

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO

TAMIRIS MORILLA

**PALEOECOLOGIA DOS MOLUSCOS BIVALVES DA FORMAÇÃO LA
MESETA (ILHA SEYMOUR, ANTÁRTICA): RELAÇÃO COM AS FÁCIES
LOCAIS OU MUDANÇAS CLIMÁTICAS DO EOCENO?**

Uberaba-MG 2024

TAMIRIS MORILLA

**PALEOECOLOGIA DOS MOLUSCOS BIVALVES DA FORMAÇÃO LA
MESETA (ILHA SEYMOUR, ANTÁRTICA): RELAÇÃO COM AS FÁCIES
LOCAIS OU MUDANÇAS CLIMÁTICAS DO EOCENO?**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal do Triângulo Mineiro para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental, na área de concentração Paleontologia.

Orientadora: Profa Dra Fernanda Quaglio

Julho de 2024

**Catálogo na fonte: Biblioteca da Universidade Federal do
Triângulo Mineiro**

M849p	Morilla, Tamiris Paleoecologia dos moluscos bivalves da formação La Meseta (Ilha Seymour, Antártica): relação com as fácies locais ou mudanças climáticas do eoceno? / Tamiris Morilla. -- 2024. 88f.. : il., graf., tab. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) -- Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2024 Orientadora: Profa. Dra. Fernanda Quaglio 1. Invertebrados. 2. Temperatura. 3. Guildas. 4. Mudanças climáticas. 5. Paleontologia. 6. Paleontologia – Cenozóico. I. Quaglio, Fernanda. II. Universidade Federal do Triângulo Mineiro. III. Título. CDU 56:551.583“62”
-------	---

TAMIRIS MORILLA DE SOUZA

PALEOECOLOGIA DOS MOLUSCOS BIVALVES DA FORMAÇÃO LA MESETA (ILHA SEYMOUR, ANTÁRTICA): RELAÇÃO COM AS FÁCIES LOCAIS OU MUDANÇAS CLIMÁTICAS DO EOCENO?

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, para obtenção do título de mestre.

Uberaba, 30 de julho de 2024.

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Fernanda Quaglio
Orientadora - UNIFESP/UFTM

Prof. Dr. Matias do Nascimento Ritter
Membro Titular - UFRGS

Dra. Leslie Manríquez Márquez
Membro Titular - Instituto Antártico Chileno



Documento assinado eletronicamente por **Fernanda Quaglio, Usuário Externo**, em 31/07/2024, às 19:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#) e no art. 34 da [Portaria Reitoria/UFTM nº 215, de 16 de julho de 2024](#).



Documento assinado eletronicamente por **Matias do Nascimento Ritter, Usuário Externo**, em 01/08/2024, às 09:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#) e no art. 34 da [Portaria Reitoria/UFTM nº 215, de 16 de julho de 2024](#).



Documento assinado eletronicamente por **Leslie Manriquez Marquez, Usuário Externo**, em 01/08/2024, às 11:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#) e no art. 34 da [Portaria Reitoria/UFTM nº 215, de 16 de julho de 2024](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufmt.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1270396** e o código CRC **B550980B**.

*“The science of fossil shells is the first step
towards the study of the earth.”*

(Giovanni Battista Brocchi)

Para minha avó, Maria Helena.

AGRADECIMENTOS

O caminho da pós-graduação é muito solitário, desmotivador e nos faz duvidar das nossas capacidades incontáveis vezes. Muitos foram os que me alertaram quanto a isso, mas mesmo assim, decidi começar essa jornada. Contudo, em momento algum me alertaram que haveriam vivências, pessoas e criação de laços que tornariam essa jornada em uma aventura com dores mais suportáveis, e a construção e realização deste sonho possível.

Então, começo agradecendo minha irmã Tatiane, minha terapeuta Ana, e minhas amigas Maria, Gabriele, Vivi, Joyce e Karina. E claro, Pedro e Juliana pelos incontáveis momentos de apoio e loucuras proporcionados do ensino médio até hoje. Todos vocês, cada um a sua maneira e em momentos diferentes foram suporte para eu iniciar, continuar e chegar até a conquista do diploma de mestre.

É impossível também não agradecer aos meus avós maternos, mas principalmente minha avó, que sempre foi a minha confidente e musa inspiradora. A primeira pessoa a se levantar e lutar para que eu não desistisse de estudar porque sempre acreditou e defendeu os efeitos transformadores dos estudos na vida das pessoas e consequentemente no mundo (e olha que ela nem fazia ideia de quem foi Paulo Freire e suas ideias). Ela sempre foi a minha maior apoiadora, me ensinou a sonhar e lutar para realizar meus sonhos. É uma dor enorme ver que uma doença levou sua lucidez e tornou impossível ela não estar comigo nesses últimos anos. Essa conquista é também dela e prometo celebrar por nós.

Também agradeço ao movimento estudantil e a luta incansável para melhores condições, valorização e reconhecimento da educação pública e do fazer ciência no Brasil, que apesar dos diversos desincentivos e cortes monetários, os cientistas seguem fazendo pesquisas de qualidade.

Nesse sentido, não posso deixar de agradecer o suporte financeiro da FAPEMIG durante os meses transcorridos dessa pesquisa. Essa é uma forma de incentivo a dedicação exclusiva e reconhecimento da ciência quanto trabalho. Sem esta remuneração seria impossível meu ingresso e permanência na pós-graduação. Deixo aqui também meu agradecimento a sociedade civil que através de seus diversos impostos contribuem para que este reconhecimento também seja possível.

Agradeço ao Instituto Antártico Chileno- Inach, pela colaboração na realização do meu trabalho de estágio de campo, que proporcionou à esta pesquisadora iniciante sua primeira experiência de campo com infinitas conchas fósseis disponíveis, em condições adversas de clima e com uma equipe muito acolhedora. El Puesto, estudar e explorar a Patagônia Chilena em busca de fósseis com vocês foi incrível, vocês tornaram tudo mais fácil, leve e divertido.

Por fim, mas não menos importante, agradeço a minha orientadora pelos anos de trabalho e parceria, por confiar na minha capacidade de realizar esta pesquisa e campo. Peço desculpas pelos momentos em que te decepcionei, mas te agradeço por não ter desistido de mim, por compartilhar comigo seus conhecimentos, o amor e encanto pelos estudos austrais.

RESUMO

A Antártica possui registros de glaciação ligados ao esfriamento global ocorrido entre o final do Eoceno e começo do Oligoceno, que corresponde à última mudança Greenhouse-Icehouse do planeta. Neste contexto, a Formação La Meseta (Ilha Seymour/Marambio) preserva importante registro de mudanças ambientais locais que ocorreram previamente ao intenso esfriamento que se seguiu. Com rochas fossilíferas de praticamente todo o Eoceno, a unidade contém grande diversidade de macroinvertebrados marinhos, principalmente moluscos bivalves preservados ao longo de toda a unidade. Este trabalho utilizou dados ecológicos de bivalves atuais, considerados representantes dos moluscos bivalves registrados na Formação La Meseta, para avaliar quais parâmetros mudaram ao longo da estratigrafia da unidade, e se essas mudanças podem estar relacionadas a mudanças locais, ligadas às fácies sedimentares, ou globais, ligadas às mudanças climáticas. Parâmetros ambientais, tais quais guildas, substrato, batimetria, zona climática e distribuição geográfica foram submetidos às análises de correspondência e testes qui-quadrado para compreensão da significância e correspondência das variáveis com os intervalos ou subunidades estratigráficas de ocorrência dos bivalves registrados. Todos os intervalos e as variáveis estão associados de forma estatisticamente significativas. A variável “zona climática” representou 76,6% de significância em relação às subunidades, sendo o parâmetro com maior porcentagem e maior associação, majoritariamente a climas “Tropicais” e “Subtropicais”. As categorias de clima mais frio (“Polar” e “Temperado”) são ausentes nas subunidades inferiores, e os relacionados à categoria clima “Temperado” aparecem a partir da metade superior da unidade. Os outros parâmetros apresentaram menores mudanças (“Guildas” 61%, “Substrato” 55,8%, “Batimetria” 62,9% e “Distribuição Geográfica” 68,3%). Contudo, essas variáveis mostraram relevância e influência local na ecologia das comunidades bentônicas de bivalves. Assim, é possível observar que a paleoecologia da comunidade de bivalves da Formação La Meseta apresenta mudanças que sugerem resposta à tendência de resfriamento no final do Eoceno. Esses dados podem sugerir que os bivalves podem migrar e eventualmente se extinguir em resposta a mudanças ambientais ligadas à temperatura e clima. Dessa forma, os dados podem contribuir para discussões atuais de como mudanças climáticas atuais podem afetar de maneira local e global essas comunidades.

Palavras chave: Macroinvertebrados; Temperatura; Guildas; Mudanças climáticas; Paleoambiente; Cenozoico

ABSTRACT

Antarctica records glaciation events linked to the global cooling that occurred at the end of the Eocene and the beginning of the Oligocene, which corresponds to the last Greenhouse-Icehouse shift of the planet. In this context, the La Meseta Formation (Seymour Island/Marambio) preserves an important record of local environmental changes that occurred previously to the Cenozoic intense cooling. The unit contains fossiliferous rocks from almost the whole Eocene, with high diversity of marine macroinvertebrates, especially bivalve molluscs. This work used ecological data from Present-Day bivalves, considered here as representatives of the bivalve taxa recorded in the La Meseta Formation, in order to assess changing of those parameters throughout the stratigraphy of the unit, and evaluate whether these changes may be related to local environmental changes, associated to sedimentary facies, or global changes, linked to climate change. We run correspondence analyses and chi-square tests using environmental parameters such as guilds, substrate, bathymetry, climatic zone and geographic distribution to understand the significance and correspondence of the variables with the intervals or stratigraphic subunits where bivalves are recorded. All intervals and variables are associated in a statistically significant way. The variable "climatic zone" represented 76.6% of significance in relation to the subunits, being the parameter with the highest percentage and greatest association, mostly with "Tropical" and "Subtropical" climates. The cooler climate categories ("Polar" and "Temperate") are absent in the lower subunits, and those related to the "Temperate" climate category are recorded upwards the half of the unit. The other parameters showed minor changes ("Guilds" 61%, "Substrate" 55.8%, "Bathymetry" 62.9% and "Geographic Distribution" 68.3%). However, these variables exhibited relevance and local influence on the ecology of the bivalves. Thus, we observed that the paleoecology of the bivalve community of the La Meseta Formation presents changes that suggest a response to the cooling trend at the end of the Eocene. These data may suggest that bivalves may migrate and eventually become extinct in response to environmental changes linked to temperature and climate. In this way, our data can contribute to discussions on how current climate change can affect benthic communities locally and globally.

Keywords: Macroinvertebrates; Temperature; Guilds; Climate change; Paleoenvironment; Cenozoic

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da Ilha Seymour e Marambio e Formação La Meseta na Península Antártica.....	2
Figura 2 - Diferentes propostas de subdivisão geológica para Formação La Meseta e correlação nomenclatural.....	6
Figura 3 - Modo de vida dos moluscos, de acordo com sua relação com o substrato <i>sensu</i> Stanley (1970).....	7
Figura 4 - Gráfico de correspondência <i>balloonplot</i> e qui-quadrado entre Telms e Guildas.....	19
Figura 5 - Gráfico de correspondência <i>balloonplot</i> e qui-quadrado entre Telms e Substrato.....	21
Figura 6 - Gráfico de correspondência <i>balloonplot</i> e qui-quadrado entre Telms e Batimetria.....	23
Figura 7 - Gráfico de correspondência <i>balloonplot</i> e qui-quadrado entre Telms e Zona Climática.....	25
Figura 8 - Gráfico de correspondência <i>balloonplot</i> e qui-quadrado entre Telms e Distribuição Geográfica/Oceanos.....	28
Figura 9 - Coluna estratigráfica da Formação Dorotea (Cretáceo) e Formação Man Aike (Eoceno).....	35
Figura 10 - Coluna estratigráfica detalhada do Ponto EP4, Formação Man Aike (Eoceno).....	37
Figura 11 - Alguns exemplares fósseis coletados em campo e incorporados na coleção do Instituto Antártico Chileno – INACH.....	38

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Organização e classificação das Guildas de moluscos bivalves segundo Aberhan (1994)	8
Tabela 2 - Esquema de classificação de zona climática segundo Köppen com temperatura em °C e precipitação em centímetros.....	13
Tabela 3 - Organização das categorias dos parâmetros ecológicos levantados com base nos representantes recentes dos táxons de bivalves da Formação La Meseta	16

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 PROBLEMA CIENTÍFICO.....	3
1.2 FORMAÇÃO LA MESETA.....	5
1.2.1 Subunidades ou Telms.....	5
1.3 PARÂMETROS ECOLÓGICOS.....	7
1.3.1 Guildas	7
1.3.2 Batimetria e Substrato.....	8
1.3.3 Biogeografia.....	9
1.3.4 Zona Climática.....	9
2 OBJETIVOS.....	10
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	10
3.1 ORGANIZAÇÃO DOS DADOS.....	11
3.2 VARIÁVEIS ECOLÓGICAS.....	12
3.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	16
4 RESULTADOS.....	17
5 DISCUSSÃO.....	29
6 CONCLUSÃO.....	33
7 ESTÁGIO INACH.....	33
REFERÊNCIAS.....	39

APÊNDICE 1- TABELA GERAL DOS DADOS

APÊNDICE 2- INFORMAÇÕES DOS TÁXONS E SUAS INFERÊNCIAS ECOLÓGICAS FINAIS

APÊNDICE 3- TABELA DE CODIFICAÇÃO PARA AS CATEGORIAS ECOLÓGICAS SELECIONADAS PARA ESTE TRABALHO EMPREGADA PARA ANÁLISE NO PROGRAMA ESTATÍSTICO R

APÊNDICE 4 - GRÁFICOS GERADOS USANDO A FUNÇÃO “SCREN PLOT” DO PROGRAMA DE ANÁLISES R.

APÊNDICE 5- LIVRO TOMBO COM AS AMOSTRAS COLETADAS EM CAMPO E INCORPORADAS A COLEÇÃO DO INACH.

APÊNDICE 6 - SCRIPT CONSTRUÍDO PARA ANÁLISES NO PROGRAMA ESTATÍSTICO R.

1 INTRODUÇÃO

A Antártica, hoje caracterizada pelo ambiente extremo e baixas temperaturas, teve no passado paisagens mais ricas e diversas, sem a presença dos extensos mantos de gelo atuais. Há aproximadamente 120 Ma, no Cretáceo, a Antártica apresentava características de clima temperado a frio (DiVenere et al. 1994) com médias de temperatura compatíveis com o que se observa atualmente na Patagônia (McKay et al. 2016; Sugden & Jamieson, 2018; Condamine & Kergoat, 2021).

Já no início do Cenozoico, uma fase de intenso esfriamento global que parece ter relação com o registro sedimentar na Antártica (Zachos et al. 2001). Oscilações na temperatura global ao longo do Eoceno atribuídas a causas diversas, como queda da concentração de CO₂, mudanças nos parâmetros orbitais do planeta, mudanças na geoquímica dos oceanos (Siegert et al. 2008; Pearson et al. 2009; DeConto & Pollard, 2003; Hain et al. 2010) culminaram na deflagração de uma das alterações climáticas mais importantes da história do planeta: a passagem de condições climáticas estufa para refrigeradoras (*Greenhouse-Icehouse*), ocorridas entre o final do Eoceno e início do Oligoceno (Francis et al. 2009; Sugden & Jamieson, 2018).

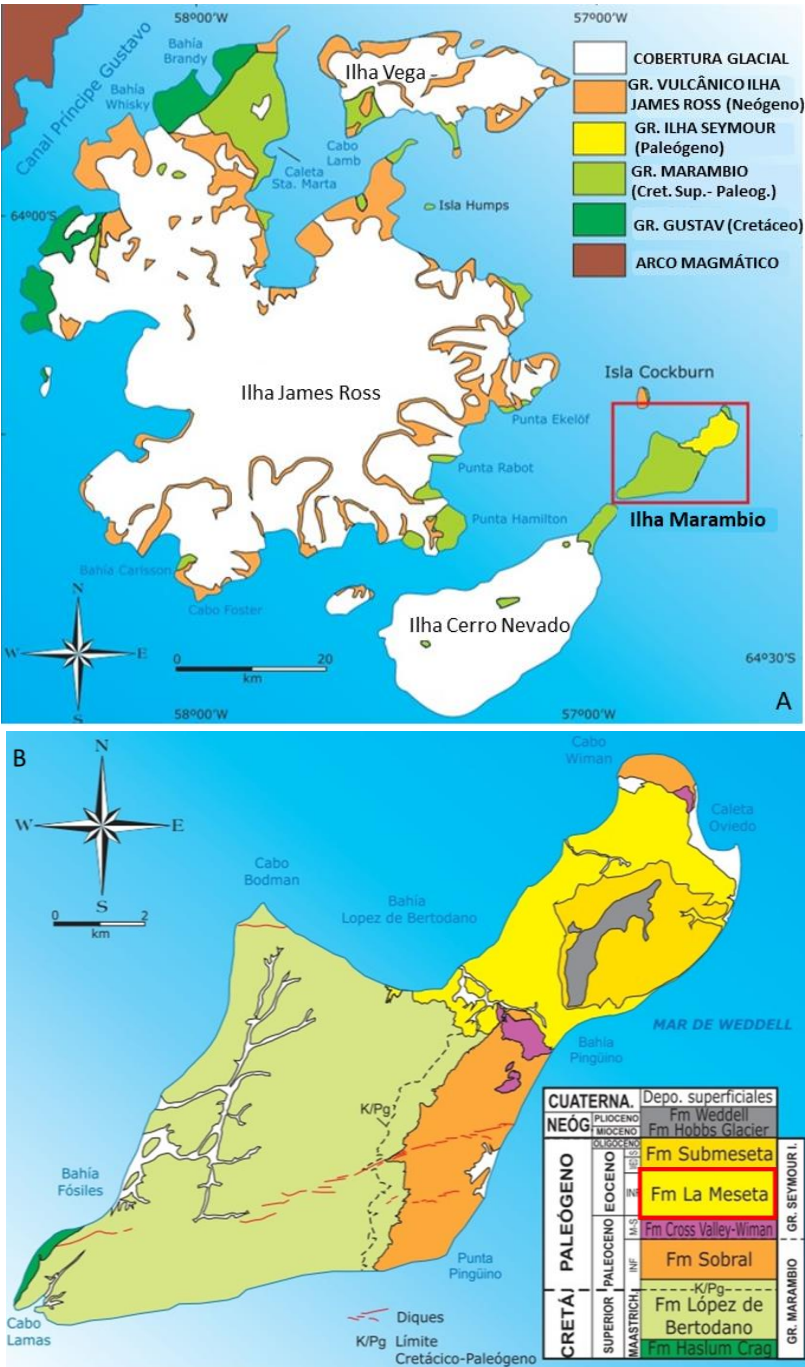
Propostas mais aceitas (como DeConto & Pollard 2003a, b; Coxall et al. 2005; Pearson et al. 2009) explicam que mudanças geológicas, juntamente com o declínio do gás carbônico atmosférico, durante fases orbitais do planeta que favoreceriam verões mais frios, estariam diretamente ligadas à expansão dos mantos de gelo antárticos, no final do Paleógeno. Assim, resultaram no esfriamento global e na formação dos mantos de gelo no continente ao longo do Cenozoico.

Ligado a esse importante contexto climático do nosso planeta, o Eoceno apresentou picos de incursões negativas e positivas da curva de paleotemperatura, como parte de uma tendência geral de esfriamento relativamente suave na maior parte do intervalo (como observado na tradicional curva de paleotemperatura de Zachos et al. 2001). Tanto modelos climáticos (DeConto & Pollard 2003a, b), como o próprio registro geológico (Troedson & Smellie, 2002) e de paleotemperaturas (Zachos et al. 2001), parecem indicar que a glaciação na Antártica, marcada por uma queda brusca na temperatura global, foi deflagrada ainda no final do Eoceno (Carter et al. 2017).

Sob este aspecto, a Formação La Meseta, aflorante na metade norte da Ilha Seymour/Marambio, Oeste da Antártica (Fig. 1, letra A), representa um importante registro com dados para entender essas mudanças ambientais locais e climáticas, uma vez

que registra rochas fossilíferas de praticamente todo o Eoceno (Marensi, 1995; Marensi et al. 2002). A unidade também contém grande diversidade e boa preservação de invertebrados marinhos, gastrópodes, escafópodes e principalmente moluscos bivalves registrados em vários níveis estratigráficos (Stilwell & Zinsmeister, 1992).

Figura 1 - Localização da Ilha Seymour/ Marambio e Formação La Meseta na Península Antártica.



Legenda: Mapa geológico do extremo sul da Península Antártica, (A) visão geral das ilhas onde o Grupo James Ross aflora (retângulo em vermelho indica detalhe em B) e (B) Destaca a Ilha Marambio/Seymour, com a área de ocorrência da Formação La Meseta (Montes et al. 2013; modificado por Silva, 2019).

Devido à quantidade registrada e à boa representatividade estratigráfica, e características ecológicas, os bivalves podem representar dados valiosos para o histórico ambiental da unidade. Por possuírem suas preferências ecológicas relacionadas ao substrato, alguns parâmetros, como batimetria, tipo de substrato e sedimento podem refletir mudanças ambientais mais amplas (Tevesz & McCall, 1979), as quais podem ser analisadas sob perspectiva estratigráfica e parâmetros ambientais ligados a mudanças de fácies (*sensu* Tevesz & McCall, 1979; Miall, 1999).

Esta aplicação se faz especialmente útil, sobretudo se considerando que mudanças de temperatura e correntes marinhas na região Antártica resultaram na extinção de alguns táxons de bivalves com certos hábitos de vida ao longo do Cenozoico (Beu, 2009; Quaglio, 2013; Whittle, 2019). De fato, os eventos de esfriamento, como as glaciações da Antártica, foram cruciais para alterar a distribuição de grupos marinhos, como os bivalves (Beu, 2009; Crame, 2013). Essa tendência parece particularmente alarmante quando se consideram dados atuais que apontam para o aumento da temperatura na região da Pensínsula Antártica acima da média global de aquecimento (Clem et al. 2020). Embora a Antártica seja menos sensível que o Ártico, os dados parecem confirmar que as regiões polares são mais suscetíveis às mudanças climáticas do que o restante do planeta (Rantanen et al. 2022).

Desta forma, entender como as mudanças climáticas afetaram as biotas no passado é importante para compararmos com as mudanças atuais e eventuais mudanças futuras. A comparação entre dados atuais e do passado pode oferecer uma visão mais completa para entender as respostas do planeta, inclusive nortear políticas públicas para o gerenciamento de recursos, bem como ações mitigadoras e também criar modelos de conservação dessas espécies para o futuro.

1.1 PROBLEMA CIENTÍFICO

A Formação La Meseta corresponde a uma sucessão de arenitos e pelitos depositados em condições aluviais, deltaicas e marinhas *off-shore* (Elliot & Trautman, 1982; Macellari, 1988; Stilwell & Zinsmeister, 1992) em um contexto de preenchimento de vale inciso (Porebski, 2000). Datada do Ypresiano ao Priaboniano, a unidade é interpretada como se estendendo por boa parte do Eoceno, com fácies mais profundas para porções superiores, sendo o topo caracterizado por raseamento como consequência

da progradação de fácies deltaicas (Marensi et al. 2002). Essa mudança de fácies foi acompanhada por uma tendência de esfriamento para o topo (Dutton et al. 2002), associada ao clima mais frio, que culminou na formação dos mantos de gelo posteriormente, já no início do Oligoceno (Lear et al. 2008; O'Brien et al. 2020; Hoem et al. 2022; Light & Passchier, 2023).

Trabalhos anteriores sugeriram que a variação da biota ao longo da unidade reflete as alterações ambientais ligadas à tendência de esfriamento ao longo do Eoceno, que culminou com o esfriamento da Antártica entre o limite Eoceno/Oligoceno e início do Oligoceno (Stilwell & Zinsmeister, 1992; Gazdzicki et al. 1992). No entanto, tais hipóteses não foram testadas. Além disso, diferentes grupos biológicos podem responder de forma distinta às variações locais e globais, a depender da forma como as preferências ecológicas são afetadas pelos parâmetros ambientais.

Para investigar em maior detalhe a variação da composição de bivalves ao longo da unidade, alguns aspectos adicionais importantes, que se relacionam com a ecologia dos táxons registrados, podem ser incluídos para entender se essas mudanças se refletiram nos parâmetros ecológicos dos organismos. Assim, neste trabalho foram analisadas as preferências ecológicas relacionadas a guildas, zonas climáticas/temperatura, tipo de substrato, batimetria e distribuição geográfica. Por se tratarem de características ambientais associadas aos organismos em vida, essas informações não são obtidas diretamente com o registro taxonômico dos fósseis. Assim, optou-se por utilizar as preferências ecológicas dos representantes atuais dos grupos fósseis. Sob a perspectiva atualística, assume-se que as mudanças nas preferências ao longo da estratigrafia ocorreram associadas às oscilações ambientais nos mesmos intervalos registrados para o Eoceno. Se parâmetros mais relacionados ao substrato forem os que mais sofreram alterações, é provável que a mudança do registro dos bivalves ao longo da unidade se associe às mudanças de fácies sedimentares; ou seja, a mudança biótica refletiu mudanças abióticas de caráter local. Por outro lado, se parâmetros mais relacionados ao clima e distribuição biogeográfica forem os mais profundamente alterados ao longo da estratigrafia, então é possível que as mudanças na distribuição estratigráfica dos bivalves tenham sido resultantes das oscilações de temperatura ao longo do Eoceno, que culminaram no esfriamento global posterior do início do Oligoceno.

1.2 FORMAÇÃO LA MESETA

A Formação La Meseta (Fig.1, letra B) é uma unidade sedimentar que, juntamente com as Formações Cross Valley e Wiman, pertence ao Grupo Ilha Seymour (Marensi et al. 1998). É uma das unidades superiores da Bacia James Ross, com idade entre 40 a 56 Ma (final do Eoceno e começo do Oligoceno), posicionada no Eoceno médio (Amenabar et al. 2019).

A unidade está representada em 720 metros de espessura predominantemente arenítica, depositada sob influência de sistemas deltaicos a marinhos (Elliot & Trautman, 1982; Sadler, 1988; Marensi et al. 1998, 2002). É composta por um conjunto de depósitos sucessivos, representando o preenchimento de um vale inciso, sendo possível reconhecer contatos discordantes sobre o Grupo Marambio (Marensi et al. 1998, 2002). Este vale inciso é descrito como em contexto de canal com relações transversais complexas, tendo ciclos regressivos - transgressivos que representam efeitos combinados de inundações, seguidas de ravinamento (Porebski, 2000).

Os dados da sedimentologia indicam padrões festonados que formam o fundo do vale, com discordâncias associadas indicativas de ciclos iniciados ou amplificados por transgressões causadas por pulsos de subsidência locais, em ambiente fluviais e aluvial deltaico, sob influência marinha (Montes et al. 2019).

1.2.1 Subunidades ou Telms

A Formação La Meseta é composta por sete subunidades, ou Telms (acrônimo para “Tertiary Eocene La Meseta”), de acordo com características litoestratigráficas e superfícies erosivas (Sadler, 1988). Estudos mais recentes consideram a aloestratigrafia como método e subdividem a unidade em seis alomembros (Marensi et al. 1998, 2002). Montes et al. 2013): Valle das Focas (Telm 1), Acantilados I e II (Telm 2 e parte do Telm 3), Campamento (parte do Telm 3 e Telm 4), Cucullea I e II (Telm 5 e parte do Telm 6).

Os sedimentos superiores do Eoceno/ Oligoceno anteriormente considerados como a unidade superior da Formação La Meseta, denominados Alomembro Submeseta (Marensi et al. 1998), são considerados também como Formação Submeseta (Montes et al. 2013). Esta foi dividida em três alomembros denominados Submeseta I ou Laminado (Telm 6 in partim e parte do Telm 7), Submeseta II ou Turritella (parte do Telm 7) e Submeseta III ou Superior (Telm 7 superiores) (Fig. 2).

Figura 2 - Diferentes propostas de subdivisão geológica para Formação La Meseta e correlação nomenclatural.

		Anderson 1906	Elliot et al. 1975	Elliot & Trautman 1982		Rinaldi et al. 1978		Sadler 1988			Marenssi 1998		Montes 2013												
TERCIÁRIO INFERIOR	Eoceno Inferior a possível Oligoceno Inferior	Camadas mais jovens da Ilha Seymour (Undiff)	V	Grupo Ilha Seymour	Formação La Meseta	III	Formação La Meseta	Grupo Ilha Seymour	Formação La Meseta	VII	Grupo Ilha Seymour	Alomembro Submeseta	Submeseta III	Grupo Ilha Seymour											
			IV			II				VI/VII			Submeseta II ou Turitella												
										VI			Submeseta I ou Laminado												
					V					Limite Alomembro e contato discordante															
					IV							Alomembro Cucullaea II													
					III							Alomembro Cucullaea I													
	Paleoceno		I	Formação Cross Valley	Formação Cross Valley	Grupo Marambio	Formação Cross Valley	Formação Cross Valley no Grupo Marambio ou como uma unidade independente e fora do Grupo Ilha Seymour	Formação Cross Valley-Wiman	Formação Sobral	Formação López de Bertodano (Maastrichtiano Inferior até Superior)	Grupo Marambio													
													II	I	Alomembro Campamento	Alomembro Acanilados II	Alomembro Acanilados I	Alomembro Valle das Focas							
																			III	Alomembro Acanilados I	Alomembro Valle das Focas				
																						II	Alomembro Valle das Focas		
																								I	Alomembro Valle das Focas
Formação López de Bertodano	Formação López de Bertodano																								

Fonte: Organizado pela autora a partir de Marenssi (1998) (dados de Anderson, 1906; Elliot et al. 1975; Elliot & Trautman, 1982; Rinaldi et al. 1978; Sadler, 1988; Marenssi, 1998; Montes, 2013).

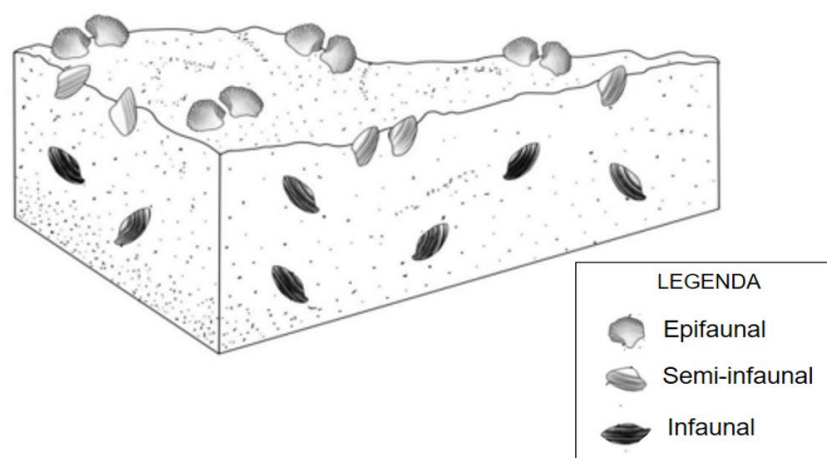
1.3 PARÂMETROS ECOLÓGICOS

1.3.1 Guildas

Guildas correspondem a grupos de organismos que exploram os recursos de maneira similar ou associada, sem necessariamente haver relação taxonômica (Root, 1967; Simberloff & Dayan, 1991). Podem ser utilizadas para o entendimento da forma de vida de diferentes organismos, como os moluscos, em diferentes localidades e/ou períodos geológicos (Root, 1967; Bambach, 1983; Aberhan, 1994).

A partir do estudo das guildas em uma perspectiva temporal é possível avaliar o ecoespaço dentro de comunidades em diferentes intervalos de tempo por meio da influência da interação biótica e comparação da variação de seus modos de vida em relação ao recurso (McCall, 1983). Dentre os comportamentos ecológicos que resultam na classificação de determinada guilda, para os bivalves podemos destacar: a posição em relação ao substrato (se infaunal, semi-infaunal ou epifaunal), modo de alimentação (detritívoro ou filtrador) e movimentação ou não no substrato (Stanley, 1970) (Fig. 3 e Tab.1). Esta classificação pode de ser utilizada em diferentes grupos de organismos viventes, e também em paleocomunidades para extrair informações do registro fóssilífero, bem como caracterizar a complexidade de uma comunidade (Bambach, 1983).

Figura 3 - Modo de vida dos moluscos, de acordo com sua relação com o substrato *sensu* Stanley (1970).



Fonte: Extraída de Carvalho (2019).

Ainda que a caracterização das guildas seja algo generalizado, a técnica é útil, porque a morfologia funcional é indicativa da forma de vida em relação ao recurso e, portanto, substrato (Stanley, 1970). Esta abordagem é particularmente interessante, pois permite assumir que linhagens mais antigas tinham preferências ecológicas semelhantes às atuais, o que diminui possíveis erros de identificação taxonômica.

Tabela 1 - Organização e classificação das Guildas de moluscos bivalves segundo Aberham (1994).

GUILDAS
Suspensívoro da infauna estacionária
Suspensívoro da infauna móvel facultativo
Suspensívoro da semi infauna móvel facultativo
Quimiossimbiótico da infauna profunda móvel facultativo
Depositívoro da infauna móvel facultativo
Suspensívoro da infauna profunda
Depositívoro quimiossimbiótico da infauna profunda móvel facultativo
Suspensívoro da epifauna móvel facultativo
Depositívoro da infauna rasa móvel facultativo
Suspensívoro da infauna móvel
Depositívoro da infauna rasa
Suspensívoro perfurador estacionário
Suspensívoro da infauna estacionária
Suspensívoro da semi- infauna estacionária
Quimiossimbiótico da infauna móvel facultativo
Suspensívoro e quimiossimbiótico da infauna móvel facultativo

Legenda: Guildas utilizadas no presente trabalho (Aberham, 1994). E traduzido por Quaglio (2021).

1.3.2 Batimetria e Substrato

A formação e a estrutura das comunidades bentônicas estão intimamente relacionadas ao tipo de sedimento, especialmente em substratos inconsolidados (Gray, 1974). O substrato pode atuar como um seletor natural de certas características morfológicas em diferentes espécies, mesmo quando elas ocorrem no mesmo ambiente. Por exemplo, moluscos bivalves que habitam fundos macios e ou mistos tendem a exibir grandes palpos labiais e sejam eficientes seletores de partículas, enquanto espécies de fundos arenosos e mais consolidados apresentam menor eficiência de seleção de partículas (Kiorboe, 1981).

A batimetria é fundamental para o mapeamento da biodiversidade bentônica e para identificar tendências biológicas regionais, além de auxiliar no mapeamento de habitats em diferentes terrenos do fundo do mar e na reconstrução geológica e tectônica estrutural (Graham et al. 2011). Ambas as variáveis, o tipo de sedimento e a batimetria, têm grande influência na caracterização ambiental, ajudando a entender os efeitos contínuos dos processos sedimentares e tectônicos ao longo do tempo, assim como a interpretação de paleoambientes a partir de exemplares fósseis (Stevens, 1991; Kumar e Kunte, 2012; Graham et al. 2011).

1.3.3 Biogeografia

Os estudos biogeográficos surgiram com a necessidade de se entenderem os padrões de distribuição das espécies (Nelson & Platnick, 1981), integrando informações sobre o espaço, tempo e forma de distribuição da biota (Croizat, 1952; Humphries, 2000).

Dessa forma, a distribuição biogeográfica dos organismos é importante por refletir a relação entre os parâmetros ambientais e, portanto, preferências ecológicas dos organismos, dentre as diversas classificações biogeográficas, como biológicas, climáticas, geológicas e ecológicas, zonas de vida, ecorregiões, hotspots de biodiversidade e províncias de biodiversidade.

1.3.4 Zona Climática

Eventos de extinção terrestre e marinha em massa são associados a mudanças de temperatura (Bambach, 2002; Payne, 2012; Chen, 2012; Schulte et al. 2012) por afetarem ecossistemas, interações bióticas e, portanto, a diversidade de espécies (Blois, 2013). Mudanças locais e globais de temperatura aumentam a vulnerabilidade das espécies e dos sistemas naturais de acordo com os seus limites de adaptação a estas mudanças (Dobzhansky, 1943, 1947; IPCC, 2022).

De fato, modelos atuais de distribuição de espécies (Guisam, 2000) consideram as variáveis climáticas como o principal fator para explicar a distribuição de espécies em extensões espaciais maiores (Koppen, 1936).

2 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo geral avaliar se a mudança nos parâmetros relacionados às preferências ecológicas dos bivalves ao longo da Formação La Meseta reflete mudanças ambientais em escala mais local, relacionadas às mudanças de fácies, ou em escala global, relacionadas às mudanças climáticas associadas ao Eoceno.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar dados ecológicos de ocorrência (batimetria, biogeografia, temperatura, tipo de sedimento) de táxons de bivalves atuais, considerados representantes dos moluscos bivalves registrados na Formação La Meseta
- Identificar quais desses dados ecológicos mudaram ao longo das subunidades da Formação La Meseta ou quais apresentaram maiores alterações
- Avaliar se essas mudanças podem estar relacionadas a mudanças ligadas ao substrato ou temperatura
- Realizar estágio no Instituto Antártico Chileno para participar de trabalho de campo e organizar amostras de moluscos fósseis depositadas nas coleções da instituição

3 MATERIAIS

Neste trabalho foram utilizados os dados de gêneros de moluscos bivalves descritos ao longo das subunidades (Telms 1-7) da Formação La Meseta disponíveis em Stiwell & Zinsmeister (1992). A tabela geral (Apêndice 1) apresenta a diversidade e abundância taxonômica desses dados e sua distribuição na área de estudo.

MÉTODOS

A partir dos dados gerais (Apêndice 1), foram atribuídas as guildas de acordo com a classificação de Aberhan (1994), segundo estudo iniciado anteriormente (Morilla, 2021).

As informações de batimetria, temperatura, distribuição geográfica e tipo de substrato (Apêndice 2) foram levantadas a partir de dados das espécies recentes disponibilizadas em bancos de dados e artigos.

Para as informações referentes à variável zona climática utilizou-se classificação atual climática de Köppen-Geiger (1928), (Tabela 2), que estipula 5 classes principais para o clima (A- Tropical, B- Seco, C- Temperado, D- Continental e Subártico, E- Polar e Alpino) e 30 subtipos, que consideram o limite e a sazonalidade da temperatura do ar em °C e da precipitação em centímetros, sendo esta uma forma simples e adequada de agregar um esquema climático complexo, mas altamente significativo, que é bastante utilizado para análises de distribuição e comportamento das espécies (Beck, 2018).

3.1 ORGANIZAÇÃO DOS DADOS

Os dados foram aqui organizados em uma tabela de caráter binário de (0) para ausente e (1) para presente ao longo dos 7 Telms. Dados faltantes que Stilwell & Zinsmeister (1992) atribuíram “?” para representar os dados inconclusivos quanto à presença ou ausência de gêneros em certos Telms foram considerados como não presença.

Esses táxons foram utilizados para o levantamento dos dados ecológicos de táxons atuais. Assim, a partir dos 59 táxons descritos, foram levantados os dados ecológicos dos representantes atuais utilizando-se diversos bancos de dados. Primeiramente buscaram-se as informações dos fósseis no The Paleobiology Database (<https://paleobiodb.org/#/>) e de todos os representantes atuais no World Register of Marine Species - WoRMS (<https://www.marinespecies.org/>). Também foram utilizados outros bancos de dados, como o Sealifebase (<https://www.sealifebase.se/search.php>), Ocean Biodiversity Information System - Obis (<https://obis.org/>), Biological Library - BioLib (<https://www.biolib.cz/en/main/>), Australian Biological Resources Study (<https://biodiversity.org.au/afd/taxa/>), New Zealand Mollusca (<https://mollusca.co.nz/>) e National Center for Biotechnology Information (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>).

Nos casos de dados incompletos ou faltantes, buscaram-se informações complementares em artigos utilizando a categoria gênero e, nos casos em que estes estavam ausentes ou incompletos, buscaram-se informações complementares em artigos científicos utilizando-se como palavra-chave o gênero de interesse ou categorias

taxonômicas superiores. As respectivas informações das inferências e suas fontes estão detalhadas no Apêndice 1 na penúltima coluna intitulada “Referências das Inferências”.

Assim, para alguns táxons fósseis, foram considerados preferencialmente gêneros (e.g. *Nucula*, *Cucullaea*, *Ostrea*, *Anisodonta*, *Mactra*, *Mya*, *Panopea*), para outros Família (Nuculanidae, Mytilidae, Veneridae, Hiatellidae, Mactridae) e, em alguns casos, Ordem (Veneroida) (Apêndice 1- Inferências, coluna “Categorias taxonômicas”). As decisões por cada categoria foram tomadas de acordo com a ausência do representante mais próximo, bem como o histórico de registro fossilífero do grupo considerado, sendo grupos menos diversos aqueles mais suscetíveis a representarem táxons mais inclusivos.

Essas informações são precedidas pela coluna que classifica os bivalves com as guildas segundo Stanley (1970) e Aberhan (1994), utilizando-se a organização numérica de 1 a 16 proposta por Morilla (2021).

3.2 VARIÁVEIS ECOLÓGICAS

Para a construção do banco de dados de cada variável ecológica relacionada aos representantes atuais, foi realizada a seleção e construção das informações, de acordo com a disponibilidade ou presença de cada categoria utilizada.

Assim, a batimetria corresponde à faixa de profundidade em que os representantes atuais estão presentes. Após a pesquisa dos dados de cada táxon, foi compilado um intervalo das profundidades observadas.

Os intervalos dos dados (conforme apresentado na Tabela 3, que exibe as legendas das variáveis) iniciam em zero e prosseguem a cada dez metros até alcançarem o intervalo de 110-200 metros. Posteriormente, a variação passa a ser de cem em cem metros até atingir 1000 metros. A partir desse ponto, a distância é medida a cada mil metros até alcançar os 3000 metros.

Para a construção da codificação utilizada para rodar os dados no programa R (Apêndice 2 e Apêndice 6) estes intervalos descritos anteriormente receberam os números crescentes de 1 a 22, sendo considerada a profundidade máxima em que o táxon foi registrado, com o mínimo a partir de 0 metros.

As categorias 23 e 24 consideraram também o máximo de profundidade em metros em que o táxon foi registrado. Porém, o mínimo considerado incluiu a categoria 23 a partir de 201 metros, e a 24 a partir de 100 metros.

Dessa forma, um ou mais táxons foram classificados nas mesmas categorias batimétricas, de acordo com seus dados de registro. Por exemplo, o táxon *Ostrea chilensis*, por estar presente em uma zona de profundidade entre 0 a 120m, foi inserido na categoria 12. Essa categoria (12) foi atribuída para todos os Telms em que o gênero *Ostrea* estava presente. Por outro lado, os representantes do gênero *Neilo*, por serem registrados em batimetrias a partir de 110 metros até 1100 metros, foram classificados na categoria 24.

A informação sobre a variável “zona climática” já estava atribuída nos bancos de dados assim que o táxon era pesquisado. Em alguns casos, como o das informações obtidas no banco de dados *Obis* (Apêndice 1), em que a variável presente era a temperatura em graus Celsius, utilizou-se o esquema de CUI (2021), (Tabela 2), que desenvolveu a associação entre as duas classificações segundo Köppen-Geiger.

Tabela 2 - Esquema de classificação de zona climática segundo Köppen com temperatura em °C e precipitação em centímetros.

KGC*			KTC*		
A	Tropical	$T_{cold} \geq 18$	A	Tropical	
B	Árido (seco)	$P_{ann} < P_{th}$	B	Árido (seco)	
	$P_{th} = 2 \times T_{ann}$	Precipitação concentrada no inverno		Limiar de aridez	
		Original KGC		Limiar de Patton	
		KGC Atual		C	Subtropical
	$2 \times T_{ann} + 28$	Precipitação concentrada no verão			
	$2 \times T_{ann} + 14$	Outra forma			
C	Temperado	Original KGC			
		KGC Atual			
		$T_{quente} > 10 \text{ e } -3 < T_{frio} < 18$			
D	Frio	Original KGC	D	Temperado	
	(neve/continente)	KGC Atual			
		$T_{quente} > 10 \text{ e } T_{frio} \leq -3$			
E	Polar	$T_{quente} \leq 10$	E	Boreal (subpolar)	
			F	Polar	

Fonte: (CUI, 2021). E traduzido pela autora, 2024.

Após a organização dos dados, foram identificados táxons presentes em mais de uma zona climática. Para acomodar essa variabilidade, foram criadas categorias específicas, como “Cosmopolita”, que abrange inferências sobre zonas Tropicais, Temperado, Subtropical e Polar (Tabela 3).

Para a variável “Substrato”, as categorias também já estavam disponíveis nos bancos de dados. Foi realizada a organização dos dados, e algumas categorias foram criadas para agrupar substratos semelhantes (Tabela 3).

Além disso, ao se analisarem os dados da base de dados *SeaLifeBase* sobre substrato, foi identificada uma categoria específica para o gênero *Electroma*, que apresenta associações especializadas com hidroides, escleractíneos e alcionários (em inglês: “*evolved specialized associations with hydroid, scleractinian, and alcyonarian*”).

substrata”). Para acomodar essa particularidade, foi criada a categoria “6 - Associado a outras formas de vida” (Tabela 3 e Apêndice 2).

As categorias para a variável “Distribuição Geográfica/Oceanos” já estavam disponíveis nos bancos de dados. No entanto, durante a organização dos dados, foi observado que os Oceanos Atlântico, Pacífico e Índico eram frequentemente subdivididos em Norte e Sul. Para simplificar, optou-se por não utilizar essa regionalização. Adicionalmente, foram criadas categorias para representar táxons presentes em mais de um oceano, culminando na categoria 8- “Cosmopolita”, que indica presença em todos os oceanos (Tabela 3).

Para táxons com registros raros ou apenas de valvas, optou-se por desconsiderar o registro. Um exemplo é o gênero *Acesta*, que foi registrado em um trabalho (Piazza et al. 2015) que relatava a presença do gênero na Antártica por meio da descrição de uma valva, porém não apresentava informações adicionais. Assim, optou-se por utilizar as informações disponíveis nos bancos de dados que relatam a predominância do gênero nos oceanos Atlântico e Pacífico, como detalhado no Apêndice 2.

Para os táxons com maior diversidade ou número de representantes, avaliamos cada representante selecionando os atributos mais representativos para os bivalves da Formação La Meseta. Isso foi feito considerando a distribuição geográfica e as preferências ecológicas, eliminando possíveis vieses de táxons que sofreram irradiação após o Eoceno. Este cuidado visou evitar a introdução de atributos não informativos nas análises.

Segundo informações do World Register of Marine Species (2023, 2024), o gênero *Saxolucina* não é mais utilizado e o seu antigo subgênero *Saxolucina* (*Megaxinus*) Brugnone é atualmente aceito como o gênero *Megaxinus*, com seis espécies descritas. Entretanto, não foram considerados essas informações, por se tratar de um grupo de características morfológicas distintas daquelas observadas no representante registrado para a Formação La Meseta (Stilwell & Zinsmeister, 1992).

Dessa forma, optou-se por utilizar as informações referentes à Família Lucinidae, buscadas a partir do gênero atual *Lucinoma*, uma vez que a morfologia geral das 33 espécies descritas para o gênero no World Register of Marine Species (2023, 2024) é mais compatível com a descrição morfológica da *Saxolucina* realizada por Stilwell & Zinsmeister (1992). As inferências finais estão disponíveis no Apêndice 2.

Para o gênero *Cyclocardia*, foram coletadas informações sobre as 15 espécies atuais representadas no gênero, conforme a base de dados World Register of Marine

Species (2023, 2024) até a obtenção completa dos dados (Apêndice 2). Esse procedimento foi adotado para garantir a padronização das inferências ecológicas, considerando a grande diversidade de espécies atuais descritas.

Após analisar dez espécies viventes do gênero *Eucrassatella*, optou-se por utilizar as informações de *Eucrassatella donacina* (Lamarck, 1818), sendo a batimetria de 200 metros (segundo a base de dados *Obis*, <http://clade.ansp.org/obis/search.php/16749>), zona climática tropical e a distribuição geográfica Oceano Índico, ambos obtidos do *SeaLifeBase* (<https://www.sealifebase.ca/summary/Eucrassatella-donacina.html>), e substrato de areia, informação obtida da base de dados *Biodiversity* (https://biodiversity.org.au/afd/taxa/Smooth_Crassatella).

Para a Família Malletidae foi utilizada informações dos representantes atuais do gênero *Neilo*, sendo *Neilo annectens*, *Neilo australis*, *Neilo blacki*, *Neilo delli*, todos endêmicos da Nova Zelândia, disponíveis em (<https://www.mollusca.co.nz/specieslist.php?taxa=1578>), cujas inferências ecológicas constam no Apêndice 2.

As informações sobre os representantes da Família Nuculanidae foram obtidas das seguintes espécies atuais: *Nuculana acuta*, *Saccella elenensis*, *Nuculana cuneata*, *Nuculana recurva*. Uma vez que *Saccella elenensis* é endêmica do Equador, as informações deste táxon foram desconsideradas, e incluídos os dados dos demais representantes (Apêndice 2).

Embora seja um táxon abundante na Formação La Meseta, o gênero *Lahillia* ocorre em três Telms, mas não foi considerado no banco de dados, uma vez que não foram encontrados representantes atuais nem possíveis associações taxonômicas para este representante.

Após o levantamento dos dados que resultaram na construção do banco de dados (Apêndice 2), essas variáveis qualitativas foram transformadas em variáveis categóricas (Apêndice 3) para realizar as análises estatísticas.

Tabela 3 - Organização das categorias dos parâmetros ecológicos levantados com base nos representantes recentes dos táxons de bivalves da Formação La Meseta.

BATIMETRIA		ZONA CLIMÁTICA		DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA-OCEANOS		SUBSTRATO	
1	0-10	1	Tropical	1	Oceano Atlântico	1	Areia
2	11-20	2	Temperado	2	Oceano Pacífico	2	Lama
3	21-30	3	Subtropical	3	Oceano Índico	3	Areia e Lama
4	31-40	4	Subtropical a temperado	4	Oceano Atlântico e Pacífico	4	Areia e Silte
5	41-50	5	Tropical e Temperado	5	Oceano Atlântico/ Pacífico/ Mediterrâneo	5	Rochoso
6	51-60	6	Temperado e Polar	6	Oceano Atlântico/ Pacífico/ Antártico	6	Associado a outras formas de vida
7	61-70	7	Tropical/ Temperado/ Subtropical	7	Oceano Atlântico/ Pacífico/ Índico / Mediterrâneo	7	Areia e Argila
8	71-80	8	Cosmopolita	8	Cosmopolita	8	Areia e Rochoso
9	81-90					9	Areia/ Silte/Argila
10	91-100					10	Lama/Silte/ Argila
11	101-110					11	Areia/Lama/Silte/Argila
12	110- 200					12	Areia/Lama/Silte/Argila/Rochoso
13	201-300						
14	301-400						
15	401-500						
16	501-600						
17	601-700						
18	701-800						
19	801-900						
20	900-1000						
21	2000						
22	3000 +						
23	201-800						
24	100-2000						

Fonte: Elaborado pela autora, 2024. Legenda: A primeira coluna representa a variável “Batimetria”, sendo que todas as categorias consideram o valor máximo de profundidade atribuída, enquanto as categorias de 1 a 22 consideram o valor mínimo de batimetria = 0 e as categorias 23= 201 e 24=100. A segunda coluna corresponde à variável “Zona Climática” segundo Köppen-Geiger (1928) e esquema de CUI (2021), que foram modificados utilizando (1- Tropical, 2- Temperado, 3- Subtropical, 4- Subtropical a temperado, 5-Tropical e Temperado/ 6-Temperado e Polar/ 7-Tropical/Temperado/Subtropical e 8- Cosmopolita (todas as zonas climáticas). Na terceira coluna de “Distribuição geográfica” foi considerada a informação dos oceanos a qual os representantes atuais são encontrados. A última coluna apresenta os diferentes tipos de substratos descritos na literatura para esses animais. Informações mais detalhadas na seção Métodos.

3.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As análises utilizaram os seguintes conjuntos de dados: 1- as informações dos trabalhos de levantamento taxonômico (Stilwell & Zinsmeister, 1992); 2- as categorias de guildas analisadas por Morilla (2021); 3- dados de parâmetros ecológicos (substrato, batimetria, zona climática e distribuição geográfica, como explicado na seção anterior).

A análise de Correspondência é uma técnica que examina a relação entre variáveis categóricas (Greenacre, 2016). Seu objetivo é simplificar a complexidade dos dados, criando uma representação gráfica que projeta os pontos de dados em um espaço de menor dimensão, conhecido como espaço de correspondência. Nesse espaço, as distâncias entre os pontos refletem a associação entre as categorias.

As análises de qui-quadrado caracterizam cada Telm com cada variável de maneira bidimensional e utilizam representação gráfica do tipo *biplot* em uma tabela de contingência (ou matriz de frequência). A combinação de ambas as técnicas auxilia na exploração e visualização entre variáveis categóricas, identificando padrões e relações entre os grupos de categorias.

Este tipo de teste analisa se as variáveis (linhas e colunas de uma tabela de contingência, ou eixos) estão estatisticamente associadas de maneira significativa e utiliza o teste de Pearson para normalidade, buscando assumir as seguintes hipóteses: “Hipótese nula (H0) ” - as variáveis da linha e coluna da tabela de contingência são independentes; “Hipótese alternativa (H1) ” variáveis de linha e coluna são dependentes.

Todos os testes foram realizados utilizando o software R (Apêndice 6). Para as análises de correspondência e qui-quadrado, os gráficos do tipo *balloonplot* e biplot foram gerados com os pacotes: *rpart* (Recursive Partitioning and Regression Trees, versão 4.1.19); *rpart. plot* (Models: An Enhanced Version of ‘plot.rpart’, versão 3.1.1) disponibilizados no próprio software.

As análises de correspondência bivariadas, caracterizando cada Telm com cada variável, utilizam o gráfico do tipo *balloonplot*, no qual os círculos são relacionados e seus tamanhos correspondem à maior ou menor correspondência resultante da análise (identificados com a letra A nas próximas figuras). Já os resultados das análises de qui-quadrado estão identificados com a letra B.

Após cada análise, foi gerado um “Scree Plot” utilizando uma função disponível nos pacotes. Esse gráfico determina o número de dimensões possíveis geradas e suas respectivas porcentagens de variação explicada para cada componente principal. Dessa forma, é possível visualizar a porcentagem de variação explicada além das duas dimensões geradas no qui-quadrado.

4 RESULTADOS

Durante o processo de inferência dos 58 táxons, foram considerados 15 representantes na categoria de espécie, 17 de gênero, 21 para Família, e 5 para Ordem.

Os resultados do p-valor das análises de correspondência mostraram valores acima de 0,05: Telm e Guilda ($p = 0,9291$); Telm e Substrato ($p = 0,9493$); Telm e Batimetria ($p = 0,9613$); Telm e Zona Climática ($p = 0,9712$); Telm e Distribuição Geográfica ($p = 0,9464$). Portanto, aceitou-se a hipótese nula (H0), o que significa não independência entre as categorias analisadas em cada teste. Isso implica que Telms e as variáveis estão associadas de forma estatisticamente significativa.

Por fim, os gráficos Scree plot (Apêndice 4) consideraram a somatória final da porcentagem entre os dois eixos principais, que foram os que apresentaram a maior porcentagem e a menor diferença.

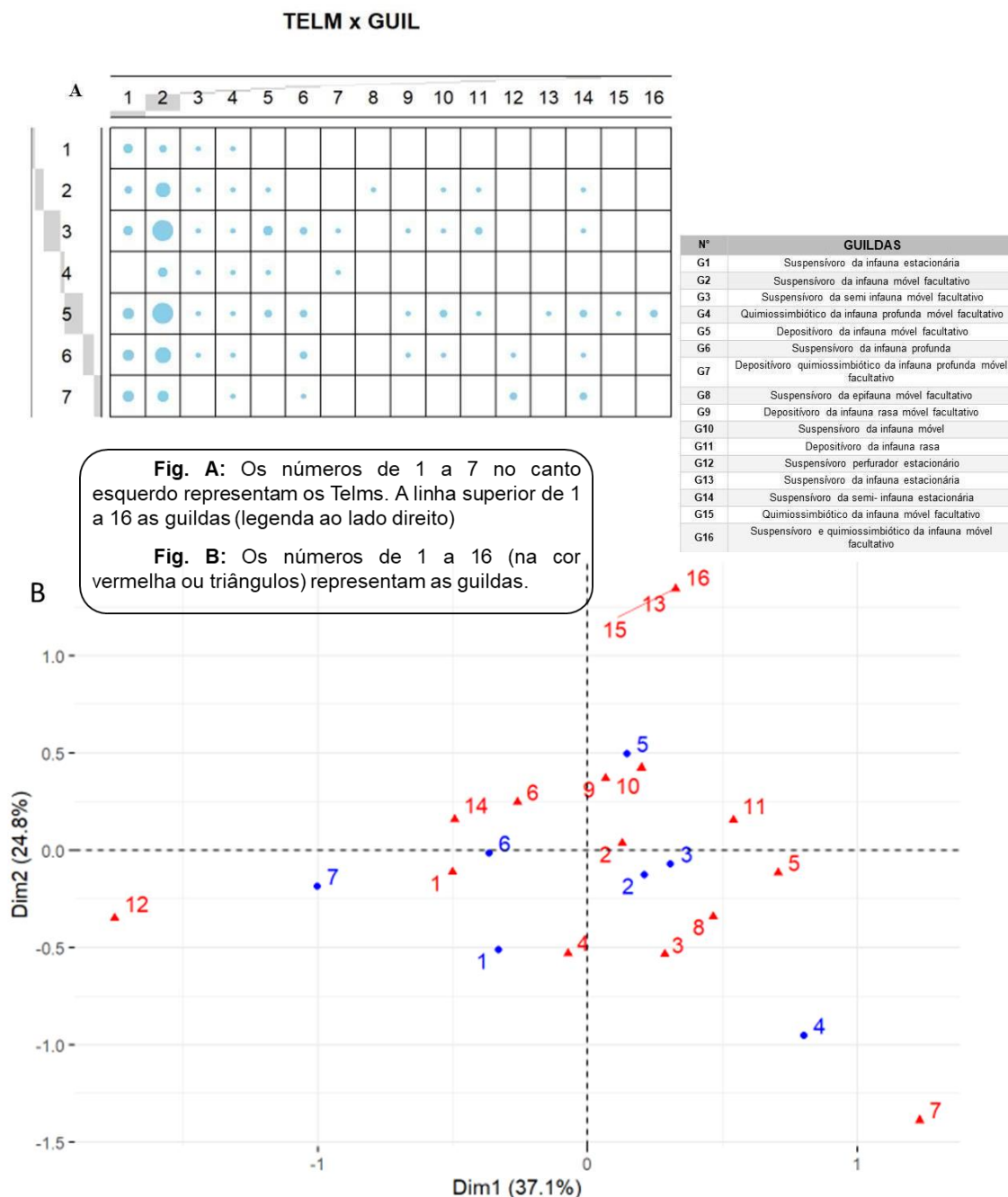
É possível observar na figura 4 que o gráfico de guildas com maior número de representantes associados são os de maiores circunferências, portanto possuem maior correspondência (Fig. 4, letra A), enquanto as guildas com menores números associados ou ausentes, possuem circunferências menores ou faltantes.

Os círculos correspondentes às guildas 1 (Suspensívoro da infauna estacionária) e 2 (Suspensívoro da infauna móvel facultativo) estão distribuídos por todos os Telms (exceto a guilda 1 para o Telm 4). Nestes resultados, a Guilda 2 se destaca por apresentar maior correspondência nos Telms 3 (Acantilados I e II -Telm 2 e parte do Telm 3), (Campamento) parte do Telm 3 e Telm 4 e Telm 5 (Cucullea I e II -Telm 5 e parte do Telm 6).

Observa-se também que, as guildas diminuem a correspondência nos níveis estratigráficos superiores, chegando a não se expressarem. O Telm 5 é o que possui maior correspondência de guildas, seguido pelo Telm 3.

Além disso, a Figura 4, letra B aponta que os dois primeiros eixos explicam o total de 61% dos dados relacionando Guildas e Telms. Também mostra maior correspondência entre os Telms 2 e 3 (Alomembro Acantilados e Campamento), com as guildas 2 (Suspensívoro da infauna móvel facultativo), 11 (Depositívoro da infauna rasa), 3 (Suspensívoro da semi infauna móvel facultativo), 8 (Suspensívoro da epifauna móvel facultativo) e 5 (Depositívoro da infauna móvel facultativo).

Figura 4 - Gráfico de correspondência *balloonplot* e qui-quadrado entre Telms e Guildas.



Legenda: (A) Gráfico do tipo *balloonplot* e o diâmetro dos círculos representa a correspondência da variável guilda dentro de cada Telm. No canto direito, está a legenda da classificação das guildas feitas por Morilla (2021). (B) Resultados do qui-quadrado e os números de 1 a 7 (na cor azul ou círculos) representam os Telms. Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Há também proximidade entre as guildas 14 (Suspensívoro da semi- infauna estacionária), 6 (Suspensívoro da infauna profunda) e 1 (Suspensívoro da infauna estacionária) do Telm 6 (Alomembro Cucullaea II e parte Alomembro Submeseta); e as guildas 9 (Depositívoro da infauna rasa móvel facultativo) e 10 (Suspensívoro da infauna móvel) estão bem próximas do Telm 5 (parte Alomembro Cucullaea I).

Por outro lado, as guildas 7 (Depositívoro quimiossimbiótico da infauna profunda móvel facultativo), 12 (Suspensívoro perfurador estacionário), 13 (Suspensívoro da infauna estacionária), 15 (Quimiossimbiótico da infauna móvel facultativo) e 16 (Suspensívoro e quimiossimbiótico da infauna móvel facultativo) mostram uma baixa relação com os Telms.

Os Telms 2, 3, 5 e 6 (Alomembro Acantilados, Campamento, parte Cucullaea I, Cucullaea II e parte Submeseta) estão próximos, formando um agrupamento central no gráfico, que corresponde às guildas 1,2,3,4,5,6, 8, 9,10, 11,14. Estas são classificações que contêm explorações mais generalistas, como “suspensívoras” e “depositívoras”.

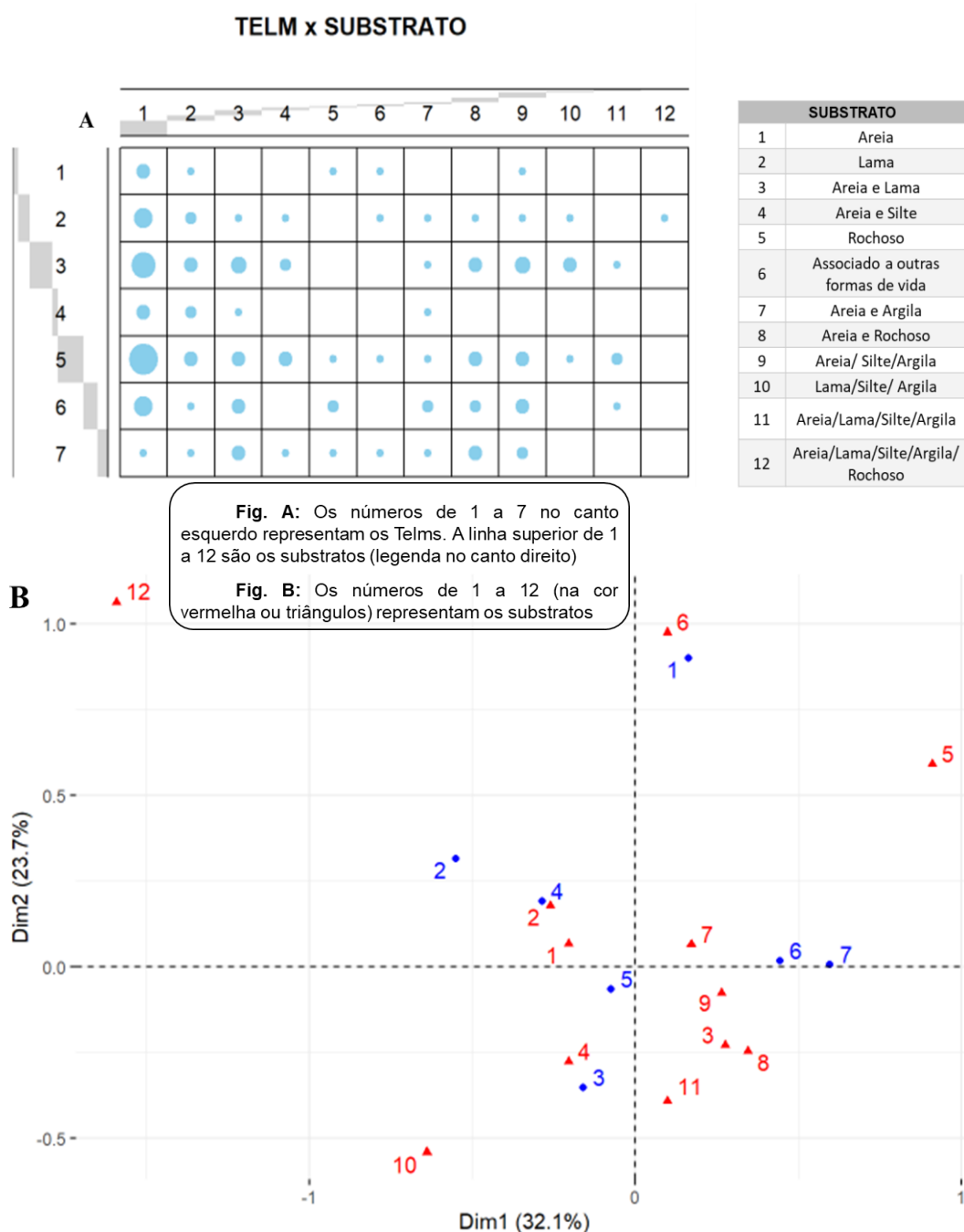
A análise entre os Telms e o Substrato (Fig. 5, letra A) mostra maior correspondência entre os táxons indicativos de substratos mais finos, principalmente a 1 - Areia nos Telms 3 e 5, e depois a 2 - Lama, 3 - Areia e Lama, 8 - Areia e Rochoso, 9 - Areia, Silte e Argila. Estas correspondências são menores que a 1, porém ainda maiores nos Telms 3 e 5 (Alomembro Campamento e parte Cucullaea I).

Os menores círculos presentes em boa parte da tabela representam correspondências mais fracas e menos frequentes para os tipos de substratos 5 - Rochoso, 6 - Associado a outras formas de vida, 7 - Areia e Argila, 10 - Lama, Silte, Argila, 11 - Areia, Lama, Silte, Argila e 12 - Areia, Lama, Silte, Argila, Rochoso.

Por outro lado, a análise de qui-quadrado (Fig.5, letra B) apresenta centralidade dos Telms 3 e 5 principalmente, associados às categorias 1 - Areia, 3 - Areia e Lama, 4 - Areia e Silte, 7 - Areia e Argila, 8 - Areia e Rochoso, 9 - Areia, Silte, Argila, 11 - Areia, Lama, Silte, Argila.

Esta análise aproximou bastante o Telm 4 (parte Alomembro Cucullaea I) com a categoria 2 - Lama, o Telm 3 (Alomembro Acantilados) com a categoria 4 - Areia e Silte.

Figura 5 - Gráfico de correspondência *balloonplot* e qui-quadrado entre Telms e Substrato.



Legenda: (A) Gráfico do tipo *balloonplot* e o diâmetro dos círculos representa a correspondência da variável substrato dentro de cada Telm (B) Resultados do qui-quadrado e os números de 1 a 7 (na cor azul ou círculos) representam os Telms. Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

As categorias 5 - Rochoso, 10 - Lama, Silte, Argila e 12- Areia, Lama, Silte, Argila, rochoso estão bem isoladas e afastadas entre si, assim como de todas as outras variáveis e Telms. Por outro lado, o Telm 1 (Alomembro Vale das Focas) e a categoria 6- Associado a outras formas de vida também estão isolados, porém muito próximos entre si, apresentando forte correspondência entre ambos.

Ao se analisar a porcentagem de significância da variável “Substrato”, o eixo 1 (Dim1) explica 32,1% da correspondência da variável, sendo este o valor mais baixo obtido de todas as análises quando considerado sozinho. Além disso, mesmo somado ao eixo 2 (Dim2), que corresponde a 23,7% temos o total de 55,8% de aplicabilidade da variável, o que a torna como o parâmetro menos representativo.

A Figura 6 mostra a análise entre as subunidades (Telms) e a “Batimetria”. As categorias 2, 6, 8, 11, 14, 17, 18, 19, 20 não estão representadas nos gráficos porque, durante a fase de levantamento dos dados, não houve táxons que ocorrem no máximo dessas batimetrias.

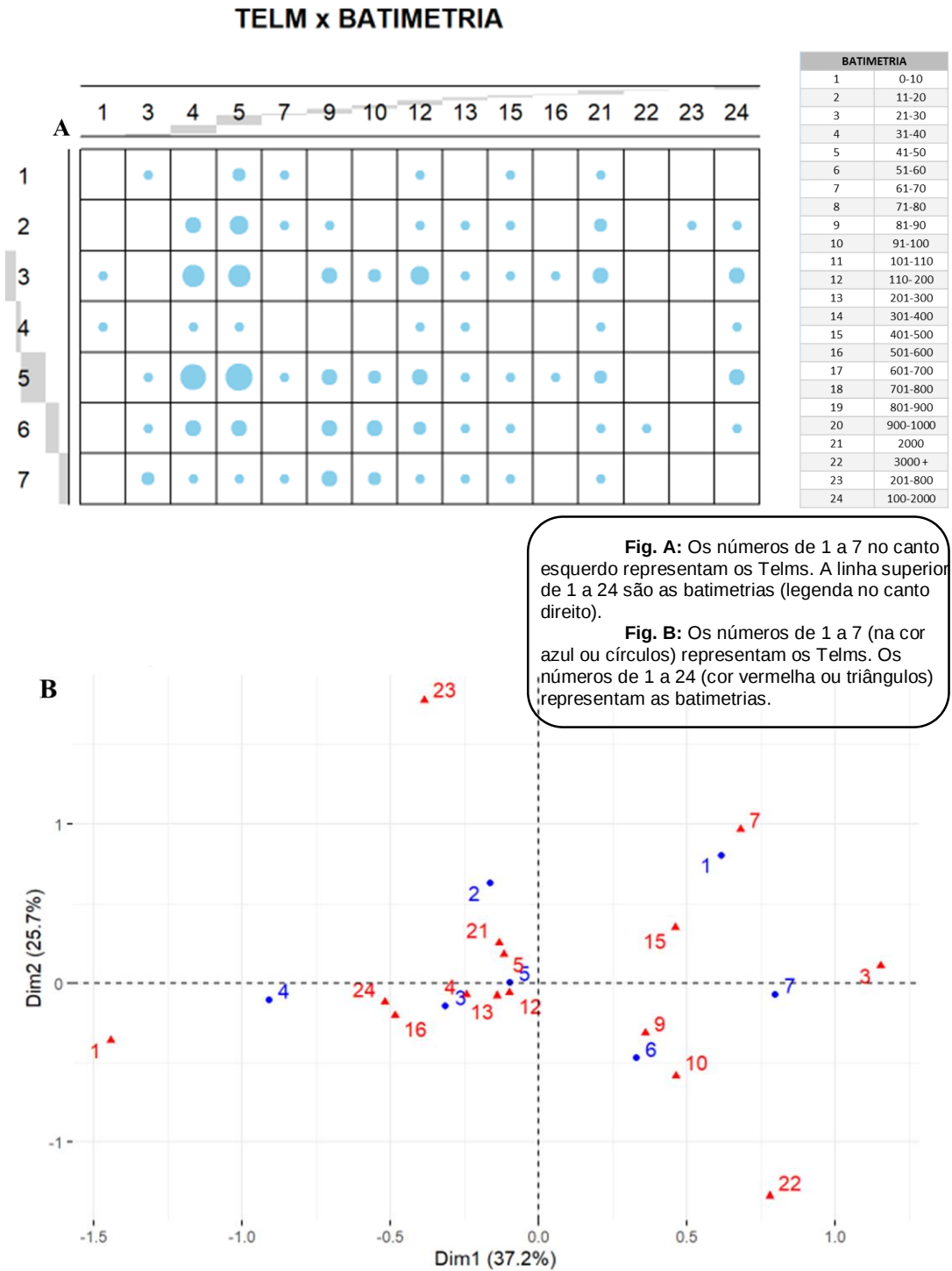
A análise de correspondência (Fig. 6, letra A) demonstra maiores correspondências das batimetrias 4 (31-40m) e 5 (41-50m) com os Telms 3 e 5 (Alomembro Campamento e Alomembro Cucullaea I), sendo estes também mais associados com batimetrias mais profundas (devido à constante presença dos círculos nessas categorias), porém até a faixa de 2000 metros.

Os menores círculos são majoritariamente presentes dentre as categorias de 13 (201-300m) a 16 (501-600m), o que representa baixa correspondência dessas profundidades com os respectivos Telms cujos círculos estão presentes.

A batimetria que corresponde a 3000 metros ou mais apresenta baixa correspondência na formação, estando presente apenas no Telm 6 (começo do Alomembro Submeseta).

As análises de qui-quadrado mostram que o eixo 1 (Dim1) explica 37,2% da correspondência da variável, enquanto o eixo 2 (Dim2) corresponde a 25,7% (Fig.6, letra B). Assim, os dois primeiros eixos somam 62,9% de aplicabilidade da variável para os Telms.

Figura 6 - Gráfico de correspondência *balloonplot* e qui-quadrado entre Telms e Batimetria.



Além disso, há centralidade dos Telm 3 e 5 (Alomembro Campamento e parte superior Cucullaea I), com proximidade e até sobreposição de profundidades, como 4 (31-46m), 5 (41-50m), 12 (110-200m), 13 (201-300m), 16 (501-600m), 24 (100-2000), 21

(2000m). Também se observa a proximidade das batimetrias 9 (81-90m) e 10 (91-100m) bem próximas do Telm 6 (Alomembro Cucullaea II e Submeseta), cuja batimetria 22 (3000+) está bem isolada dos demais pontos, porém ainda neste mesmo quadrante. Este é o único momento em que essa batimetria mais profunda foi atribuída para toda a unidade.

A correspondência entre os Telms e “Zona Climática” (Fig. 7, letra A) resultou em maior relação entre os táxons indicativos de faixas de temperatura tropical, sendo que as subunidades superiores parecem ter uma relação mais igualmente distribuída entre todas as categorias de preferências das zonas climáticas.

Na coluna 1, que corresponde a temperatura de clima tropical, os círculos apresentam maior significância para todos os Telms, sendo os maiores para os Telms 3 (Alomembro Campamento) e 5 (Alomembro Cucullaea I). Os círculos dos Telms 1 e 4 têm os diâmetros semelhantes, assim como os Telms 6 e 7 (Alomembro Cucullaea II e Submeseta), 3 e 5 (Alomembro Campamento e do Alomembro Cucullaea I).

Na coluna 2, que corresponde à temperatura de clima temperado, não há correspondência para os Telms 1 e 4 (Alomembro Vale das Focas e começo do Alomembro Cucullaea I). Os círculos são maiores para o Telm 3 e 5, seguidos de 6, sendo que os menores correspondem aos Telm 2 e 7.

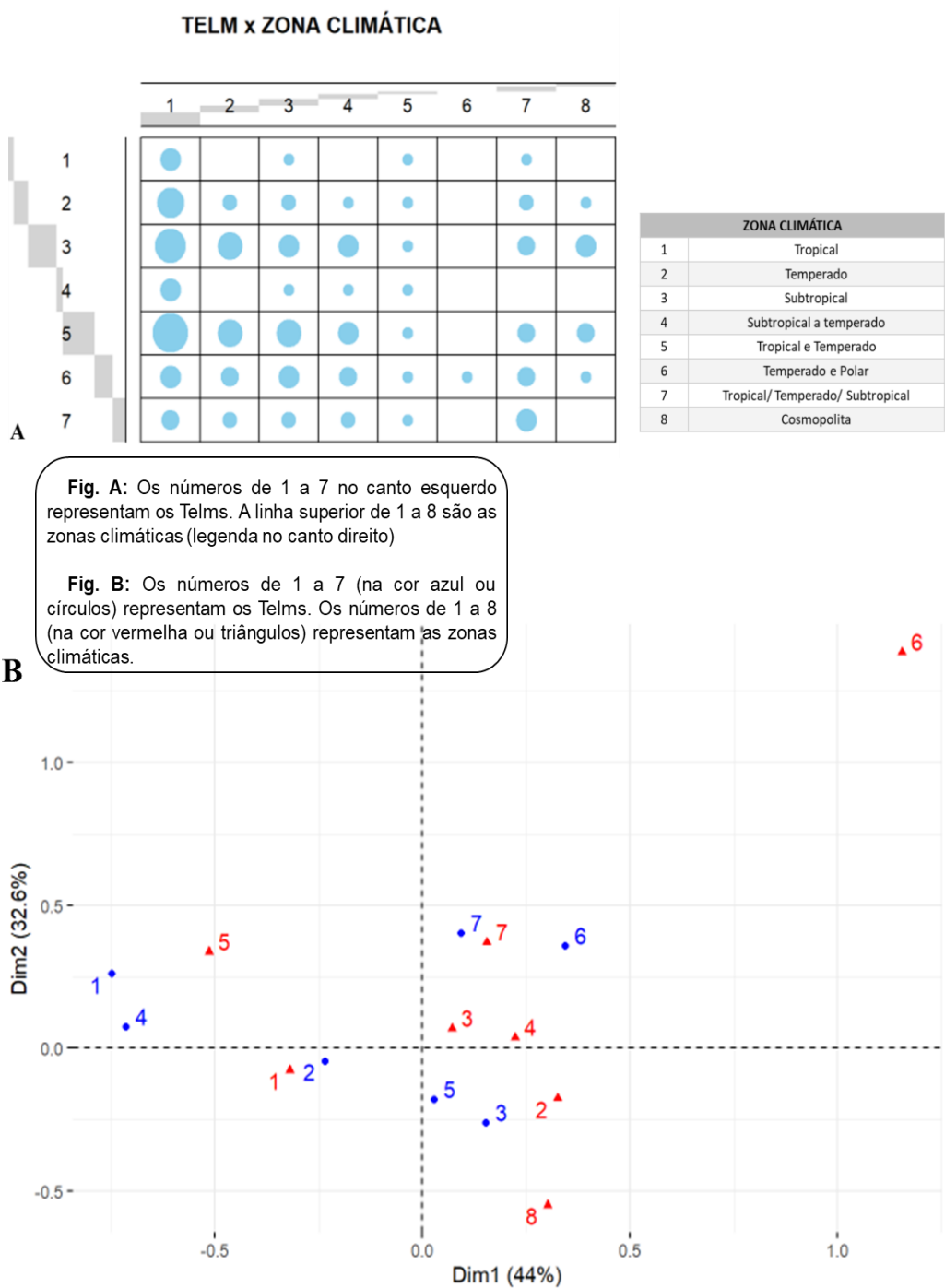
Na terceira coluna, que corresponde ao clima subtropical, há correspondência para todos os Telms, sendo o Telm 5 de maior circunferência, seguido de 6 e 3, com tamanhos iguais, e então os Telm 7 e 2, e por fim os Telm 1 e 4.

Na quarta coluna, que corresponde ao clima subtropical a temperado, há ausência de informações somente para o Telm 1. Os outros possuem círculos de médio a menor tamanho, sendo similares entre si.

A categoria 5- “Tropical e Temperado” apresenta círculos menores e uniformemente distribuídos por toda a unidade. Ao contrário, a categoria 6- “Temperado e Polar” apresenta correspondência apenas com o Telm 6 (Alomembro Cucullaea II).

Já a categoria 7- “Tropical, temperado, subtropical” apresenta maior correspondência com os Telms mais superiores, e menor com os Telms 1 e 2, sendo ausente no Telm 4.

Figura 7 - Gráfico de correspondência *balloonplot* e qui-quadrado entre Telms e Zona Climática.



As análises de qui-quadrado (Fig. 7, letra B) entre os Telms e a “Zonas Climáticas” apresentam, de forma geral, os pontos pouco mais afastados entre si, em relação aos outros gráficos. No primeiro quadrante (canto superior esquerdo), os Telms 1

e 4 estão afastados dos outros pontos e aparecem bem próximos entre si, e também próximos ao triângulo representante da categoria 5- Tropical e Temperado.

O segundo quadrante (canto superior direito) apresenta pontos bastante dispersos entre os Telms 6 e 7 (Alomembro Cucullaea II e Submeseta), mas que se relacionam com as temperaturas 3- Subtropical, 4- Subtropical a temperado, e 7- Tropical, temperado, subtropical, sendo este último bem próximo do Telm 7. Enquanto a categoria 6- Temperado e Polar está bem isolada do restante dos pontos.

A disparidade/distância dos pontos reduz um pouco no terceiro quadrante (canto inferior esquerdo), e neste está presente o Telm 2 (Alomembro Acantilados), bem próximo da categoria 1 Tropical.

No quarto quadrante (canto inferior direito), temos respectivamente os Telms 3 e 5 (Alomembro Campamento e Cucullaea I), com 2 Temperado e 8 Cosmopolita/todas as temperaturas.

Por fim, o eixo 1 (Dim1) explica 44% da correspondência da variável e, ao se somar ao eixo 2 (Dim2), que corresponde a 32,6%, tem-se o total 76,6% o que aumenta a sua relevância e torna este parâmetro o de maior aplicabilidade utilizando a soma dos dois eixos e também os eixos individualmente.

A categoria 1- Tropical apresenta a maior correspondência com todos os Telms, principalmente o 3 e 5. Correspondência menos intensa, mas com distribuição mais uniforme, é observada entre todas as zonas climáticas com os estratos mais superiores da unidade. Se tornando ausentes somente 6 Temperado e polar e 8 Cosmopolitas, no Telm 7 (Alomembro Submeseta).

De maneira geral, os resultados mostram grande influência em relação à presença de representantes dos climas 1-Tropical, 3-Subtropical e 4-Subtropical a temperado.

Já os climas 6 Temperado e Polar, e 8 Cosmopolita apresentaram os menores valores de correspondência. Considerando-se os Telms, as maiores relações são encontradas para os Telms 3 e 5, com a variável cosmopolita.

Uma tendência de correspondência ocorre nos Telms relacionados a climas mais quentes, principalmente associados ao estrato mais inferior (Telm 2) que, apresenta-se bem próximo da variável tropical. Considerando-se a distribuição de clima, também ocorre forte relação e proximidade dos Telms 3 e 5 com as zonas climáticas subtropical

e a “temperado”, sendo esta uma tendência que continua também presente nos estratos mais superiores (Telm 6/Alomembro Cucullaea II e Telm 7/Alomembro Submeseta).

A última variável analisada relaciona os Telms com a Distribuição Geográfica/Oceanos (Fig. 8) e mostra 40,8% no eixo 1 (Dim1) e 27,5% no eixo 2. E tendo-se o total de 68,3% de significância para esta variável, tornando-a o segundo parâmetro mais significativo das análises.

O gráfico também revela a relação de proximidade do Telm 7 (Alomembro Submeseta) com a distribuição 7- Oceano Atlântico, Oceano Pacífico, Oceano Índico e Mediterrâneo.

Mais próximo à intersecção dos eixos, o Telm 3 (Alomembro Campamento) encontra-se mais relacionado à variável 8 Cosmopolita, e o Telm 5 (Alomembro Cucullaea I), da distribuição 2- Pacífico. Próximos a estes Telms, também com tendência mais central, está o Telm 2 (Alomembro Acantilados), com proximidade da distribuição 5- Oceano Atlântico, Pacífico, Mediterrâneo.

Os pontos que representam os Telm 1 e 4 (Alomembro Vale das Focas e parte Alomembro Cucullaea I) ficaram mais dispersos em relação aos outros, porém bem próximo do Telm 4 está a categorização 3- Oceano Índico. A categoria 4- Oceano Atlântico e Pacífico também ficou bem afastada de todos os outros pontos, assim como a 6- Oceano Atlântico, Pacífico, Antártico.

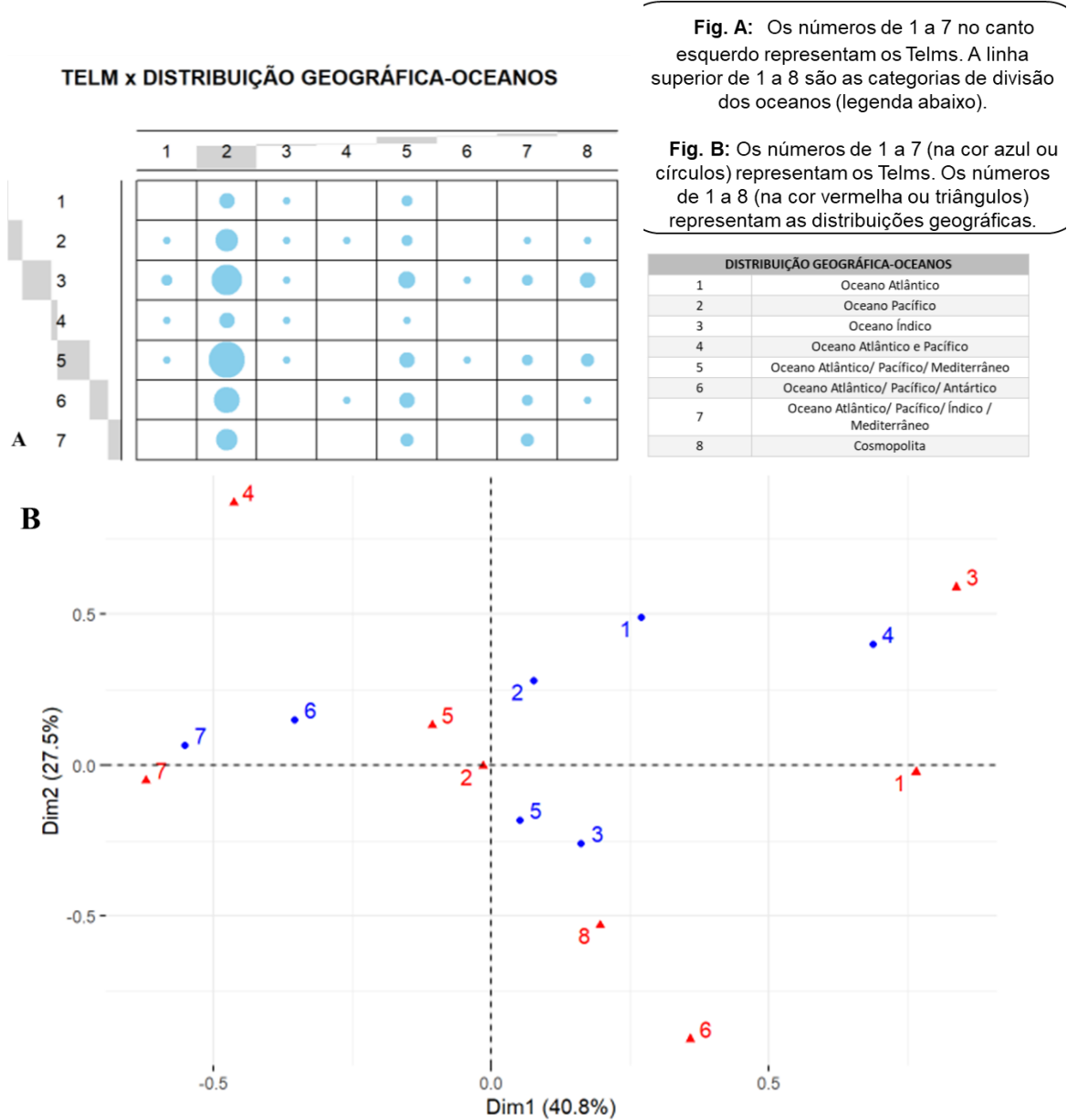
Uma tendência semelhante também está presente no gráfico A da Figura 8, em que as categorias 4 e 6 também apresentaram baixas correspondências não só com os Telms em que estão presentes (categoria 4, Telm 2 e 6; categoria 6, Telm 3 e 5), mas também estão muito ausentes ao longo de toda a formação.

As menores circunferências de toda a tabela correspondem à primeira coluna 1- Oceano Atlântico e estas estão presentes nos Telms de 2 a 5. A coluna 2- Oceano Pacífico possui as maiores correspondências, diferenciando-se e destacando-se das outras, sendo as maiores correspondências nos Telms 3 e 5 (Alomembro Campamento e Alomembro Cucullaea I).

A coluna 8- “representantes cosmopolitas”, a distribuição está ausente nos Telms 1, 4 e 7 (Alomembro Vale das Focas, parte Cucullaea I e Submeseta), enquanto é presente

e mais pronunciada nos Telms 3 e 5, que são os maiores representantes. Em seguida, nos Telms 2 e 6, a representação é menor, evidenciada pelos diâmetros menores dos círculos.

Figura 8: Gráfico de correspondência *balloonplot* e qui-quadrado entre Telms e Distribuição Geográfica/Oceanos.



Legenda:(A) O diâmetro dos círculos representa a correspondência da variável distribuição geográfica dentro de cada Telm. (B) Resultados do qui-quadrado. Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

5 DISCUSSÃO

A variação das guildas para o topo da unidade pode demonstrar de que forma os bivalves mudaram a estratégia de exploração do substrato ao longo da Formação La Meseta. As guildas “suspensívoras infaunais” são as mais frequentes em todas as subunidades, como já observado anteriormente (Morilla, 2021). Essa guilda tem maior potencial de adaptabilidade, pois inclui filtradores com capacidade variada de velocidade de enterramento no substrato (Lopez et al. 2022).

Assim os resultados apontam que esse aumento na diversidade de guildas nos Telms superiores (partir do Telm 5/parte final Alomembro Cucullaea I) pode estar relacionado às formas mais complexas de ocupação do ecoespaço, à maior heterogeneidade de substrato ou mesmo à maior diversidade de táxons (Bambach, 1983; (Marensi, 2002).

A Figura 4, letra B, demonstrou a proximidade entre os Telms 2 e 3 (Alomembro Acantilados e Campamento), com as guildas suspensívoras 2, 3, 8 e depositívoras 5 e 11, como anteriormente já verificado (Morilla, 2021). Esses dois tipos de alimentação não apenas apresentam essa correspondência, como também ocorrem ao longo de toda a Formação La Meseta.

Em geral, esses tipos de alimentadores bentônicos coexistem nos mesmos locais (Dame, 2012). Este padrão para a La Meseta, no qual o conjunto de dados mostra resultados de depositívoros e suspensívoros compartilhando locais, é semelhante ao de estudo recente realizado com moluscos bivalves estuarinos do leste da Flórida; em que a maior diversidade é atribuída a ambientes de alta salinidade, sendo que a baixa salinidade está relacionada à maior presença de filtradores (McKeon, 2015). No caso da La Meseta, nos níveis onde há maior presença de filtradores e depositívoros, como o Telm 6/ Alomembro Cucullaea II, isto poderia indicar um ambiente de alta variação de salinidade, algo que poderia ser possivelmente analisado em trabalhos futuros.

Os depositívoros apresentam forte correspondência com os Telms 2 e 3 (Fig. 4, letra B), e Telm 4 (Fig. 4, letra A). A partir do Telm 5, esta guilda começa a ser mais presente e diversificadas, porém ainda menos comum que a dos suspensívoros. Biologicamente, é relevante a predominância de filtradores, pois eles desempenham um

papel crucial nos ciclos orgânicos e de nutrientes dos sistemas bentônicos e pelágicos, filtrando partículas e influenciando na matéria orgânica depositada (McKeon, 2015). Esses animais desempenham papéis importantes na ecologia das comunidades estuarinas de fundo mole, influenciando a composição das espécies (Newell, 2004; Vaughn & Hakenkamp, 2001).

Este tipo de exploração mais generalista ser mais recorrente na Formação La Meseta pode se mostrar uma característica relevante frente às mudanças faciológicas (Marensi, 2002; Porebski, 2000) que serão discutidas nos próximos parâmetros ecológicos e irão auxiliar na compreensão do paleoambiente.

Os resultados da variável “Substrato” (Fig. 5, letra B) explicam 55,8% nos dois primeiros eixos, representando a menor porcentagem entre as variáveis analisadas. Contudo, os dados indicam que representantes associados a substratos mais duros são menos comuns nos Telms superiores, com uma tendência geral para substratos mais finos ao longo da unidade. A categoria relacionada à areia é a mais comum, mas nos estratos superiores nos quais observa-se maior heterogeneidade, com a presença adicional de lama, silte e argila.

Os resultados indicaram que as batimetrias 4 (31-40m) e 5 (41-50m) apresentaram maior correspondência com os Telms 3 e 5, e associação mais forte até a profundidade de 2000 metros. Em contrapartida, a profundidade de 3000 metros ou mais mostrou baixa correspondência, embora presente no Telm 6 (começo do Alomembro Submeseta). Ao relacionar essas correspondências batimétricas com os resultados das guildas e do substrato em relação aos Telms, e considerando todas as análises que indicaram tendência de proximidade entre os Telms 3 e 5, é possível sugerir um padrão de aprofundamento da unidade a partir do final do Telm 3 até o Telm 5 (Sadler, 1988), correspondente ao intervalo do Alomembro Campamento até o Alomembro Cucullaea II (Montes, 2013). Além, disso, a grande similaridade e proximidade entre os Telms 3 e 5 em todas as análises das variáveis reforça a interpretação com base na variação de fácies (Montes, 2013) sobre a similaridade estratigráfica e ambiental desses estratos superiores, como o Alomembro Submeseta I, II, III.

Comunidades infaunais bentônicas são reguladas por fatores abióticos, como profundidade da água e características do sedimento (e.g. tamanho do grão), bem como pela disponibilidade de alimentos e interações interespecíficas (Caroll, 2012). Algumas

comunidades bentônicas mostram-se amplamente insensíveis à profundidade e pouco influenciadas pelo tamanho do sedimento, enquanto a abundância faunística e a riqueza de espécies podem não apresentar correlação significativa (Carroll, 2012). Isso é importante a ser considerado ao analisar resultados com tendências de comunidades predominantemente infaunais, como é também o caso da La Meseta, e sugere a necessidade de compreender todos os parâmetros que influenciavam esse ambiente, seja ele caracterizado com mais infaunais (Carroll, 2012) ou por maior complexidade e heterogeneidade (Bambach, 1983).

A variável de “distribuição geográfica” é a segunda variável com maior significância na soma dos dois eixos (com associação total de 68,3% entre os Telms, Fig. 8, letra B). Isso indica grande afinidade dos Telms com formas do Pacífico, o que demonstra forte componente regional já desde a época deposicional da Formação La Meseta. Esses resultados sugerem que muitas formas do Pacífico estavam presentes na Antártica já no início do Cenozoico. Além disso, há componentes de todos os oceanos nos Telms, mas os componentes do Oceano Atlântico e Oceano Índico parecem ter menos relação com os estratos superiores, o que pode indicar a importante presença das águas austrais, especialmente mais para o final do Eoceno.

Além disso, a tendência identificada neste estudo reforça a ocorrência de bivalves tropicais e subtropicais relacionados ao Eoceno Médio. Adicionalmente, a presença de espécies de dinocistos de água quente descritas para o mesmo intervalo indica a influência das águas antárticas e a confluência dos fluxos de água do Pacífico (Palazzesi, 2021). Isso sugere uma abertura precoce da Passagem de Drake, iniciando o desenvolvimento de uma Zona Frontal Polar que induziu mudanças biológicas, resultando em processos evolutivos significativos (Zelaya, 2005).

O parâmetro “zona climática” indicou que climas “tropicais” e “subtropicais” são mais comuns nos níveis inferiores, enquanto “temperado” é registrado a partir da segunda metade da unidade. Esse resultado confirma dados da curva de paleotemperatura, que mostra tendência de esfriamento para o final da unidade (Zachos et al. 2001).

Além disso, as análises aqui apresentadas corroboram estudos anteriores sobre dados do registro geológico sugerindo queda na temperatura global deflagrada no final do Eoceno (DeConto & Pollard, 2003; Troedson & Smellie, 2002; Zachos et al. 2001; Carter et al. 2017). De fato, mudanças tão intensas afetaram regionalmente a fauna e flora.

Os dados deste estudo mostram que o mesmo pode ser observado na biota dos moluscos bivalves. Tais mudanças climáticas influenciaram a distribuição da biota principalmente para o Oceano Pacífico e pressionaram os animais de clima mais quentes e amenos a se adaptarem e permanecerem nas águas que se tornavam frias. Ou, alternativamente, se dispersaram para regiões de latitudes mais baixas.

As mudanças de temperatura, seja de aquecimento ou resfriamento, afetam diretamente esses animais que habitam a água e na zona nerítica. Isso ocorre porque esta região marinha está relacionada à produção primária de alimento e, consequentemente, à disponibilidade de alimento e matéria orgânica em suspensão para os filtradores, bem como à matéria orgânica depositada para os depositívoros (Carroll, 2012). Por exemplo, no Ártico, onde grande parte dos habitats bentônicos é caracterizada por limitações alimentares, os processos combinados que regulam tanto a magnitude da produção primária quanto a disponibilidade e o processamento desses alimentos antes de alcançarem ao fundo marinho desestabilizam e impactam uma complexa teia alimentar (Carroll, 2008 e 2009).

Apesar de também serem afetados pelas mudanças de temperaturas, os bivalves apresentam certa resiliência adaptativa ao longo do tempo, desenvolvendo adaptações morfológicas e fisiológicas para lidarem com os efeitos ocasionados pelo estresse térmico (Fonseca, 2019). Este fenômeno pode ser visto como uma grande vantagem, como por exemplo, quando se consideram os estágios iniciais de vida em que estes animais podem usufruir da sua alta capacidade de dispersão (Masanja et al. 2023).

Contudo, essa alta adaptabilidade dos bivalves, frente às mudanças ambientais que são perceptíveis no registro geológico e em diversos estudos recentes, mostra a importância de se monitorarem as diferentes respostas desse grupo biológico perante os efeitos das mudanças climáticas. Com isso, esses dados poderiam ser empregados para elaboração de medidas mitigatórias e em ações de conservação desses animais que são importantes para o ambiente marinho.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho avaliou as mudanças nos parâmetros ecológicos dos bivalves ao longo da Formação La Meseta, para determinar se essas mudanças refletem variações ambientais locais ou mudanças climáticas em escala global durante o Eoceno. Com isso foi possível levantar dados ecológicos de 58 táxons de bivalves, que resultaram em uma matriz de dados com 6 colunas e 131 linhas, utilizados nas análises estatísticas. Esses dados, portanto, representam variações de parâmetros ecológicos para toda a unidade, ou seja, são indicativos de toda a mudança ambiental experienciada por moluscos bivalves ocorrida na região para o intervalo de tempo.

As análises revelaram que as mudanças mais significativas estão relacionadas às variações de temperatura ao longo das subunidades da formação. A associação entre “zona climática/ temperatura” e os Telms foi alta (76,6%), com os estratos inferiores (Telms 1 a 5/ Alomembros Vale das Focas, Acantilados, Campamento, Cucullaea I e II) correspondendo a um clima “tropical”, e os estratos superiores (Telms 6 e 7/ Submeseta I, II, III) apresentando associações com climas “temperado e polar”. Assim, conclui-se que as variações paleoecológicas na Formação La Meseta durante o Eoceno foram principalmente impulsionadas pelas mudanças de temperatura e parâmetros associados.

Além das mudanças de temperatura, outros parâmetros ecológicos, como “distribuição geográfica” e “guildas”, mostraram menor variação. A constante presença de substrato arenoso e faixas batimétricas entre 40 e 2000 metros ao longo da formação reforça a estabilidade desses fatores. Contudo, há também evidências de que as mudanças nas fácies sedimentares tiveram influência secundária, mas relevante, sobre a comunidade bentônica. Essa influência, mais ligada ao ambiente e parâmetros locais, refletiu a evolução faciológica dentro do preenchimento do vale, mas de maneira claramente secundária em relação ao clima,

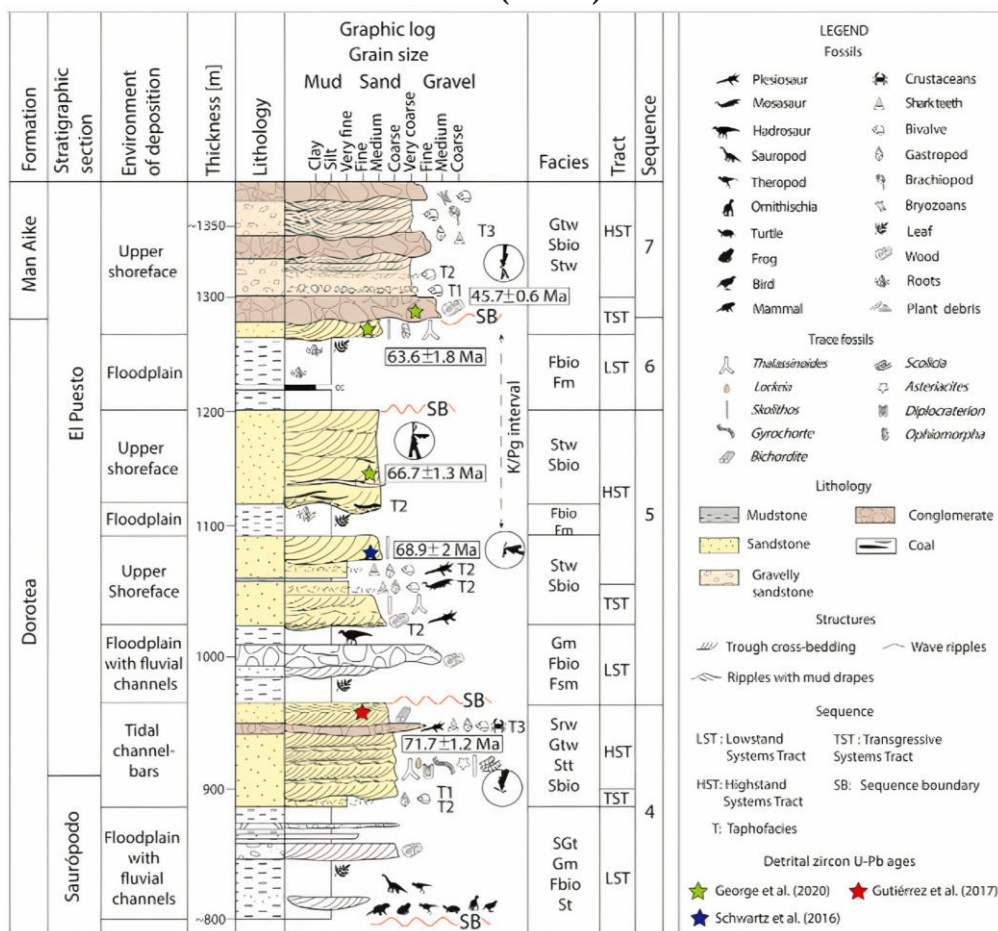
7 ESTÁGIO INACH

Durante o estágio realizado em parceria com o Instituto Antártico Chileno - INACH, nos meses de fevereiro e março de 2024, foram acompanhadas atividades de campo organizadas pelos integrantes do INACH e colaboradores em estratos Cenozoicos

da Patagônia. Das unidades visitadas, algumas possuem correspondência estratigráfica com os depósitos do Eoceno, Formação La Meseta, Antártica.

O trabalho de campo incluiu a coleta de amostras fósseis de moluscos presentes na Formação Dorotea, composta por depósitos fluviais e deltaicos, localizada no norte da Bacia de Magallanes/Austral. A unidade corresponde a uma sucessão de 1250 m de espessura abrangendo predominantemente arenitos, conglomerados e lamitos (Fig.9). Foram encontrados fósseis de invertebrados marinhos (bivalves, *Ammonites*, gastrópodes), fragmentos de ossos de vertebrados (dinossauros, tartarugas, rãs, mamíferos, aves, tubarões e répteis marinhos) e plantas fósseis. Já os depósitos da Formação Man Aike (Eoceno) (Fig. 9 e 10) com idade de cerca de 45 milhões de anos, são compostos por conglomerados e camadas de arenito, e possuem fósseis de bivalves, gastrópodes, briozoários, braquiópodes e camadas com detritos de madeiras (Manríquez et al. 2021). Vale ressaltar que, embora reportados, fósseis de moluscos foram, sim registrados em trabalhos antigos sobre os depósitos Cenozoicos da Patagônia Chilena, de forma que não há contribuições recentes na literatura.

Figura 9 - Coluna estratigráfica da Formação Dorotea (Cretáceo) e Formação Man Aike (Eoceno).



Legenda: A coluna estratigráfica mostra as sucessões deposicionais, tratos de sistemas, ambientes deposicionais, diagramas de paleocorrentes, fácies sedimentares, bio-fácies dos pontos de coleta, e as cores destacam os níveis marinhos. Fonte: Manríquez et al. (2021)

Estas atividades resultaram na coleta e incorporação de 394 exemplares fósseis de invertebrados, principalmente moluscos bivalves, para a coleção do Instituto Antártico Chileno - INACH (Apêndice 5). Dentre esses exemplares, 157 foram coletados da Formação Man Aike (Eoceno) e 237 da Formação Dorotea (Cretáceo), como exemplificados alguns exemplares na Figura 11.

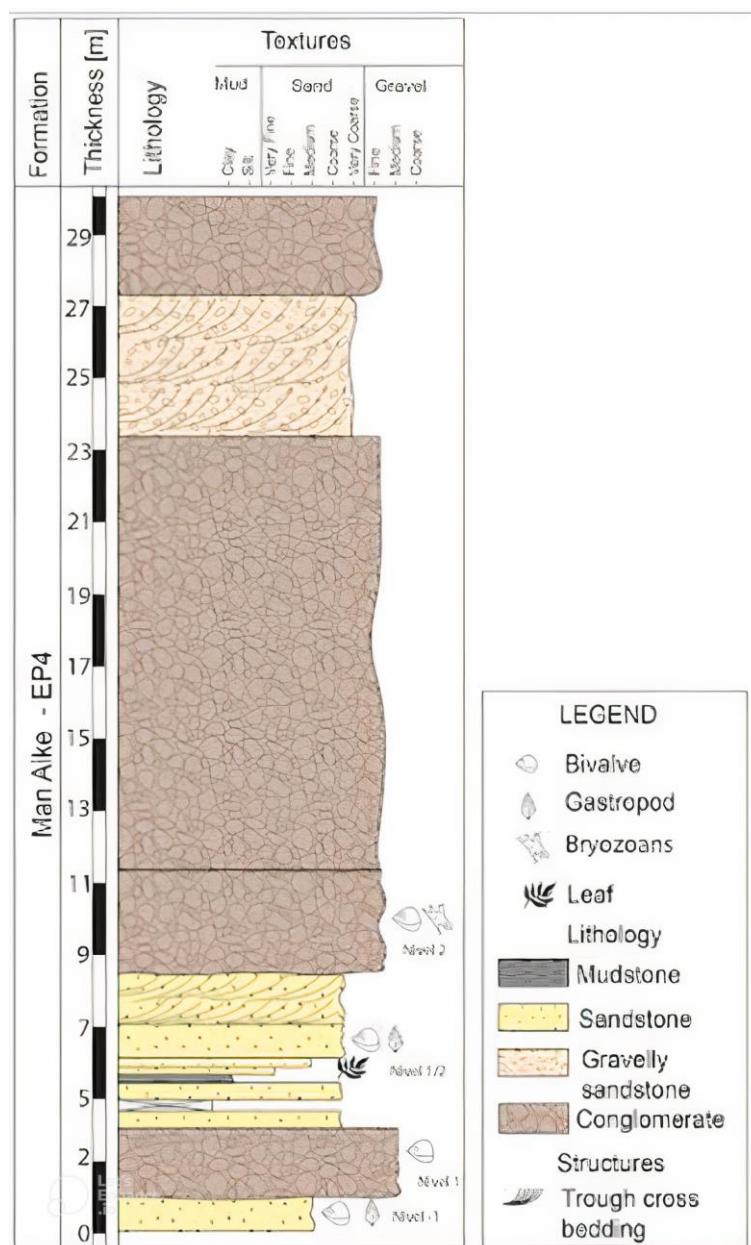
Os fósseis da coleção identificados como El Puesto (EP) se referem à localidade próxima da região do Complexo Vale Cerro Guido - Rio de Las Chinas, onde ocorreram as coletas referentes ao Eoceno médio (Formação Man Aike). Tais exemplares são: EP3 (fósseis da coleção CPAP8258 até CPAP8339 e CPAP 8413 até CPAP8420) e EP4 (CPAP8340 até CPAP8412, e CPAP8647).

Enquanto os pontos EP1 - EP2, EP2-6, referem-se também a localidade El Puesto, porém nos afloramentos correspondentes ao Cretáceo Superior, Formação Dorotea (são estes: CPAP8448 até CPAP8622; CPAP8648 até CPAP8652); e o ponto Cerro Guido (CG9) que corresponde aos fósseis CPAP8421 até CPAP8447.

Foi possível identificar táxons de bivalves, como da Família Nuculidae, Ostreidae, Pectinidae, além de um fragmento possivelmente pertencente a Carditidae ou Veneridae, e exemplares dos gêneros *Acesta* e *Panopea*. Também foram identificados gastrópodes, briozoários, braquiópodes, dentes de tubarão, um possível Serpulídeo associado a bivalves, além de espículas de esponja ou espinha de peixe. Também foram encontrados corais e plantas, que foram incorporadas à coleção pelos paleobotânicos.

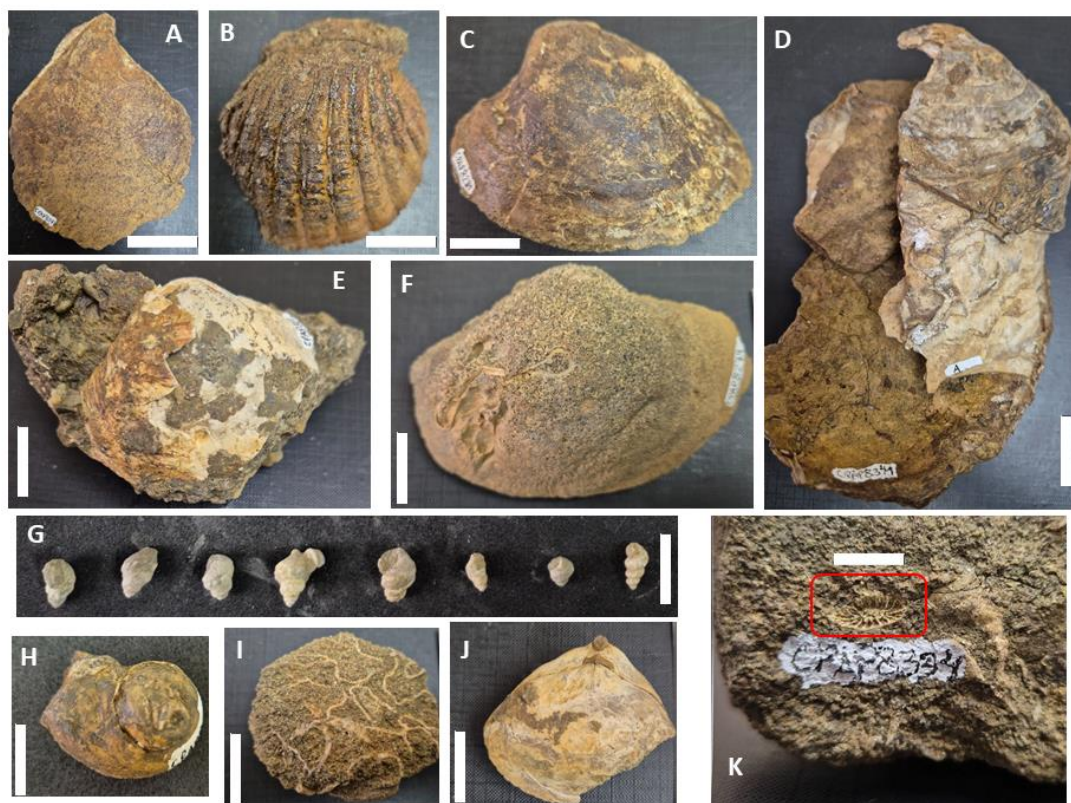
A identificação preliminar se mostrou promissora para futuros trabalhos de identificação e descrição taxonômica da biota do Eoceno entre a Formação La Meseta (Antártica) e Formação Man Aike (Patagônia Chilena). A presença comum dos gêneros *Gryphaea*, *Acesta*, *Cucullaea* e *Lahilla*, além de possíveis nuculídeos, venericárdios e pectinídeos, em ambas as localidades, sugere conexões biogeográficas marinhas entre as localidades ainda durante o Eoceno. Além disso, as descrições geológicas indicam similaridades ambientais estuarinas entre essas duas regiões, o que pode contribuir para a compreensão mais ampla da evolução e distribuição das espécies ao longo do tempo geológico.

Figura 10 - Coluna estratigráfica detalhada do Ponto EP4, Formação Man Aike (Eoceno).



Fonte: Manríquez et al. (2024). Legenda: A figura detalha a estratigrafia da parte superior da Formação Man Aike (ausente na figura 9), correspondente da base para o topo aos pontos, EP4- Nível -1, EP4- Nível 1, EP4- Nível ½, EP4-Nível 2.

Figura 11 - Alguns exemplares fósseis coletados em campo e incorporados na coleção do Instituto Antártico Chileno – INACH.



Legenda: Moluscos Bivalves (os fósseis identificados a partir da letra A até letra F, sendo todos moldes, exceto D e E, que apresentam restos da concha. O exemplar F apresenta possíveis marcas associadas a serpulídeo). Gastrópodes (letras G e H). Briozoários (letra I). Braquiópode (letra J). Coral (letra K, e está destacado pelo quadrado vermelho).

REFERÊNCIAS

ABERHAN, M. 1994. **Guild-structure and evolution of Mesozoic benthic shelf communities.** *Palaos*, 9: 516-545.

ALTHAUS, F., Williams, A., Alderslade, P., & Schlacher, T. A. (2016). **Conservation of marine biodiversity on a very large deep continental margin: how representative is a very large offshore reserve network for deep-water octocorals?** *Diversity and Distributions*, 23(1), 90–103.
doi:10.1111/ddi.12501

AMENÁBAR, C., Montes, M., Nozal, F., & Santillana, S. (2020). **Dinoflagellate cysts of the La Meseta Formation (middle to late Eocene), Antarctic Peninsula: Implications for biostratigraphy, palaeoceanography and palaeoenvironment.** *Geological Magazine*, 157(3), 351-366.
doi:10.1017/S0016756819000591

ANDERSON, M.J. 2008. **Animal-sediment relationships re-visited: Characterising species' distributions along an environmental gradient using canonical analysis and quantile regression splines.** *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Volume 366, Issues 1–2, Pages 16-27, ISSN 0022-0981, <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2008.07.006>.

ANDRADE, M., MARCHI, M.L., SOARES, A.M.V.M., ROCHA, R.J.M., FIGUEIRA E., FREITAS, R.; **Are the effects induced by increased temperature enhanced in *Mytilus galloprovincialis* submitted to air exposure?**, *Science of The Total Environment*, Volume 647, 2019, Pages 431-440, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07>.

BAMBACH, R.K. **Ecospace utilization and guilds in marine communities through the Phanerozoic:** in TEVESZ, M.J.S., and MCCALL, P.L., eds., *Biotic Interactions in Recent and Fossil Benthic Communities*: Plenum Press, New York, p. 719-746. 1983.

BAMBACH, R.K., Knoll. A. H., Sepkoski. J.J., (2002) **Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.** 99, 6854-6859 .

CARROLL, ML.; AMBROSE, William G.. **Benthic infaunal community variability on the northern Svalbard shelf.** *Polar Biology*, [S.L.], v. 35, n. 8, p. 1259-1272, 16 mar. 2012. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00300-012-1171-x>.

CARROLL, ML., Beverly J. Johnson, Gregory A. Henkes, Kelton W. McMahon, Andrey Voronkov, William G. Ambrose, Stanislav G. Denisenko, **Bivalves as indicators of environmental variation and potential anthropogenic impacts in the southern Barents Sea**, *Marine Pollution Bulletin*, Volume 59, Issues 4–7, 2009, Pages 193-206, ISSN 0025-326X, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.02.022>.

CARROLL, ML., Stanislav G, Denisenko G, Renaud PE, Ambrose WG Jr (2008) **Benthic infauna of the seasonally ice-covered western Barents Sea: patterns and relationships to environmental forcing.** *Deep Sea Res II* 55:2340–2351

PAYNE, J.L., Clapham, M. E, Annu. (2012). **Rev. Earth Planet. Sci.** 40, 89-111.

COX, L.R., NEWELL, N.D., BOYD, D.W., *et al.* (1969) **Bivalvia. In Treatise on Invertebrate Palaeontology** (R.C. Moore, ed.) The Geological Society of America, Inc. and The University of Kansas. p. N491-N952.

CHEN, Z.Q., Benton, M. J., (2012) **Nat. Geosci.** 5, 375-383.

SCHULTE, P. et al., (2010) **Science** 327, 1214-1218.

BARLER, P.F & Burrell J. (1977) **The opening of Drake Passage.** *Marine Geology*.

- BECK, H., Zimmermann, N., McVicar, T. *et al.* **Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution.** *Sci Data* 5, 180214 (2018).
<https://doi.org/10.1038/sdata.2018.214>
- BLOIS, Jessica & Zarnetske, Phoebe & Fitzpatrick, Matthew & Finnegan, Seth. (2013) **Climate Change and the Past, Present, and Future of Biotic Interactions.** *Science* (New York, N.Y.). 341. 499-504. 10.1126/science.1237184.
- CASATI, C. **Caracterização tafonômica das concentrações fossilíferas da formação Cape Melville, Grupo Moby Dick (Mioceno Inferior), Ilha Rei George, Antártica.** Tese para obtenção de grau de mestre pela Universidade de São Paulo. São Paulo. 2007.
- CARTER, A; RILEY, T.R.; HILLENBRAND, C.D; RITTNER, M. **Widespread Antarctic Glaciation during the Late Eocene.** *Earth and Planetary Science Letters*, Volume 458, 2017, Pages 49-57, ISSN 0012-821X.
- CASATI, C. **Caracterização tafonômica das concentrações fossilíferas da formação Cape Melville, Grupo Moby Dick (Mioceno Inferior), Ilha Rei George, Antártica.** Tese para obtenção de grau de mestre pela Universidade de São Paulo. São Paulo. 2007.
- CONDAMINE, F.L., KERGOAT, G. J. (2021) **Antarctica as an evolutionary arena during the Cenozoic global cooling.** *Journal Article- Proceedings of the National Academy of Sciences*- 118. <https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.2108886118>
- CLEM, K.R., FOGT, R.L., TURNER, J. *et al.* **Record warming at the South Pole during the past three decades.** *Nat. Clim. Chang.* 10, 762–770 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0815-z>
- CROIZAT, L. (1964). **Space, time, form: The biological synthesis.** Publicado pelo autor.
- CUI, D., LIANG, S., & WANG, D. (2021). **Observed and projected changes in global climate zones based on Köppen climate classification.** *WIREs Climate Change*, 12(3). doi:10.1002/wcc.701
- DAME, R. 2012. **Ecology of marine bivalves: an ecosystem approach.** Boca Raton: CRC Press.
- DIVENERE, V.V; KENT D.V. & DALZIEL I.W.D. (1994) **Mid-Cretaceous paleomagnetic results from Marie Byrd Land, West Antarctica: a test of post-100 Ma relative motion between East and West Antarctica.** *Journal of Geophysical Research B, Solid Earth and Planets.*
- DOBZHANSKY, T.H. (1943) **Genetics of natural populations. IX. Temporal changes in the composition of populations of *Drosophila pseudoobscura*.** *Genetics* 28:162–86
- DOBZHANSKY, T.H. (1947) **A response of certain gene arrangements in the third chromosome of *Drosophila pseudoobscura* to natural selection.** *Genetics* 32:142–60
- DUTTON, A. L., LOHMANN, K. C., and ZINSMEISTER W. J., (2002) **Stable isotope and minor element proxies for Eocene climate of Seymour Island, Antarctica.** *Paleoceanography*, 17(0), doi:10.1029/2000PA000593.
- ELLIOT, D. H., and Trautman, T., (1982) **Lower Tertiary strata on Seymour Island, Antarctic Peninsula,** in Craddock, C., ed., *Antarctic geoscience: Madison, University of Wisconsin Press*, p. 287–297.

FERUGLIO, E. (1936b) **Nuevas especies de moluscos supracretáceos y terciarios de la Patagonia.** Nota preliminar. Boletín de Informaciones Petroleras año 13, 139: 121-136.

FONSECA, J. **Effects of ocean acidification and warming on the behaviour of marine shelled molluscs' early life stages.** 118p. Universidade de Aveiro: [S. l.] (2019)

FRANCIS, J.e.; MARENSSI, S.; LEVY, R.; HAMBREY, M.; THORN, V.C.; MOHR, B.; BRINKHUIS, H.; WARNAAR, J.; ZACHOS, J.; BOHATY, S.. Chapter 8 From Greenhouse to Icehouse – The Eocene/Oligocene in Antarctica. **Antarctic Climate Evolution**, [S.L.], p. 309-368, 2008. Elsevier. [http://dx.doi.org/10.1016/s1571-9197\(08\)00008-6](http://dx.doi.org/10.1016/s1571-9197(08)00008-6).

GAZDZICKI, A.; GRUSZCZYNSKI, M.; HOFFMAN, A.; MALKOWSKI, K.; MARENSSI, S.A.; HALAS, S.; TATUR, A. (1992) **Stable carbon and oxygen isotope record in the Paleogene La Meseta Formation, Seymour Island, Antarctica.** Antarctic Science, vol.4 (4), p. 461-468. <https://doi.org/10.1017/S0954102092000671>

GILLUNG, J.P. (2011). **Biogeography: the history of life on Earth.** Revista da Biologia. Vol. Esp. Biogeografia: 1-5

GRAY, J. S. (1974) **Animal-sediment relationships.** Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., v. 12, p. 223-261.

GREENACRE, M. (2016). **Correspondence Analysis in Practice (3rd ed.).** Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9781315369983>

GUISAN, A. & Zimmermann, N. E. (2000) **Predictive habitat distribution models in ecology.** Ecological Modelling 135, 147–186.

HAIN, M.P; SIGMAN, D.M; HAUG, H.G. **Carbon dioxide effects of antarctic stratification, North Atlantic Intermediate Water during the last Ice age: Diagnosis and synthesis in a geochemical box model.** Global Biogeochemical Cycles. Doi:10.1029/2010GB003790. 2010.

HART, J. K., Kirk Martinez, (2006) **Environmental Sensor Networks: A revolution in the earth system science?** Earth-Science Reviews, Volume 78, Issues 3–4, Pages 177-191, ISSN 0012-8252, <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2006.05.001>.
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012825206000511>)

HOEM, F.S., SAUERMILCH, I., ALEKSINSKI, A.K. et al. **Strength and variability of the Oligocene Southern Ocean surface temperature gradient.** Commun Earth Environment 3, 322 (2022). <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00666-5>

HUMPHRIES, C. J. (2000). **Form, space and time; which comes first?** Journal of Biogeography 27, 11-15.

IPCC (Intergovernmental Panel Climate Change) (2022) **Impacts, Adaptation and Vulnerability.** The Working Group II contribution to the IPCC Sixth Assessment Report (WGII AR6).

IVANY, L.C.; LOHMANN, K.C.; BLAKE, D.B.; ARONSON, R.B.; MOODY, R.M. (2008) **Eocene climate record of a high southern latitude continental shelf: Seymour Island, Antarctica.** GSA Bulletin, vol. 120, p. 659–678. <https://doi.org/10.1130/B26269.1>

JÄRNEGREN, J., Dag Altin., **Filtration and respiration of the deep living bivalve Acesta excavata (J.C. Fabricius, 1779) (Bivalvia; Limidae),** Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, Volume 334, Issue 1, 2006, Pages 122-129, ISSN 0022-0981, <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2006.01.014>.

KIORBOE, T., MOHLENBERG, F. (1981) **Particle selection in suspension-feeding bivalves.** Marine Ecology Progress Series. 1981;5:291–296. doi: 10.3354/meps005291.

KÖPPEN, W. **Das geographische System der Klimate** 1–44 (1936) Gebrüder Borntraeger: Berlim, Alemanha.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (1928) **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes.. Wall-map 150cmx200cm

KOWALEWSKI, Michał. **Time-Averaging, Overcompleteness, and the Geological Record**. The Journal of Geology, [s. l.], 9 maio 1996. DOI 10.1086/629827. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/30068194>. Acesso em: 8 jul. 2022.

KUMAR, A. and Kunte, P.D., (2012) **Coastal vulnerability assessment for Chennai, east coast of India using geospatial techniques**. Natural Hazards, 64(1), 853–872.

LEAR, C. H., BAILEY, T. R., PEARSON, P. N., COXALL, H. K., & ROSENTHAL, Y. (2008) **Cooling and ice growth across the Eocene-Oligocene transition**. Geology, 36(3), 251. doi:10.1130/g24584a.1

MANRÍQUEZ, L.M.E. Manríquez, et al. (2021) **Evolution of a high latitude high-energy beach system (Maastrichtian–Eocene, Magallanes/Austral Basin, Chilean Patagonia)**, Sedimentary Geology, Vol. 426, 2021,106026, ISSN 0037-0738, <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2021.106026>.

LIGHT, J. J., & PASSCHIER, S. (2023) **Eocene to Oligocene Cooling and Ice Growth Based on the Geochemistry of Interglacial Mudstones from the East Antarctic Continental Shelf**. *Antarctic Science* 35(4): 270–82. doi: 10.1017/S0954102023000159.

LOPEZ, G. R.; Jeffrey S Levinton, Dan Baird, (2022) **Particulate Organic Detritus and Detritus Feeders in Coastal Food Webs, Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences**. Elsevier. ISBN 9780124095489, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90798-9.00001-9>

MACELLARI, C. E., (1988) **Stratigraphy, sedimentology, and paleoecology of Upper Cretaceous/Paleocene shelf-deltaic sediments of Seymour Island**, in Feldmann, R. M., and Woodburne, M. O., eds., *Geology and paleontology of Seymour Island, Antarctic Peninsula: Geological Society of America Memoir* 169, p. 25–53.

MASANJA F; YANG K; XU Y; HE G; LIU X; XU X; XIAOYAN J; XIN L; MKUYE R; DENG Y and ZHAO L (2023) **Impacts of marine heat extremes on bivalves**. *Front. Mar. Sci.* 10:1159261. doi: 10.3389/fmars.2023.1159261

MARENSSI, S.A. **Sedimentología y paleoambientes sedimentarios de la formación La Meseta, Isla Marambio, Antártida**. Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias Geológicas de la Universidad de Buenos Aires. 1995.

MARENSSI, S.A.; Santillana S. & Rinaldi C.A. **Stratigraphy of the La Meseta Formation (Eocene), Marambio (Seymour) Island**, *Antarctica Asociación Paleontológica Argentina*: 137-146. (1998)

MARENSSI, S.A.; Net, L.I.; Santillana, S.N. **Provenance, environmental and paleogeographic controls on sandstone composition in an incised-valley system: the Eocene La Meseta Formation, Seymour Island, Antarctica**, *Sedimentary Geology*, Volume 150, Issues 3–4, (2002) Pages 301–321, ISSN 0037-0738, [https://doi.org/10.1016/S0037-0738\(01\)00201-9](https://doi.org/10.1016/S0037-0738(01)00201-9).

MARGULES, C.R. & Pressey, R.L. (2000) **Systematic conservation planning**. *Nature*, 405, 243–253

MCCALL, M. J. S.T. & PETER, L.. **Biotic Interactions in Recent and Fossil Benthic Communities**. New York: Springer New York, Ny, 1983. 837 p. (0275-0120).

- McKay R. M., Barret P. J., Levy R.S., Naish T.R., Golledge N.R. and Pyne A. (2016) **Antarctic Cenozoic climate history from sedimentary records: ANDRILL and beyond**. *Phil Trans. R. Soc. A.* 374: 20140301. <https://doi.org/10.1098/rsta.2014.0301>
- MCKEON, C. Seabird; TUNBERG, Björn G.; JOHNSTON, Cora A.; BARSHIS, Daniel J.. **Ecological drivers and habitat associations of estuarine bivalves**. *Peerj*, [s. l.], v. 3, p. 1348, 12 nov. 2015. [Doi.org/10.7717/peerj.1348](https://doi.org/10.7717/peerj.1348).
- MONTES, M; NOZAL, F; SANTILLANA, S.N; MARENSSI, S.A; OLIVERO, E. **Mapa geológico de Isla Marambio (Seymour), Escala 1:20:000**, Primera Edición. Série Cartográfica Geocientífica Antártica, texto complementario. Madrid, Instituto Geológico Y Minero de España; Buenos Aires, Instituto Antártico Argentino, 2013.
- MONTES, Manuel; BEAMUD, Elisabet; NOZAL, Francisco; SANTILLANA, Sergio. **Late Maastrichtian-Paleocene chronostratigraphy from Seymour Island, James Ross Basin, Antarctic Peninsula: Eustatic controls on sedimentation**. *Advances In Polar Science, China*, v. 30, n. 3, p. 303-327, set. 2019.
- MOORE, C.R. **“Treatise on Invertebrate Paleontology: Part N”**. The Geological Society of America, Inc and The University of Kansas . 1969.
- MORILLA, T. **Paleoecologia dos moluscos bivalves da Formação La Meseta (Eoceno), Ilha Seymour, Antártica**. 2021. 41 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Universidade Federal do Triângulo Mineiro, [S. l.], 2021.
- NELSON, G. (1981). **Systematics and Biogeography, cladistics and vicariance**. Columbia University Press. New York.
- NEWELL, R. 2004. **Ecosystem influences of natural and cultivated populations of suspension-feeding bivalve molluscs: a review**. *Journal of Shellfish Research* 23:51-61
- NUNES, Juliana Rodrigues da Silva. (2003) **Caracterização tafonômica das concentrações fossilíferas do calcário esperança, Formação Piauí (Carbonífero Superior), Bacia do Parnaíba e suas implicações paleoecológicas e paleoambientais**. 170 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- O'BRIEN, C. L.; HUBER, M; THOMAS, E; PAGANI, M; SUPER, J. R.; ELDER, L. E.; HULLI, P. M. (2020). **The enigma of Oligocene climate and global surface temperature evolution**. *National Academy of Sciences*, 202003914-. [doi:10.1073/pnas.2003914117](https://doi.org/10.1073/pnas.2003914117)
- PAIVA,P; PITAMBO,F; GOMES, A. **Bentos de sedimentos não consolidados**. In: *Biologia Marinha*, 2ªed, chapter 13 Brasil, pp 319-337. 2009.
- PALAZESSI, L., VIZCAINO, S.R.,BARREDA, V.D., CUITIÑO, J.I., del RIO, C. J, GOIN, F., ESTEBENET, M. S. G., GULER, M.V., GANDOLFO, M. A., KAY, R., PARRAS,A., REGUERO, A.M., ZAMOLA, M. C.; **Reconstructing Cenozoic Patagonian biotas using multi-proxy fossil records**, *Journal of South American Earth Sciences*, Volume 112, Part 1, 2021, 103513, ISSN 0895-9811, <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103513>.
- PEARSON, P.N; Foster G.L & Wade B.S. **Atmospheric carbon dioxide through the Eocene-oligocene climate transition**. *Nature*: 1110-1114. 2009.
- PHILIPPI, R. A. **Los fósiles terciarios i cuaternarios de Chile**. Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) 1v. en 2t. (256 p.) Chile. (1887)

- PIAZZA, P., ALVARO, M. C., BOWDEN, D. A., CLARK, M. R., CONCI, N., GHIGLIONE, C., & SHIAPARELLI, S. (2015). **First record of living *Acesta* (Mollusca: Bivalvia) from an Antarctic seamount.** *Marine Biodiversity*, 46(3), 529–530. doi:10.1007/s12526-015-0397-6.
- POREBSKI, S. J., (1995) **Facies architecture in a tectonically controlled incised-valley estuary: La Meseta Formation (Eocene) of Seymour Island, Antarctic Peninsula:** *Studia Geologica Polonica*, v. 107, p. 7–97.
- POREBSKI, S.J. (2000) **Shelf-valley compound fill produced by fault subsidence and eustatic sea-level changes, Eocene La Meseta Formation, Seymour Island, Antarctica.** *Instytut Nauk Geologicznych PAN, Ośrodek Badawczy w Krakowie Senacka*. v. 28; no. 2; p. 147– 150.
- QUAGLIO, F; WARREN, L; ANELLI, L; DOS SANTOS, P; ROCHA- CAMPOS, A;... GAZDZICKI, A; SIMÕES, M. **Shell beds the Low Head Member (Polonez Cove Formation, early Oligocene) at King George Island, West Antarctica: New insights on facies analysis, taphonomy and environmental significance.** *Antarctic Science*, 26(4), 400-412. Doi: <https://doi.org/10.1017/S0954102013000783>
- RANTANEN, M., Karpechko, A.Y., Lipponen, A. et al. (2022) **The Arctic has warmed nearly four times faster than the globe since 1979.** *Commun Earth Environ* 3, 168. <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00498-3>
- ROOT, R.B. **The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher: Ecological Monographs**, v. 37, p. 317-350. Ross, R.M., and ALLMON, W.D., eds., 1990, *Causes of Evolution. A Paleontological Perspective*: University of Chicago Press, Chicago, 479 p. 1967.
- SIEGERT, M.J; BARRETT, P.J; DeConto, R; DUNBAR, R; COFAIGH, C.O; PASSCHIER, S; NAISH, T.R. **Recent Advances in Understanding Antarctic Climate Evolution.** *Antarctic Science*, v. 20,n.4,p.313-325. 2008.
- SILVA, M.M. (2019) **Fósseis da Formação La Meseta, Ilha Seymour/Marambio, Antártica: A influência dos processos diagenéticos nas reconstituições paleoclimáticas.** Relatório de Trabalho de Conclusão do Curso de Geologia, Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, (2020)
- SIMBERLOFF, D., & Dayan, T. (1991). **The Guild Concept and the Structure of Ecological Communities.** *Annual Review of Ecology and Systematics*, 22, 115–143. <http://www.jstor.org/stable/2097257>
- STANLEY, S.M. **Relation of Shell form to life Habit of the bivalvia (Mollusca).** *Geological Society of America*, n.125, 1970.
- STEVENS, R.L. **Triangle plots and textural nomenclature for muddy sediments.** *Geo-Marine Letters* 11, 166–169 (1991). <https://doi.org/10.1007/BF02431005>.
- STILWELL, J.D & ZINSMEISTER, W.J. **Molluscan systematics and biostratigraphy. Lower Tertiary La Meseta Formation, Seymour Island, Antarctic Peninsula.** *American Geophysical Union*, Washington D.C.1992.
- STREHSE, J.S., MASER, E. (2020) **Marine bivalves as bioindicators for environmental pollutants with focus on dumped munitions in the sea: A review.** *Marine Environmental Research*, Volume 158. 105006, ISSN 0141-1136, <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2020.105006>.

SUGDEN, D.E. & JAMIESON, S.R. (2018) **The pre-glacial landscape of Antarctica**, Scottish Geographical Journal, 134:3-4, 203-223, DOI: [10.1080/14702541.2018.1535090](https://doi.org/10.1080/14702541.2018.1535090)

TEVESZ, M. J. S. Tevesz, & McCall, P. L. (1979). **Evolution of Substratum Preference in Bivalves (Mollusca)**. Journal of Paleontology, 53(1), 112–120. <http://www.jstor.org/stable/1304040>

TUCKER, M.E. **Rochas Sedimentares (Guia Geológico de Campo)**. Porto Alegre: Bookman, 2014. 336 p. ISBN 9788582601280.

VAUGHN, C., HAKENKAMP, C.; **The functional role of burrowing bivalves in freshwater ecosystems**. Freshwater Biology 46:1431-1446. (2001)

WEGENER, A. **The Origin of Continents and Oceans**. London. Methuen Publishing Ltd. (1922).

ZELAYA, Diego G.. **The bivalves from the Scotia Arc islands: species richness and faunistic affinities**. Scientia Marina, La Plata, Buenos Aires, Argentina, p. 115-122 (2005).

ZETTLER, M. & Hoffman, L. Nucula (Nuculidae, Bivalvia) from upper bathyal depths off Namibia. IBERUS 40 (2) 291-299. 40, 291–299 (2022).

APÊNDICE 1- TABELA GERAL DOS DADOS. Esta tabela contém a classificação taxonômica dos bivalves registrados para a Formação La Meseta segundo Stiwell & Zinsmeister (1992). A última coluna contém a distribuição dos táxons em caráter binário de (0) para ausente e (1) para presente ao longo dos 7 Telms. Dados faltantes e atribuídos com “?” para representar os dados inconclusivos quanto à presença ou ausência de gêneros em certos Telms foram considerados como não presença.

Táxon							Telm						
Ordem	Super-Família	Família	Sub-Família	Gênero	Sub-Gênero	Espécie	1	2	3	4	5	6	7
Nuculida	Nuculoidea	Nuculidae	Nuculinae	<i>Nucula</i>	<i>Leionucula</i>	<i>nova</i>	0	1	1	0	1	0	0
Nuculida	Nuculoidea	Nuculidae	Nuculinae	<i>Nucula</i>	<i>Leionucula</i>	<i>palmeri</i>	0	0	1	0	0	0	0
Nuculanida	Nuculanoidea	Nuculanidae		<i>Jupiteria</i>	<i>Surojupiteria</i>	<i>dissensa</i>	0	0	1	0	0	0	0
Nuculanida	Nuculanoidea	Nuculanidae	<i>Australoportlandia</i>			<i>antarctica</i>	0	0	0	0	1	0	0
Nuculanida	Nuculanoidea	Nuculanidae		<i>Yoldiella</i>		<i>leurovata</i>	0	0	1	0	1	1	0
Nuculanida	Malletioidea	Malletidae		<i>Australoneilo</i>		<i>rossi</i>	0	1	1	1	1	0	0
Nuculanida	Malletioidea	Malletidae		<i>Neilo</i>		<i>maxwelli</i>	0	0	1	0	0	0	0
Nuculanida	Malletioidea	Malletidae		<i>Neilo</i>		<i>beui</i>	0	0	0	0	1	0	0
Solemyida	Solemyoidea	Solemyidae	Solemyinae	<i>Solemya</i>		<i>peteri</i>	0	0	1	1	0	0	0
Arcidae		Cucullaeidae		<i>Cucullaea</i>		<i>donaldi</i>	0	0	0	0	0	1	1
Arcidae		Cucullaeidae		<i>Cucullaea</i>		<i>raea</i>	0	1	1	1	1	0	0
Mytilida	Mytiloidea	Mytilidae	Mytilinae	<i>Mytilosootus</i>		<i>arcuatus</i>	0	0	1	0	0	0	0
Mytilida	Mytiloidea	Mytilidae	Mytilinae	<i>Aulacomya</i>		<i>anderssoni</i>	0	0	1	0	1	0	0
Mytilida	Mytiloidea	Mytilidae	Mytilinae	<i>Arcuatula</i>		<i>sootryeni</i>	0	0	0	0	0	1	1
Mytilida	Mytiloidea	Mytilidae	Mytilinae	"Perna"		<i>sp.</i>	0	0	0	0	?	1	0
Mytilida	Mytiloidea	Mytilidae	Mytilinae	<i>Modiolus</i>		<i>thomsoni</i>	0	1	1	0	1	1	1
Mytilida	Mytiloidea	Mytilidae	Mytilinae	<i>Modiolus</i>		<i>turneri</i>	0	0	0	0	1	0	0
Mytilida	Mytiloidea	Mytilidae	Mytilinae	<i>Botula</i>		<i>pirriei</i>	0	0	0	0	0	0	1
Ptrioida	Pinnoidea	Pinnidae		<i>Pinna</i>		<i>sobrali</i>	0	0	0	0	0	0	1
Ptrioida	Pterioidea	Pteriidae		<i>Electroma</i>		<i>notiala</i>	1	1	0	0	?	0	1
Pectinida	Pectinoidea	Pectinidae		"Chlamys"		<i>sp. A</i>	1	0	0	0	0	0	0
Pectinida	Pectinoidea	Pectinidae		"Chlamys"		<i>sp. B</i>	0	0	0	0	1	1	1
Limoida	Limoidea	Limidae	Liminae	<i>Acesta</i>		<i>bibbyi</i>	0	1	0	0	0	0	0
Ostreida	Ostreoidea	Ostreidae	Ostreinae	<i>Ostrea</i>		<i>antarctica</i>	1	1	1	0	1	0	0
Ostreida	Ostreoidea	Ostreidae		<i>Ostrea</i>		<i>seymourensis</i>	0	0	0	0	0	1	1

Veneroida	Thyasiroidea	Thyasiridae	Thyasirinae	<i>Axinopsida</i>		<i>pegodonta</i>	0	0	0	0	1	0	0
Veneroida		Montacutidae		<i>Mysella</i>		<i>trigonoelliptica</i>	0	0	0	0	1	0	0
Veneroida	Gaimardioidea	Gaimardiidae		<i>Gaimardia</i>		<i>flemingi</i>	0	0	1	0	0	0	0
Veneroida		Sportellidae		<i>Anisodonta</i>		<i>truncilla</i>	0	1	1	0	0	0	0
		Sportellidae		<i>Anisodonta</i>		<i>subovata</i>	0	0	0	0	0	0	1
Carditida		Carditidae	Carditinae	<i>Cyclocardia</i>		<i>mesembria</i>	0	0	0	0	0	1	0
Carditida	Crassatelloidea	Crassatellidae	Crassatellinae	<i>Eucrassatella</i>		<i>wilckensi</i>	1	1	1	1	1	0	0
		Lahilliidae		<i>Lahillia</i>		<i>wilckensi</i>	0	1	1	0	1	0	0
Veneroida	Mactroidea	Mactridae	Mactrinae	<i>Oxyperas</i>	<i>Pseudoxyperas</i>	<i>ortimanni</i>	0	0	1	0	1	1	0
Veneroida	Mactroidea	Mactridae		<i>Mactra</i>		<i>irizari</i>	0	1	1	1	1	1	0
Veneroida	Mactroidea	Mactridae		<i>Mactra</i>	<i>Maorimactra</i>	<i>bodmani</i>	0	0	0	0	1	0	0
Veneroida	Mactroidea	Mactridae		<i>Standella</i>		<i>mystrosura</i>	0	0	0	0	1	0	0
Veneroida	Mactroidea	Mactridae		<i>Nymphactra</i>		<i>jonasseni</i>	0	1	1	0	0	1	0
Veneroida	Tellinoidea	Tellinidae		<i>Tellina</i>	<i>Tellinella</i>	<i>reflexa</i>	0	0	1	0	1	0	0
Veneroida	Veneroidea	Veneridae	Venerinae	<i>Gomphina</i>		<i>iheringi</i>	0	0	1	0	0	0	0
Veneroida	Veneroidea	Veneridae	Venerinae	<i>Eurhomalea</i>		<i>antarctica</i>	0	0	1	0	1	0	0
Veneroida	Veneroidea	Veneridae	Venerinae	<i>Eurhomalea</i>		<i>newtoni</i>	1	1	1	1	1	1	0
Veneroida	Veneroidea	Veneridae	Venerinae	<i>Eurhomalea</i>		<i>florentinai</i>	0	0	0	0	0	1	1
Veneroida	Veneroidea	Veneridae	Venerinae	<i>Eurhomalea</i>		<i>carlosoi</i>	0	?	0	0	1	0	0
Veneroida	Veneroidea	Veneridae	Venerinae	<i>Eurhomalea</i>		<i>inflata</i>	0	0	0	0	1	0	0
Veneroida	Veneroidea	Veneridae	Venerinae	<i>"Cyclorismina"</i>		<i>marwicki</i>	0	1	1	0	1	1	0
Veneroida	Veneroidea	Veneridae	Venerinae	<i>Cockburnia</i>		<i>lunulifera</i>	1	1	1	0	1	0	0
Veneroida	Veneroidea	Veneridae	Venerinae	<i>Eumarcia</i>	<i>Eumarcia</i>	<i>austrolissa</i>	0	0	0	0	1	0	0
Veneroida	Veneroidea	Veneridae	Venerinae	<i>Eumarcia</i>	<i>Atamarcia</i>	<i>robusta</i>	0	0	0	0	1	0	0
	Myoidea	Myidae	Myinae	<i>Mya</i>	<i>Arenomya</i>	<i>nucleoides</i>	0	0	1	0	1	1	1
	Myoidea	Myidae	Myinae	<i>Mya</i>	<i>Arenomya</i>	<i>sowerbyi</i>	0	0	1	0	0	0	0
	Myoidea	Myidae	Myinae	<i>Mya</i>	<i>Geramya</i>	<i>ekelofi</i>	0	0	1	0	1	1	0
Hiatellida	Hiatelloidea	Hiatellidae	Hiatellinae	<i>Hiatella</i>		<i>tenuis</i>	0	0	0	0	0	1	1
Hiatellida	Hiatelloidea	Hiatellidae	Hiatellinae	<i>Panopea</i>		<i>philippii</i>	0	0	0	0	1	1	1

Hiatellida	Hiatelloidea	Hiatellidae	Hiatellinae	<i>Panopea</i>		<i>akerlundi</i>	0	0	1	0	0	0	0
Hiatellida	Hiatelloidea	Hiatellidae	Hiatellinae	<i>Panopea</i>		<i>eightsi</i>	0	0	1	0	1	1	0
		Periplomatidae		Periploma		<i>topei</i>	0	1	1	0	1	?	?
Lucinida	Lucinoidea	Lucinidae	Lucininae	<i>Saxolucina</i>		<i>sharmani</i>	1	1	1	1	1	1	1
Veneroida	Thyasiroidea	Thyasiridae	Thyasirinae	<i>Thyasira</i>	<i>Parathyasira</i>	<i>notosulca</i>	0	0	0	0	1	0	0

APÊNDICE 2- INFORMAÇÕES DOS TÁXONS E SUAS INFERÊNCIAS ECOLÓGICAS FINAIS. Nesta tabela estão as informações quando aos taxóons e suas inferências ecológicas finais, sendo nas duas primeiras colunas as espécies descritas por Stiwell & Zinsmeister (1992), seguido das atribuições do parâmetro “Guildas”. As quatro últimas colunas “ Substrato”, “Batimetria”, Zona Climática” e “Distribuição Geográfica” referem-se as inferências finais atribuídas para cada táxon neste trabalho e que constituíram na elaboração do banco de dados para gerar as análises no programa R (Apêndice 3 e 6). Nesta tabela e nos apêndices seguintes as informações correspondentes ao gênero *Lahillia* foram retirados das inferências devido a ausência de informações para o grupo.

		INFERÊNCIAS FINAIS ATRIBUÍDAS				
Táxon		GUILDAS (Stanley,1970; Aberham,1994)	(Inferências considerando os representantes atuais dos fósseis para La Meseta)			
Gênero	Espécie		BATIMETRIA(m)	Zona Climática	Distribuição Biogeográfica	Substrato
<i>Nucula</i>	<i>nova</i>	shallow infaunal deposit-feeder	0-3000	Cosmopolita (todas as zonas climáticas)	Cosmopolita	Silte, Argila e lama
<i>Nucula</i>	<i>palmeri</i>	shallow infaunal deposit-feeder	0-3000	Cosmopolita (todas as zonas climáticas)	Cosmopolita	Silte, Argila e lama
<i>Jupiteria</i>	<i>dissensa</i>	facultatively mobile infaunal deposit feeder	530	Cosmopolita (todas as zonas climáticas)	Cosmopolita	Silte, Argila e lama
<i>Australoportlandia</i>	<i>antarctica</i>	mobile infaunal suspension feeder	530	Cosmopolita (todas as zonas climáticas)	Cosmopolita	Silte, Argila e lama
<i>Yoldiella</i>	<i>leurovata</i>	facultatively mobile shallow infaunal deposit feeder	530	Cosmopolita (todas as zonas climáticas)	Cosmopolita	Silte, Argila e lama
<i>Australoneilo</i>	<i>rossi</i>	facultatively mobile infaunal deposit feeder	110-1100	Subtropical a temperado	Nova Zelândia/Pacífico	Lama
<i>Neilo</i>	<i>maxwelli</i>	facultatively mobile infaunal deposit feeder	110-1100	Subtropical a temperado	Nova Zelândia/Pacífico	Lama
<i>Neilo</i>	<i>beui</i>	facultatively mobile infaunal deposit feeder	110-1100	Subtropical a temperado	Nova Zelândia/Pacífico	Lama
<i>Solemya</i>	<i>peteri</i>	facultatively mobile deep infaunal deposit feeder-chemosymbiotic	2-10	Tropical	Atlântico	Areia/lama
<i>Cucullaea</i>	<i>donaldi</i>	facultatively mobile infaunal suspension feeder	5-252	Tropical	Pacífico	Areia/Argila
<i>Cucullaea</i>	<i>raea</i>	facultatively mobile infaunal suspension feeder	5-252	Tropical	Pacífico	Areia/Argila
<i>Mytilosootus</i>	<i>arcuatus</i>	stationary epifaunal suspension feeder	0-100	Subtropical, Tropical e temperado	Oceano Atlântico/ Pacífico/ Índico / Mediterrâneo	Areia/Fundo rochoso
<i>Aulacomya</i>	<i>anderssoni</i>	stationary epifaunal suspension feeder	0-100	Temperado	Oceano Atlântico/ Pacífico/ Antártico	Areia/Fundo Rochoso
<i>Arcuatula</i>	<i>sootryeni</i>	stationary epifaunal suspension feeder	0-100	Subtropical, Tropical e temperado	Oceano Atlântico/ Pacífico/ Índico / Mediterrâneo	Areia/Fundo Rochoso

"Perna"	<i>sp.</i>	stationary epifaunal suspension feeder	0-100	Temperado	Pacífico	Rochoso
<i>Modiolus</i>	<i>thomsoni</i>	stationary semi-infaunal suspension feeder	0-100	Subtropical, Tropical e temperado	Oceano Atlântico/ Pacífico/ Índico / Mediterrâneo	Areia/Fundo Rochoso
<i>Modiolus</i>	<i>turneri</i>	stationary semi-infaunal suspension feeder	0-100	Subtropical, Tropical e temperado	Oceano Atlântico/ Pacífico/ Índico / Mediterrâneo	Areia/Fundo Rochoso
<i>Botula</i>	<i>piriei</i>	stationary boring suspension feeder	0-100	Subtropical, Tropical e temperado	Oceano Atlântico/ Pacífico/ Índico / Mediterrâneo	Areia/Fundo Rochoso
<i>Pinna</i>	<i>sobrali</i>	stationary semi-infaunal suspension	0-26	Subtropical	Pacífico	Areia e Lama
<i>Electroma</i>	<i>notiala</i>	stationary epifaunal suspension feeder	3 - 75	Tropical	Pacífico	"evolved specialized associations with hydroid, scleractinian, and alcyonarian substrata"
"Chlamys"	sp. A	stationary epifaunal suspension feeder	0-30	Subtropical	Pacífico	Rochoso
"Chlamys"	sp. B	stationary epifaunal suspension feeder	0-30			
<i>Acesta</i>	<i>bibbyi</i>	facultatively mobile epifaunal suspension feeder	200- 800	Temperado	Atlântico e Pacífico	Arenoso a rochoso
<i>Ostrea</i>	<i>antarctica</i>	stationary epifaunal suspension feeder	0 - 500	Subtropical, tropical e temperado	Pacífico, Mediterrâneo e Atlântico	Areia, cascalho, argila
<i>Ostrea</i>	<i>seymourensis</i>	stationary epifaunal suspension feeder	0 - 500	Subtropical, tropical e temperado	Pacífico, Mediterrâneo e Atlântico	Areia, cascalho, argila
<i>Saxolucina</i>	<i>sharmani</i>	facultatively mobile deep infaunal chemosymbiotic	0 - 633	Subtropical e temperado	Pacífico, Indico e Atlantico	Lama
<i>Thyasira</i>	<i>notosulca</i>	facultatively mobile infaunal chemosymbiotic	10-35	Temperado	Pacífico	Silte ou de areia fina
<i>Axinopsida</i>	<i>pegodonta</i>	facultatively mobile infaunal	10-35	Temperado	Pacífico	Silte ou de areia fina
<i>Mysella</i>	<i>trigonoelliptica</i>	stationary infaunal suspension feeder	10-35	Temperado	Pacífico	Silte ou de areia fina
<i>Gaimardia</i>	<i>flemingi</i>	facultatively mobile infaunal	10-35	Temperado	Pacífico	Silte ou de areia fina

<i>"Cyclorismina"</i>	<i>marwicki</i>	mobile infaunal suspension feeder	10-50	Tropical	Pacífico Ocidental	Areia
<i>Cockburnia</i>	<i>lunulifera</i>	facultatively mobile infaunal	10-50	Tropical	Pacífico Ocidental	Areia
<i>Eumarcia</i>	<i>austrolissa</i>	facultatively mobile infaunal	10-50	Tropical	Pacífico Ocidental	Areia
<i>Eumarcia</i>	<i>robusta</i>	facultatively mobile infaunal	10-50	Tropical	Pacífico Ocidental	Areia
<i>Mya</i>	<i>nucleoides</i>	facultatively mobile infaunal suspension feeder	0-192	Temperado	Atlântico , Mediterrâneo, Pacífico	Areia, silte e argila
<i>Mya</i>	<i>sowerbyi</i>	facultatively mobile infaunal suspension feeder	0-192	Temperado	Atlântico , Mediterrâneo, Pacífico	Areia, silte e argila
<i>Mya</i>	<i>ekelofi</i>	facultatively mobile infaunal suspension feeder	0-192	Temperado	Atlântico , Mediterrâneo, Pacífico	Areia, silte e argila
<i>Hiatella</i>	<i>tenuis</i>	stationary boring suspension feeder	0-110	Subtropical a Temperado	Pacífico	Areia e Lama
<i>Panopea</i>	<i>philippii</i>	deep infaunal suspension feeder	0-110	Subtropical a Temperado	Pacífico	Areia e Lama
<i>Panopea</i>	<i>akerlundi</i>	deep infaunal suspension feeder	0-110	Subtropical a Temperado	Pacífico	Areia e Lama
<i>Panopea</i>	<i>eightsi</i>	deep infaunal suspension feeder	0-110	Subtropical a Temperado	Pacífico	Areia e Lama
<i>Periploma</i>	<i>topei</i>	facultatively mobile infaunal	6-59	Tropical	Atlântico	Areia e Lama

APÊNDICE 3 - TABELA DE CODIFICAÇÃO PARA AS CATEGORIAS ECOLÓGICAS SELECIONADAS PARA ESTE TRABALHO EMPREGADA PARA ANÁLISE NO PROGRAMA ESTATÍSTICO R.

TELM	GUILD	BATIMETRIA	ZONA CLIMÁTICA	DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA-OCEANOS	SUBSTRATO
1	1	7	1	2	6
1	1	3	3	2	5
1	1	15	7	5	9
1	4	21	5	5	2
1	3	12	1	3	1
1	2	5	1	2	1
1	2	5	1	2	1
2	11	21	8	8	10
2	5	24	4	2	2
2	2	13	1	2	7
2	14	9	7	7	8
2	1	7	1	2	6
2	8	23	2	4	12
2	1	15	7	5	9
2	4	21	5	5	2
2	2	4	2	2	4
2	3	12	1	3	1
2	2	4	3	2	1
2	2	4	3	2	1
2	2	5	1	2	1
2	10	5	1	2	1
2	2	5	1	2	1
2	2	5	1	1	3
3	11	21	8	8	10
3	11	21	8	8	10
3	5	16	8	8	10
3	9	24	8	8	11
3	5	24	4	2	2
3	5	24	4	2	2
3	7	1	1	1	3

3	2	13	1	2	7
3	1	9	7	7	8
3	1	9	2	6	8
3	14	9	7	7	8
3	1	15	7	5	9
3	4	21	5	5	2
3	2	4	2	2	4
3	2	4	2	2	4
3	3	12	1	3	1
3	2	4	3	2	1
3	2	4	3	2	1
3	2	4	3	2	1
3	2	5	1	2	1
3	2	5	1	2	1
3	2	5	1	2	1
3	10	5	1	2	1
3	2	5	1	2	1
3	2	12	2	5	9
3	2	12	2	5	9
3	2	12	2	5	9
3	6	10	4	2	3
3	6	10	4	2	3
3	2	5	1	1	3
4	5	24	4	2	2

4	7	1	1	1	3
4	2	13	1	2	7
4	4	21	5	5	2
4	3	12	1	3	1
4	2	4	3	2	1
4	2	5	1	2	1
5	11	21	8	8	10
5	10	16	8	8	11
5	9	24	8	8	11
5	5	24	4	2	2
5	5	24	4	2	2
5	2	13	1	2	7
5	1	9	2	6	8
5	14	9	7	7	8
5	14	9	7	7	8
5	1	3	3	2	5
5	1	15	7	5	9
5	4	21	5	5	2
5	15	4	2	2	4
5	16	4	2	2	4
5	13	4	2	2	4
5	3	12	1	3	1
5	2	4	3	2	1
5	2	4	3	2	1
5	2	4	3	2	1
5	2	4	3	2	1
5	2	4	3	2	1
5	2	5	1	2	1
5	2	5	1	2	1
5	16	5	1	2	1

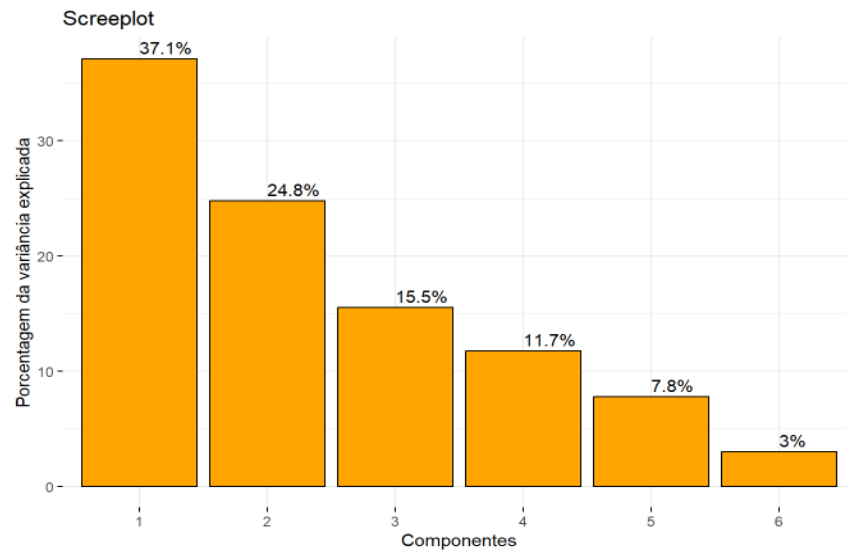
5	10	5	1	2	1
5	2	5	1	2	1
5	1	7	1	2	6
5	2	5	1	2	1
5	2	5	1	2	1
5	2	12	2	5	9
5	2	12	2	5	9
5	6	10	4	2	3
5	6	10	4	2	3
5	2	5	1	1	3
6	9	24	8	8	11
6	2	13	1	2	7
6	1	9	7	7	8
6	1	9	2	2	5
6	14	9	7	7	8
6	1	3	3	2	5
6	1	15	7	5	9
6	4	21	5	5	2
6	3	22	6	4	7
6	2	4	3	2	1
6	2	4	3	2	1
6	2	4	3	2	1
6	2	5	1	2	1
6	2	5	1	2	1
6	10	5	1	2	1
6	2	12	2	5	9

6	2	12	2	5	9
6	12	10	4	2	3
6	6	10	4	2	3
6	6	10	4	2	3
7	2	13	1	2	7
7	1	9	7	7	8
7	14	9	7	7	8
7	12	9	7	7	8
7	14	3	3	2	3
7	1	7	1	2	6
7	1	3	3	2	5
7	1	15	7	5	9
7	4	21	5	5	2
7	2	4	2	2	4
7	2	5	1	2	1
7	2	12	2	5	9
7	12	10	4	2	3
7	6	10	4	2	3
5	2	5	1	2	1

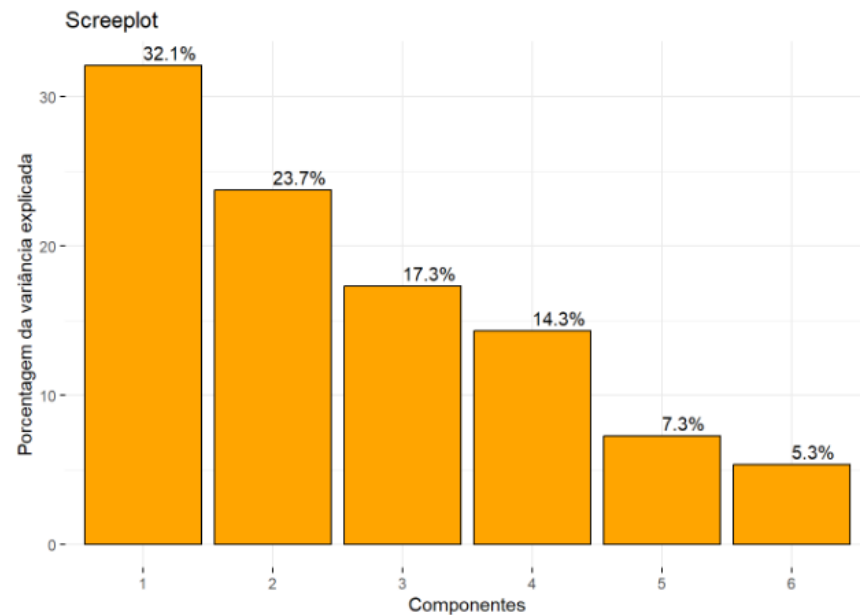
APÊNDICE 4 - GRÁFICOS GERADOS USANDO A FUNÇÃO “SCREN PLOT” DO PROGRAMA DE ANÁLISES

R. Este tipo de gráfico mostra a quantidade de eixos/dimensões geradas na análise qui-quadrado e suas respectivas porcentagem.

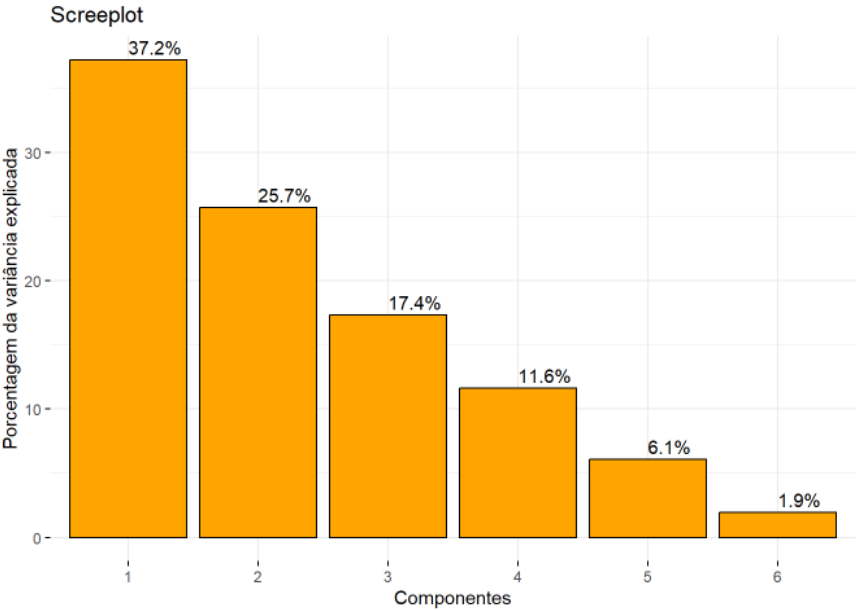
Telm x Guildas



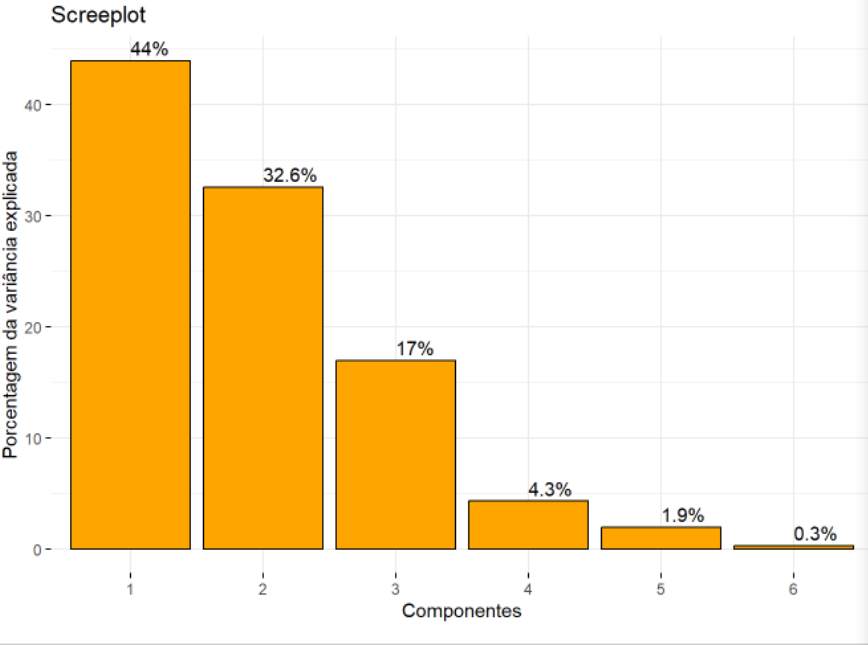
Telm x Substrato



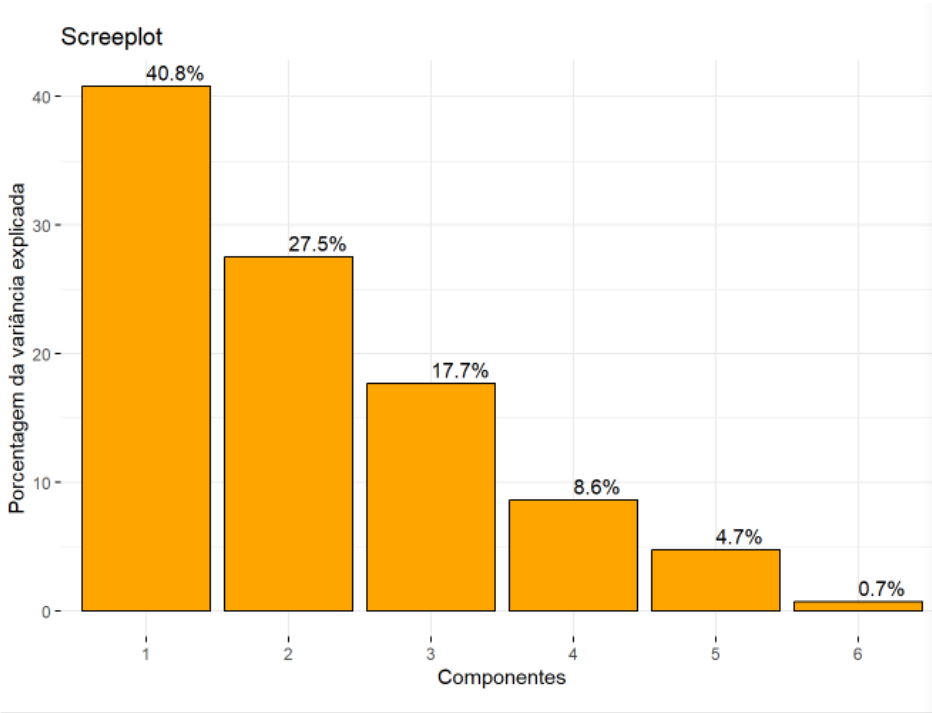
Telm x Batimetria



Telm x Zona Climática



Telm x Distribuição Geográfica



APÊNDICE 5- LIVRO TOMBO COM AS AMOSTRAS COLETADAS EM CAMPO E INCORPORADAS A COLEÇÃO DO INACH. Os pontos descritos são nomeados como El Puesto (EP) que refere a localidade próximo a região do Complexo Vale Cerro Guido- Rio de las Chinas, onde aconteceram as coletas. E próximo a localidade se encontra a formação Man Aike (Eoceno médio) que tem idade de 45 Ma.

Táxon	NºIdentificação	FM	PONTO	Nível	Idade	Observações
Gastropoda	CPAP8258	Man Aike	EP3	3	Eoceno	
Gastropoda	CPAP8259	Man Aike	EP3	3	Eoceno	
Gastropoda	CPAP8260	Man Aike	EP3	3	Eoceno	
Gastropoda	CPAP8261	Man Aike	EP3	3	Eoceno	
Gastropoda	CPAP8262	Man Aike	EP3	3	Eoceno	
Gastropoda	CPAP8263	Man Aike	EP3	3	Eoceno	
Braquiópode	CPAP8264	Man Aike	EP3	3	Eoceno	
Braquiópode	CPAP8265	Man Aike	EP3	3	Eoceno	
Braquiópode	CPAP8266	Man Aike	EP3	3	Eoceno	
Braquiópode	CPAP8267	Man Aike	EP3	3	Eoceno	
Braquiópode	CPAP8268	Man Aike	EP3	3	Eoceno	
Braquiópode	CPAP8269	Man Aike	EP3	3	Eoceno	
Braquiópode	CPAP8270	Man Aike	EP3	3	Eoceno	
Braquiópode	CPAP8271	Man Aike	EP3	3	Eoceno	
Braquiópode	CPAP8272	Man Aike	EP3	3	Eoceno	
Braquiópode	CPAP8273	Man Aike	EP3	3	Eoceno	
Braquiópode	CPAP8274	Man Aike	EP3	3	Eoceno	
Braquiópode	CPAP8275	Man Aike	EP3	3	Eoceno	Molde interno com restos de conchas
Braquiópode	CPAP8276	Man Aike	EP3	3	Eoceno	
Braquiópode	CPAP8277 e A	Man Aike	EP3	3	Eoceno	A= pedaço descoladoda concha
Braquiópode?	CPAP8278	Man Aike	EP3	3	Eoceno	possível dentição?
Bivalve	CPAP8279	Man Aike	EP3	3	Eoceno	
Bivalve	CPAP8280	Man Aike	EP3	3	Eoceno	
Bivalve	CPAP8281	Man Aike	EP3	3	Eoceno	
Bivalve	CPAP8282	Man Aike	EP3	3	Eoceno	
Bivalve	CPAP8283	Man Aike	EP3	3	Eoceno	
Bivalve	CPAP8284	Man Aike	EP3	3	Eoceno	
Bivalve	CPAP8285	Man Aike	EP3	3	Eoceno	1 valva de Lahilla?
Bivalve	CPAP8286	Man Aike	EP3	3	Eoceno	articulada
Bivalve	CPAP8287	Man Aike	EP3	3	Eoceno	Valva articulada e um dos lados com concha preservada
Bivalve	CPAP8288	Man Aike	EP3	3	Eoceno	articulada e uma das valvas com concha e a outra o molde
Bivalve	CPAP8289	Man Aike	EP3	3	Eoceno	molde de uma valva
Bivalve	CPAP8290	Man Aike	EP3	3	Eoceno	

Bivalve	CPAP8291	Man Aike	EP3	3	Eoceno	Articulada e uma das valvas com briozoário
Bivalve	CPAP8292	Man Aike	EP3	3	Eoceno	Molde
Bivalve	CPAP8293	Man Aike	EP3	3	Eoceno	Concha
Bivalve	CPAP8294	Man Aike	EP3	3	Eoceno	Molde
Bivalve	CPAP8295	Man Aike	EP3	3	Eoceno	Concha
Bivalve	CPAP8296	Man Aike	EP3	3	Eoceno	Molde
Bivalve	CPAP8297	Man Aike	EP3	3	Eoceno	cristalização
Bivalve	CPAP8298	Man Aike	EP3	3	Eoceno	1 molde da valva- Acesta?
Bivalve	CPAP8299	Man Aike	EP3	3	Eoceno	Concha preservada
Bivalve	CPAP8300	Man Aike	EP3	3	Eoceno	pouco da concha preservado
Bivalve	CPAP8301	Man Aike	EP3	3	Eoceno	concha articulada
Bivalve	CPAP8302	Man Aike	EP3	3	Eoceno	molde
Bivalve	CPAP8303	Man Aike	EP3	3	Eoceno	Articulada e uma das valvas com briozoário
Bivalve	CPAP8304	Man Aike	EP3	3	Eoceno	Molde com possíveis restos de concha
Bivalve	CPAP8305	Man Aike	EP3	3	Eoceno	Articulada
Bivalve	CPAP8306	Man Aike	EP3	3	Eoceno	
Bivalve	CPAP8307	Man Aike	EP3	3	Eoceno	molde de uma valva
Bivalve	CPAP8308	Man Aike	EP3	3	Eoceno	articulada com resto de concha
Bivalve	CPAP8309	Man Aike	EP3	3	Eoceno	articulada com resto de concha- Lucina? (Griffin, pág 14 pdf;
Bivalve	CPAP8310	Man Aike	EP3	3	Eoceno	articulada
Bivalve	CPAP8311	Man Aike	EP3	3	Eoceno	Bloco: 1 valva, restos de concha presente
Bivalve	CPAP8312	Man Aike	EP3	3	Eoceno	Bloco: 1 valva, restos de concha presente
Bivalve	CPAP8313	Man Aike	EP3	3	Eoceno	articulada
Bivalve	CPAP8314	Man Aike	EP3	3	Eoceno	Articulada- Venericardi
Bivalve	CPAP8315	Man Aike	EP3	3	Eoceno	1 valva; com fragmentos da concha
Bivalve	CPAP8316	Man Aike	EP3	3	Eoceno	Completa
Bivalve	CPAP8317	Man Aike	EP3	3	Eoceno	
Bivalve	CPAP8318	Man Aike	EP3	3	Eoceno	Conchas A, B,C, D
Bivalve	CPAP8319	Man Aike	EP3	3	Eoceno	Conchas A e B
Bivalve	CPAP8320	Man Aike	EP3	3	Eoceno	Concha articulada e preservada de um lado e o outro lado o
Bivalve	CPAP8321	Man Aike	EP3	3	Eoceno	A,B e C- Bloco com concha e moldes; há gastrópode
Bivalve	CPAP8322	Man Aike	EP3	3	Eoceno	A e B- (Panopea?)
Bivalve	CPAP8323	Man Aike	EP3	3	Eoceno	Block with seven animals, and probably three species of
Bivalve	CPAP8324	Man Aike	EP3	3	Eoceno	Articulate with shell one valve

Bivalve	CPAP8325	Man Aike	EP3	3	Eoceno	Sheel
Bivalve	CPAP8326	Man Aike	EP3	3	Eoceno	one valva ith sheel and other face no
Bivalve	CPAP8327	Man Aike	EP3	3	Eoceno	fragments of one sheel
Bivalve	CPAP8328	Man Aike	EP3	3	Eoceno	Articulated with fragments of sheel
Bivalve	CPAP8329	Man Aike	EP3	1	Eoceno	to valves but with much sediments
Bivalve	CPAP8330	Man Aike	EP3	1	Eoceno	two valves desarticulated
Bivalve	CPAP8331	Man Aike	EP3	3	Eoceno	Briozo associated a bivalve
Bivalve	CPAP8332	Man Aike	EP3	3	Eoceno	block with shells and molds. Two species (1 venericard and
Bivalve	CPAP8333	Man Aike	EP3	3	Eoceno	block bigger than CPAP8332 with shells and molds
Briozo	CPAP8334	Man Aike	EP3	3	Eoceno	block with briozoa (B), coral and bivalve(A)
Briozo	CPAP8335	Man Aike	EP3	3	Eoceno	
Briozo	CPAP8336	Man Aike	EP3	3	Eoceno	
Briozo	CPAP8337	Man Aike	EP3	3	Eoceno	
Briozo	CPAP8338	Man Aike	EP3	3	Eoceno	
Briozo	CPAP8339	Man Aike	EP3	3	Eoceno	Briozo marks for all block and one bivalve ith shell
Bivalve/ Ostreas	CPAP8340	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	1 valva fragmentada ao meio que foi colada
Bivalve/ Ostreas	CPAP8341 e A	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	Duas valvas, uma delas quebrada (A)
Bivalve/ Ostreas	CPAP8342 A e	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	
Bivalve/ Ostreas	CPAP8343 e A,	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	A,B,C,D,E,F,G,H,I,J= Cascas que quebraram e possível
Bivalve/ Ostreas	CPAP8344 e A,	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	A e B= Camadas da concha
Bivalve/ Ostreas	CPAP8345 e A,	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	Shell with others bivalves (A e B)
Bivalve/ Ostreas	CPAP8346	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	A= Fragment of one valve. B= Versus have other preserved
Bivalve- Acesta?	CPAP8347	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	Articualte
Bivalve- Acesta?	CPAP8348	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	Articualte
Bivalve- Acesta?	CPAP8349	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	Articualte
Bivalve- Acesta?	CPAP8350	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	Articualte
Bivalve	CPAP8351	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	
Bivalve	CPAP8352	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	Articualte
Bivalve	CPAP8353	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	
Bivalve	CPAP8354	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	
Bivalve	CPAP8355	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	shell articulate and with a block with rests of shell
Bivalve/Venericardia?	CPAP8356	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	
Bivalve/ Clavipholas?	CPAP8357	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	
Bivalve/ Clavipholas?	CPAP8358	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	

Rivalve/ Clavipholas?	CPAP8359	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	
Bivalve	CPAP8360	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	Dentição
Bivalve/ Nucula?	CPAP8361	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	Molde articulado
Bivalve	CPAP8362	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	Impressão da concha na rocha
Bivalve	CPAP8363	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	Venericardia ? pequeninha
Bivalve	CPAP8364	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	bivalve bem pequeno
Bivalve	CPAP8365	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	
Bivalve	CPAP8366	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	
Bivalve	CPAP8367 A e	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	A= Serpulidae? B=molde de uma valva quebrada
Bivalve	CPAP8368	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	Verenidea? 1 mm
Bivalve	CPAP8369 A e	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	A= outra concha B= espinho ou escafópodo?
Bivalve	CPAP8370	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	Verenidea???
Bivalve	CPAP8371 A e	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	A= dentição B=??
Bivalve	CPAP8372 A	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	duas espécies no bloco
Bivalve	CPAP8373 A,	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	A= ?? B= Serpulideo C= ??
Bivalve	CPAP8374	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	Espinhho de Ouriço?
Bloco	CPAP8375	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	Bloco com restos de gastrópode
Fragmento de ostra com	CPAP8376	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	
Gastropode	CPAP8377	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	
Gastrópode? Relacionado a	CPAP8378	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	
Ostrea	CPAP8379	Man Aike	EP4	1	Eoceno	Parte da concha
Ostrea	CPAP8380	Man Aike	EP4	1	Eoceno	Fragmento da concha
Ostrea	CPAP8381	Man Aike	EP4	1	Eoceno	Fragmento da concha
Ostrea	CPAP8382	Man Aike	EP4	1	Eoceno	Fragmento da concha
Ostrea	CPAP8383	Man Aike	EP4	1	Eoceno	Fragmento da concha
Ostrea	CPAP8384	Man Aike	EP4	1	Eoceno	Fragmento da concha
Ostrea	CPAP8385	Man Aike	EP4	1	Eoceno	Fragmento da concha e outros fragmentos das ostreas
Ostrea	CPAP8386	Man Aike	EP4	1	Eoceno	Incorporado porque tem muita bioerosão
Ostrea	CPAP8387	Man Aike	EP4	1	Eoceno	Incorporado porque tem muita bioerosão
Ostrea	CPAP8388	Man Aike	EP4	1	Eoceno	Incorporado porque tem muita bioerosão
Ostrea	CPAP8389	Man Aike	EP4	1	Eoceno	Incorporado porque tem muita bioerosão
Ostrea	CPAP8390	Man Aike	EP4	1	Eoceno	Bioerosão de gastrópode?
Pectinideo	CPAP8391	Man Aike	EP4	1	Eoceno	
Fragmento de Carditidea/	CPAP8392	Man Aike	EP4	1	Eoceno	

Fragmento de Carditidea/	CPAP8393	Man Aike	EP4	1	Eoceno	
Bivalve	CPAP8394	Man Aike	EP4	1/2	Eoceno	Lahila
Bivalve	CPAP8395	Man Aike	EP4	1/2	Eoceno	
Bivalve	CPAP8396	Man Aike	EP4	1/2	Eoceno	Venrenidea?
Bivalve	CPAP8397	Man Aike	EP4	1/2	Eoceno	
Bivalve	CPAP8398	Man Aike	EP4	1/2	Eoceno	
Bivalve	CPAP8399	Man Aike	EP4	1/2	Eoceno	
Gastrópode	CPAP8400	Man Aike	EP4	1/2	Eoceno	
Gastrópode	CPAP8401	Man Aike	EP4	1/2	Eoceno	
Ostrea	CPAP8402	Man Aike	EP4	2	Eoceno	Fragmento de conchacom incrustação e marca de poliqueta
Ostrea	CPAP8403	Man Aike	EP4	2	Eoceno	Fragmentos de concha
Ostrea	CPAP8404	Man Aike	EP4	2	Eoceno	Fragmentos de concha
Bivalves	CPAP8405	Man Aike	EP4	2	Eoceno	Molde da Concha articulada
Bivalves	CPAP8406	Man Aike	EP4	2	Eoceno	Impressão da concha
Bivalve/Acesta?	CPAP8407					
Bivalve/Acesta?	CPAP8408	Man Aike	EP4	2	Eoceno	Molde com concha preservada
Bivalve	CPAP8409	Man Aike	EP4	2	Eoceno	
Bivalve	CPAP8410	Man Aike	EP4	2	Eoceno	Fragmento Marcas de concha
Bivalve	CPAP8411	Man Aike	EP4	2	Eoceno	
Gastrópode	CPAP8412	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	
Bloco com Bivalve	CPAP8413	Fm.	EP3	1-	Cretáceo	Neste bloco também há muitos gastrópodes
Bloco com Bivalve	CPAP8414	Fm.	EP3	1-	Cretáceo	Neste bloco também há muitos gastrópodes
Bloco com Bivalve	CPAP8415	Fm.	EP3	1-	Cretáceo	Neste bloco também há muitos gastrópodes
Bloco com Bivalve	CPAP8416	Fm.	EP3	1-	Cretáceo	Neste bloco também há muitos gastrópodes
Bloco com Bivalve	CPAP8417	Fm.	EP3	1-	Cretáceo	Neste bloco também há muitos gastrópodes
Bloco com Bivalve	CPAP8418	Fm.	EP3	1-	Cretáceo	Neste bloco também há muitos gastrópodes
Bloco com Bivalve	CPAP8419	Fm.	EP3	1-	Cretáceo	Neste bloco também há muitos gastrópodes
Bloco com Bivalve	CPAP8420	Fm.	EP3	1-	Cretáceo	Neste bloco também há muitos gastrópodes
Ostrea	CPAP8421	Fm.	CG9	1	Cretáceo	
Ostrea	CPAP8422	Fm.	CG9	1	Cretáceo	
Ostrea	CPAP8423	Fm.	CG9	1	Cretáceo	
Ostrea	CPAP8424	Fm.	CG9	1	Cretáceo	
Ostrea	CPAP8425	Fm.	CG9	1	Cretáceo	
Ostrea	CPAP8426	Fm.	CG9	1	Cretáceo	

Ostrea	CPAP8427	Fm.	CG9	1	Cretáceo	
Bivalve	CPAP8428	Fm.	CG9	2	Cretáceo	
Bivalve	CPAP8429	Fm.	CG9	2	Cretáceo	
Bivalve	CPAP8430	Fm.	CG9	2	Cretáceo	
Espícula de esponja ou espinha	CPAP8431	Fm.	CG9	2	Cretáceo	
Bloco pequeno com Gastrópodes	CPAP8432	Fm.	CG9	2	Cretáceo	
Bivalve	CPAP8433	Fm.	CG9	2	Cretáceo	
Bivalve	CPAP8434	Fm.	CG9	2	Cretáceo	
Bivalve	CPAP8435	Fm.	CG9	2	Cretáceo	
Bloco	CPAP8436	Fm.	CG9	2	Cretáceo	Bloco com provavel bivalve articulado e marcas/molde de
Bloco	CPAP8437	Fm.	CG9	2	Cretáceo	
Bloco	CPAP8438	Fm.	CG9	2	Cretáceo	
Bloco	CPAP8439	Fm.	CG9	2	Cretáceo	Bloco com muitos restos
Blocos com fragmento de	CPAP8440	Fm.	CG9	2	Cretáceo	
Bivalve	CPAP8441	Fm.	CG9	Acima	Cretáceo	Concha em formato de borboleta
Bivalve	CPAP8442	Fm.	CG9	3	Cretáceo	Concha pequena e com outros fragmentos
Bivalve	CPAP8443	Fm.	CG9	3	Cretáceo	
Fragmento de ostrea	CPAP8444	Fm.	CG9	3	Cretáceo	
Fragmento de ostrea	CPAP8445	Fm.	CG9	3	Cretáceo	
Fragmento de ostrea	CPAP8446	Fm.	CG9	3	Cretáceo	
Ostrea com fragmentos de	CPAP8447	Fm.	CG9	3	Cretáceo	
Bivalve	CPAP8448	Fm.	EP1 e	1	Cretáceo	Fragmento de molde de bivalve
4 Blocos com fragmentos de	CPAP8449	Fm.	EP1 e	1	Cretáceo	
Bivalve	CPAP8450	Fm.	EP1 e	1	Cretáceo	
Bivalve	CPAP8451	Fm.	EP1 e	1	Cretáceo	Fragmento do molde de uma concha com molde interno e
Bivalve	CPAP8452	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Molde articulado com resto de concha
Bivalve	CPAP8453	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Articulado e com pedaços de concha
Bivalve Offadesma	CPAP8454	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Uma valva preservada com restos de conchas e na parte
Bivalve Offadesma ?	CPAP8455 A e	Fm.	EP2	1	Cretáceo	A= Outra espécie de bivalve, B= Gastrópode
Bivalve	CPAP8456	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Bivalve articulado com restos de concha presente
Bivalve	CPAP8457	Fm.	EP2	1	Cretáceo	molde de uma valva preservada
Bivalve	CPAP8458	Fm.	EP2	1	Cretáceo	molde de uma valva preservada com restos de concha
Bivalve	CPAP8459	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Uma valva com concha preservada
Bivalve	CPAP8460	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Uma valva preservada (cristalização)

Bivalve	CPAP8461	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Uma valva preservada com restos de concha
Bivalve/ Panopea?	CPAP8462	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Molde articulado da concha, tem restos
Bivalve	CPAP8463	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Uma valva preservada com restos de concha presente
Bivalve	CPAP8464	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Uma valva preservada e com a dentição pouco aparente
Bivalve	CPAP8465	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Concha articulada
Bivalve	CPAP8466	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Uma valva com restos da concha preservada
Bivalve	CPAP8467	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Bloco com molde de uma concha com restos também
Bivalve	CPAP8468	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Parte da concha preservada
Bivalve	CPAP8469	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Articulado e com pedaços de concha
Bivalve	CPAP8470	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Articulado e com pedaços de concha
Bivalve	CPAP8471	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Uma valva preservada e com concha preservada
Bivalve	CPAP8472	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Uma valva preservada com restos de concha e na parte
Bivalve	CPAP8473	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Uma valva preservada com restos de concha
Bivalve	CPAP8474	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Uma valva preservada com restos de concha
Bivalve	CPAP8475	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Uma valva preservada com restos de concha
Bivalve	CPAP8476 A	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Uma valva preservada com restos de concha e A=
Bivalve	CPAP8477	Fm.	EP2	1	Cretáceo	
Bivalve	CPAP8478	Fm.	EP2	1	Cretáceo	
Bivalve	CPAP8479	Fm.	EP2	1	Cretáceo	
Bivalve Venericardia?	CPAP8480	Fm.	EP2	1	Cretáceo	
Bivalve Venericardia?	CPAP8481	Fm.	EP2	1	Cretáceo	
Bivalve/ Panopea?	CPAP8482	Fm.	EP2	1	Cretáceo	
Bivalve	CPAP8483	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Molde fragmentado
Bivalve	CPAP8484	Fm.	EP2	1	Cretáceo	
Bivalve	CPAP8485	Fm.	EP2	1	Cretáceo	
Bloco com moldes de conchas	CPAP8486	Fm.	EP2	1	Cretáceo	
Bloco (PARTIDO AO MEIO) com	CPAP8487	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Have shells and marks of Bivalves and Gastropods
Bivalve/Panopeae?	CPAP8488	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Articulada e com restos da concha
Bivalve	CPAP8489	Fm.	EP2	1	Cretáceo	One valve with preserved shell
Bivalve	CPAP8490	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Mold of one valve but its possible see a little sequence of
Bivalve	CPAP8491	Fm.	EP2	1	Cretáceo	One valve with fragments of preserved shell
Fragmento de Offadesma?	CPAP8492	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Preservação da característica diagnóstica do grupo de
Bivalve	CPAP8493	Fm.	EP2	1	Cretáceo	One valve with preserved shell
Bivalve	CPAP8494	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Molde Articulado e com pouco da dentição aparente

Bivalve	CPAP8495	Fm.	EP2	1	Cretáceo	One mold of valva with musculos preservados?
Bivalve	CPAP8496	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Fragmento de concha com outra concha junto
Bivalve	CPAP8497	Fm.	EP2	1	Cretáceo	One preserved valve
Block with one preserved bivalve	CPAP8498	Fm.	EP2	1	Cretáceo	
Bivalve	CPAP8499	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Impressão
Bivalve	CPAP8500	Fm.	EP2	1	Cretáceo	One valve preserved
Coquinas	CPAP8501	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Com resto de concha de bivalve e gastrópode, impressões
Coquinas	CPAP8502	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Com resto de concha de bivalve e gastrópode, impressões
Coquinas	CPAP8503	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Impressão com restos da concha de bivalve
Coquinas (dois blocos)	CPAP8504	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Com resto de concha de bivalve e gastrópode, impressões
Coquinas	CPAP8505	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Uma valva preservada
Coquinas	CPAP8506 A, B	Fm.	EP2	1	Cretáceo	
Coquinas	CPAP8507	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Impressão com restos da concha de bivalve. Algumas
Coquinas	CPAP8508	Fm.	EP2	1	Cretáceo	
Coquinas	CPAP8509	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Bloco com muitos exemplares pequenos
Coquinas	CPAP8510	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Bloco com dois exemplares mais bem preservados (e
Coquinas	CPAP8511	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Bloco com restos de conchas, uma valva bem preservada
Coquinas	CPAP8512	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Bloco com uma concha aparentemente articulada. E restos
Coquinas	CPAP8513	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Bloco com possível dente atrás
Coquinas	CPAP8514	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Restos de conchas e gastrópodes (bem mais preservados)
Coquinas	CPAP8515	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Molde de uma concha e uma concha menor aparentemente
Bivalve	CPAP8516	Fm.	EP2	1	Cretáceo	
Gastrópode	CPAP8517	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Fragmentado
Gastrópode	CPAP8518 -	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Gastrópodes em bloquinhos
Gastrópode	CPAP8527 -	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Gastrópodes inteiros
Gastrópode	CPAP8574 -	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Bloco com Gastrópodes com a última dobra maior.
Gastrópode	CPAP8578 -	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Gastrópodes com a última dobra maior inteiros
Gastrópode	CPAP8591 -	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Vários fragmentos de gastrópodes de diferentes morfologias
Gastrópode	CPAP8612 -	Fm.	EP2	1	Cretáceo	Vários Inteiros
Bloco com um gastrópode	CPAP8618	Fm.	EP2	1	Cretáceo	
Bloco com um gastrópode	CPAP8619	Fm.	EP2	1	Cretáceo	
Bloco com um gastrópode	CPAP8620	Fm.	EP2	1	Cretáceo	
Bloco com vários gastrópodes	CPAP8621	Fm.	EP2	1	Cretáceo	
Bloco com vários gastrópodes	CPAP8622	Fm.	EP2	1	Cretáceo	

Bivalve	CPAP8623	Fm. Dorotéa	EP15	F1	Cretáceo	
Turitela ?	CPAP8624	Fm. Dorotéa	EP15	F1	Cretáceo	Bloco com Turitelas? (inteiras e moldes no sedimento)
Bivalve	CPAP8625	Fm. Dorotéa	EP15	F2	Cretáceo	Fóssil rolado
Bivalve	CPAP8626 A-B	Fm. Dorotéa	EP15	F2	Cretáceo	Fóssil rolado
Turitela ?	CPAP8627	Fm. Dorotéa	EP15	F2	Cretáceo	Fóssil rolado
Gastrópode	CPAP8628	Fm. Dorotéa	EP15	F2	Cretáceo	Fóssil rolado
Bloco	CPAP8629	Fm. Dorotéa	EP15	F2-	Cretáceo	Turitelas? (são maioria) e bivalves nos dois lados do bloco
Bloco	CPAP8630	Fm. Dorotéa	EP15	F2-	Cretáceo	Turitelas? (são maioria) e bivalves nos dois lados do bloco
Bloco	CPAP8631	Fm. Dorotéa	EP15	F2-	Cretáceo	Turitelas? (são maioria) e bivalves nos dois lados do bloco
Bloco	CPAP8632	Fm. Dorotéa	EP15	F2-	Cretáceo	Turitelas?
Bloco	CPAP8633	Fm. Dorotéa	EP15	F2-	Cretáceo	Turitelas? (são maioria), outro gastrópode, bivalves
Bloco	CPAP8634	Fm. Dorotéa	EP15	F2-	Cretáceo	Turitelas? (são maioria) e bivalves nos dois lados do bloco
Bloco	CPAP8635	Fm. Dorotéa	EP15	F2-	Cretáceo	Turitelas? (são maioria) e bivalves nos dois lados do bloco
Bloco	CPAP8636	Fm. Dorotéa	EP15	F2-	Cretáceo	Turitelas? (são maioria) e bivalves nos dois lados do bloco
Bloco	CPAP8637	Fm. Dorotéa	EP15	F2-	Cretáceo	Turitelas? (são maioria) e bivalves nos dois lados do bloco
Bloco	CPAP8638	Fm. Dorotéa	EP15	F2-	Cretáceo	Molde de um bivalve com varios Turitelas? junto no bloco
Bivalve	CPAP8639	Fm. Dorotéa	EP15	F2-	Cretáceo	Articulada com músculos amostra
Gastrópode	CPAP8640	Fm. Dorotéa	EP15	F2-	Cretáceo	Molde de concha
Bloco	CPAP8641	Fm. Dorotéa	EP15	F2-	Cretáceo	Bloco com moldes de gastrópodes e turitelas?
Bloco	CPAP8642	Fm. Dorotéa	EP15	F2-	Cretáceo	Bloco com impressões, moldes e restos de bivalves e
Bloco	CPAP8643	Fm. Dorotéa	EP15	F2-	Cretáceo	
Bloco	CPAP8644	Fm. Dorotéa	EP15	F2-	Cretáceo	
Bloco	CPAP8645	Fm. Dorotéa	EP15	F2-	Cretáceo	
Bloco	CPAP8646	Fm. Dorotéa	EP15	F2-	Cretáceo	na base tem menos fósseis
Dentes de tubarão?	CPAP8647	Man Aike	EP4	-1	Eoceno	Rolado
Dentes de tubarão?	CPAP8648-	Man Aike	EP3	3	Eoceno	Rolado

APÊNDICE 6 - SCRIPT CONSTRUÍDO PARA ANÁLISES NO PROGRAMA ESTATÍSTICO R.

```
dados <- df
```

```
dd <- dist(scale(dados), method = "euclidean")
```

```
hc <- hclust(dd, method = "ward.D2")
```

```
plot(hc)
```

```
library(factoextra)
```

```
fviz_nbclust(dados, kmeans, method = "wss")+  
  geom_vline(xintercept = 7, linetype = 2)
```

```
# Clusterização k-means
```

```
set.seed(123)
```

```
km.res=kmeans(dados, 7, nstart=25)
```

```
print(km.res)
```

```
aggregate(dados, by=list(cluster=km.res$cluster), mean)
```

```
dados2=cbind(dados, cluster=km.res$cluster,df$TELM)
```

```
head(dados2)
```

```
table(dados2$`df$TELM`,dados2$cluster)
```

```
...
```

Árvore de decisão

```
```{r }
```

```
library(rpart)
```

```
library(rpart.plot)
```

```
modelo <- rpart(factor(TELM) ~ factor(BATIMETRIA) + factor(`ZONA CLIMÁTICA`) +
 factor(`DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA-OCEANOS`)) +
```

```
factor(SUBSTRATO), method="class", data=dados)
```

```
prp(modelo, extra=1)
```

```
modelo <- rpart(TELM ~ BATIMETRIA + `ZONA CLIMÁTICA` + `DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA-OCEANOS` +
SUBSTRATO, method="class", data=dados)
```

```
prp(modelo, extra=1)
```

```
...
```

Análise de Correspondência

```
```{r }
```

```
library(readxl)
```

```
library("gplots")
```

```
library("FactoMineR")
```

```
library("factoextra")
```

```
# TELM x GUIL  
  
a <- table(df$TELM,df$GUIL)  
  
dt <- as.table(as.matrix(a))  
  
balloonplot(t(dt), main = "TELM x GUIL", xlab = "", ylab = "",  
             label = FALSE, show.margins = FALSE)
```

```
chisq <- chisq.test(dt)  
  
chisq  
  
res.ca <- CA(dt, graph = FALSE)  
  
fviz_ca_biplot(res.ca, repel = TRUE)  
  
fviz_eig(res.ca,  
         addlabels = TRUE,  
         geom = "bar",  
         barfill = "orange",  
         barcolor = "black",
```

```
xlab = "Componentes",  
ylab = "Porcentagem da variância explicada",  
main = "Screeplot")
```

```
# TELM x BATIMETRIA
```

```
a <- table(df$TELM,df$BATIMETRIA)
```

```
dt <- as.table(as.matrix(a))
```

```
balloonplot(t(dt), main = "TELM x BATIMETRIA", xlab = "", ylab = "",  
             label = FALSE, show.margins = FALSE)
```

```
chisq <- chisq.test(dt)
```

```
chisq
```

```
res.ca <- CA(dt, graph = FALSE)
```

```
fviz_ca_biplot(res.ca, repel = TRUE)
```

```
fviz_eig(res.ca,
```

```
addlabels = TRUE,  
  
geom = "bar",  
  
barfill = "orange",  
  
barcolor = "black",  
  
xlab = "Componentes",  
  
ylab = "Porcentagem da variância explicada",  
  
main = "Screeplot")
```

```
# TELM x ZONA CLIMÁTICA
```

```
a <- table(df$TELM,df$`ZONA CLIMÁTICA`)
```

```
dt <- as.table(as.matrix(a))
```

```
balloonplot(t(dt), main = "TELM x ZONA CLIMÁTICA", xlab = "", ylab = "",
```

```
label = FALSE, show.margins = FALSE)
```

```
chisq <- chisq.test(dt)
```

```
chisq
```

```
res.ca <- CA(dt, graph = FALSE)
```

```
fviz_ca_biplot(res.ca, repel = TRUE)
```

```
fviz_eig(res.ca,
```

```
  addlabels = TRUE,
```

```
  geom = "bar",
```

```
  barfill = "orange",
```

```
  barcolor = "black",
```

```
  xlab = "Componentes",
```

```
  ylab = "Porcentagem da variância explicada",
```

```
  main = "Screeplot")
```

```
# TELM x DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA-OCEANOS
```

```
a <- table(df$TELM,df$`DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA-OCEANOS`)
```

```
dt <- as.table(as.matrix(a))
```

```
balloonplot(t(dt), main = "TELM x DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA-OCEANOS", xlab = "", ylab = "",  
            label = FALSE, show.margins = FALSE)
```

```
chisq <- chisq.test(dt)
```

```
chisq
```

```
res.ca <- CA(dt, graph = FALSE)
```

```
fviz_ca_biplot(res.ca, repel = TRUE)
```

```
fviz_eig(res.ca,  
         addlabels = TRUE,  
         geom = "bar",  
         barfill = "orange",  
         barcolor = "black",  
         xlab = "Componentes",  
         ylab = "Porcentagem da variância explicada",  
         main = "Screeplot")
```

```
# TELM x SUBSTRATO

a <- table(df$TELM,df$SUBSTRATO)

dt <- as.table(as.matrix(a))

balloonplot(t(dt), main = "TELM x SUBSTRATO", xlab = "", ylab = "",
             label = FALSE, show.margins = FALSE)


chisq <- chisq.test(dt)

chisq

res.ca <- CA(dt, graph = FALSE)

fviz_ca_biplot(res.ca, repel = TRUE)


fviz_eig(res.ca,
         addlabels = TRUE,
```

```
geom = "bar",  
barfill = "orange",  
barcolor = "black",  
xlab = "Componentes",  
ylab = "Porcentagem da variância explicada",  
main = "Screeplot")
```