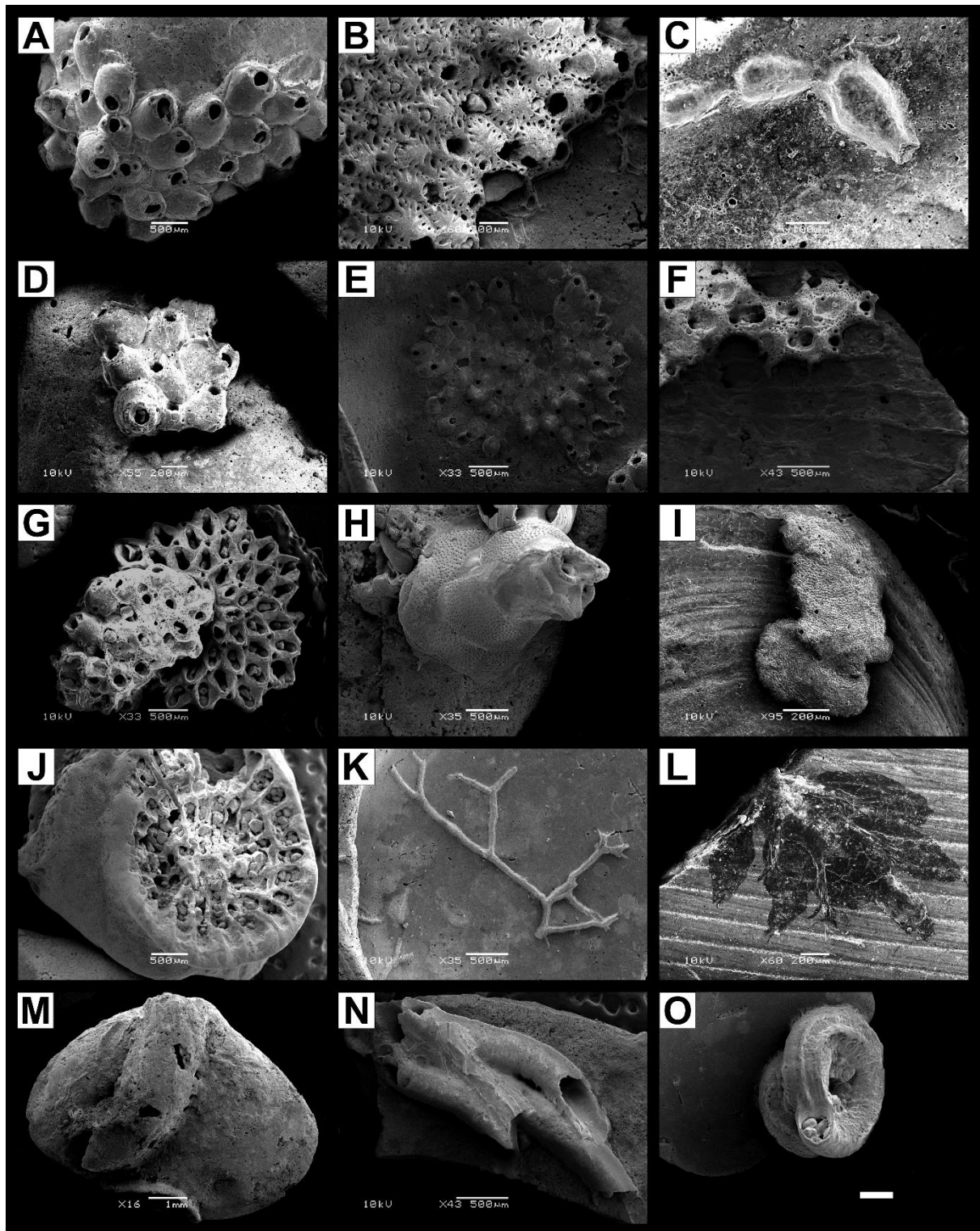


Figura 4. Esclerobiontes presentes na plataforma continental do Rio Grande do Sul. A) Briozoário indeterminado; B) Briozoário indeterminado; C) *Voigtpora* sp. (briozoário); D) Briozoário indeterminado de A; E) Briozoário indeterminado; F) Briozoário indeterminado erodido; G) briozoários incrustando outra colônia de briozoário; H) Formanífero indeterminado; I) Foraminífero indeterminado; J) Coral; K) Alga carbonática; L) Poliqueto indeterminado sem o tubo carbonático; M)

Parsimonia antiquata (poliqueto); N) *Glomerula* cf. *serpentina* (poliqueto) O)
 ?*Neomicrorbis* sp. (poliqueto).

Traços microendolíticos

Os tipos de dano microendolíticos mais frequentes são os seguintes: *Phormidium* isp., *Phytophora* isp.1., *Phytophora* isp.2., *Entobia* isp., *Iramena* isp. e *Scolesia filosa* (Figuras. 2, 5-8) Os traços mais raros foram *Orthogonum* isp., *Gastrochaenolites* isp., *Gnathichnus pentax* e *Caulostrepsis taeniola* (Figuras. 9-11). Tais traços ocorrem apenas em localidades específicas. Os traços de predação (*Oichnus simplex* e *O. paraboloides*) foram verificados em frequências que oscilaram entre 7% e 8% (Figura 12). A maioria dos traços de bioerosão apresentou frequência bastante baixa, inferior a 5%. A tabela 4 apresenta a ocorrência dos tipos de bioerosões.

Tabela 4. Nome do icnotraço, seu possível agente causador, ocorrências e as referências utilizadas para identificação.

ICNOFÓSSEIS	POSSÍVEL AGENTE	OCORRÊNCIA	REFERÊNCIAS
<i>Phytophora</i> isp.	Fungo	F62, 63, 68, 69, 70, 95, 132, 133, 136 e 137	Wisshak et al., 2005 e Taylor et al., 2015.
<i>Rhopalia</i> isp.	Cianobactéria	F63, 69, 70, 95, 133 e 137	Rodtke e Golubic, 2005.
<i>Eurygonum pennaforme</i>	Clorofita	F69 e F70	Wisshak et al., 2005.
<i>Sarcomorpha</i> isp.	Fungo	F69, 70, 95, 132, 133, 136 e 137	Wisshak et al., 2011 e Taylor et al., 2015.
<i>Phytophora</i> isp.	Fungo	F62, 63, 67, 68, 69, 70, 71, 95, 132, 133 e 137	Wisshak et al., 2005 e Taylor et al., 2015.
<i>Orthogonum lineare</i>	Heterotrófico indeterminado	F69, 70, 95, 136 e 137	Wisshak et al., 2005.

<i>Orthogonum</i> isp.	Fungo	F70	Wisshak et al., 2005 e Taylor et al., 2015.
<i>Phormidium</i> isp.	Cianobactéria	Todas	Wisshak e Tapanila, 2008.
<i>Orthogonum fusiferum</i>	Fungo	F69, 70, 133, 136 e 137	Vogel e Breh, 2009.
<i>Entobia</i> isp.	Porífero	F62, 63, 67, 69, 70, 92, 95, 132, 133, 136 e 137	Wisshak e Tapanila, 2008.
<i>Fascichnus</i> isp.	Cianobactéria	F67, 68, 69, 70, 95 e 136	Radtke e Golubic, 2005.
<i>Scolesia filosa</i>	Cianobactéria	F69, 70, 95, 133, 136 e 137	Radtke e Golubic, 2005.
<i>Gnathichnus pentax</i>	Equinoderma	F70	Wisshak et al., 2011.
<i>Radulichnus</i> isp.	Gastropoda	F67, 70 e 92	Wisshak et al., 2011.
<i>Caulostrepsis</i> isp.	Poliqueto	F63 e 70	Wisshak et al., 2011.
<i>Pyrodendrina</i> isp.	Indeterminado	F63, 68, 70, 95, 133, 136 e 137	Wisshak e Tapanila, 2008.
<i>Caulostrepsis taeniola</i>	Poliqueto	F69	Wisshak et al., 2011.
Fungo indet	Fungo	F63, 68, 69, 70 e 133	-
Verme indeterminado	Poliqueto	F62, 63, 69, 71, 92, 132 e 136	-
<i>Pennatichnus moguerenica</i>	Briozoário	F62, 63, 67, 70, 71 e 95	Mayoral, 1988.
<i>Pinaceocladichnus onubensis</i>	Briozoário	F62, 63, 69, 70, 92, 95, 132, 133 e 137	Mayoral, 1988.
<i>Pennatichnus</i> isp.	Briozoário	F63 e 70	Mayoral, 1988.
<i>Pennatichnus luceni</i>	Briozoário	F62, 63, 70, 132, 136 e 137	Mayoral, 1988.
<i>Iramena</i> isp.	Briozoário	F62, 63, 67 e 95	Mayoral, 1988.

<i>Gastrochaenolites</i> isp. cf	Bivalvia	F67	Wisshak e Tapanila, 2008.
Briozoário indeterminado	Briozoário	F62, 63, 67, 68, 71, 92, 95 e 132	Mayoral, 1988.
Bivalvia indeterminado	Bivalvia	F132	-
<i>Oichunus simplex</i>	Gastrópode - Muricidae Rafinesque, 1815	F62, 63, 68, 69, 70, 132, 133, 136 e 137	Archuby e Gordillo, 2018.
<i>Oichunus paraboloides</i>	Gastrópode - Naticidae Guilding, 1834	F62, 63, 67, 70, 71, 92, 132, 133, 136 e 137	Ruggiero e Raia, 2010.
Predação incompleta	Gastrópode	F67, 68, 69, 70, 92, 132, 133, 136 e 137	Archuby e Gordillo, 2018.
Predação com erosão	Gastrópode	F69, 70, 132, 133, 136 e 137	-
Parasitismo	Trematoda	F68	-

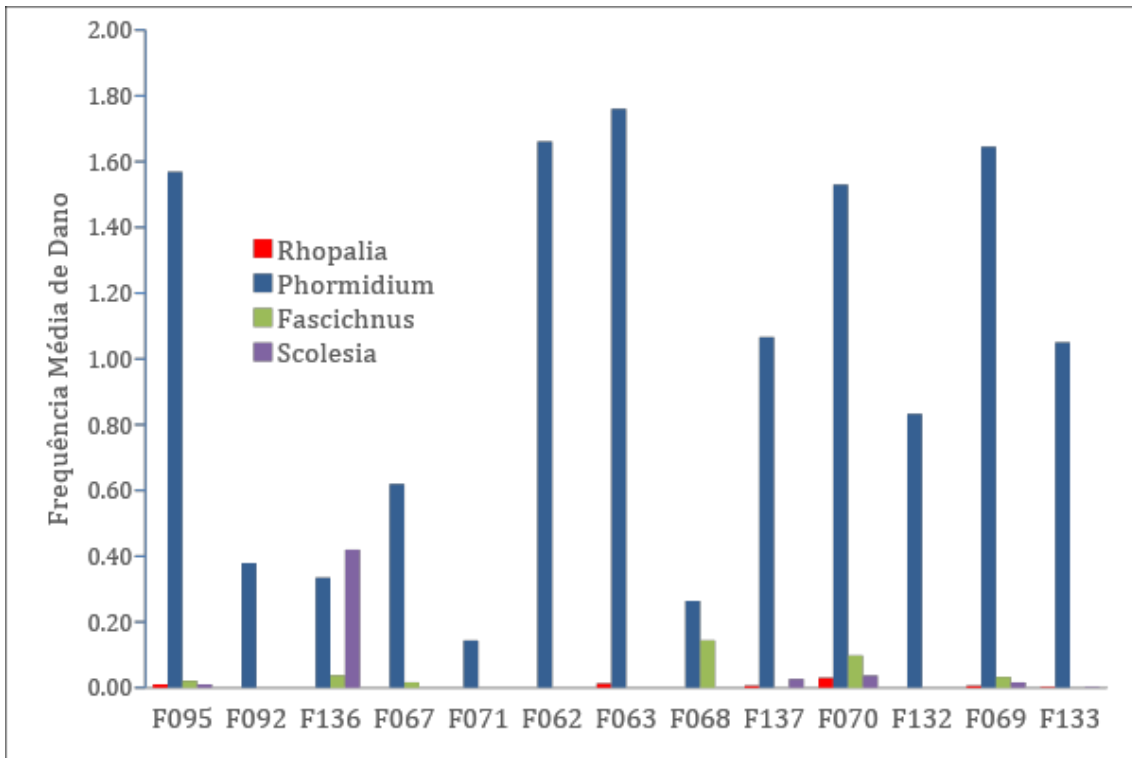


Figura 5. Frequência relativa dos traços de cianobactérias presentes na área de estudo.

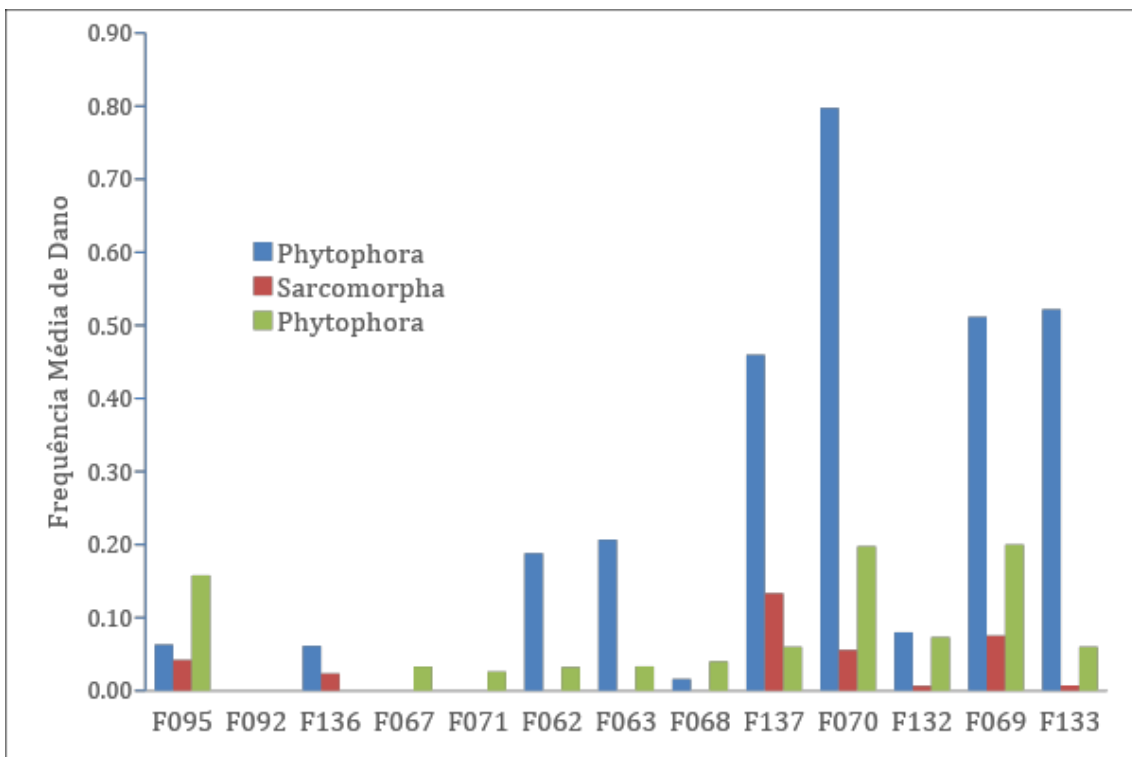


Figura 6. Frequência relativa de alguns dos traços de fungos.

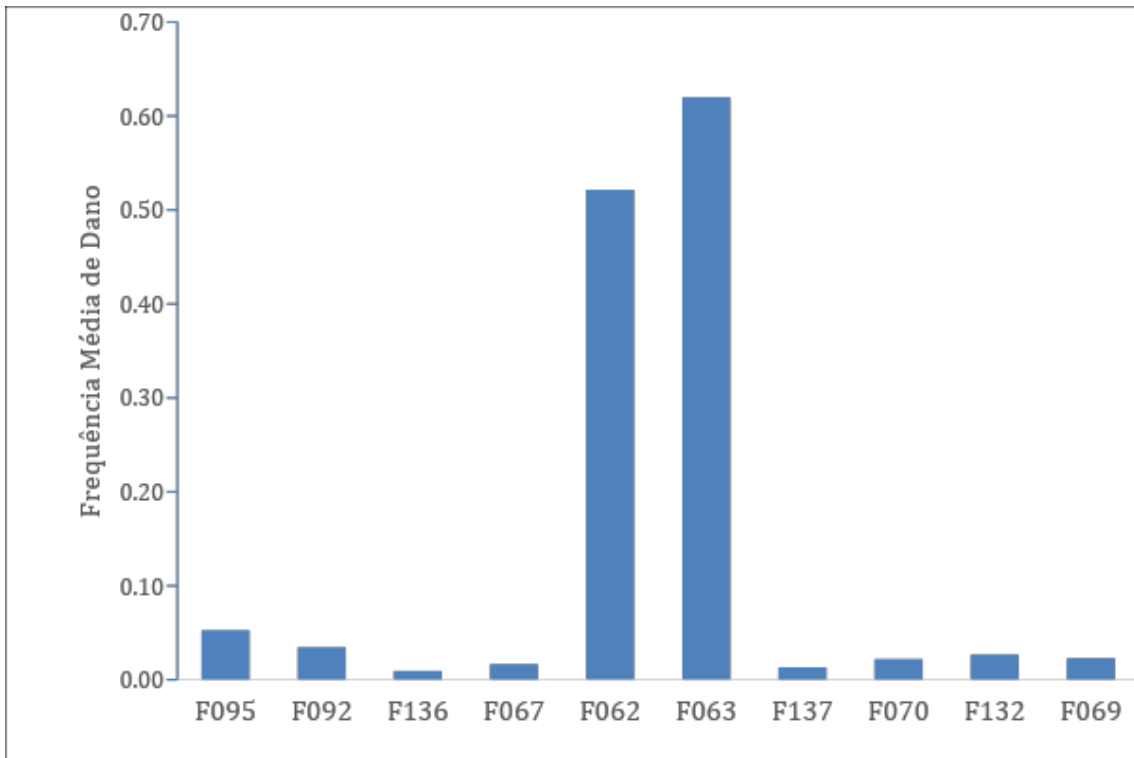


Figura 7. Frequência relativa do icnotraço *Entobia* isp..

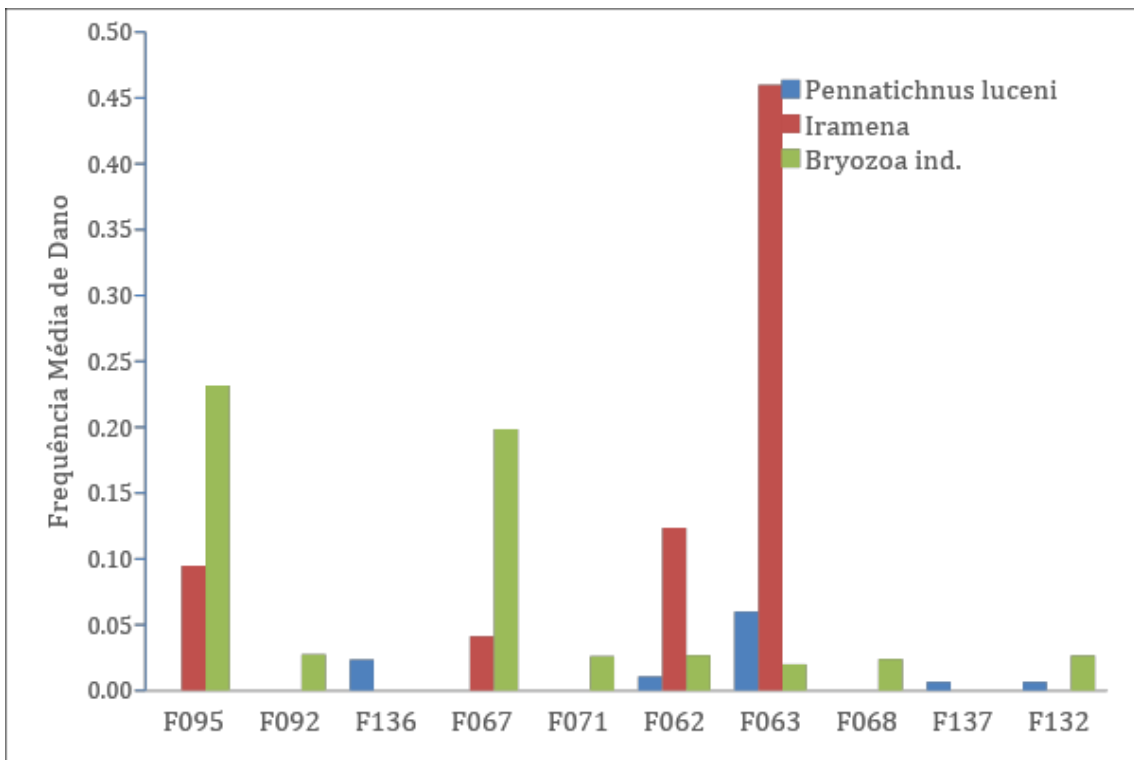


Figura 8. Frequência relativa de alguns dos traços de briozoários.

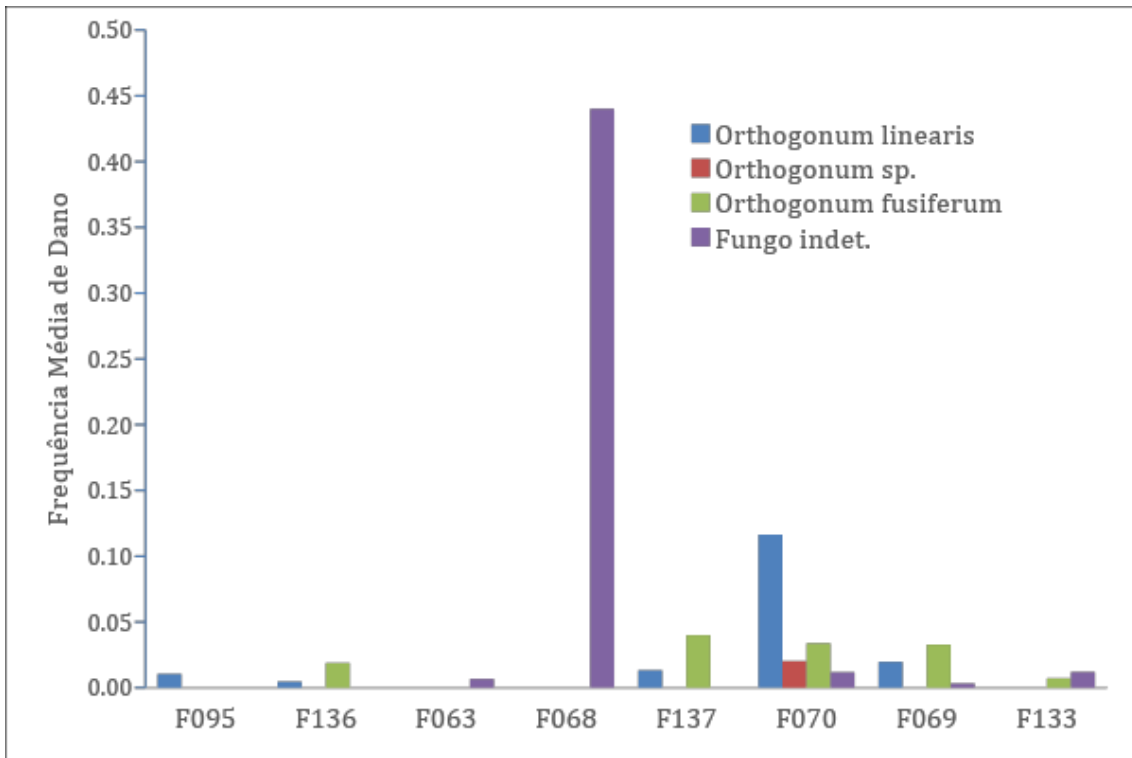


Figura 9. Frequência relativa de alguns dos traços de fungos observados na área de estudo..

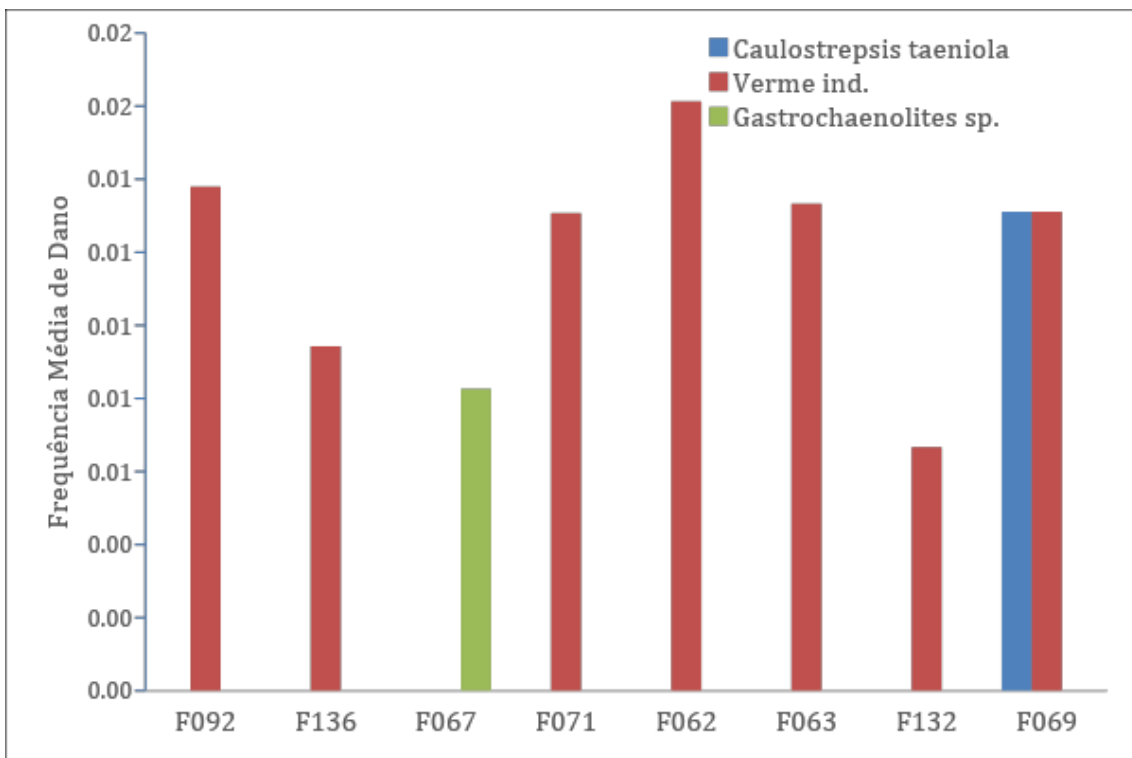


Figura 10. Frequência relativa de alguns dos traços de vermes (*Caulostrepsis taeniola* e verme indeterminado) e bivalve (*Gastrochaenolites* isp.).

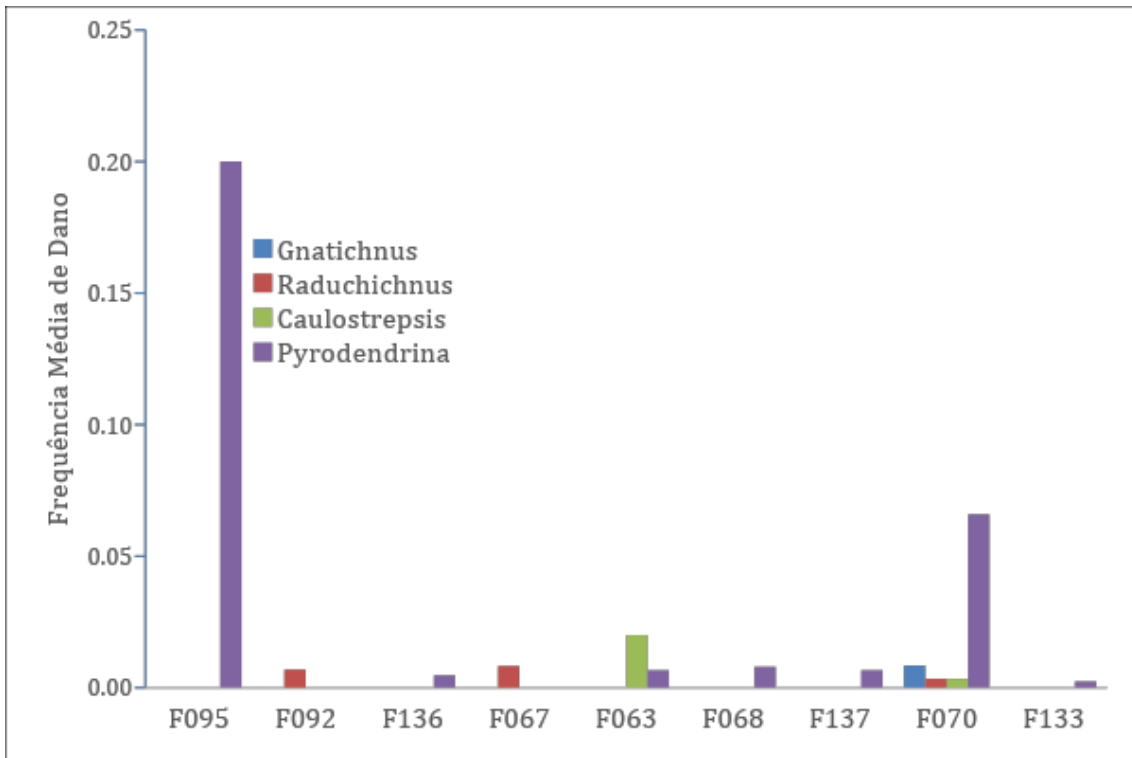


Figura 11. Frequência relativa de alguns dos traços de verme (*Caulostrepsis* isp.), equinodermata (*Gnaticnus pentax*), gastropoda (*Raduchichnus* isp.) e indeterminado (*Pyrodendrina* isp.).

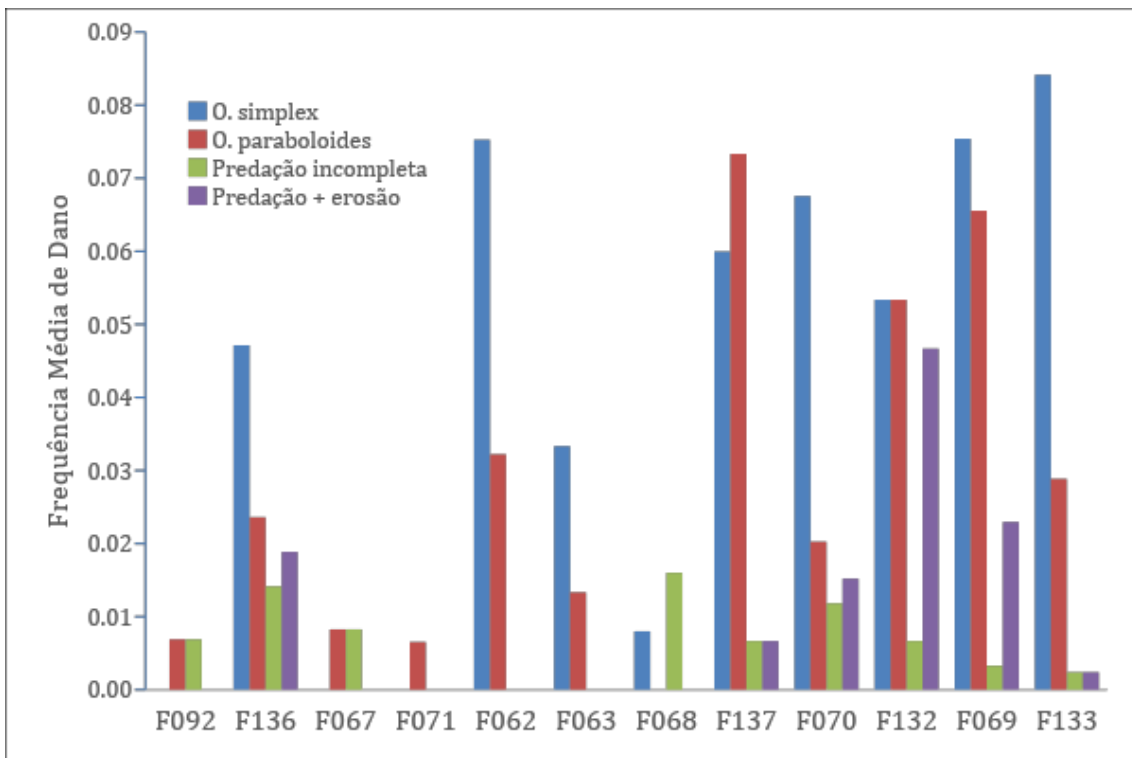


Figura 12. Frequência relativa de tipos de predação.

Incrustação

Os traços de incrustação mais frequentes são tubos de poliquetos (fragmentados), briozoários indeterminados e *Voigttopora* sp. com frequências que variam entre 14% - 25% em algumas amostras (Figuras. 4, 13 e 14). Os esclerobiontes mais raros foram *Glomerula* cf. *serpentina* (poliqueto), *Parsimonia antiquata* (poliqueto), *Leptichnus peristroma* (briozoário), *Microeciella* sp.(briozoário) e *Acesta excuvata* (formanífero) (Figuras. 15-17). Exceto por *Parsimonia antiquata*, que estava presente em apenas duas amostras (F070 e F063), todos os outros incrustantes raros foram exclusivos da amostra F070. Algumas localidades apresentaram a maioria dos traços quantificados, mas em baixas frequências. A tabela 5 apresenta a ocorrência dos tipos de incrustações.

Tabela 5. Nome do traço, seu agente causador, ocorrências e as referências utilizadas.

INCRUSTANTES	TÁXON	OCORRÊNCIA	REFERÊNCIAS
Fragmentos de poliqueto	Poliqueto	F62, 63, 69, 70, 71, 132, 133, 136 e 137	Boardman et al., 1987; Clarkson, 2007; Brusca et al., 2018.
<i>Microeciella</i> sp.	Briozoário	F70	Luci e Lazo, 2014.
<i>Mucroserpula mucroserpula</i>	Poliqueto	F69, 70 e 132	Luci e Lazo, 2014.
<i>Glomerula</i> cf. <i>serpentina</i>	Poliqueto	F70	Luci e Lazo, 2014.
<i>Leptichnus peristroma</i>	Briozoário	F70	Ruggiero e Raia, 2010.
<i>Propomatoceros semicostatus</i>	Poliqueto	F70 e F132	Luci e Lazo, 2014.
<i>Voigttopora</i> sp.	Briozoário	F69, 70, 132, 133, 136 e 137	Breton et al. 2017.

? <i>Neomicrorbis</i> sp.	Poliqueto	F70, 132 e 137	Luci e Lazo, 2014.
Alga indeterminada	-	F62, 67, 69 e 70	-
<i>Parsimonia antiquata</i>	Poliqueto	F63 e F70	Luci e Lazo, 2014.
<i>Acesta excuvata</i>	Foraminífero	F070	Wisshak e Tapanila, 2008.
Briozoário - indeterminado	Briozoário	F62, 63, 68, 69, 70, 92, 95, 132, 133, 136 e 137	Boardman et al., 1987; Clarkson, 2007; Brusca et al., 2018.
Foraminífero - Indeterminado	Foraminífero	Todas	Jones, 2014.
Alga - indeterminada	-	F68, 69, 70, 71 e 133	-
Ovo - Larva - Indeterminado	-	F70, 71, 132 e 133	Boardman et al., 1987; Clarkson, 2007; Brusca et al., 2018.
Bivalvia - Indeterminado	Molusca	F62, 63 e 70	Boardman et al., 1987; Clarkson, 2007; Brusca et al., 2018.
Esponja - indeterminado	Porífera	F62	Boardman et al., 1987; Clarkson, 2007; Brusca et al., 2018.
Craca	Crustacea - Cirripedia	F133	Boardman et al., 1987; Clarkson, 2007; Brusca et al., 2018..

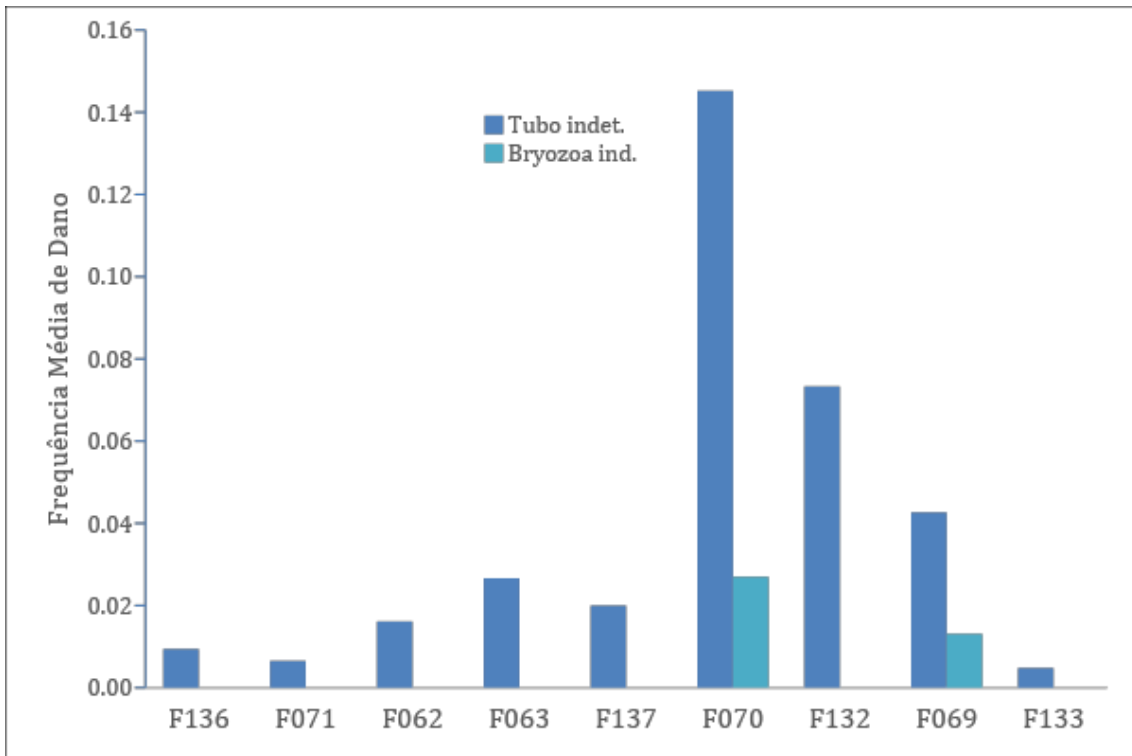


Figura 13. Frequência relativa de tipos de incrustações (tubo de poliqueto indeterminado e briozoário indeterminado) observados na plataforma sul brasileira.

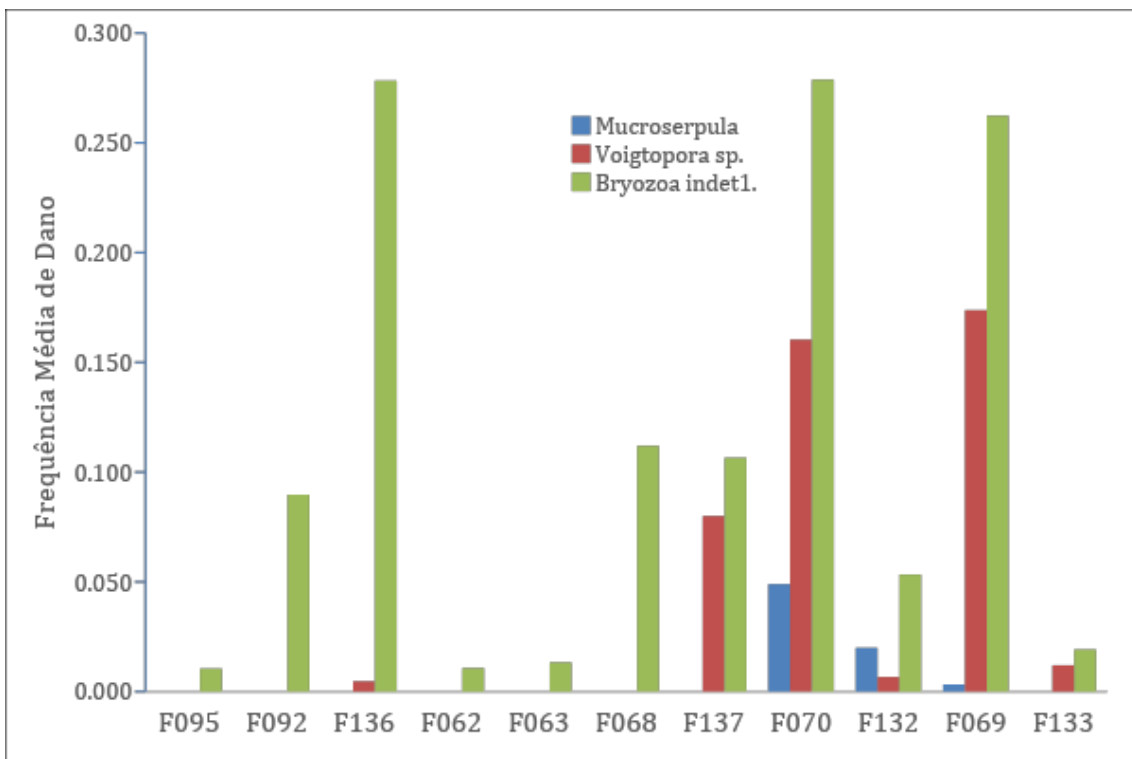


Figura 14. Frequência relativa de alguns tipos de incrustações *Mucroserpula* sp. (poliqueto), *Voigttopora* sp. (briozoário) e briozoário indeterminado observados na área de estudo.

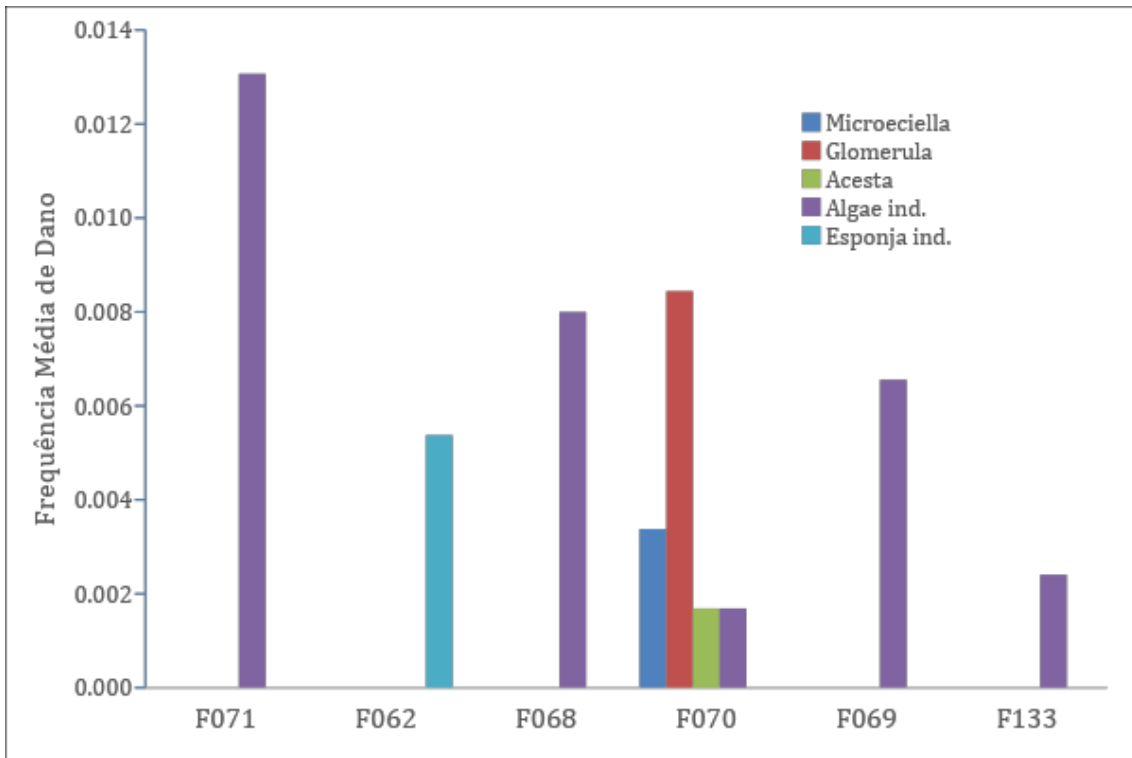


Figura 15. Frequência relativa de alguns tipos de incrustações *Microeciella* sp. (briozoário), *Glomerula* sp. (poliqueto), *Acesta* sp. (foraminífero), algas indeterminadas e esponja indeterminada.

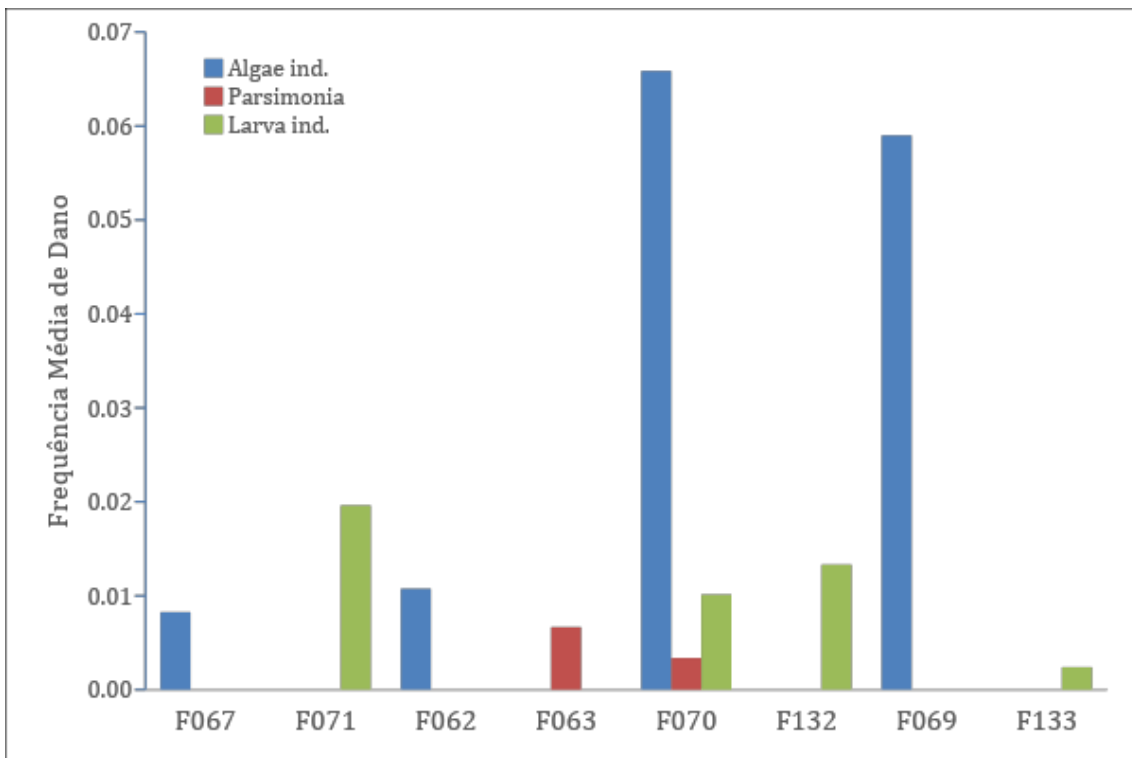


Figura 16. Frequência relativa de alguns tipos de incrustações *Parsimonia* sp (poliqueto), algas indeterminadas e larva indeterminada.

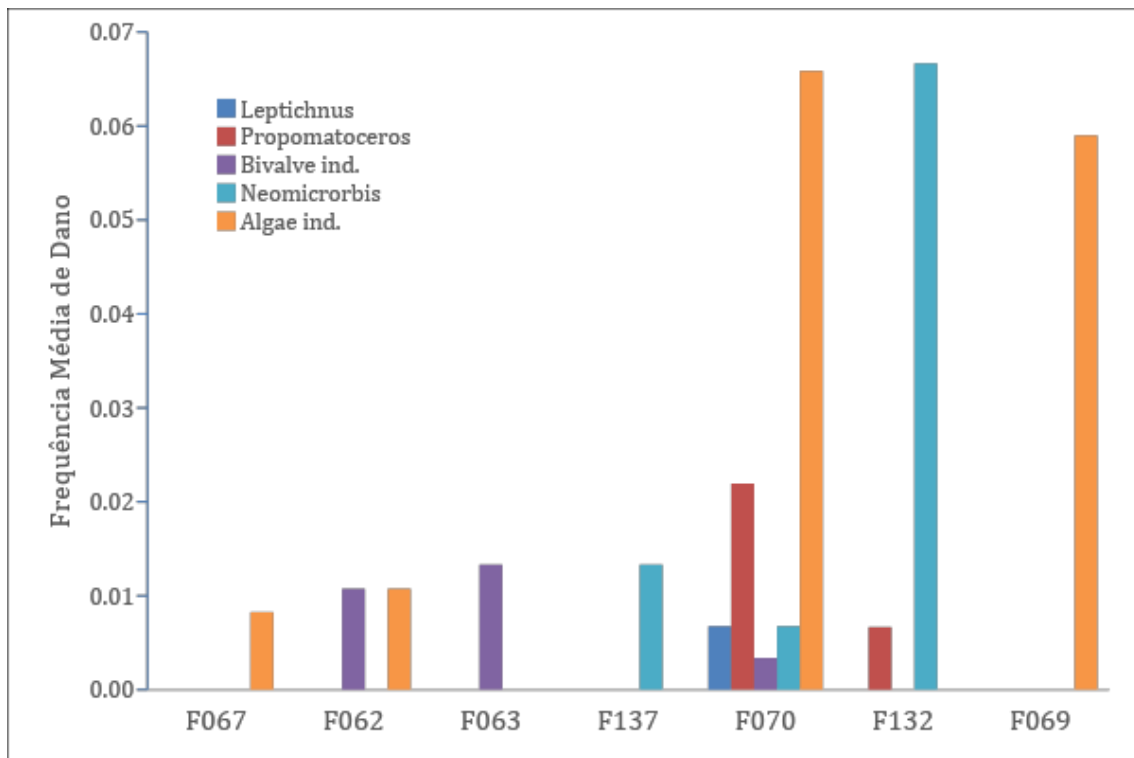


Figura 17. Frequência relativa de alguns tipos de incrustações de briozoários (*Leptichnus* sp.), poliquetos (*Propomatoceros* sp e *Neomicrorbis* sp.), Algae indeterminada e bivalve indeterminado.

Correlações e Análise Canônica

Algumas das marcas de bioerosão (traços microendolíticos), bem como as incrustações e marcas de predação (*Oichnus*) apresentou correlação de Spearman significativa (tanto positiva quanto negativa) com outras características tafonômicas mensuradas (Tabelas 6-12).

Tabela 6 Correlação de Spearman entre traços de fungos (bioerosão) e outras características tafonômicas. São apresentados apenas os valores significativos ($p < 0,001$).

	<i>Phytophora</i> isp. 1	<i>Sarcomorpha</i> isp	<i>Phytophora</i> isp. 2	<i>Orthogonum</i> <i>lineare</i>	<i>O. fusiferum</i>	Fungo indet
Frag<20%	-0,124**	-	-	-	-	-
Frag>20%	0,125**	-	-	-	-	-
Natural	0,419**	0,218**	,205**	-	,0151**	-

Oxidada	-0,144**	-0,119**	-	-	-	-
Branca	-0,231**	-	-	-	-	-
<i>Phytophora</i> isp. 1	-	0,121**	0,142**	0,195**	,0140**	-
<i>Sarcomorph</i> a isp	-	-	-	0,140**	0,235**	-
<i>Phormidium</i> isp.	-	-	-	-	-	-0,109**

Tabela 7 Correlação de Spearman entre traços de cianobactérias (bioerosão) e outras características tafonômicas. São apresentados apenas os valores significativos ($p < 0,001$).

	<i>Phormidium</i> isp.	<i>Fascichnus</i> isp.	<i>Scolesia filosa</i>
Natural	-	0,150**	0,192**
Oxizada	0,125**	-0,109**	-
Reduzida	-	-	-
Branca	-0,114**	-	-
<i>Phytophora</i> isp. (1)	0,102**	0,120**	-
<i>Sarcomorpha</i> isp	-	0,137**	-
<i>Orthogonum</i> <i>lineare</i>	-	0,104**	-
<i>Phormidium</i> isp.	-	-0,118**	-0,140**

Tabela 8 Correlação de Spearman entre traços de briozoários (bioerosão) e outras características tafonômicas. São apresentados apenas os valores significativos ($p < 0,001$).

	<i>Pinaceocladichnus onubensis</i>	<i>Pennatichnus isp.</i>	<i>Pennatichnus luceni</i>	<i>Iramena isp.</i>	Briozoário indet.
Frag<20%	-	-	-	0,102**	0,103**
Frag>20%	-	-	-	-0,102**	-0,102**
Oxidada	-	-	-	0,104**	-
Reduzida	-	-	-	-	0,103**
<i>Ropalía isp.</i>	0,102**	0,113**	-	-	-
<i>Phormidium isp.</i>	-	-	-	0,138**	-
<i>Entobia isp.</i>	-	-	-	0,219**	-
<i>Radulichnus isp.</i>	0,156**	-	-	-	-
<i>Pyrodendrin a isp.</i>	0,103**	-	-	-	-
<i>Pinaceocladichnus onubensis</i>	-	-	0,126**	-	-

Tabela 9 Correlação de Spearman entre traços de predação e outras características tafonômicas. São apresentados apenas os valores significativos ($p < 0,001$).

	<i>Oichunus simplex</i>	<i>Oichunus paraboloides</i>
Fragmentação	-0,151**	-0,125**

<20%

Fragmentação 0,151** 0,125**
>20%

Tabela 10 Correlação de Spearman entre incrustação de poliquetos e outras características tafonômicas. São apresentados apenas os valores significativos ($p < 0,001$).

	Fragmento s de poliqueto	<i>Mucroserpula</i> <i>mucroserpula</i>	<i>Glomerula</i> cf. <i>serpentina</i>	<i>Propomatocer</i> os <i>semicostatus</i>	? <i>Neomicrorbis</i> sp.
<i>Phormidium</i> isp.	0,133**	-	-	-	-
<i>Gnathichnus</i> <i>pentax</i>	-	-	-	0,158**	-
<i>Pyrodendrina</i> isp.	-	-	-	0,155**	-
Fragmentos de poliqueto	-	0,129**	0,107**	0,124**	-
<i>Mucroserpula</i> <i>mucroserpula</i>	-	-	0,105**	-	0,102**

Tabela 11 Correlação de Spearman entre incrustação de briozoários e outras características tafonômicas. São apresentados apenas os valores significativos ($p < 0,001$).

	<i>Microeciella</i> sp.	<i>Leptichnus</i> <i>peristroma</i>	<i>Voigttopora</i> sp.	Brio indet	Brio indet 2
<i>Eurygonum</i> <i>pennaforme</i>	-	0,173**	-	-	-
<i>Phormidium</i> isp.	-	-	0,125**	-	-

<i>Gnathichnus pentax</i>	-	-	-	-	0,152**
<i>Caulostrepsis taeniola</i>	-	-	0,149**	-	-
Predação com erosão	0,190**	-	-	-	-
Fragmentos de poliqueto	-	0,107**	0,163**	-	0,172**
<i>Mucroserpula mucroserpula</i>	-	0,104**	0,112**	-	-
<i>Propomatoceros semicostatus</i>	-	-	-	-	0,218**
<i>Voigtopora</i> sp.	-	-	-	0,137**	-
Alga carbonática indet	-	-	-	0,135**	0,216**
Brio indet	-	-	-	-	0,211**

Para testar a relação entre os danos microendolíticos, esclerobiontes, e traços de predação com características ambientais, foi realizada uma análise canônica de proximidades (CAP; Figura 18). A proporção de variação do dano de origem biogênica presente nos bioclastos da PSB que possui relação com fatores ambientais (profundidade, granulometria e composição do sedimento, além de latitude e longitude) reflete-se no valor de variância canônica, que neste estudo atingiu 79,34%. As incrustações, *Mucroserpula mucroserpula*, *Propomatoceros semicostatus*, *Microeciella* sp, *Glomerula* cf. *serpentina*, etc, além de traços microendolíticos como *Orthogonum lineare*, *Phytophora* isp. e *Sarcomorpha* isp. aparecem mais relacionados com latitude e longitude, os danos *Scolesia filosa* e *Fascichnus* isp. são mais relacionados com o fator ambiental profundidade. Outros danos tiveram correlação mais com o tipo de substrato, por exemplo, fungo indeterminado teve correlação com substratos mais lamosos enquanto briozoários indeterminados, *Pinnaceocladichnus* isp., *Iramena* isp. e *Entobia* isp. tiveram mais correlação com substratos com cascalho e areia. *Phormidium* isp e foraminíferos

indeterminados tiveram uma correlação com áreas mais ricas em carbonatos de cálcio.

Tabela 12 Correlação de Spearman entre incrustação de foraminíferos e outras características tafonômicas. São apresentados apenas os valores significativos ($p < 0,001$).

	Foraminífero indeterminado	Foraminífero indet 2
<i>Phormidium</i> isp.	0,104**	-
Fragmentos de poliqueto	0,124**	-
<i>Mucroserpula</i> <i>mucroserpula</i>	0,099**	-
<i>Propomatoceros</i> <i>semicostatus</i>	0,130**	0,111**
<i>Voigttopora</i> sp.	0,121**	-
Alga carbonática indet	0,107**	-
Foraminífero indet.	-	0,170**

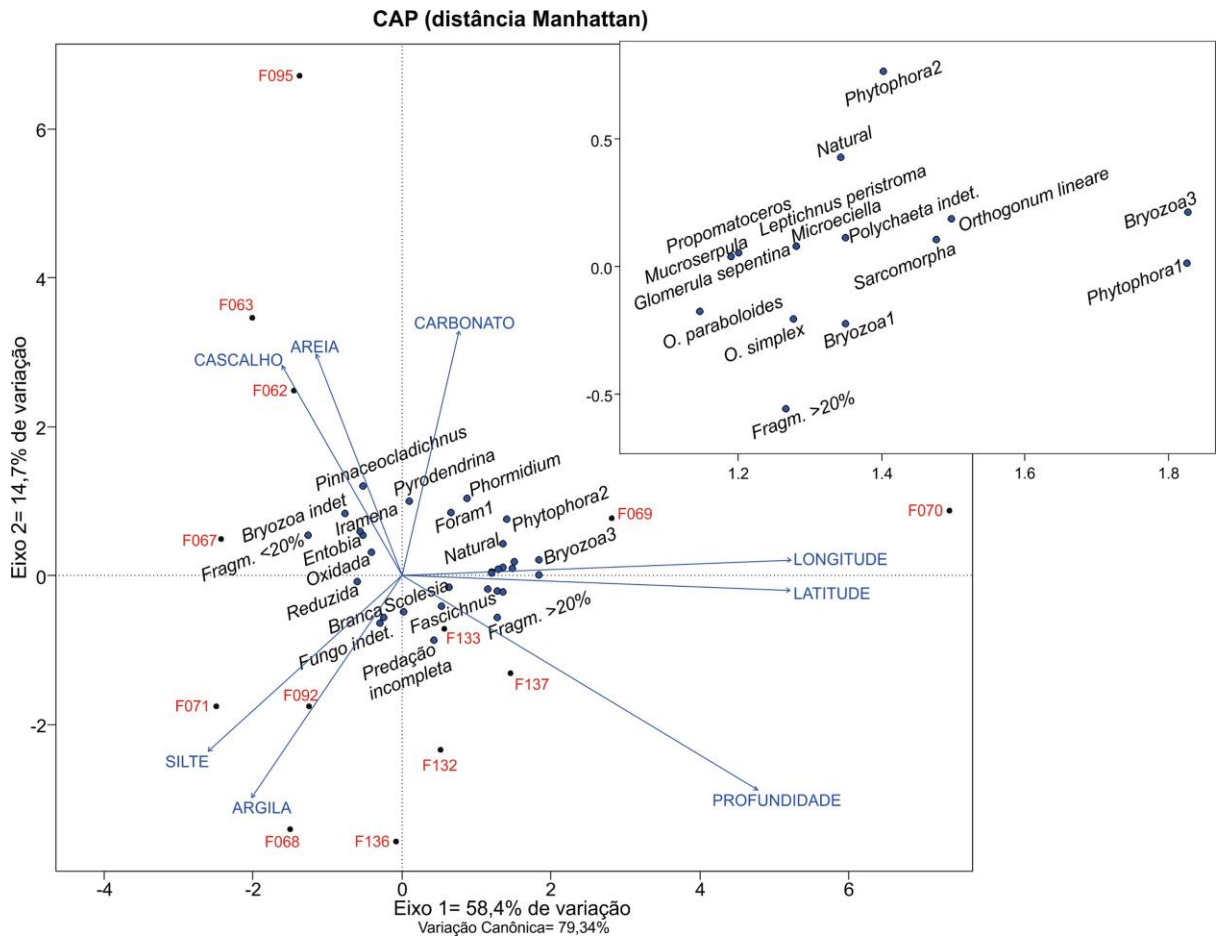


Figura 18. Análise Canônica de Proximidades, excluindo os danos de origem biogênica com frequências muito baixas. A porção ampliada mostra as características que ficaram muito agrupadas. Foi utilizado o índice Manhattan, que é o mais indicado para análises multivariadas com dados de natureza tafonômica (Tomasovych e Zuschin, 2009).

DISCUSSÃO

Poucos trabalhos se dedicaram a quantificar danos de origem biogênica em bioclastos de moluscos, e relacioná-los quantitativamente a características ambientais. Erthal (2012) mostrou uma variação canônica consideravelmente baixa quando utilizou dano de origem biológica e comparou com variáveis ambientais. Contudo, esse autor não realizou um grande detalhamento desses danos, utilizando apenas 10 tipos generalizados de icnotraços. No presente trabalho, foi realizada uma caracterização bem mais detalhada desses traços, permitindo observar proporções de variação canônica entre relação dano tafonômico de origem biológica com variações ambientais na ordem de quase 80%, valor bastante superior àquele encontrado por Erthal (2012), que observou menos de 30% de efeito ambiental sobre os danos mensurados. A maioria dos traços mostrou uma forte correlação com latitude e longitude juntamente com as amostras F069 e F070 (essa última será mais discutida no texto). Tiveram também correlação com tipos de substratos e ou profundidades.

Bioerosão

A quase totalidade dos icnotraços ocasionados por fungos microendolíticos (Wisshak et al., 2005; Taylor et al., 2015; Vogel e Breh., 2009), com exceção dos traços *Sarcomorpha* isp., *Orthognum* isp. e fungo indeterminado, apresentou uma correlação significativamente positiva ($p < 0,01$; Tab 6) com bioclastos onde a fragmentação é inferior do que 20%. As duas variações do icnotraço *Phytophora* isp. (Figura 2) apresentaram correlação significativa com a profundidade, (isp. 1: $p < 0,01$; rho 0,7055556 e isp. 2: $p < 0,01$; rho 0,6113469). E, considerando que estes traços foram encontrados em localidades relativamente profundas, abaixo do nível de base de ondas de tempo bom, pode-se afirmar que esse ambiente é de baixa energia, onde há uma menor possibilidade de fragmentação desses bioclastos por processos físico-mecânicos. Por isso, é possível haver uma maior frequência de bioclastos com tamanho maior de 20%.

Todos os icnotraços citados acima, exceto o *Orthogonum* isp., foram correlacionados positivamente com conchas em estado natural ($p < 0,01$; Tab 6), mas isso não impede que em outros estados de dano, como coloração alterada para oxidado, reduzido e branco não possuíssem tais traços microendolíticos, visto que o parâmetro para determinação utilizado foi visual. Em certos bioclastos, a coloração natural ainda permitia certa transparência da concha, o que possibilitou a melhor identificação dos traços,. Em alguns casos durante a análise dos bioclasto foram constatados alguns exemplares de conchas em modificação de cor, onde parte do material já se encontrava esbranquiçado, com parte do bioclasto em estado ainda natural, preservando transparência e permitindo o diagnóstico ao menos parcial das características tafonômicas de origem biológica.

Considerando a relação entre as cores alteradas dos bioclastos, e os icnotraços produzidos por briozoários (Figura 2) (Mayoral, 1988), tiveram correlação positiva com cor oxidada ($p < 0,01$; Tab 8) e ou reduzida ($p < 0,05$), e correlação negativa com a cor natural dos bioclastos, indicando que certas incrustações possam levar mais tempo para se desenvolver, ou mesmo serem favorecidas em conchas mais alteradas (veja, por exemplo, Agostini et al., 2017). Possivelmente, os bioclastos permaneceram mais tempo na zona tafonomicamente ativa (TAZ), ou mesmo na interface sedimento-água (SWI). Esses briozoários podem estar possivelmente relacionados com estágios mais tardios da sucessão ecológica na concha. E muitos dos traços de briozoários observados estavam correlacionados com o traço de cianobactéria *Phormidium* isp. ($\sim p < 0,01$; Tab 8), indicando que ambos talvez tenham propensão ao mesmo tipo de ambiente plataformal.

Os icnotraços *Fascichnus* isp. e *Scolesia filosa* são causados por cianobactérias (Radtke e Golubic, 2005) e tiveram correlação positiva significativa ($\sim p < 0,01$; Tab 7) com os traços gerados por fungos, principalmente se analisado somente o icnotraço *Fascichnus* isp., que mostra muita correlação com esses seres heterotróficos, talvez seja alguma espécie mais plástica em relação às profundidades relacionadas ao ambiente em que se encontra. Já o traço *Phormidium* isp., também ocasionado por cianobactérias (Wisshak e Tapanila, 2008), teve correlação inversa ($p < 0,01$; Tab 7) com os traços *Fascichnus* isp. e *Scolesia filosa*. Talvez, esses tenham uma disputa por nichos parecidos ou equivalentes. O icnogênero *Phormidium* isp. (Figura 5) foi o traço mais frequente em todas amostras analisadas neste estudo. Isso pode indicar um certo viés operacional, pois seu traço é muito característico e bastante fácil de

visualizar mesmo com cores e texturas das conchas muito alteradas, não necessitando assim de transparência nas valvas para seu diagnóstico.

Predação

Os tipos de furos de predação *Oichuns simplex* e *O. paraboloides* (Figura 3) tiveram correlação positiva significativa ($p < 0,01$; Tabela 9) com fragmentação inferior do que 20%, onde a cor ainda está natural natural. *O. simplex* e *O. paraboloides* tiveram forte correlação com a profundidade ($p < 0,01$, $\rho = 0,7871426$; $p < 0,01$; $RHO = 0,6168794$ respectivamente).

Incrustação

As incrustações produzidas por poliquetos *Mucroserpula mucroserpula* e *Propomatocerus semicostatus* (Luci e Lazo, 2014) foram positivamente correlacionadas ($p < 0,05$) com bioclastos com fragmentação inferior a 20%. Uma vez que são poliquetos relativamente grandes em relação aos outros analisados, é plausível afirmar que estes preferem substratos maiores, justamente pelo seu tamanho relativamente grande necessitam um substrato que condiz com essa característica corpórea (Figura 4). Os outros poliquetos incrustantes não foram significativamente correlacionados com o grau de fragmentação. Todos os traços de poliquetos, exceto *Parsimonia antiquata*, foram positivamente correlacionados ($p < 0,01$; Tabela 10) com fragmentos de tubo de poliqueto. Provavelmente, vários dos tubos de poliquetos não identificados são originários de várias espécies com correlação positiva. *Mucroserpula mucroserpula* e tubos fragmentados indeterminados tiveram correlação positiva com a profundidade ($p < 0,01$; $\rho = 0,5678921$ e $p < 0,01$; $\rho = 0,5910573$ respectivamente).

Os briozoários indeterminados e *Voigttopora* sp. têm preferência por bioclastos com fragmentação inferior a 20% ($p < 0,01$; Tabela 11). O briozoário *Voigttopora* sp. (Figura 4) tem uma certa propensão para incrustar bioclasto de cores alteradas, como reduzida e branca ($p < 0,01$; Tabela 11) e ($p < 0,05$). Enquanto briozoários indeterminados apresentam uma propensão para infestar bioclastos de cores reduzidas ($p < 0,01$; Tabela 11). O gênero *Voigttopora* sp. parece mostrar também

uma possível preferência com uma quantidade ideal de salinidade, e, conforme esse valor ideal de salinidade se altera a frequência deste icnotraço diminui (gráfico de barra x). Esse gênero também tem correlação com a profundidade ($p < 0,01$; $\rho 0,7387687$), onde seu habitat preferencial possivelmente seja de águas profundas (130m - 200m). Esse mesmo briozoário teve correlação muito significativa com várias espécies de poliquetos, inclusive *Mucroserpula mucroserpula* ($p < 0,01$; Tabela 10), além de tubos fragmentados indeterminados ($p < 0,01$; Tabela 10), todos relacionados com ambientes mais profundos.

Os foraminíferos incrustantes indeterminados apresentaram preferência por bioclastos com fragmentação inferior a 20% ($p < 0,05$), cores alteradas (oxidada e reduzida; $p < 0,05$) e também tiveram uma correlação significativa com vários grupos de esclerobiontes, especialmente briozoários e algas carbonáticas ($p < 0,05$) e ($p < 0,01$ respectivamente; Tabela 12), além de poliquetos ($p < 0,05$).

Amostra F070

A amostra F070 mostrou-se bastante correlacionada com longitude, latitude e profundidade, características que afetam diretamente os traços tafonômicos de origem biogênica. Os traços microendolíticos causados por fungos têm uma maior abundância e diversidade em amostras mais profundas (Figuras. 6 e 9). Na amostra F070 (135 metros de profundidade), os 7 tipos de traços microendolíticos ocasionados por fungos estiveram presentes. O icnogênero *Phytophthora* isp. 1 e isp. 2 mostraram claramente que suas abundâncias são muito maiores em localidades onde os bioclastos possuem menos de 20% de fragmentação, juntamente com zonas mais profundas mostrando assim, talvez uma preferência ecológica desse icnogênero. Porém, há também uma grande abundância do traço *Phormidium* isp. (cianobactéria microendolítica) mesmo em zona muito profunda, afótica. Isso talvez se explique, pois segundo Corrêa (1996), o nível do mar em tempos pretéritos, encontrava-se aproximadamente 130 m abaixo do nível atual. Ritter (2018), que fez datação em amostras de bioclastos da plataforma continental do RS em profundidades maiores que 100m, demonstrou que algumas conchas podem atingir 30.000 anos. Portanto, é possível afirmar que, conforme o nível do mar subia, os bioclastos da amostra F070 pudessem reunir, ao longo dos anos, diversos nichos e

habitats que foram se modificando no decorrer da história naquele ambiente, refletindo assim as variações no nível do mar. Antes, o que poderia ser um ambiente com muita energia sujeito à zona fótica (raso), atualmente é de baixa energia, sujeito à zona afótica (profundo). E essa gama de possibilidades ambientais que deram a essa amostra uma diversidade tão grande de traços de origem biológica, permitindo assim existir, numa amostra tão profunda e relativamente afótica, bioclastos com traços ocasionados de cianobactérias que precisam de luz difusa na água.

CONCLUSÕES

Neste trabalho, foram discriminados e caracterizados danos tafonômicos de origem biogênica presentes em conchas de moluscos bivalves marinhos recentes. Estes traços microendolíticos e esclerobiontes representam uma pequena parcela da imensidão biológica dos icnotraços de origem biogênica da plataforma continental do sul do Brasil. Embora o efeito biológico sobre a destruição tafonômica em bioclastos subtropicais seja amplamente desconhecido na literatura, foi possível relacionar estas assinaturas tafonômicas em bioclastos de ambientes plataformais subtropicais com características ambientais, principalmente profundidade.

Para que se obtenha uma correlação traço de dano biológico com relações ambientais é sempre necessária uma caracterização mais aprofundada desses icnotraços, para assim possibilitar correlações quantitativas e significativas com dados ambientais. Alguns desses traços microendolíticos, esclerobiontes e furos de predação possibilitam a correlação direta deles com alguns fatores ambientais, como a profundidade, que influenciou significativamente pelo menos 7 traços. Muitos outros icnotraços ainda possibilitam a correlação direta com longitude e latitude (e seus fatores ambientais agregados). Alguns traços, ainda, foram condicionados pela granulometria e composição do sedimento.

Visto que rochas sedimentares tipo coquinas tem origem semelhante em ambientes deposicionais parecidos ao que foi estudado, é de grande valia a utilização de traços de bioerosão, predação e incrustação como forma de reconstrução de paleoambientes onde essas rochas sedimentares foram formadas.

Outras rochas que tenham sido formadas em ambientes deposicionais equivalentes ao descrito podem utilizar essas assinaturas de origem biológica, pois são uma ótima ferramenta indicadora de relações com o ambiente em que elas se encontram, dando assim embasamento metodológico para aplicações nos processos de reconstruções paleoambientais e paleoecológicos.

REFERÊNCIAS

- Agostini, V. O., Ritter M. N., Macedo A. J., Muxagata, E. e Erthal, F. 2017. **What determines sclerobiont colonization on marine mollusk shells?** PLOS ONE. 12(9): e0184745.
- Archuby, F. M e Gordillo, S. 2018. **Drilling predation traces on recent limpets from northern Patagonia, Argentina.** Palaeontologia Electronica, 21 (3): 1-23.
- Behrensmeyer A.K., Fürsich F.T., Gastaldo R.A., Kidwell S.M., Kosnik M.A., Kowalewski M., Plotnick R.E., Rogers R.R., Alroy J. 2005. **Are the most durable shelly taxa also the most common in the marine fossil record?** Paleobiology. 31:607-623.
- Behrensmeyer A.K., Kidwell S.M. e Gastaldo R.A. 2000. **Taphonomy and paleobiology.** In: D.H. Erwin & S.L. Wing (eds.) **Deep time: Paleobiology's perspective, Paleobiology Supplement 4.** v. 26. p: 103-147.
- Best, M.M.R. 2008. **Contrast in preservation of bivalve death assemblages in siliciclastic and carbonate tropical shelf settings.** PALAIOS. 23: 796-809.
- Bishop, J. D. D. 1988. **Disarticulated bivalve shells as substrates for encrustation by the bryozoan *Cribrilina puncturata* in the Plio-Pleistocene Red Crag of eastern England.** Paleontology. 31 (2): 237-253.
- Boardman, R. S., Cheetham, A. H. e Rowell, A. J. 1987. **Fossil Invertebrates.** 1 Ed. Palo Alto, Oxford, London, Edinburgh, Boston e Melbourne. Blackwell Scientific Publications.
- Breton, G., Wisshak, M., Néraudeau, D., e Morel, N. 2017. **Parasitic gastropod bioerosion trace fossil on Cenomanian oysters from Le Mans, France and its ichnologic and taphonomic context.** Acta Palaeontologica Polonica. 62 (1): 45–57.

Brett C.E., Parsons-Hubbard K.M., Walker S.E., Ferguson C., Powell E.N., Staff G., Ashton-Alcox K.A. e Raymond A. 2011. **Gradients and patterns of sclerobionts on experimentally deployed bivalve shells: Synopsis of bathymetric and temporal trends on a decadal time scale.** *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 312: 278-304.

Brusca, R. C., Moore, W. e Shuster, S. M. 2018. **Invertebrados.** 3 Ed. Rio Janeiro. Guanabara Koogan.

Budd, D.A. e Perkins, R.D. 1980. **Bathymetric zonation and paleoecological significance of microborings in Puerto Rican shelf and slope sediments.** *Journal of Sedimentary Petrology*. 50: 881–903.

Calliari, L. J. 1997. **Geomorphological settings.** In: U. Seeliger; C.Odebrecht e J. Castella (Eds.) **Subtropical convergence marine ecosystem. The coast and the sea in the warm temperate southwestern Atlantic.** Springer Verlag. p: 91-94.

Calliari, L. J., Esteves, L. S., Oliveira, C. P. L., Tozzi, H. A. M., Silva, R. P e Cardoso, J. N. 1994. **Padrões sonográficos sedimentológicos de um afloramento de beachrock na plataforma interna do Rio Grande do Sul (COMEMIR-OSNLR).** *Nostas Técnicas*. 7:27-32.

Calliari, L. J. e Fachin, S. 1993. **Laguna dos Patos. Influência nos depósitos lamíticos costeiros.** *Pesquisas*. 20:57-69.

Caruso Jr. F. 1999. **Shell deposits in the Santa Catarina coastal area, southern region of Brazil.** In: L. R. Martins e C. I. Santana (Eds.) **Non-living resources of the Southern Brazilian Coastal Zone and Continental Margin.** IOC-UNESCO. OSNLR. SERG. p:69-79.

Cerrano, C., Bavestrello, G., Calcinai, B., Cattaneo-Vietti, R., Chiantore, M., Guidetti, M. e Sarà, A. 2001. **Biorosive processes in Antarctic seas.** *Polar Biology*. 24: 790-792.

Chacón, E., Berrendero, E. e Pichel, F. G. 2006. **Biogeological signatures of microboring cyanobacterial communities in marine carbonates from Cabo Rojo, Puerto Rico.** *Sedimentary Geology*. 185: 215-228.

Clarkson, E. N. K. 2007. **Invertebrate paleontology and evolution.** 4 Ed. Malden, Oxford e Victoria. Blackwell Science.

Corrêa, I. C. S. 1996. **Les variations du niveau de la mer durant les derniers 17.500 ans BP: l' exemple de la plate-forme continentale du Rio Grande do Sul.** *Marine Geology*. 130: 163-178.

Corrêa, I. C. S., Matins, L. R. S., Ketzer, J. M. M., Elias, A. R. D. e Martins, R. 1996. **Evolução sedimentológica e paleogeográfica da Plataforma Continental Sul e Sudeste do Brasil.** *Notas Técnicas*. 9:51-61.

Cox, I. R., Newell, N. D., Boyd, D. W., Branson, C. C., Casey, R., Chavan, A., Coogan, A. H., Dechaseaux, C., Fleming, A. C., Hass F., Hertlein, L.G., Kauffman, E. G., Myra Keen, A., LaRocque, A., McAlester, A. L., Moore, R. C., Nuttal, C. P., Prekins, B. F., Puri, H. S., Smith, L. A., Soot-Ryen, T., Stenzel, H. B., Trueman, E. R., Turner, R. D e Weir, J. 1969. **Treatise on invertebrate paleontology. Part N - volume 1 - 3 Mollusca 6 - bivalvia.** The Geological society of america, Inc e The University of Kansas. Kansas, Connecticut e New york.

Cutler, A. H. 1994. **Taphonomic implications of shell surface textures in Bahia la Choya, northern Gulf of California.** *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 114: 219-240.

Davies, D.J.; Powell, E.N. & Stanton Jr., R.J. 1989. **Taphonomic signature as a function of environmental processes: shells and shell beds in a hurricane-influenced inlet on the Texas coast.** *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 72:317-356.

Edinger E.N. 2003. **Bioerosion.** In: Briggs, D.E.G. & Crowther, P.R. (eds.) *Paleobiology II*, Blackwell Publishing, Malden, Oxford. p: 273-277.

Erthal, F. 2012. **Assinaturas tafonômicas em bivalves marinhos recentes na costa do Brasil e seu significado paleoambiental.** Dissertação (Doutorado em Geociências) Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. p: 212.

Erthal, F. e Ritter, M. N. 2017. **Tafonomia Atualística: conceitos e aplicações.** In: R.S. Horodyski e F. Erthal (Eds.) **Tafonomia: métodos, processos e aplicações.** CRV. p: 29-79.

Erthal, F., Ritter, M.N. e Kotzian C.B. 2016. **Assinaturas tafonômicas em moluscos recentes e seu significado paleoambiental.** Terræ Didática, 13(1):5-30.

Glaub, I. 1994. **Mikrobohrspuren in ausgewählten Ablagerungsräumen des europäischen Jura und der Unterkreide.** Courier Forschungsinstitut Senckenberg. 174: 1–324.

Glaub, I., Golubic, S., Gektidis, M., Radtke, G. e Vogel, K. 2007. **Microborings and Microbial Endoliths: Geological Implications.** Trace Fossils: Concepts, Problems, Prospects. Elsevier B. V. p: 368-381

Golubic, S., Brent, G. e LeCampion-Alsumard, T. 1970. **Scanning electron microscopy of endolithic algae and fungi using a multipurpose casting-embedding technique.** Lethaia. 3: 203–209.

Golubic, S., Campbell, S.E. e Spaeth, C. 1983. **Kunsthharzausgüsse fossiler Mikroben-Bohrgänge (resin-casting of fossil microbial borings).** Der Präparator. 29: 197–200.

Golubic, S., Perkins, R.D. e Lukas, K.J. 1975. **Boring microorganisms and microborings in carbonate substrates.** In: Frey, R.W. (Ed.) The study of trace fossils, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg. p: 229–259.

Golubic, S., Radtke, G., e Campion-Alsumard, T. L. 2005. **Endolithic fungi in marine ecosystems**. *TRENDS in Microbiology*. 13 (5): 229-235.

Holz, M. e Simões, M. G. 2002. **Elementos fundamentais de tafonomia**. 1 Ed. Porto Alegre. Editora da Universidade/UFRGS.

Jones, R. W. 2014. **Foraminifera and their applications**. 1 Ed. Cambridge. Cambridge university press.

Kidwell, S. M. 2013. **Time-averaging and fidelity of modern death assemblages: building a taphonomic foundation for conservation paleobiology**. *Palaeontology*. 56: 487-522.

Kidwell, S.M. e Bosence, D.W.J. 1991. **Taphonomy and time-averaging of marine shelly faunas**. In: P.A. Allison e D.E.G. Briggs (eds.) *Taphonomy: Releasing the Data Locked in the Fossil Record*. Plenum Press. New York. p: 115-209.

Kidwell. S. M. e Flessa, K. W. 1996. **Evolution of the fossil record: thickness trends in marine skeletal accumulations and their implications**. *In: D. Jablonski; D. H. Erwin e J. H. Lipps (Eds.) Evolutionary paleobiology*. University of Chicago press. p: 290-336.

Kidwell. S. M. e Holland, S. M. 2002. **The quality of the fossil record: Implications for evolutionary analyses**. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 33: 561-588.

Kidwell, S. M., Rothfus, T. A. e Best, M. R. 2001. **Sensitivity of Taphonomic Signatures to Sample Size, Sieve Size, Damage Scoring System, and Target Taxa**. *PALAIOS*. V. 16, p: 26–52.

Kowalewski, M. e Hoffmeister, A.P. 2003. **Sieves and fossils: effects of mesh size on paleontological patterns**. *PALAIOS*. 18:459-468.

Kowalewski, M. e LaBarbera, M. 2004. **Actualistic taphonomy: death, decay, and disintegration in contemporary settings**. *PALAIOS*. 19: 423-427.

Kowsmann, R. O. e Costa, M P. A. 1979. **Sedimentação quartenária da margem continental brasileira e das áreas oceânicas adjacentes.** Séries Projeto REMAC. 8: 7-55.

Lescinsky, H. D. 1993. **Taphonomy and Paleoecology of Epibionts on the Scallops *Chlamys hastata* (Sowerby 1843) and *Chlamys rubida* (Hinds 1845).** PALAIOS. V. 8, p: 267-277

Lescinsky, H. D., Edinger, E. e Risk, M. J. 2002. **Mollusc Shell Encrustation and Bioerosion Rates in a Modern Epeiric Sea: Taphonomy Experiments in the Java Sea, Indonesia.** PALAIOS. v. 17, p: 171-191

Luci, L. e Lazo, D.G. 2014. **Living on an island: characterization of the encrusting fauna of large pectinid bivalves from the Lower Cretaceous of the Neuquen Basin, west-central Argentina.** Lethaia.

Mao Che, L., Champion-Alsumard, T. L., Boury-Esnault, N., Payri. C., Golubic, S. e Bézac, C. 1996. **Biodegradation of shells of the black pearl oyster, *Pinctada margaritifera* Var. *Cumingii*, by microborers and sponges of French Polynesia.** Marine Biology. 126:509-519.

Martins, L. R. Martins, I. R. e Corrêa, I. C. S. 1985. **Aspectos sedimentares da plataforma externa e talude superior do Rio Grande do Sul.** Pesquisas. 17:68-90.

Martins, L. R. Martins, I. R. e Urien, C. M. 2003. **Aspectos Sedimentares da Plataforma Continental na Área de Influência do Rio de La Plata.** Gravel. 1:68-80.

Mayoral, E. 1988. *Pennatichnus* nov. icnogen.; *Penaceocladichnus* nov. icnogen. e *Iramena*. **Huellas de bioerosión debidas a bryozoa perforantes (ctenostomata, plioceno inferior) en la cuenca del Bajo Guadalquivir.** Revista Española de Paleontología. 3: 13-22.

Mikkelsen, P. M. e Bieler, R. 2008. **Seashells of Southern Florida** - Living marine mollusks of the Florida keys and adjacent regions. 1 Ed. Princeton University Press. New Jersey.

Möller, O. O., Piola, A. R., Freitas, A. C. e Campos, E. J. D. 2008. **The effects of river discharge and seasonal winds on the shelf off southeastern South America**. Continental Shelf Research. 28: 1607-1624.

Pantazidou, A., Louvrou, I. e Economou-amilli, A. 2006. **Euendolithic shell-boring cyanobacteria and chlorophytes from the saline lagoon Ahivadolimni on Milos Island, Greece**. Eur. J. Phycol. 41(2): 189–200.

Parsons-Hubbard, K.M. 2005. **Molluscan taphofacies in Recent carbonate reef/lagoon systems and their application to sub-fossil samples from reef cores**. PALAIOS. 20: 175-191.

Parsons, K.M. e Brett, C.E. 1991. **Taphonomic processes and biases in modern marine environments: an actualistic perspective on fossil assemblage preservation**. In: Donovan, S.K., (Ed.). The Processes of Fossilization. Columbia University Press. p: 22-65.

Perry, C. T. e Macdonald, I. A. 2002. **Impacts of light penetration on the bathymetry of reef microboring communities: implications for the development of microendolithic trace assemblages**. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 186: 101-113.

Pimpão, D. M. 2004. **Moluscos bivalves da Plataforma Externa e Talude Superior ao largo de Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) UFRGS - Porto Alegre. p: 204

Radtke, G. M. 1993. **The Distribution of Microborings in Molluscan Shells from Recent Reef Environments at Lee Stocking Island, Bahamas**. FACIES 29: 81-92

Radtke, G. e Golubic, S. 2005. **Microborings in mollusk shells, Bay of Safaga, Egypt: Morphometry and ichnology.** *Facies*. 51: 118–134.

Ritter, M.N. e Erthal, F. 2015. **Time-averaging e suas implicações para o registro fóssil marinho.** *Terrae Didática*. 12(2):81-103.

Ritter, M. do N. 2018. **Padrões espaço-temporais do registro fóssil com base em acumulações de moluscos da plataforma continental do sul do Brasil.** Tese (Doutorado em Geociências) Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. P: 193.

Rodrigues, S. C. 2006. **Tafonomia de Moluscos Bivalves e Braquiópodes das Enseadas de Ubatuba e Picinguaba, Norte do Estado de São Paulo: Implicações do Uso de Assinaturas Tafonômicas no Reconhecimento de Gradientes Ambientais.** Tese (Doutorado em Geociências), Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo. p:118.

Ruggiero, E. T. e Raia, P. 2010. **Bioerosion structures and their distribution on shells of the Lower Pleistocene terebratulid brachiopod *Gryphus minor*.** *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 293: 157–166.

Smith A.M. e Nelson C. 2003. **Effects of early sea-floor processes on the Taphonomy of temperate shelf skeletal carbonate deposits.** *Earth-Science Reviews*. 63:1-31.

Souza, R. B. e Robinson, I. S. 2004. **Lagrangian and satellite observations of the Brazilian Coastal Current.** *Continental Shelf Research*. 24: 241-262.

Speyer S.E., Brett C.E. 1988. **Taphofacies models for epeiric sea environments: middle Paleozoic examples.** *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 63: 225-262.

Staff G.M., Callender W.R., Powell K.M., ParsonsHubbard, K.M., Brett, C.E., Walker, S.E., Carlson, D.D., White, S., Raymond, A. e Heise, E.A. 2002. **Taphonomic**

trends along a foreereef slope: Lee Stocking Island, Bahamas. II. Time. PALAIOS, 17:66-83.

Taylor, T. N., Krings, M. e Taylor, E. L. 2015. **Fossil Fungi.** 1 Ed. London, San Diego, Waltham e Oxford. Elsevier.

Taylor P.D. e Wilson M.A. 2003. **Palaeoecology and evolution of marine hard substrate communities.** Earth-Science Reviews. 62:1-103.

Tomasovych, A., e Zuschin, M. 2009. **Variation in brachiopod preservation along a carbonate shelf-basin transect (Red Sea and Gulf of Aden): Environmental sensitivity of taphofacies.** PALAIOS. 24(10). 697–716.

Tomašových, A. e Rothfuss, T.A. 2005. **Differential taphonomy of modern brachiopods (San Juan Islands, Washington State): effect of intrinsic factors on damage and community-level abundance.** Lethaia, 38:271-292.

Veiga, F. A., Angulo, R.J., Marone, E. e Brandini, F.P. 2004. **Características sedimentológicas da plataforma continental interna rasa na porção central do litoral Paranaense.** Boletim Paranaense de Geociências. n. 55, p: 67-75.

Vogel, K., Bundschuh, M., Glaub, I., Hofmann, K., Radtke, G. e Schmidt, H. 1995. **Hard substrate ichnocoenoses and their relations to light intensity and marine bathymetry.** Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie – Abhandlungen, 193: 49–61.

Vogel, K., Golubic, S. e Brett, C.E. 1987. **Endolith associations, their relation to facies distribution in the Middle Devonian of New York State, U.S.A.** Lethaia, 20: 263–290.

Wisshak, M. e Tapanila, L. 2008. **Current Developments in Bioerosion – Erlangen Earth Conference Series.** Springer. Springer. 1 Ed. p: 499.

Young H.R. e Nelson C.S. 1988. **Endolithic biodegradation of cool-water skeletal carbonates on Scott shelf, northwestern Vancouver Island, Canada.** *Sedimentary Geology*. 60: 251-267.

Zembruski, S. G. 1979, **Geomorfologia da margem continental sul brasileira e das bacias oceânicas adjacentes.** *In:* H.A.F Chaves (Ed.) ***Geomorfologia da margem continental sul brasileira e das bacias oceânicas adjacentes.*** Rio de Janeiro, PETROBRAS, ENPES, DINTEP, p: 129-177 (Projeto REMAC Series 7)