

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

**ASSEMBLEIAS DE MOLUSCOS PLEISTOCÊNICOS NO SUL DA PLANÍCIE
COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL: IMPLICAÇÕES NA EVOLUÇÃO DO
SISTEMA LAGUNA-BARREIRA III**

MAIARA BETTINELLI

ORIENTADOR – Prof. Dr. Sérgio Rebello Dillenburg

COORIENTADOR – Prof. Dr. Renato Pereira Lopes

Porto Alegre - 2018

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS**

**ASSEMBLEIAS DE MOLUSCOS PLEISTOCÊNICOS NO SUL DA PLANÍCIE
COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL: IMPLICAÇÕES NA EVOLUÇÃO DO
SISTEMA LAGUNA-BARREIRA III**

MAIARA BETTINELLI

ORIENTADOR – Prof. Dr. Sérgio Rebello Dillenburg

COORIENTADOR – Prof. Dr. Renato Pereira Lopes

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Maria Luiza Correa da Camara Rosa – Instituto de Geociências,
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Fernando Erthal – Instituto de Geociências, Universidade Federal do
Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Rodolfo José Angulo – Departamento de Geologia, Universidade
Federal do Paraná

Dissertação de Mestrado apresentada como
requisito parcial para obtenção do Título de
Mestre em Geociências.

Porto Alegre – 2018

Ficha Catalográfica

CIP – Catalogação da Publicação

Bettinelli, Maiara

Assembleias de moluscos pleistocênicos no Sul da Planície Costeira do Rio Grande do Sul: implicações na evolução do Sistema Laguna-Barreira III / Maiara Bettinelli. -- 2018.

84 f.

Orientador: Sérgio Rebello Dillenburg.

Coorientador: Renato Pereira Lopes.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Porto Alegre, BR-RS, 2018.

1. Geologia Costeira. 2. Evolução Costeira. 3. Paleontologia de invertebrados. 4. Estratigrafia. I. Dillenburg, Sérgio Rebello, orient. II. Lopes, Renato Pereira, coorient. III. Título.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, em especial:

Ao meu orientador, Sérgio, por me receber na UFRGS e aceitar me orientar, pelas conversas esclarecedoras, sempre pertinentes e enriquecedoras, e por todo apoio e solicitude do início ao fim do mestrado.

Ao meu coorientador, Renato, por me apoiar desde o meu trabalho de conclusão de curso até agora, por fornecer o material que foi a base da realização deste trabalho, por esclarecer todas as dúvidas que surgiram ao longo desse caminho e por compartilhar seu conhecimento, tão pacientemente, desde a identificação dos fósseis até suas implicações e significados para a Geologia Costeira.

Ao Felipe, por me orientar praticamente desde 2011, por toda a ajuda e troca de ideias enriquecedoras que contribuíram para a realização deste trabalho, por me incentivar a realizar o mestrado e seguir nesse caminho, pela confiança e por me apresentar com as melhores aulas a Geologia Marinha e Costeira.

Aos professores do Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica (CECO) e da Estratigrafia pelas aulas e saídas de campo sensacionais, por todo conhecimento compartilhado e exemplo que representam e, em especial ao Eduardo, pelas dicas e apoio na realização da análise granulométrica. Agradeço também aos funcionários do CECO pelo apoio, pelas conversas matinais e, em especial ao Téc. Gilberto pela ajuda na preparação das amostras de sedimentos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geociências, pela oportunidade e pela solicitude de seu pessoal. À Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), pela estrutura e espaço físico disponibilizados. À CAPES, pela bolsa de mestrado.

Aos colegas da Pós-Graduação, pela troca de ideias, pela parceria nos congressos e pelos campos inesquecíveis.

Ao Chico e à Milene, pelo incentivo e por me apresentarem tão bem, ainda em 2012, a área de estudo deste trabalho.

Aos meus amigos irmãos que a geologia me proporcionou, Caleb e Anna Maria, pela amizade, confiança, companheirismo e pelo famoso apoio psicológico, mesmo com a longa distância física. Aos amigos Natassja e Guilherme, por me acompanharem nesses dois anos, pela amizade, pela parceria e pelas muitas horas

felizes, da geologia e da vida. Às amigas Mayra, Vivian, Laís e Patrícia, pela amizade e apoio.

Aos meus pais, Ari e Marlene, ao meu irmão, Rangel, e a minha cunhada, Keli, por nunca medirem esforços para me ajudar e por serem a base e fonte de toda a minha vontade de querer seguir em frente sempre e de me superar, dia após dia, independente dos obstáculos. À família do tio Odonir e tia Arina, por todo o apoio e incentivo e, em especial, a minha prima irmã Michele, pela amizade sincera.

Resumo

O Sistema Laguna-Barreira III é o sistema deposicional pleistocênico mais preservado do sul da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. A origem dessa unidade está correlacionada ao alto nível do mar do último estágio interglacial, mas até agora pouco se conhece sobre sua evolução e estratigrafia devido à escassez de afloramentos. Uma assembleia de fósseis constituída por milhares de bivalves e gastrópodes foi recuperada de perfurações e sondagens SPT (*Standard Penetration Test*), em profundidades de até 17 metros, realizadas sobre essa unidade. A caracterização desses fósseis e a análise dos sedimentos e dos dados dos SPTs permitiu identificar depósitos de retrobarreira representando uma sequência retrogradacional caracterizada por fácies de fundo e margem lagunar sobrepostas por fácies eólicas arenosas, recobertas por depósitos de *loess*. A assembleia de fósseis, encontrada em depósitos de fundo e margem lagunar, é dominada por moluscos bivalves e gastrópodes, em sua maioria característicos de ambiente marinho franco raso (≤ 30 metros), mas também inclui alguns bivalves típicos de ambiente lagunar, como *Erodona mactroides* e *Anomalocardia brasiliana*. A presença de espécies que não vivem atualmente nessa região sugere a influência de águas costeiras mais quentes durante o último estágio interglacial. O bom estado de preservação da maior parte da assembleia de moluscos, sem sinais de abrasão, bioerosão ou incrustação, indica curto tempo de residência na interface sedimento-água após a morte, seguido por rápido soterramento abaixo da Zona Tafonomicamente Ativa (TAZ). A presença de espécies marinhas juntamente com espécies de ambientes mixohalinos de baixa energia indica o transporte de sedimentos e fauna marinhos para a retrobarreira, o que teria ocorrido durante a fase transgressiva da evolução do Sistema III. Esse processo poderia estar relacionado ao aumento de tempestades durante o último interglacial, promovendo o transporte de grandes quantidades de sedimentos e conchas da face praial para a retrobarreira através de sobrelavagem da barreira (*overwash*) e abertura de *inlets* efêmeros.

Palavras-chave: Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Pleistoceno, Sistema Laguna-Barreira III, Moluscos, Tafonomia, *Overwash*.

Abstract

The Barrier-Lagoon System III is the most preserved Pleistocene depositional system in the southern Coastal Plain of Rio Grande do Sul. The origin of this unit is correlated to the sea-level highstand of the last interglacial stage, but so far very little is known about the evolution and stratigraphy of this unit due to the scarcity of outcrops. A fossil assemblage consisting of thousands of bivalve and gastropod shells were recovered from drilling holes and SPT (Standard Penetration Test) surveys performed at depths up to 17 meters on that unit. The characterization of these fossils in addition to the analysis of the sediments and SPT data allowed to identify backbarrier deposits representing a retrogradational sequence characterized by lagoon bottom and margin facies superposed by sandy aeolian facies, covered by loess deposits. The fossil assemblage found in the lagoon bottom and margin deposits is dominated by bivalve and gastropod molluscs, mostly characteristic of open marine, shallow (≤ 30 meters) environment, but including some *Erodona mactroides* and *Anomalocardia brasiliiana*, bivalves typical of lagoon environments. The presence of species that do not currently live in the region suggests the influence of warmer coastal waters during the last interglacial stage. The good state of preservation of a large part of the molluscan assemblage, with no signs of abrasion, bioerosion or incrustation, indicates short residence time at the sediment-water interface after death, followed by rapid burial below the Taphonomically Active Zone (TAZ). The presence of marine species together with species from low energy mixohaline environments indicates the transport of sediments and marine fauna to the backbarrier, which would have occurred during the transgressive phase of the System III evolution. This process could have been related to increased storminess during the last interglacial, which promoted the transportation of large amounts of sediments and shells from the shoreface to the backbarrier through overwash and opening of ephemeral inlet channels.

Keywords: Coastal Plain of Rio Grande do Sul, Pleistocene, Barrier-Lagoon System III, Molluscs, Taphonomy, Overwash.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 Considerações iniciais.....	9
1.2 Objetivos	10
1.3 Localização e caracterização da área de estudo	10
1.3.1 Aspectos climáticos, morfológicos e oceanográficos	11
1.3.2 Aspectos geológicos	12
1.4 Material e métodos	14
1.5 Estado da Arte	16
1.5.1 A importância dos moluscos para reconstruções paleoambientais.....	16
1.5.2 Moluscos Fósseis Quaternários da PCRS	18
REFERÊNCIAS.....	22
2 ARTIGO SUBMETIDO	32
ANEXOS	80
ANEXO A – CARTA DE SUBMISSÃO DO ARTIGO.....	80
ANEXO B – RESUMO APRESENTADO	81
ANEXO C – RESUMO APRESENTADO	83

Sobre a estrutura desta dissertação:

Esta dissertação de mestrado está estruturada em torno de um artigo submetido e, conseqüentemente, sua organização compreende as seguintes partes principais:

- a) Introdução compreendendo as considerações iniciais e a justificativa e importância desta pesquisa, objetivos gerais e específicos, caracterização da área de estudo, material e métodos e, por fim, uma breve descrição do estado da arte no que diz respeito à importância dos moluscos para reconstruções paleoambientais e seu uso em trabalhos realizados na Planície Costeira do Rio Grande do Sul.
- b) Artigo submetido ao Journal of South American Earth Sciences intitulado **“Pleistocene molluscan assemblage in the southern Coastal Plain of Rio Grande do Sul, Brazil: implications in the evolution of the Barrier-Lagoon System III”** que apresenta os resultados e conclusões desta pesquisa.
- c) Anexos compreendendo a carta de submissão do artigo; e dois resumos de trabalhos apresentados em eventos, que representam o andamento da pesquisa ao longo do Mestrado: um intitulado “Caracterização de fósseis de moluscos preservados em depósitos marinhos da Barreira III no sul da Planície Costeira do Rio Grande do Sul” apresentado na PALEO RS (2016), e outro intitulado “Interpretações sobre a evolução do Sistema Laguna-Barreira III no sul da Planície Costeira do Rio Grande do Sul” apresentado no XVI Congresso da Abequa (2017) e na Semana Acadêmica dos Pós-Graduandos do Instituto de Geociências da UFRGS - SAPIGEO (2017).

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

A Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS) compreende um sistema de leques aluviais e quatro sistemas deposicionais do tipo laguna-barreira desenvolvidos entre o Neógeno e o Quaternário. Esses últimos, nomeados como Sistema Laguna Barreira I, II, III (pleistocênicos) e IV (holocênico), formaram-se em resposta à glacioeustasia e são constituídos por diferentes fácies sedimentares que guardam registros geológicos e paleontológicos (VILLWOCK *et al.*, 1986; VILLWOCK; TOMAZELLI, 1995). Dentre os registros paleontológicos incluem-se fósseis de invertebrados, predominantemente moluscos, bivalves e gastrópodes.

Devido ao elevado potencial de preservação de suas conchas, os moluscos são utilizados para reconstruções paleoambientais e interpretação de unidades deposicionais nas quais se encontram preservados. As características intrínsecas às espécies, associadas às alterações *post-mortem* relacionadas a processos tafonômicos, controladas pelo ambiente deposicional, podem definir o tipo de substrato, a energia, a profundidade da lâmina d'água e as condições de temperatura e salinidade do ambiente de origem, além de refletirem aspectos do ambiente deposicional final (BRETT; BAIRD, 1986; FÜRSICH; FLESSA, 1987; DAVIES; POWELL; STANTON, 1989b; PARSONS; BRETT, 1991; BEHRENSMEYER; KIDWELL; GASTALDO, 2000; BEST; KIDWELL, 2000a,b; PARSONS-HUBBARD, 2005; BEST, 2008; ERTHAL; RITTER; KOTZIAN, 2017).

No setor sul da PCRS, os sistemas de idade pleistocênica são relativamente pouco conhecidos, especialmente em relação ao conteúdo fossilífero, devido ao recobrimento das fácies marinhas e lagunares por espessos depósitos eólicos, fazendo com que seu acesso se limite a algumas exposições que ocorrem no Arroio Chuí. Recentemente, perfurações realizadas nesse setor, em áreas situadas na retrobarreira do Sistema Laguna-Barreira III, recuperaram sedimentos contendo fósseis de moluscos indicativos de ambientes marinhos. O contexto geológico em que esses fósseis se encontravam preservados, em áreas correspondentes a um sistema deposicional lagunar, bem como sua abundância e estado de preservação, motivaram o estudo desses fósseis, visando caracterizar os processos deposicionais a que foram submetidos. Como hipótese de trabalho, assumiu-se que os

mecanismos que promoveram a deposição de conchas de moluscos marinhos em antigos sistemas lagunares, estão relacionados aos processos que controlaram a evolução da barreira pleistocênica adjacente. Dessa forma, a identificação, descrição e interpretação do contexto deposicional daqueles restos seria uma ferramenta para auxiliar na compreensão e reconstituição da evolução desse sistema deposicional no sul da PCRS.

Apesar de o material aqui descrito ser composto por espécies que já haviam sido registradas em outras concentrações fossilíferas da PCRS, é inédito na medida em que consiste dos primeiros registros fósseis comprovadamente associados ao Sistema Laguna-Barreira III. Embora moluscos e outros organismos tenham sido encontrados em outros depósitos correlacionados a esse sistema (LIMA; BUCHMANN, 2005; LOPES; BUCHMANN, 2008), aqueles consistiam de materiais removidos do contexto original por escavações, enquanto que os fósseis apresentados nesse trabalho puderam ser posicionados estratigraficamente através da associação entre os dados paleontológicos e geológicos.

1.2 Objetivos

O principal objetivo desta pesquisa é ampliar os conhecimentos relacionados aos moluscos fósseis preservados em fácies do Sistema Laguna-Barreira III no sul da PCRS e interpretar suas implicações paleoambientais para a evolução desse sistema. Para tanto, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- i. Caracterizar as assembleias de moluscos fósseis através de: identificação taxonômica, identificação de aspectos tafonômicos e caracterização paleoecológica;
- ii. Caracterizar a estratigrafia desses sistemas através da correlação entre a distribuição estratigráfica dos depósitos fossilíferos com dados de compactação e granulométricos.

1.3 Localização e caracterização da área de estudo

Os estudos foram realizados em uma área pertencente aos municípios de Santa Vitória do Palmar e Chuí, localizados no extremo sul da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS), região sul do Brasil (Figura 1).

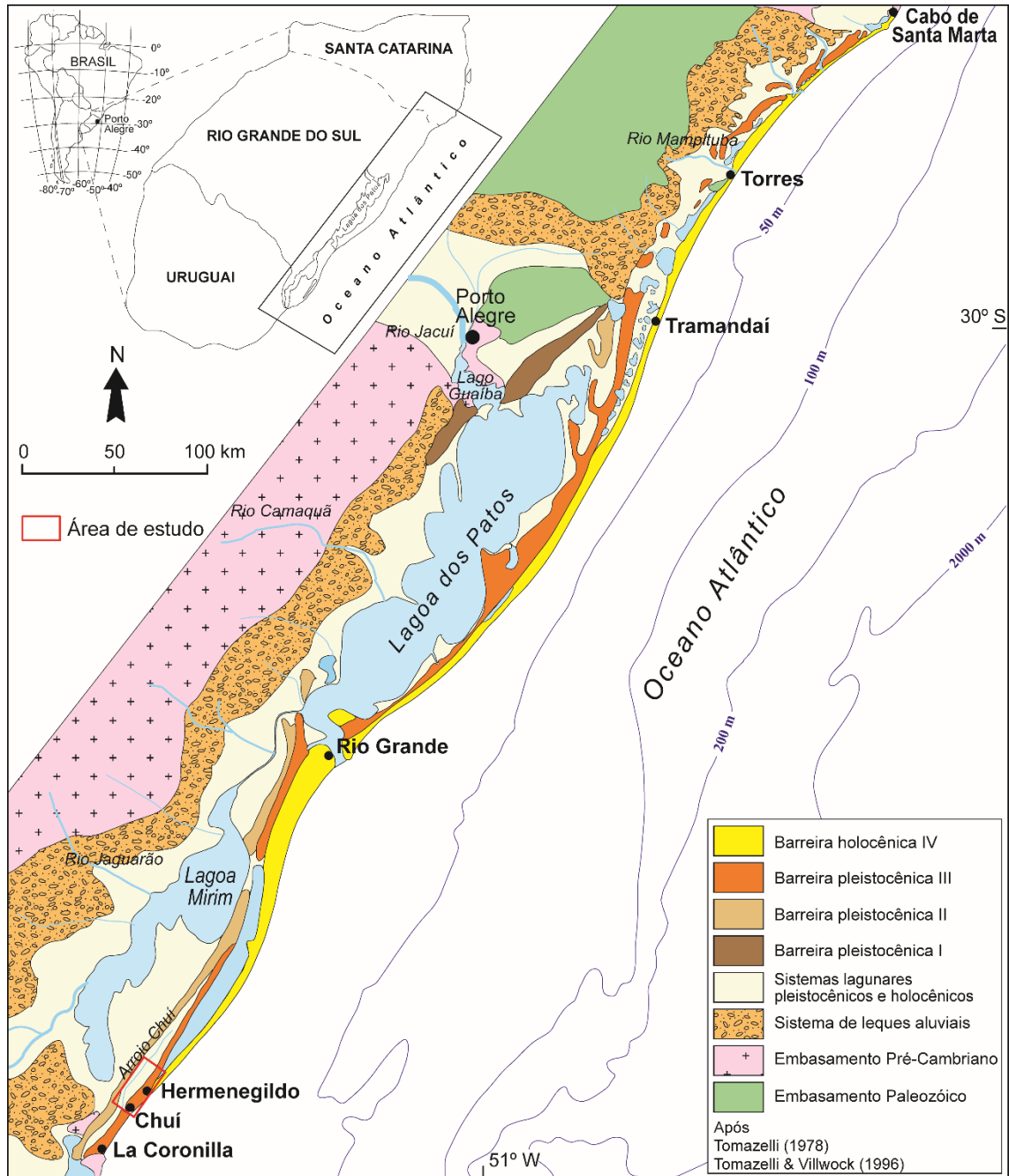


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo no contexto geológico da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Modificado de Dillenburg *et al.* (2017) após Dillenburg e Barbosa (2014).

1.3.1 Aspectos climáticos, morfológicos e oceanográficos

A PCRS estende-se por aproximadamente 620 km, desde Torres, na divisa com Santa Catarina, até o Chuí, na divisa com o Uruguai. Tem sua linha de costa suavemente ondulada com alternância de segmentos côncavos e convexos e orientação NE-SW. Enquadra-se, segundo o sistema de classificação de Köppen (1948), na “zona fundamental temperada” ou “C”, “tipo fundamental Cf” ou “temperado úmido” e variedade “Cfa” ou “subtropical”. A precipitação distribui-se ao

longo de todos os meses do ano e possui média anual de 1300 mm, com aumento do volume de sul para norte. A região encontra-se sob a influência de dois sistemas de alta pressão: o Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul e o Anticiclone Migratório Polar (NIMER, 1977, 1989). O regime de ventos é classificado como de alta energia com padrão de distribuição bimodal obtuso e está condicionado a esses dois centros de alta pressão, cujos deslocamentos provocam o predomínio de ventos provenientes de NE, mais ativos nos meses de primavera e verão e, secundários a esses, ventos de W-SW, mais eficazes nos meses de inverno (TOMAZELLI, 1993).

A plataforma continental adjacente à costa do RS possui 100 a 200 km de largura e apresenta uma declividade muito suave variando entre $0,03^\circ$ e $0,08^\circ$ (DILLENBURG *et al.*, 2009). As praias da costa do RS variam de dissipativas a intermediárias (CALLIARI; KLEIN, 1993; TOLDO JR. *et al.*, 1993). As marés que atingem a costa possuem amplitude média de 0,5 m, caracterizando um regime de micromarés (DILLENBURG *et al.*, 2009). Já as ondas, que constituem o principal agente de transporte sedimentar, possuem altura média de 1,5 m (MOTTA, 1969), podendo atingir mais de 2 m em períodos de tempestades, fazendo com que o nível do mar se eleve até 1,3 m ao longo da costa (BARLETTA; CALLIARI, 2001).

1.3.2 Aspectos geológicos

A PCRS é a expressão geomorfológica superficial da porção superior emersa da Bacia de Pelotas (VILLWOCK, 1984), uma bacia sedimentar marginal limitada a norte pelo Alto de Florianópolis (GAMBOA; RABINOWITZ, 1981) e, a sul, pelo Alto de Polônio no Uruguai (URIEN; MARTINS, 1978), cuja gênese está relacionada à abertura do Oceano Atlântico Sul durante o Cretáceo (ASMUS; PORTO, 1972). É composta pela morfologia relacionada aos depósitos sedimentares de dois grandes sistemas deposicionais desenvolvidos entre o Neógeno e o Quaternário: um sistema de leques aluviais, localizado na porção mais interna da planície costeira e quatro sistemas deposicionais do tipo laguna-barreira, dispostos a leste. Esses últimos desenvolveram-se pelo retrabalhamento dos sedimentos siliciclásticos da porção superior da Bacia de Pelotas durante ciclos transgressivos-regressivos controlados pela glacioeustasia, e registram máximos transgressivos seguidos por fases iniciais de regressões. Tais sistemas são nomeados, do mais antigo para o mais recente, como Sistema Laguna-Barreira I, II e III, pleistocênicos, e IV, holocênico (VILLWOCK *et al.*, 1986; VILLWOCK; TOMAZELLI, 1995). Suas idades foram sugeridas por

Villwock e Tomazelli (1995) através da correlação com os estágios isotópicos do oxigênio, das curvas de Shackleton e Opdyke (1973) e Imbrie *et al.* (1984), representando os picos 11, 9, 5 e 1 (400, 325, 125 e 7 ka ao recente). Tais idades foram corroboradas para a Barreira III (BUCHMANN; TOMAZELLI, 2003; TOMAZELLI; DILLENBURG, 2007; LOPES *et al.*, 2015, 2017) e para a Barreira IV (CARON, 2007, 2014; LIMA *et al.*, 2013). No entanto, datações por ressonância do spin do elétron em conchas fósseis e termoluminescência em sedimentos marinhos, realizadas por Lopes *et al.* (2013, 2014a,b), indicam uma idade de aproximadamente 230 ka para o Sistema II, correlacionando-o à transgressão registrada no subestágio isotópico 7e. Assim, o Sistema I pode estar relacionado ao estágio isotópico 9, anteriormente proposto para o Sistema II, ou a uma transgressão mais antiga (LOPES *et al.*, 2014b).

No setor Sul da PCRS encontram-se bem preservados os Sistemas Laguna-Barreira II, III e IV. As perfurações do presente estudo, em termos geomorfológicos, foram realizadas sobre o Sistema III (Figura 1), porém, estratigraficamente, abrangem também o Sistema II. Tais sistemas são compostos por fácies marinhas, eólicas, lacustres, fluviais, por intercalações de paleossolos em algumas fácies (VILLWOCK; TOMAZELLI, 1995) e por depósitos de *loess* que constituem a Formação Cordão e recobrem grande parte desses sistemas (LOPES *et al.*, 2016). As fácies marinhas e lagunares estão, geralmente, recobertas por depósitos eólicos e, portanto, são acessadas apenas através de perfurações, excetuando-se as exposições da Barreira II e III que ocorrem nas barrancas do Arroio Chuí (LOPES *et al.*, 2013; LOPES *et al.*, 2015) e de afloramentos da Barreira III em forma de falésias na praia atual na região da Barra do Chuí (ROSA, 2012).

A estratigrafia da Barreira III é bem conhecida no setor norte, especialmente na região de Osório, onde a sucessão de fácies exposta (*shoreface* inferior, média e superior – *foreshore* – *backshore* – eólico) indica um padrão de empilhamento progradacional. Nesse setor, a presença de icnofósseis de *Ophiomorpha* aponta um nível do mar de aproximadamente 7 m acima do atual para essa região (TOMAZELLI; DILLENBURG, 2007; FRACALOSSO; BARBOZA, 2010). No setor sul, Lopes *et al.* (2015) descreve o mesmo padrão de empilhamento para a Barreira III com base em um afloramento do Arroio Chuí próximo à sua desembocadura, onde fácies marinho raso são sobrepostas por fácies eólicas. Esse padrão também é identificado por Rosa (2012) para essa porção da Barreira III, que o descreve como correspondente a um contexto de trato de sistemas de nível alto e de trato de

sistemas de nível em queda. No entanto, dados de linhas de GPR que seccionam os Sistemas II e III nesse setor também mostram padrões retrogradacionais em algumas porções das barreiras em um contexto de trato de sistemas transgressivo (ROSA, 2012).

1.4 Material e métodos

As amostras utilizadas nesse trabalho foram coletadas a partir do monitoramento e resgate paleontológico executado durante a construção do Complexo Eólico Campos Neutrais, nos municípios de Santa Vitória do Palmar e Chuí. As coletas foram realizadas entre 2013 e 2015, a partir de sedimentos extraídos pelas perfurações destinadas às fundações das torres de aerogeradores eólicos. Foram executadas 229 perfurações com uso de perfuratriz rotativa, que atingiram profundidades de até 17 metros (Figura 2). Em 46 perfurações foram recuperados milhares de fósseis de moluscos (Figura 3), além de equinodermos, peixes, crustáceos, foraminíferos e ostracodes. Amostras de sedimentos também foram coletadas durante as perfurações e, posteriormente, foram objeto de análise granulométrica realizadas em um analisador de distribuição de tamanho de partículas por difração a laser (HORIBA LA-950).

Os fósseis de moluscos, separados do restante do material com o auxílio de uma peneira de malha 2 mm, foram objeto de três análises:

I) Taxonômica: compreendeu a identificação das espécies e foi baseada nas descrições da fauna de moluscos da costa brasileira por Rios (1994, 2009);

II) Tafonômica: compreendeu a identificação das assinaturas tafonômicas presentes nos fósseis, tais como abrasão, arredondamento de margem, fragmentação, cor, dissolução, bioerosão e incrustação, cuja identificação e significação paleoambiental é baseada em Davies, Powell e Stanton (1989a,b), Parsons e Brett (1991), Kidwell e Bosence (1991), Best e Kidwell (2000a), Parsons-Hubbard (2005), Best (2008), dentre outros;

III) Paleoecológica: compreendeu a caracterização das espécies quanto aos hábitos de vida e aspectos ambientais, além da comparação com descrições sobre outras assembleias de moluscos da costa sudeste da América do Sul, tais como Aguirre (1993), Gordillo (1998), Aguirre e Farinati (1999b) e Martínez e Del Río (2005), além de Rios (1994, 2009).



Figura 2. Detalhe da perfuratriz rotativa mostrando as conchas em meio à matriz sedimentar.

Durante a construção do Complexo Eólico também foram realizadas sondagens do tipo SPT (*Standard Penetration Test*) para caracterização geotécnica em subsuperfície. O SPT consiste na medição do número de golpes necessários para a penetração de um amostrador padrão de 50 mm de diâmetro externo sob a ação de um martelo padronizado de 65 kg em queda livre de uma altura de 75 cm. O número de golpes necessários para cravar o amostrador no solo em 300 mm, após uma cravação inicial de 150 mm, é chamado de N_{SPT} e representa o índice de resistência de um determinado material (SCHNAID, 2000; NBR 6484). Desta forma, o SPT é uma técnica de sondagem que auxilia no reconhecimento da resistência de materiais inconsolidados em subsuperfície e, conseqüentemente, pode contribuir para a delimitação de fácies sedimentares, fornecendo subsídios para interpretações estratigráficas. Esse método já se mostrou eficiente para delimitações de fácies em depósitos holocênicos da barreira regressiva na Praia da Pinheira, em Santa Catarina (DILLENBURG; BARBOZA; ROSA, 2011) e em depósitos pleistocênicos/holocênicos na Praia do Hermenegildo, próximo à área de estudo desta pesquisa (LIMA *et al.*, 2013).

A compilação das análises do conteúdo fóssilífero com análises dos dados granulométricos e de compactação permitiu distinguir diferentes associações de

fácies, de acordo com Walker e James (1992), que são apresentadas em uma seção composta no artigo submetido (localização da seção na Figura 3).

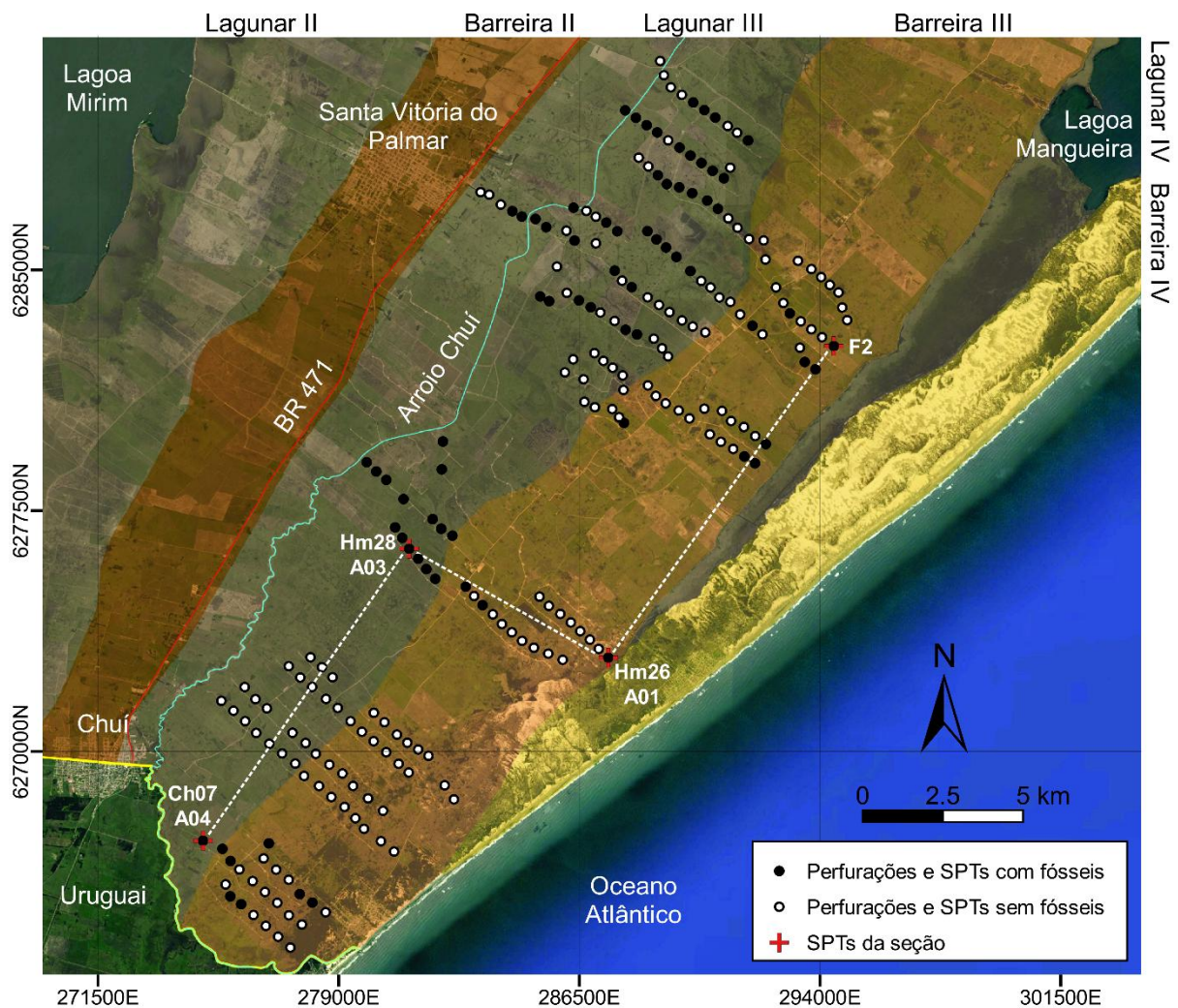


Figura 3. Mapa detalhado da área de estudo mostrando a distribuição das perfurações, SPTs e SPTs da seção estratigráfica (apresentada no artigo) no contexto geológico da PCRS. Fonte: imagem do *Google Earth Pro* e base cartográfica da CPRM.

1.5 Estado da Arte

1.5.1 A importância dos moluscos para reconstruções paleoambientais

Os moluscos possuem uma grande importância para a Paleontologia e, conseqüentemente para a Geologia, uma vez que esses invertebrados ocupam diversos habitats, possuem hábitos de vida variados e são providos de uma concha que pode se preservar ao longo do tempo, o que torna os moluscos um dos filos mais importantes para reconstituições paleoambientais. Os moluscos são divididos

em oito classes e, dentre elas, estão as classes *gastrophoda* e *bivalvia*, objetos de estudo desta pesquisa (MACHADO; KOTZIAN; ERTHAL, 2011). Atributos como a ornamentação, forma e tamanho das conchas podem indicar diferentes ambientes, uma vez que estão intimamente ligados ao hábito de vida desses organismos, ou seja, às características como a profundidade da lâmina d'água, temperatura, energia do ambiente, tipo de substrato, salinidade, dentre outras.

Além das características intrínsecas às espécies, existem aquelas que registram os processos que modificam esqueletos mortos e que indicam processos de destruição pós-morte, as assinaturas tafonômicas (DAVIES; POWELL; STANTON, 1989b; BRETT; BAIRD, 1986; KIDWELL; BOSENCE, 1991; PARSONS; BRETT, 1991), e os moluscos, por serem facilmente preserváveis e coletáveis, são muito utilizados para mensurá-las (KOWALEWSKI; HOFMEISTER, 2003; BEHRENSMEYER *et al.*, 2005). As assinaturas tafonômicas são estudadas pela Tafonomia, termo introduzido por Efremov (1940) que a definiu como o estudo da transição (com todos os seus detalhes) de restos de animais da biosfera para a litosfera e, posteriormente, foi definida por Behrensmeyer, Kidwell e Gastaldo (2000) como o estudo dos processos de preservação e como esses afetam as informações no registro fóssil. As principais assinaturas tafonômicas são apresentadas na Tabela 1.

O intervalo físico correspondente à interface sedimento-água e o sedimento imediatamente abaixo dessa, onde os remanescentes biológicos ficam sujeitos a danos tafonômicos e, portanto, às assinaturas tafonômicas, é chamado de Zona Tafonomicamente Ativa (TAZ, do inglês *Taphonomically Active Zone*; DAVIES; POWELL; STANTON, 1989a,b; OLSZEWSKI, 1999; ERTHAL; RITTER; KOTZIAN, 2017). Esses remanescentes só deixam a TAZ por destruição, retrabalhamento físico ou biogênico ou através do soterramento final, que ocorre quando a taxa de sedimentação é muito alta, deslocando a TAZ para cima na coluna sedimentar (ERTHAL; RITTER; KOTZIAN, 2017). O intervalo, abaixo da TAZ, onde já não ocorrem mais processos tafonômicos, corresponde à Profundidade de Soterramento Final (DFB, do inglês *Depth of Final Burial*; OLSZEWSKI, 1999, 2004). Segundo Erthal, Ritter e Kotzian (2017), existem diversas variáveis que regulam o potencial de preservação dos restos esqueléticos, como o aporte biológico (produtividade e número inicial de bioclastos na TAZ), a taxa de sedimentação e a granulometria predominante do sedimento, a profundidade do bioclasto na coluna sedimentar, a

taxa de bioturbação, e a espessura da coluna d'água, da TAZ e da camada bioturbada.

Tabela 1. Resumo das principais assinaturas tafonômicas e suas interpretações. (SWI = Interface Sedimento-Água, TAZ = Zona Tafonomicamente Ativa).

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

Adaptado por ERTHAL; RITTER; KOTZIAN (2017), de KIDWELL; BOSENCE (1991), PARSONS; BRETT (1991), STAFF *et al.* (2002), HANNISDAL (2004), PARSONS-HUBBARD (2005), TOMAŠOVÝCH; ROTHFUSS (2005), BEST (2008) e ERTHAL (2012).

1.5.2 Moluscos Fósseis Quaternários da PCRS

O Quaternário compreende os últimos momentos da história da Terra, e excetuando-se algumas espécies, as assembleias de moluscos recuperados a partir de exposições ao longo do sudeste da costa da América do Sul (sul do Brasil, Uruguai e Argentina) são essencialmente iguais às assembleias que habitam essa região atualmente (MARTÍNEZ; DEL RÍO; ROJAS, 2013).

A composição e a distribuição espacial dos moluscos atuais são fortemente influenciadas pelas condições ambientais presentes na área e pela contingência histórica local. Como acontece no resto do mundo, as mudanças nos padrões paleogeográficos e de paleocirculação caracterizam o Atlântico Sul durante o Cenozóico, e a distribuição atual das associações de moluscos reflete essas mudanças. Dessa forma, o conhecimento dos moluscos que precederam os atuais pode elucidar indícios geológicos e biológicos necessários para entender a evolução costeira e sua ligação com as mudanças globais (MARTÍNEZ; DEL RÍO, 2002; MARTÍNEZ; DEL RIO; ROJAS, 2013).

Os principais fatores que controlam a distribuição das espécies relacionam-se ao relevo costeiro, à temperatura e às correntes oceânicas, os quais podem atuar como barreiras ou vias de dispersão (GORDILLO, 1998). A temperatura é o principal fator que influencia na atual distribuição das províncias malacológicas (VALENTINE, 1973; VALENTINE; FOINT; PEART, 1978; VALENTINE; JABLONSKI, 1985) e, segundo Addicott (1966, 1968), evidências indicam que o mesmo sucedeu no passado.

Os fatores anteriormente citados determinam um conjunto de unidades biogeográficas ou províncias malacológicas, caracterizadas pela presença de uma malacofauna própria e característica (GORDILLO, 1998). Ao longo do Atlântico Sul são reconhecidas atualmente, de norte a sul, as províncias Caribenha, Patagônica e Magalhânica (VALENTINE, 1973) ou Brasileira (subdivisão da Província Caribenha), Argentina (=Patagônica) e Magalhânica (Figura 4), conforme adotado por Scarabino (1977) e Briggs (1995). Estas províncias são determinadas principalmente pelo gradiente térmico latitudinal, o qual está controlado pela Corrente Fria das Malvinas (CM) que deriva da Corrente Circumpolar Antártica (CCA) para o norte, e pela Corrente Quente do Brasil (CB) que avança em sentido oposto (BOLTOVSKOY, 1979). A Província Brasileira está ligada à CB, a Magalhânica à CM e a Argentina resulta da confluência da CB com a CM (MARTÍNEZ; DEL RÍO, 2002).

Conforme já mencionado, a grande variedade e o alto potencial de preservação dos moluscos fazem desses um dos filões mais utilizados para reconstrução de paleoambientes. Diversos trabalhos foram e vêm sendo desenvolvidos utilizando o estudo taxonômico e tafonômico de moluscos fósseis quaternários para esse fim.

Na costa uruguaia e argentina diversos estudos foram realizados utilizando os moluscos para estudos de sistemática, tafonômicos, paleoambientais,

paleoecológicos e paleobiogeográficos, sendo a costa argentina relativamente bem conhecida quanto às concentrações de conchas e seus significados. Dentre eles destacam-se Aguirre (1993, 2003), Gordillo (1998), Aguirre e Farinati (1999a,b), Del Río, Martínez e Scasso (2001), Martínez e Del Río (2002), Aguirre, Sirch e Richiano (2005), Martínez e Del Río (2005), Aguirre, Richiano e Sirch (2006), Martínez *et al.* (2006), Farinati, Spagnuolo e Aliotta (2008), Aguirre *et al.* (2009, 2011), Martínez, Del Río e Rojas (2013), dentre outros.

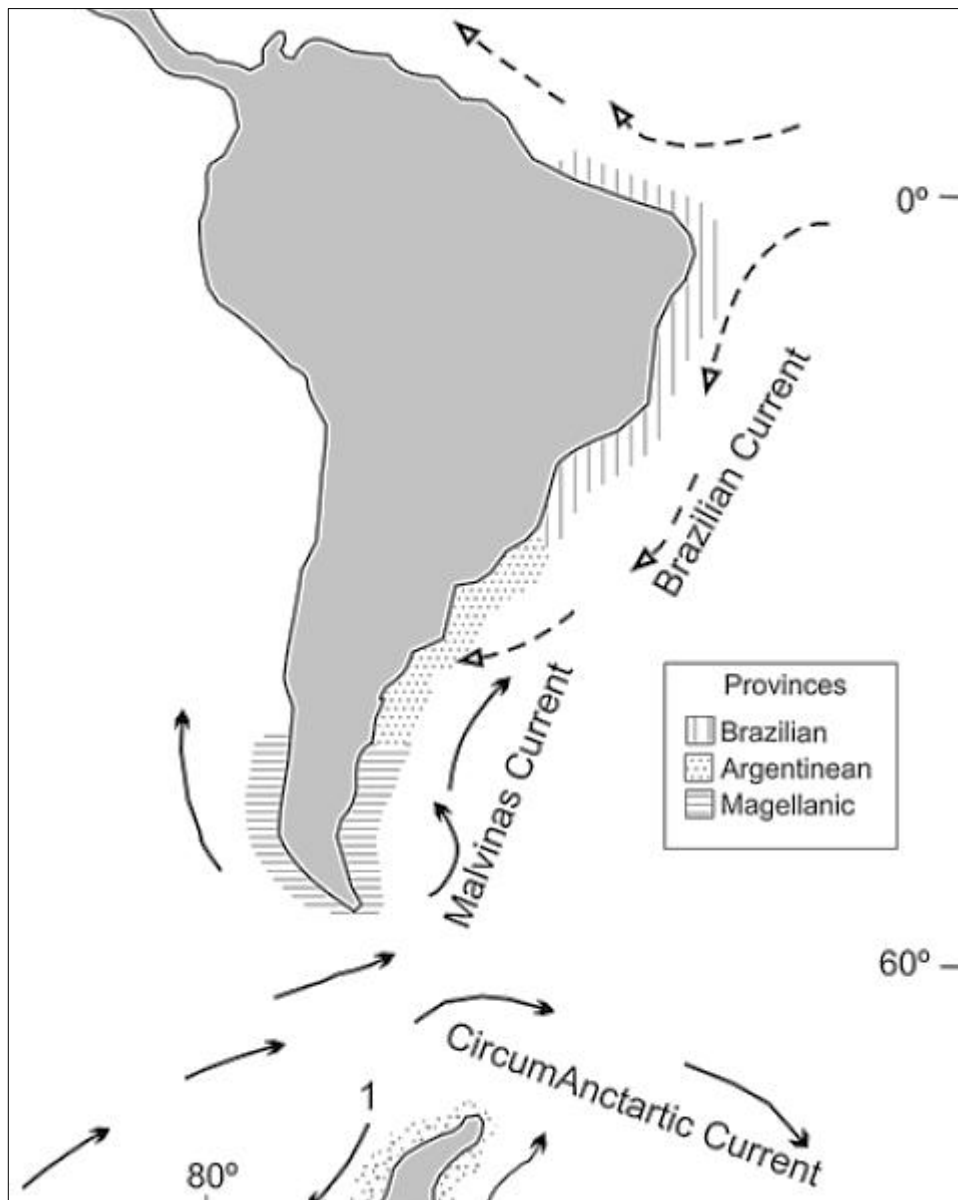


Figura 4. Unidades biogeográficas e principais correntes ao longo do Oceano Atlântico Sul (MARTÍNEZ; DEL RÍO; ROJAS, 2013).

No sul da PCRS são encontrados fósseis de moluscos, predominantemente bivalves e gastrópodes, em densas concentrações na plataforma continental e ao

longo da linha de praia e em depósitos estuarinos lagunares, formadas por processos controlados pela hidrodinâmica e variações do nível do mar (BIANCHI, 1969; FIGUEIREDO, 1975; ABREU; FALCETTA; THIESEN, 1985; GODOLPHIM *et al.*, 1989; LOPES; BUCHMANN, 2008). Esses restos também ocorrem em subsuperfície, e foram registrados a partir de furos de sondagem, afloramentos ao longo do Arroio Chuí e escavações para poços de água feitas por moradores da região de Santa Vitória do Palmar (FORTI, 1969; CLOSS; FORTI, 1971; FORTI ESTEVES, 1974; BUCHMANN; BARBOSA; VILLWOCK, 1998; LIMA; BUCHMANN, 2005; CARON, 2007; LIMA *et al.*, 2013; LOPES *et al.*, 2013). Embora idades absolutas ainda sejam escassas, as datações obtidas em espécimes de moluscos mostram que essas concentrações abrangem o intervalo entre o Pleistoceno Médio e o Holoceno (BUCHMANN; BARBOSA; VILLWOCK, 1998; CARON, 2007; LIMA *et al.*, 2013; LOPES *et al.*, 2014a). Todavia, a maior parte dos estudos citados, tanto os realizados na costa uruguaia e argentina quanto os da costa do Rio Grande do Sul, está relacionada a concentrações de conchas holocênicas.

O conhecimento acerca do conteúdo fóssilífero no setor sul da PCRS para os sistemas pleistocênicos foi apresentado inicialmente por Closs e Forti (1971) e Forti Esteves (1974). Os autores realizaram a caracterização taxonômica de espécies encontradas em perfurações pontuais e afloramentos do Arroio Chuí e correlacionaram-nas com assembleias encontradas na Formação Querandinense (do Uruguai), de idade holocênica. No entanto, recentemente, Lopes e Simone (2012) e Lopes *et al.* (2013), com base em dados de afloramentos das barrancas do Arroio Chuí, realizaram estudos mais detalhados do conteúdo fóssilífero, incluindo a taxonomia, tafonomia e paleoecologia, e suas implicações na evolução paleogeográfica e estratigráfica desses sistemas. Tais fósseis, antes considerados holocênicos, foram datados como pleistocênicos pertencentes à fácies marinho raso da Barreira II e III (LOPES *et al.*, 2013; LOPES *et al.*, 2015).

Dessa forma, reafirma-se a importância do presente trabalho em contribuir com os conhecimentos a respeito dos moluscos pleistocênicos do sul da PCRS e de suas implicações paleoambientais, especialmente os pertencentes aos depósitos do Sistema Laguna-Barreira III, ainda tão pouco estudados.

REFERÊNCIAS

ABREU, V.S.; FALCETTA, M.M.; THIESEN, Z.V. Estudo preliminar da geologia, geomorfologia e paleontologia da região do Pontal dos Latinos – Lagoa Mirim – Rio Grande do Sul. In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 8., 1983, Rio de Janeiro. Coletânea de trabalhos paleontológicos. Brasília: Ministério de Minas e Energia, Departamento Nacional de Produção Mineral, Série Geologia, n. 27, p. 187-193.

AGUIRRE, M.L. Palaeobiogeography of the Holocene molluscan faunas from northeastern Buenos Aires province, Argentina: its relation to coastal evolution and sea level changes. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v.102, n. 1/2, 1-26, 1993.

_____. Late Pleistocene and Holocene palaeoenvironments in Golfo San Jorge, Patagonia: molluscan evidence. **Marine Geology**, v. 194, n. 1/2, p. 3-30, 2003.

AGUIRRE, M.L.; FARINATI, E.A. Taphonomic processes affecting late Quaternary molluscs along the coastal area of Buenos Aires Province (Argentina, southwestern Atlantic). **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 149, n. 1/4, p. 283-304, 1999a.

_____. Paleobiogeografía de las faunas de moluscos marinos del Neógeno y Cuaternario del Atlántico Sudoccidental. **Revista de La Sociedad Geológica de España**, v. 12, n. 1, p. 93-112, 1999b.

AGUIRRE, M.L.; SIRCH, Y.N.; RICHIANO, S. Late Quaternary molluscan assemblages from the coastal área of Bahía Bustamante (Patagonia, Argentina): paleoecology and paleoenvironments. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 20, n.1/2, p. 13-32, 2005.

AGUIRRE, M.L.; RICHIANO, S.; SIRCH, Y.N. Palaeoenvironments and palaeoclimates of the Quaternary molluscan faunas from the coastal área of Bahía Vera-Camarones (Chubut, Patagonia). **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 229, n. 6, p. 251-286, 2006.

AGUIRRE, M.L.; RICHIANO, S.; ÁLVAREZ, M.F.; EASTOE, C. Malacofauna Cuaternaria del litoral norte de Santa Cruz (Patagonia, Argentina). **Geobios**, v. 42, n. 4, p. 411-434, 2009.

AGUIRRE, M.L.; DONATO, M. RICHIANO, S.; FARINATI, E.A. Pleistocene and Holocene molluscan assemblages from Patagonian and Bonaerensian littoral (Argentina, SW Atlantic): palaeobiodiversity and palaeobiogeography.

Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, v. 308, n. 3/4, p. 277-292, 2011.

ADDICOTT, W. Late Pliocene marine paleoecology and zoogeography in Central California. Washington, **Geological Survey Professional Paper**, n. 523-C, p. 1-19, 1966.

_____. Mid-Tertiary zoogeographic and paleogeographic discontinuities across the San Andreas Fault, California. In: CONFERENCE ON GEOLOGIC PROBLEMS ON SAN ANDREAS FAULT SYSTEM. **Proceedings...** Palo Alto, Califórnia: Stanford University Publications in Geological Sciences, 1968. v. 11, p. 114-165.

ASMUS, H.E.; PORTO, R. Classificação das bacias sedimentares brasileiras segundo a tectônica de placas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26., 1972, Belém. **Anais...** Belém: SBG, v. 2, p. 67-90.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6484**: Solo - Sondagem de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2001.

BARLETTA, R.C.; CALLIARI, L.J. Determinação da intensidade das tempestades que atuam no litoral do Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas em Geociências**, v. 28, n. 2, p. 117-124, 2001.

BEHRENSMEYER, A.K.; KIDWELL, S.M.; GASTALDO, R.A. Taphonomy and paleobiology. In: ERWIN, D.H.; WING, S.L. (Ed.) **Deep time: Paleobiology's perspective**. Supplement to Paleobiology. Chicago, The Paleontological Society Local: Editora, 2000, p. 103-147.

BEHRENSMEYER, A.K.; FÜRSICH, F.T.; GASTALDO, R.A.; KIDWELL, S.M.; KOSNIK, M.A.; KOWALEWSKI, M.; PLOTNICK, R.E.; ROGERS, R.R.; ALROY, J. Are the most durable shelly taxa also the most common in the marine fossil record? **Paleobiology**, v. 31, n. 4, p. 607-623, 2005.

BEST, M.M.R.; KIDWELL, S.M. Bivalve taphonomy in tropical mixed siliciclastic-carbonate settings: I. Environmental variation in shell condition. **Paleobiology**, v. 26, n. 1, p. 80-102, 2000a.

_____. Bivalve taphonomy in tropical mixed siliciclastic-carbonate settings: II. Effect of bivalve life habitats and shell types. **Paleobiology**, v. 26, n. 1, p. 103-115, 2000b.

BEST, M.M.R. Contrast in preservation of bivalve death assemblages in siliciclastic and carbonate tropical shelf settings. **Palaios**, v. 23, n. 11/12, p. 796-809, 2008.

BIANCHI, L.A. Bancos de ostreídeos pleistocênicos da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. **Iheringia** (Série Geologia), v. 2, p. 3-40, 1969.

BOLTOVSKOY, E. Paleooceanografía del Atlántico Sud-occidental desde el Mioceno, según estudios foraminerológicos. **Ameghiniana**, v. 16, n. 3-4, p. 357-389, 1979.

BRETT, C.E.; BAIRD, G.C. Comparative taphonomy: A key to paleoenvironmental reconstruction based on fossil preservation. **Palaios**, v. 1, p. 207-227, 1986.

BRIGGS, J.C. **Global Biogeography**. Developments in Palaeontology and Stratigraphy. Amsterdam: Elsevier, 1995. 451 p.

BUCHMANN, F.S.C.; BARBOSA, V.P.; VILLWOCK, J.A. Sedimentologia e paleoecologia durante o máximo transgressivo holocênico na Lagoa Mirim, RS, Brasil. **Acta Geologica Leopoldensia**, v. 21, n. 46/47, p. 21-26, 1998.

BUCHMANN, F.S.C.; TOMAZELLI, L.J. Relict nearshore shoals of Rio Grande do Sul, southern Brazil: origin and effects on nearby modern beaches. **Journal of Coastal Research**, v. 35, p. 318-322, 2003.

CALLIARI, L.J.; KLEIN, A.H.F. Características morfodinâmicas e sedimentológicas das praias oceânicas entre Rio Grande e Chuí, RS. **Pesquisas em Geociências**, v. 20, n. 1, p. 48-56, 1993.

CARON, F. 2007. **Depósitos sedimentares associados à desembocadura do Arroio Chuí (Planície Costeira do Rio Grande do Sul) e suas relações com as variações do nível do mar durante o Holoceno**. 2007. 81 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

_____. **Estratigrafia e evolução da barreira holocênica na região costeira de Santa Vitória do Palmar, Planície Costeira do Rio Grande do Sul**. 2014. 167 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

CLOSS, D.L.; FORTI, I.R.S. Quaternary molluscs from the Santa Vitória do Palmar County. **Iheringia** (Série Geologia), v. 4, p. 19-58, 1971.

DAVIES, D.J.; POWELL, E.N.; STANTOS JR., R.J. Relative rates of shell dissolution and net sediment accumulation – a commentary: can shell beds form by the gradual accumulation of biogenic debris on the sea floor? **Lethaia**, v. 22, n. 2, p. 207-212, 1989a.

_____. Taphonomic signature as a function of environmental processes: shells and shell beds in a hurricane influenced inlet of the Texas coast. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 72, p. 317-356, 1989b.

DEL RÍO, C.J.; MARTÍNEZ, S.A.; SCASSO, R.A. Nature and origin of spectacular marine Miocene shell beds of northeastern Patagonia (Argentina): paleoecological and bathymetric significance. **Palaios**, v. 16, n. 1, p. 3-25, 2001.

DILLENBURG, S.R.; BARBOZA, E.G.; TOMAZELLI, L.J.; HESP, P.A.; CLEROT, L.C.P.; ZOUAIN, R.N.A. The Holocene coastal barriers of Rio Grande do Sul. In: DILLENBURG, S. R.; HESP, P. A. (Ed.) **Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil**. Springer: Berlin/Heidelberg, v. 107, 2009, p. 53-91.

DILLENBURG, S.R.; BARBOZA, E.G.; ROSA, M.L.C.C. Ground Penetrating Radar (GPR) and Standard Penetration Test (SPT) records of a regressive barrier in southern Brazil. **Journal of Coast Research**, v. 64, p. 651–655, 2011.

DILLENBURG, S.R.; BARBOZA, E.G. The strike-fed sandy coast of Southern Brazil. In: MARTINI, I.P.; WANLESS, H.R. (Ed.) **Sedimentary Coastal Zones from High to Low Latitudes: Similarities and Differences**. Londres: Geological Society, Special Publications, v. 388, 2014, p. 333–352.

DILLENBURG, S.R.; BARBOZA, E.G.; ROSA, M.L.C.C.; CARON, F.; SAWAKUCHI, A. The complex prograded Cassino barrier in Southern Brazil: Geological and morphological evolution and records of climatic, oceanographic and sea-level changes in the last 7- 6 ka. **Marine Geology**, v. 390, p. 106-119, 2017.

ERTHAL, F. **Assinaturas tafonômicas em bivalves marinhos recentes na costa do Brasil e seu significado paleoambiental**. 2012. 212 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

ERTHAL, F.; RITTER, M.N.; KOTZIAN, C.B. 2017. Assinaturas tafonômicas em moluscos recentes e seu significado paleoambiental. **Terrae Didactica**, Campinas, v. 13, n. 1, p. 5-30, 2017.

EFREMOV, J. A. **Taphonomy**: new branch of paleontology. *Pan-American Geologist*, Des Moines, v. 74, n. 2, p. 81-93, 1940.

FARINATI, E.A.; SPAGNUOLO, J.; ALIOTTA, S. Tafonomía de bivalvos holocenos em la costa del estuário Bahía Blanca, Argentina. **Geobios**, Amsterdam, v. 41, n. 1, p. 61-67, enero/feb. 2008.

FIGUEIREDO, A.G. **Geologia dos depósitos calcários biodetríticos da Plataforma Continental do Rio Grande do Sul**. 1975. 72 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1975.

FORTI, I.R.S. Cenozoic mollusks from the drill-holes Cassino and Palmares do Sul of the coastal plain of Rio Grande do Sul. **Iheringia** (Série Geologia), v. 2, p. 55-155, 1969.

FORTI-ESTEVEZ, I.R. 1974. Bioestratigrafia e paleoecologia (Mollusca) do Quaternário da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (Brasil). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., 1974. **Anais...** Porto Alegre: SBG, 1974, v. 3, p. 133-147.

FRACALOSSO, F.G.; BARBOZA, E.G.; ROSA, M.L.C.C.; SILVA, A.B. O registro em subsuperfície da barreira pleistocênica entre Osório e Tramandaí – RS. **Gravel**, Porto Alegre, v. 8, n. 21-31, 2010.

FÜRSICH, F.T.; FLESSA, K.W. Taphonomy of tidal flat molluscs in the northern Gulf of California: paleoenvironmental analysis despite the perils of preservation. **Palaios**, Tulsa, v. 2, p. 543-559, 1987.

GAMBOA, L.A.P.; RABINOWITZ, P.D. The Rio Grande Fracture Zone in the western South Atlantic & its tectonic implications. **Earth & Planetary Science Letters**, Londres, v. 52, n. 2, p. 410- 418, 1981.

GODOLPHIM, M.A.; ARTUSI, L.; DEHNHARDT, B.A.; VILLWOCK, J.A.; FORTI-ESTEVEZ, I.R. Novas evidências da transgressão holocênica na porção média da planície costeira do Rio Grande do Sul. **Acta Geologica Leopoldensia**, São Leopoldo, v. 29, p. 23-36, 1989.

GORDILLO, S. Distribución biogeográfica de los moluscos holocenos del litoral argentino-uruguayo. **Ameghiniana**, Buenos Aires, v. 35, n. 2, p. 163-180, 1998.

HANNISDAL, B. Clams and Brachiopods: chips that pass out of sight. **Palaios**, Tulsa, v. 19, p. 507-513, 2004.

IMBRIE, J.; HAYS, J.; MARTINSON, D.; MC INTYRE, A.; MIX, A.; MORLEY, J.; PISIAS, N.; PEL, W.; SCHACKLETON, N.J. The Orbital Theory of Pleistocene climate: support from a revised chronology of the Marine $\delta^{18}\text{O}$ record. In: BERGER, A.; IMBRIE, J.; HAYS, H.; KUKLA, G.; SALTZMAN, B. (Ed.), **Milankovitch and Climate, Part I**. Dordrecht: D. Reidel Publishing, 1984. p. 269-305.

KIDWELL, S.M.; BOSENCE, D.W. Taphonomy and timeaveraging of marine shelly faunas. In: ALLISON, P.A.; BRIGGS, D.E.G. (Ed.) **Taphonomy: releasing the data locked in the fossil record**. Nova York: Plenum Press, 1991, p. 115-209.

KÖPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 479 p.

KOWALEWSKI, M.; HOFFMEISTER, A.P. Sieves and fossils: effects of mesh size on paleontological patterns. **Palaios**, v. 18, p. 459-468, 2003.

LIMA, L.G.; BUCHMANN, F.S.C. Novo afloramento fossilífero (Pleistoceno/Holoceno) no sul da planície costeira do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 10., 2005, Guarapari. **Resumos expandidos...** p. 1-6.

LIMA, L.G.; DILLENBURG, S.R.; MEDEANIC, S.; BARBOZA, E.G.; ROSA, M.L.C.C.; TOMAZELLI, L.J.; DEHNHARDT, B.A.; CARON, F. Sea-level rise and sediment budget controlling the evolution of a transgressive barrier in southern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 42, p. 27-38, 2013.

LOPES, R.P.; BUCHMANN, F.S.C. Comparação tafonômica entre duas concentrações fossilíferas (shell beds) da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. **Gaea**, v. 4, n. 2, p. 65-77, 2008.

LOPES, R.P.; SIMONE, L.R.L. New fossil records of Pleistocene marine molluscs in southern Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 15, n. 1, p. 49-56, 2012.

LOPES, R.P.; SIMONE, L.R.L.; DILLENBURG, S.R.; SCHULTZ, C.L.; PEREIRA, J.C. 2013. A middle Pleistocene molluscan assemblage from the southern coastal

plain of Rio Grande do Sul state, Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 16, n. 3, p. 343-360, 2013.

LOPES, R.P.; KINOSHITA, O.A.; BAFFA, O.; FIGUEIREDO, A.M.G.; DILLENBURG, S.R.; SCHULTZ, C.L.; PEREIRA, J.C. ESR dating of Pleistocene mammals and marine shells from the coastal plain of Rio Grande do Sul state, southern Brazil. **Quaternary International**, v. 352, p. 124-134, 2014a.

LOPES, R.P.; DILLENBURG, S.R.; SCHULTZ, C.L.; FERIGOLO, J.; RIBEIRO, A.M.; PEREIRA, J.C.; HOLANDA, E.C.; PITANA, V.G.; KERBER, L. 2014b. The sea-level highstand correlated to marine isotope stage (MIS) 7 in the coastal plain of the state of Rio Grande do Sul, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 86, n. 4, p. 1573-1595, 2014b.

LOPES, R.P.; DILLENBURG, S.R.; CARON, F.; BUCHMANN, F.S.C. Stratigraphy of the last interglacial Barrier III in the southern coast of the state of Rio Grande do Sul, Brazil. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 15., 2015, Imbé. **Anais... Imbé: Ceclimar**, v. 2, n.1, p. 187-188.
LOPES, R.P.; DILLENBURG, S.R.; SCHULTZ, C.L. Cordão Formation: loess deposits in the southern coastal plain of the state of Rio Grande do Sul, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 88, n. 4, p. 2143-2166, 2016.

LOPES, R.P.; CARON, F.; ROSA, M.L.C.C.; BARBOZA, E.G.; DILLENBURG, S.R.; SAVIAN, J. Stratigraphy and evolution of the pleistocene Barrier III in the Southern coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 16., 2017, Bertioga. **Anais...**, v. 3, n. 1, 2017.

MACHADO, D.M.D.C.; KOTZIAN, C.B.; ERTHAL, F. Moluscos. In: CARVALHO, I.S. (Ed.). **Paleontologia: microfósseis, paleoinvertebrados**. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência. v. 2, 2011. p. 409-442.

MARTÍNEZ, S.; DEL RÍO, C.J. Las provincias malacológicas miocenas y recientes del Atlántico Sudoccidental. **Anales de Biología**, v. 24, 121–130, 2002.

_____. Las ingresiones marinas del Neógeno en el sur de Entre Ríos (Argentina) y litoral oeste de Uruguay y su contenido malacológico. **INSUGEO - Miscelánea**, v. 14, p. 13-26, 2005.

MARTÍNEZ, S.; ROJAS, A.; UBILLA, M.; VERDE, M.; PEREA, D.; PIÑEIRO, G. Molluscan assemblages from the marine Holocene of Uruguay: composition, geochronology and paleoenvironmental signals. **Ameghiniana**, v. 43, n. 2, p. 385–397, 2006.

MARTÍNEZ, S.; DEL RÍO, C.J.; ROJAS, A. **Biogeography of the Quaternary Molluscs of the Southwestern Atlantic Ocean**. Dordrecht-Heidelberg: Springer, SpringerBriefs in Earth System Sciences, 2013, 36 p.

MOTTA, V.F. **Relatório-Diagnóstico sobre a melhoria e o aprofundamento do acesso pela Barra de Rio Grande**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, 1969, 144 p.

NIMER, E. Clima. In: **Geografia do Brasil – Região Sul**. v. 5. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. p. 35-79.

_____. **Climatologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de recursos naturais e estudos ambientais, 1989. 422 p.

OLSZEWSKI, T.D. Taking advantage of time-averaging. **Paleobiology**, v. 25, n. 2, p. 226-238, 1999.

_____. Modeling the influence of taphonomic destruction, reworking, and burial on time-averaging in fossil accumulations. **Palaios**, v. 19, n. 1, p. 39-50, 2004.

PARSONS-HUBBARD, K. Molluscan taphofacies in recent carbonate reef/lagoon systems and their application to sub-fossil samples from reef cores. **Palaios**, v. 20, n. 2, p. 175-191, 2005.

PARSONS, K.M.; BRETT, C.E. Taphonomic processes and biases in modern marine environments: na actualistic perspective on fossil assemblage preservation. In: DONOVAN, S.K. (Ed.). Nova York: **The Processes of Fossilization**. Columbia University Press, 1991. p. 22-65.

RIOS, E.C. **Seashells of Brazil**. 2. ed. Rio Grande: Fundação Universidade do Rio Grande, 1994. 368 p.

_____. **Compendium of Brazilian Sea Shells**. Rio Grande: Evangraf, 2009. 668 p.

ROSA, M.L.C.C. **Geomorfologia, estratigrafia de sequências e potencial de preservação dos sistemas Laguna Barreira do Quaternário Costeiro do Rio Grande do Sul**. 2012. 232 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

SCARABINO, V. Moluscos del Golfo San Matías (Provincia de Río Negro, República Argentina): inventario y claves para su identificación. **Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay**, v. 4, p. 177-285, 1977.

SCHNAID, F. **Ensaio de Campo e suas Aplicações à Engenharia de Fundações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. 194 p.

SHACKLETON, N. J.; OPDYKE, N. D. Oxygen isotope and palaeomagnetic stratigraphy of equatorial Pacific core V28-238: oxygen isotope temperatures and ice volumes on a 10^5 year and 10^6 year scale. **Quaternary Research**, v. 3, n. 1, p. 39-55, 1973.

STAFF, G.M.; CALLENDER, W.R.; POWELL, K.M.; PARSONS-HUBBARD, K.M.; BRETT, C.E.; WALKER, S.E.; CARLSON, D.D.; WHITE, S.; RAYMOND, A.; HEISE, E.A. Taphonomic trends along a forereef slope: Lee Stocking Island, Bahamas. II. Time. **Palaios**, v. 17, n. 1, p. 66-83, 2002.

TOLDO JR, E.E.; DILLENBURG, S.R.; ALMEIDA, L.E.S.B.; TABAJARA, L.L.; MARTINS, R.R.; CUNHA, L.O.B.C. Parâmetros Morfodinâmicos da Praia de Imbé, RS. **Pesquisas em Geociências**, v. 20, n. 1, p. 27-32, 1993.

TOMAŠOVÝCH, A.; ROTHFUSS, T.A. Differential taphonomy of modern brachiopods (San Juan Islands, Washington State): effect of intrinsic factors on damage and community-level abundance. **Lethaia**, v. 38, n. 3, p. 271-292, 2005.

TOMAZELLI, L.J. O regime de ventos e taxa de migração das dunas eólicas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas em Geociências**, v. 20, n. 1, p. 18-26, 1993.

TOMAZELLI, L.J.; DILLENBURG, S.R. Sedimentary facies and stratigraphy of a last interglacial coastal barrier in south Brazil. **Marine Geology**, v. 244, n. 1/4, p. 33-45, 2007.

URIEN, C.M.; MARTINS, L.R.S. **Structural and physiographic map of eastern South America and western South Africa**. Porto Alegre: Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica (CECO/UFRGS), Série Mapas, 03, 1978.

VALENTINE, J.W. **Evolutionary Paleocology of the Marine Biosphere**. Nova Jersey: Prentice Hall, 1973. 511 p.

VALENTINE, J.W.; FOINT, T.C.; PEART, D. A provincial model of Phanerozoic marine diversity. **Paleobiology**, v. 4, n. 1, p. 55-66, 1978.

VALENTINE, J.W.; JABLONSKI, D. Major determinants of the biogeographic pattern of the shallow-sea fauna. **Bulletin Societe Géologique France**, v. 24, n. 5/6, p. 893-899, 1982.

VILLWOCK, J.A. Geology of the Coastal Province of Rio Grande do Sul, Southern Brazil. A synthesis. **Pesquisas em Geociências**, v. 16, n. 16, p. 5- 49, 1984.

VILLWOCK, J.A.; TOMAZELLI, L.J.; LOSS, E.L.; DENHARDT, E.A.; HORN, N.O.; BACHI, F.A.; Dehnhardt B.A. Geology of the RS coastal province. In: RABASSA, J. (Ed.). **Quaternary of South America and Antarctic Peninsula**. Rotterdam: Balkema, v. 4, 1986. p. 79- 97.

VILLWOCK, J.A.; TOMAZELLI, L.J. Geologia Costeira do Rio Grande do Sul. **Notas Técnicas**, Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CECO/UFRGS), v. 8, p. 1-45, 1995.

WALKER, R.G.; JAMES, N.P. **Facies Models. Response to Sea Level Change**. St John's, Newfoundland: Geological Association of Canada, 1992. 409 p.

2 ARTIGO SUBMETIDO

1 **Pleistocene molluscan assemblage in the southern Coastal Plain of Rio Grande**
2 **do Sul, Brazil: implications in the evolution of a Barrier-Lagoon System**

3

4 Maiara Bettinelli^{a*}, Sérgio Rebello Dillenburg^b, Renato Pereira Lopes^c, Felipe Caron^c

5

6 ^aPrograma de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências,
7 Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 91501-970 Porto Alegre, Rio Grande do
8 Sul, Brazil. maiarabettinelli@gmail.com

9 ^bCentro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica, Instituto de Geociências,
10 Universidade Federal do Rio Grande Sul, 91501-970 Porto Alegre, Rio Grande do
11 Sul, Brazil. sergio.dillenburg@ufrgs.br

12 ^cUniversidade Federal do Pampa, Campus Caçapava do Sul, 96570-000 Caçapava
13 do Sul, Rio Grande do Sul, Brazil. paleonto_furg@yahoo.com.br,
14 felipe.caron1@gmail.com

15

16 *Corresponding author: Av. Bento Gonçalves 9500, Instituto de Geociências, prédio
17 43125, 91501-970 Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil.

18 E-mail adress: maiarabettinelli@gmail.com

19

20 **Abstract**

21 The Barrier-Lagoon System III is the most preserved Pleistocene depositional system
22 in the southern Coastal Plain of Rio Grande do Sul, Brazil. The origin of this unit is
23 correlated to the sea-level highstand of the last interglacial stage, but so far very little
24 is known about the evolution and stratigraphy of this unit due to the scarcity of
25 outcrops. A fossil assemblage consisting of thousands of bivalve and gastropod

26 shells were recovered from drilling holes and SPT (Standard Penetration Test)
27 surveys performed at depths up to 17 meters on that unit. The characterization of
28 these fossils in addition to the analysis of the sediments and SPT data allowed to
29 identify backbarrier deposits representing a retrogradational sequence characterized
30 by lagoon bottom and margin facies superposed by sandy aeolian facies, covered by
31 loess deposits. The fossil assemblage found in the lagoon bottom and margin
32 deposits is dominated by bivalve and gastropod molluscs, mostly characteristic of
33 open marine, shallow (≤ 30 meters) environment, but including some *Erodona*
34 *mactroides* and *Anomalocardia brasiliiana*, bivalves typical of lagoon environments.
35 The presence of species that do not currently live in the region suggests the
36 influence of warmer coastal waters during the last interglacial stage. The good state
37 of preservation of a large part of the molluscan assemblage, with no signs of
38 abrasion, bioerosion or incrustation, indicates short residence time at the sediment-
39 water interface after death, followed by rapid burial below the Taphonomically Active
40 Zone (TAZ). The presence of marine species together with species from low energy
41 mixohaline environments indicates the transport of sediments and marine fauna to
42 the backbarrier, which would have occurred during the transgressive phase of the
43 System III evolution. This process could have been related to increased storminess
44 during the last interglacial, which promoted the transportation of large amounts of
45 sediments and shells from the shoreface to the backbarrier through overwash and
46 opening of ephemeral inlet channels.

47

48 **Keywords: Coastal Plain of Rio Grande do Sul, Pleistocene, Barrier-Lagoon**
49 **System III, Molluscs, Taphonomy, Overwash.**

50

51

52 **1 Introduction**

53 The barrier-lagoon depositional systems that constitute the Coastal Plain of
54 the state of Rio Grande do Sul (CPRS) encompass different sedimentary facies that
55 preserve geological and paleontological records (Villwock and Tomazelli, 1995).
56 Among the latter are invertebrate fossils, predominantly molluscs, bivalves and
57 gastropods, found in the southern sector of the CPRS. These fossils are found in
58 dense concentrations mainly on the continental shelf, along the beach line and in
59 lagoon estuarine deposits (Bianchi, 1969; Figueiredo, 1975; Abreu et al., 1985;
60 Godolphim et al., 1989; Lopes and Buchmann, 2008). These remains also occur in
61 subsurface and were recorded from drilling holes, outcrops along the Chuí Creek and
62 excavations for water wells constructions made by residents in the Santa Vitória do
63 Palmar county (Forti, 1969; Closs and Forti, 1971; Forti Esteves, 1974; Buchmann et
64 al., 1998; Lima and Buchmann, 2005; Caron, 2007; Lima et al., 2013; Lopes et al.,
65 2013; Caron, 2014). Although absolute ages are still scarce, the dates obtained in
66 mollusc specimens show that these concentrations comprise the interval between the
67 Middle Pleistocene and the Holocene (Buchmann et al., 1998; Caron, 2007; Lima et
68 al., 2013; Caron, 2014; Lopes et al., 2014a).

69 In the southern sector of the CPRS, the stratigraphy of the Pleistocene
70 systems is poorly known, due to the covering of marine and lagoon facies by thick
71 aeolian deposits, making their access limited to some exposures along the Chuí
72 Creek. Between 2013 and 2015 several drilling holes were made during the
73 installation of a wind farm in areas located in the backbarrier of a Pleistocene barrier,
74 thus providing access to subsurface sediments. Among those sediments, a diverse
75 assemblage of marine molluscan fossils was recovered. The geological setting in
76 which these fossils were preserved, in areas corresponding to a depositional lagoon
77 system, as well as their abundance and preservation state, motivated their study,

78 which aims to characterize the depositional processes to which the fossils were
79 submitted. As the work hypothesis, it was assumed that the mechanisms that
80 promoted the preservation of marine molluscs shells in ancient lagoon systems are
81 related to the processes that controlled the evolution of the adjacent Pleistocene
82 barrier. Thus, the identification, description and interpretation of the depositional
83 context of these geological remains would serve as a tool to aid to understand and
84 reconstitute the evolution of a Pleistocene barrier-lagoon system in the southern
85 sector of the CPRS.

86

87 **2 Study Area**

88 The studies were performed in the Santa Vitória do Palmar and Chuí counties,
89 located at the southernmost portion of CPRS, in southern Brazil (Fig. 1). The CPRS
90 is some 620 km-long and up to 100 km-wide, with a gently undulating shoreline with
91 alternating concave and convex segments and a NE-SW orientation. It represents
92 the surface geomorphological expression of the upper emerged portion of the
93 Pelotas Basin (Villwock, 1984), a marginal sedimentary basin whose genesis is
94 related to the opening of the South Atlantic Ocean during the Cretaceous (Asmus
95 and Porto, 1972). It consists of two large depositional systems developed between
96 the Neogene and the Quaternary: i) a system of alluvial fans and ii) four depositional
97 systems of the barrier-lagoon type. The latter were developed by the reworking of the
98 siliciclastic sediments of the upper portion of the Pelotas Basin during transgressive-
99 regressive cycles controlled by glacioeustasy, which record transgressive maxima
100 followed by early regression phases and are named, from the oldest to the most
101 recent, as Barrier-Lagoon System I, II, III (Pleistocene) and IV (Holocene) systems
102 (Villwock et al., 1986; Villwock and Tomazelli, 1995).

103 Systems II, III and IV are well preserved in the southern sector of the CPRS.
104 The drilling holes of the present study, in geomorphological terms, were performed
105 on System III (Fig. 1), but, stratigraphically, they also cover System II. These systems
106 are composed of marine, aeolian, lacustrine and fluvial facies, with paleosols
107 developed on the upper portion of the barrier systems (Villwock and Tomazelli, 1995)
108 and loess deposits (Cordão Formation) preserved mostly in the lowland areas
109 between the barriers (Lopes et al., 2016).

110 The origin of the Barrier System III dates back to the last interglacial stage
111 (Buchmann and Tomazelli, 2003; Lopes et al., 2015, 2017), and its stratigraphy is
112 better understood in the northern sector of the CPRS, especially near the town of
113 Osório, where the succession of exposed facies indicates a progradational stacking
114 pattern (Tomazelli and Dillenburg, 2007). In that sector, the presence of
115 *Ophiomorpha* ichnofossils points to a sea level of approximately 7 m above the
116 current level (Tomazelli and Dillenburg, 2007; Fracalossi and Barboza, 2010). In the
117 southern sector, the same pattern is described by Lopes et al. (2015) based on an
118 outcrop near the mouth of Chuí Creek. Rosa (2012) also identified this pattern for the
119 same portion of Barrier III and described it as corresponding to a context of highstand
120 systems tract and falling stage system tract.

121 The CPRS is under the influence of a humid temperate climate and, according
122 to Tomazelli (1993), there is a high energy wind regime with obtuse bimodal
123 distribution pattern acting in the region. This pattern is conditioned by two high
124 pressure centers, the South Atlantic Tropical Anticyclone and the Polar Migratory
125 Anticiclone (Nimer, 1989), whose displacements provoke the predominance of NE
126 winds, which are more active in the spring and summer months, and W-SW winds,
127 which are more effective in the winter months. The continental shelf that is adjacent
128 to the RS coast is 100 to 200 km wide and has a very gentle slope varying between

129 0.03° and 0.08° (Dillenburg et al., 2009). Beaches range from dissipative to
130 intermediate (Calliari and Klein, 1993; Toldo Jr. et al., 1993). The tides that reach the
131 coast have an average amplitude of 0.5 m, characterizing microtidal regime
132 (Dillenburg et al., 2009). The waves, which are the main sediment transport agent,
133 have an average height of 1.5 m (Motta, 1969), reaching more than 2 m during
134 storms, causing sea level to rise to 1,3 m along the coast (Barletta and Calliari,
135 2001).

136

137 **3 Material and Methods**

138 The samples used in this work were collected from the paleontological
139 monitoring and rescue program executed as part of installation of the Campos
140 Neutrais Wind Power Complex between 2013 and 2015. The fossil material was from
141 sediments extracted by the drilling for the foundations of wind towers. A total of 229
142 drillings were performed using a rotating drill, reaching depths of up to 17 meters
143 (Fig. 2). In 46 drillings, thousands of fossils, mostly mollusks (Fig. 3), but also some
144 remains of echinoderms, fishes, crustaceans, foraminifera and ostracods. Sediment
145 samples were also collected during drilling and subsequently subjected to particle
146 size analysis using laser diffraction particle size analyzer (HORIBA LA-950).

147 The fossil-bearing sediments were left to dry and passed through a 2
148 millimeter-mesh sieve in order to obtain the bioclastic fraction. The fossils were
149 subjected to three analyzes:

150 I) taxonomic identification, based on the descriptions of the molluscan fauna of
151 the Brazilian coast by Rios (1994, 2009);

152 II) description of the taphonomic signatures presented in the fossils, such as
153 abrasion, margin rounding, fragmentation, color, dissolution, bioerosion and
154 incrustation, whose identification and paleoenvironmental significance is based on

155 Davies et al. (1989a,b), Kidwell and Bosence (1991); Parsons and Brett (1991), Best
156 and Kidwell (2000a), Parsons-Hubbard (2005) and Best (2008);

157 III) the paleoecological and paleoenvironmental significance of the species
158 regarding the life habits and environmental preferences were evaluated by
159 comparison with published descriptions of other fossil assemblages from the
160 southeastern coast of South America, such as Aguirre (1993), Gordillo (1998),
161 Aguirre and Farinati (1999b) and Martínez and Del Río (2005), besides Rios (1994,
162 2009).

163 During the construction of the Wind Power Complex, SPT (Standard
164 Penetration Test) surveys were also performed for subsurface geotechnical
165 purposes, which reached depths of up to 23 m. SPT is a drilling technique used to
166 determine the resistance of unconsolidated materials of the subsurface and also
167 helps to delimit sedimentary facies, providing subsidies for stratigraphic
168 interpretations.

169 From the compilation of granulometric data of the drillings, measurements of
170 sediment compaction from the SPT surveys, identification and taphonomic analysis
171 of the fossiliferous content the sediments were described in terms of facies
172 associations following Walker and James (1992) for the construction of a geological
173 section (location in Fig. 3).

174

175 **4 Results**

176 *4.1 Stratigraphy*

177 Geomorphologically, the area where the drillings and SPTs were made
178 corresponds to the Barrier III and Lagoon III (Fig. 3). Although the used drilling
179 method does not allow the visualization of the primary sedimentary structures and
180 contact relationships between the different strata (Fig. 2), especially in the upper

181 levels, where the sediments undergo major reworking, a facies succession which
182 allowed to infer the different depositional environments was defined.

183 Six distinct facies associations were identified, distributed transversal and
184 longitudinally in relation to the shoreline. A composite stratigraphic section showing
185 the stratigraphic relations between the facies (Fig. 4) was elaborated from the
186 subsurface data obtained in the drillings Ch07A04 and Hm28A03, made in the area
187 of the Lagunar System III, and Hm26A01 and F2, made in the seaward side of the
188 Barrier III.

189 *Facies Association 1* - This association was described only by the drillings
190 made in the southernmost portion of the study area, close to the Brazil-Uruguay
191 border, although the deeper SPTs made to the north also reached it. With a
192 thickness of 3.6 to 7.3 meters, it is composed of fine to very fine sand, with low
193 content of associated silt, moderately selected and with high compaction. Its
194 fossiliferous assemblage contains essentially marine molluscan species that inhabit
195 depths of up to 30 m, with the exception of a single specimen of *Erodona mactroides*,
196 which is typical of lagoon environments. The assemblage is preserved in depths of
197 up to 6.5 m below the current sea level. The stratigraphic position of this facies,
198 beneath muddy deposits identified as a paleo-lagoon (*Facies Association 2*), its
199 composition and fossiliferous content suggest that it represents the foreshore/upper
200 shoreface of the middle-Pleistocene Barrier II.

201 *Facies Association 2* - This association ranges in thickness from 2 to 8.6
202 meters, being thickest close to the modern shoreline, and was reached only in four
203 drillings. It is essentially muddy, composed of silt and clay with low content of fine to
204 very fine sand, poorly selected and poorly compacted, with some intercalations of
205 peat deposits. The fossil content is scarce and consists of small specimens of the
206 bivalves *Mactra isabelleana*, *Amiantis purpurata* and *Corbula caribaea*, in addition to

207 unidentified fragments. This association were interpreted as lagoon bottom deposits,
208 with low marine influence, belonging to the Lagoon System III.

209 *Facies Association 3* - It ranges from 3 to 12.2 meters in thickness, tapering
210 landwards. It is composed of poorly selected and highly compacted sandy sediments
211 whose mud content increases toward the backbarrier. Intercalated peat layers were
212 observed in some drillings. The fossil assemblage consists of a mixture of marine
213 environment species and low energy mixohaline environment species. Such fossils
214 occur at a height up to 6.4 m above current sea level, in agreement to the level of ~ 7
215 m estimated by Tomazelli and Dillenburg (2007) and Fracalossi and Barboza (2010)
216 for the northern sector of the coast. The backbarrier deposits of this facies
217 association were interpreted as the eastern lagoon margin of the System III.

218 *Facies Association 4* - It ranges from 0.7 to 7 meters in thickness and is
219 composed mostly of well selected very fine sand, with low to medium compaction. It
220 was interpreted as aeolian deposits from System III (Lopes et al., 2015).

221 *Facies Association 5* - This association ranges from 2.6 to 4.7 meters in
222 thickness. It consists of low compaction deposits of wind-blown silt (loess) deposits of
223 the Cordão Formation, that cover most of the Pleistocene systems in the south of the
224 CPRS (Lopes et al., 2016), and pedogenic clays.

225 *Facies Association 6* - This < 1 meter-thick facies is predominantly composed
226 of fine to very fine sand, forming a low compaction mantle deposited by aeolian
227 processes that reworked the uppermost portion of the Barrier III.

228

229 *4.2 Fossil Content*

230 *4.2.1 Taxonomy and Paleoecology*

231 The total number of specimens analyzed was 8227, of which only 289 (3.5%)
232 could be identified at the level of genus. The number of identified species was 55, of

233 which 32 were bivalves and 23 were gastropods (Tables 1 and 2 and Figs. 5 and 6,
234 respectively). The bivalves (7889 specimens) are significantly more abundant than
235 the gastropods (338 specimens), especially in the deposits of the Barrier II.

236 When the drill reaches the predetermined depth, the rotation, stops and the
237 drill is drawn vertically. This allowed the observation of the depositional setting of the
238 molluscs found in the lower parts of the drilling holes, showing that they consist of
239 material dispersed in the sedimentary matrix (see Fig. 2), rather than forming dense
240 concentrations, although the proportion of bioclasts relative to the matrix varied
241 between drilling holes. Stratigraphically, the fossils are preserved in marine facies of
242 the Barrier System II and lagoon bottom and margin of the overlying System III (Fig.
243 4).

244 The most abundant and frequent bivalve species in the System II are *Mactra*
245 *isabelleana*, *Pitar rostratus*, *Amiantis purpurata* and *Mactra janeiroensis*, with *M.*
246 *isabelleana* being the dominant species. Among the gastropods, the most abundant
247 and most frequent species are *Buccinanops gradatus*, *Buccinanops deformis*, *Tegula*
248 *patagonica* and *Urosalpinx haneti* (Fig. 7). This assemblage is essentially the same
249 found in marine facies of the System II described from outcrops along the Chuy
250 Creek located some 20 km to the northeast (Lopes et al., 2013).

251 The most abundant bivalve species of System III are: *A. purpurata*, *M. guidoi*,
252 *Pitar rostratus*, *Corbula caribaea*, *M. janeiroensis*, *M. isabelleana* and *Gouldia cerina*.
253 These species, together with *Corbula patagonica*, *Plicatula gibbosa*, *Anomalocardia*
254 *brasiliiana* and *Chione subrostrata*, are the most frequent species. *A. purpurata* is the
255 dominant species (Fig. 8). Regarding the gastropods, the most abundant and most
256 frequent species is *Bostrycapulus odites*.

257 The analysis of paleoecological data showed that most of the species inhabit
258 shallow waters (0 to 30 m), from intertidal to mesotidal zones in unconsolidated

259 sandy substrates. Three species that inhabit deeper waters (up to 75 m) were
260 identified namely *Adelomelon brasiliiana*, *Anadara chemnitzii* and *Glycymeris longior*.
261 The gastropods are epifaunal, but most bivalves are infaunal. Most of the species
262 found live in coastal or open marine environment, but the species *Anomalocardia*
263 *brasiliiana* (137 specimens) and *Erodona mactroides* (37 specimens) usually inhabit
264 low energy mixohaline environments (lagoons, estuaries and bays).

265 Most of the species belong to the Caribbean and Argentinean malacological
266 provinces (*sensu* Valentine, 1973), whereas only a few species (less than 5%, e.g.
267 *Diodora patagonica*, *Tegula patagonica*, *Buccinanops deformis*, *Dorsanum*
268 *moniliferum*) belong to the Magellanic province. All the identified taxa are found living
269 on the coast of Rio Grande do Sul, except the bivalves *Anomalocardia brasiliiana*,
270 *Chione subrostrata*, *Anadara brasiliiana* and *Chione paphia* that do not currently live
271 south of the Santa Catarina state (28° S) today (Rodrigues et al., 2010;
272 Veitenheimer-Mendes and Lopes-Pitoni, 1995; Lopes et al., 2013).

273

274 4.2.2 Taphonomy

275 Regarding the physical (biostratinomic) properties, the molluscan fossils could
276 be divided in two classes: (1) centimetric fragments, most of which are unidentifiable
277 and have no signs of abrasion, and (2) complete specimens, few of them showing
278 signs of fragmentation, abrasion, bioerosion or incrustation. Only 186 specimens are
279 bioeroded and 23 exhibit incrustation by corals, bryozoans, ostreids and barnacles
280 (Fig. 9). The shells are mostly white-colored, which indicates partial dissolution due to
281 exposure to relatively acidic interstitial water (Lopes and Buchmann, 2008; Lopes et
282 al., 2013). However, several specimens of *A. purpurata* still have portions of the
283 periostracum preserved (Fig. 9G) and some specimens still retain vestiges of the
284 original color pattern (Fig. 10). The few abraded specimens are mostly the deeper-

285 water species *Adelomelon brasiliana* and *G. longior* (Fig. 11). The bivalves were
286 disarticulated, with the exception of several specimens of the genus *Corbula*, that
287 were found with valves still closed.

288 The most abundant taxa specimens, such as *A. purpurata* and *P. rostratus*,
289 exhibit size variation corresponding to different ontogenetic stages, therefore, they
290 seem to represent the original community composed by these organisms. It also
291 indicates little or no sorting by size. The abundance of whole specimens, including
292 several taxa with fragile shells such as *B. odites* or small-sized juveniles, together
293 with the scarcity of specimens with signs of abrasion, indicates that the specimens
294 were quickly transported and buried after death.

295

296 **5 Discussion**

297 The material described here, despite being composed of species that had
298 already been recorded in other fossiliferous concentrations from CPRS, is
299 remarkable because it represents the first fossil records proven to be stratigraphically
300 associated with the Barrier-Lagoon System III. Although molluscs and other
301 organisms have been found in other deposits that were correlated with this system
302 (Lima and Buchmann, 2005; Lopes and Buchmann, 2008), these consisted of
303 materials removed from the original deposits by excavations.

304 Most of the material was collected in deposits located in the backbarrier
305 (Lagoon System III). The predominance of marine species that are not found living in
306 the coastal lagoons of Rio Grande do Sul today, probably due to the variations of
307 salinity these water bodies are subject to (von Ihering, 1885; Closs, 1962; Bemvenuti
308 et al., 1978; Capitoli et al., 1978; Colling et al., 2010) indicates that the shell remains
309 were removed from and re-deposited outside the habitat they lived in, thus allowing
310 to classify these assemblages as allochthonous, *sensu* Kidwell et al. (1986). The

311 predominance of disarticulated bivalve shells shows that these assemblages were
312 originated by remains of organisms that were already dead by the time of burial,
313 rather than representing a catastrophic mass mortality. The overall good degree of
314 preservation of the fossils from the studied assemblages indicates that these shells
315 were not subject to prolonged transportation or intense reworking by waves or
316 currents, despite being organisms that inhabited shallow coastal settings. Such good
317 preservation suggests a short residence time in the Taphonomically Active Zone
318 (TAZ), indicating that the distance the remains were transported between the source
319 area (shoreline) to the burial area (backbarrier lagoon) was short, and/or the time
320 between death (and disarticulation of the valves in the case of bivalves) and
321 transportation between the two areas was not prolonged.

322 The TAZ corresponds to the physical interval at or slightly below the sediment-
323 water interface, where biological, physical and chemical processes occur, altering the
324 biological remains after death (Davies et al., 1989a,b; Olszewski, 1999; Erthal et al.,
325 2017). These remains only leave the TAZ due to destruction, physical or biogenic
326 reworking, or due to the final burial, which occurs when the sedimentation rate is too
327 high, moving the TAZ upward in the sedimentary column. The interval below the TAZ
328 where no more taphonomic processes occur corresponds to the Depth of Final Burial
329 (DFB) (Olszewski, 1999, 2004).

330 The presence of shells of different ontogenetic stages in the assemblages
331 indicate a short exposure time in the TAZ. Juvenile remnants are more fragile and
332 more prone to mechanical destruction by the action of waves, currents and
333 dissolution than the adults, so they are easily destroyed if they are exposed to the
334 TAZ for longer periods (Davies et al., 1989a,b; Kidwell and Bosence, 1991). Upon
335 reaching the burial area, the remains were quickly preserved below the TAZ, at the
336 DFB, therefore it is likely that the sedimentation rate was relatively high.

337 The predominance of infaunal species over epifaunal taxa is probably related
338 to the lower taphonomic damage susceptibility of the former compared to the latter
339 (Best and Kidwell, 2000b). Because infaunal organisms spend a great time of their
340 lives buried within the sediment, they are less prone to rapid deterioration and
341 damage from shell-breaking predators, fouling organisms and bioerosion agents.
342 They are also less exposed to the reworking process and less exposed to the impact
343 of sediments caused by the action of waves and currents.

344 The occurrence of several specimens from *Corbula* marine genus with
345 articulated valves is probably related to the shallow depth to which these organisms
346 are buried. Thus, during high energy events (storms), these organisms would be
347 remobilized together with the eroded sediment and quickly buried under a sediment
348 cover too thick to rise to the surface before death.

349 Deeper water species, such as *Adelomelon brasiliana* and *Glycymeris longior*,
350 usually show signs of abrasion, margin rounding and fragmentation, since the greater
351 distance to be traveled from the environment of origin to the final depositional
352 environment causes a greater rework and consequent friction with sediments.

353 After the final burial, the only further modifications these remains were subject
354 to was the partial dissolution indicated by the whitish color and chalky texture. The
355 dissolution, related to chemical imbalance between the water and bioclastic material,
356 is more intense near the sediment-water interface, where the water, which is usually
357 undersaturated in calcium carbonate, percolates and promotes the dissolution of the
358 shells (Driscoll, 1970; Davies et al., 1989b; Erthal et al., 2017). Although the rate of
359 dissolution generally is greater than the rate of production of bioclastic carbonate in
360 the marine environment (Davies et al., 1989a; Powell et al., 1992), processes related
361 to storm events can protect the shells from dissolution through fast burial, removal of
362 the organic matter by winnowing and reduction of the residence time in the TAZ acid

363 conditions (Cherns et al., 2008). Thus, the large number of shells found in the study
364 area may have been preserved as a result of storm events that quickly buried them
365 to a sufficient depth where dissolution processes were inactive. However, the
366 absence of periostracum and the whitish color observed in most specimens suggest
367 an incipient process of dissolution, since this taphonomic signature characterizes the
368 molluscs preserved in freshwater environments of the CPRS, while the shells
369 preserved in marine environment exhibit color ranging from reddish to gray, probably
370 due to the incorporation of dissolved elements from the sea water (Lopes and
371 Buchmann, 2008; Lopes et al., 2013). The assemblages are under the influence of
372 the water table, where the water mobility is lower, therefore, as the carbonate of
373 some shells is dissolved by low pH water, the release of calcium ions promotes the
374 saturation (buffering) of the water, and the dissolution process is interrupted.

375 The presence of the species *Anomalocardia brasiliiana*, *Chione subrostrata*,
376 *Anadara brasiliiana* and *Chione paphia*, which do not currently live south of Santa
377 Catarina (28° S), suggest oceanographic conditions that were hotter than the current
378 ones for this region. Studies carried out on the coast of Uruguay and Argentina also
379 show a higher proportion of warmer waters molluscs in relation to the current
380 assemblages (Aguirre, 1993; Gordillo, 1998; Aguirre and Farinati, 1999b; Martínez et
381 al., 2006; Aguirre et al., 2011; Charó et al., 2014). The species *Anomalocardia*
382 *brasiliiana* was also identified in the CPRS in facies related to the maximum eustatic
383 level of the holocene (Caron, 2007; Lima et al., 2013) and in marine deposits of
384 Barrier II correlated with penultimate interglacial period (Lopes et al., 2013).

385 The species from warmer waters related to the Caribbean Province have their
386 distribution controlled by the Brazil Current (Martínez and Del Río, 2002). The
387 greatest southern influence of this current during the last interglacial periods has
388 been considered responsible for the latitudinal displacement of the distribution zone

389 of species that currently live only to the north of Rio Grande do Sul, Uruguay and
390 Argentina (Aguirre, 1993; Martínez and Del Río, 2005; Charó et al., 2014; Rojas and
391 Martínez, 2016). The chrono-correlated marine fossil records of the eustatic
392 maximum of the last interglacial period include exotic species from warmer waters,
393 indicating changes in oceanographic patterns (Kendrick et al., 1991; Hearty and
394 Neumann, 2001; Muhs et al., 2002; Montesinos et al., 2014; Chakroun and Zaghib-
395 Turki, 2017).

396

397 *5.1 Implications for the evolution of Barrier-Lagoon System III*

398 The stratigraphic succession observed in the drilling holes was divided in
399 facies associations that show marine deposits at the base (Barrier II), superimposed
400 by lagoon deposits (bottom and margin) and aeolian deposits of the Barrier-Lagoon
401 System III, covered by the loess deposits of the Cordão Formation and by modern
402 wind-blown sand at the top successively (Fig. 4). Rosa (2012) found in the same
403 region, in the lower portion of georadar sections, facies related to foreshore,
404 backshore and shoreface environments indicating the progradation of the Barrier II in
405 a highstand systems tract setting. The marine deposits of the System II extend
406 towards the sea from the subaerial (aeolian) portion of the Barrier II to the west,
407 being exposed along the Chuí Creek (Lopes et al., 2014b).

408 Rosa (2012) described lagoon margin facies overlapping lagoon bottom facies
409 in a of transgressive system tract setting associated with the System III in this region.
410 In the eastern part of the study area, near Hermenegildo, estuarine/ lagoon deposits
411 overlain by marine deposits (foreshore/upper shoreface) related to System III,
412 adjacent to System IV deposits, were recognized (Lima et al., 2013). The marine
413 deposits of this system extend towards the sea and appear as cliffs on the modern

414 beach near the mouth of the Chuí Creek due to the complete erosion of the Holocene
415 System IV in this area of the coast (Rosa, 2012).

416 The mixture of marine species with low energy mixohaline species and the
417 sedimentological content found in the bottom and margin lagoon facies of System III,
418 suggests the transport of sediments and marine fauna to the lagoon in the
419 backbarrier, where they were mixed with inhabitant species and the lagoon
420 sediments. The transfer mechanisms of sediments and marine molluscs to the
421 backbarrier would probably be associated with overwash processes and possibly to
422 the opening of inlets channels through the barrier, connecting the ocean to the
423 lagoon. Both processes are important mechanisms for transporting sediment from
424 the oceanic beach to the backbarrier in transgressive regimes, usually related to
425 storm events (Armon and McCann, 1979; Kahn and Roberts, 1982; Morton, 1994;
426 Roy et al., 1997).

427 Overwash is defined as the continuation of the swash uprush over the crest of
428 the most landward (storm) berm (Shepard, 1973). Overwash processes are
429 generated under high energy conditions and are responsible for transporting water
430 and marine sediments (including biological remains) over the barriers, from the
431 beach to the backbarrier. The result of this process is called washover (Leatherman
432 et al., 1977). According to Hayes (1979), the washovers are relatively common on
433 coasts with microtidal regimes (0-2m) and medium wave energy (height = 60-150
434 cm), such as in the RS coast of Rio Grande do Sul, whereas inlets and tidal deltas
435 are less significant under these conditions.

436 Washover facies can be recognized by the presence of sand in backbarrier
437 muddy sediments, by the facies thinning towards the continent and by the presence
438 of either shoreface shells or a mixture of shoreface shells and backbarrier shells
439 (Sedgwich and Davis, 2003).

440 During good weather conditions, the washovers are not subject to reworking
441 (Leatherman et al., 1977). However, in order to determine the intensity of reworking
442 in a deposit, the frequency and recurrence of overwash events have to be
443 considered. Rapid burial can lead to a decrease in physical and biological reworking,
444 favoring preservation, while subsequent storm events may rework or destroy
445 previous deposits (Leatherman and Williams, 1977). In addition to the frequency of
446 overwash, factors such as: bioturbation rate, unit thickness and magnitude, and sea
447 level changing rate, can also reflect the preservation potential of these deposits
448 (Sedgwich and Davis, 2003). Sea level changing rate is possibly the most important
449 factor for long-term washovers preservation assessment (Deery and Howard, 1977).

450 Although this process is not currently recognized on the coast of RS, it is
451 suggested that in a context of rapid relative sea level rise and a narrower barrier
452 being pushed toward the continent, overwash could have been an important coastal
453 process for transporting marine sediments to the rear backbarrier.

454 The inlet channels connect the coastal marine environment to the backbarrier
455 lagoon. The inlets are formed by the interaction between tides, waves and currents
456 and may be responsible for up to 90% of the volume of sediment transferred to the
457 backbarrier (Armon and McCann, 1979; Davis Jr., 1994). In transgressive barriers,
458 especially in coasts subject to microtidal regime, storm events are important
459 temporary inlet forming process. These temporary channels can be later closed by
460 the accumulation of sediments by longshore drift (Kahn and Roberts, 1982;
461 Boothroyd et al., 1985).

462 Barboza et al. (2005) identified geomorphological features through three-
463 dimensional interpretations of satellite and radar images, suggesting the existence of
464 an old inlet channel that sectioned the Barrier III and connected the lagoon to the
465 ocean just in front of the area where the drilling holes Hm28A03 and Hm26A01 are

466 located. Another evidence suggesting the existence of inlets through Barrier III is an
467 occurrence of *Erodona mactroides* fossils in drillings on the side of the barrier on
468 facing the ocean (close to the F2 drilling area in Fig. 3). This taxon inhabits strictly
469 mixohaline lagoon to freshwater environments (Capitoli et al., 1978; Colling et al.,
470 2010), therefore, its presence in foreshore/upper shoreface deposits of Barreira III
471 indicates the transport from the lagoon to the ocean. This can be explained by the
472 fact that the inlet channels work as bi-directional transport routes: during high tides or
473 storm events, sediments and marine shells are transported to lagoons in the
474 backbarrier due to sea level rise; when the sea level returns to normal, the height
475 difference between the sea level and the lagoon water level promoted reverse water
476 flow, transporting sediment and bioclastic material to the shore, through the inlet
477 channels (Henderson and Frey, 1986). The apparent absence of other channels in
478 the barrier beyond those described by Barboza et al. (2005) can be explained by the
479 ephemeral characteristic of this type of wave-dominated features where longshore
480 drift can close inlet channels between storm events (Armon and McCann, 1979;
481 Kahn and Roberts, 1982; Boothroyd et al., 1985; Davis Jr., 1994).

482 Both overwash and inlets are processes commonly related to tides and
483 storms. The wide distribution of the fossils in the back barrier, covering an
484 approximately 20-km long area (Fig. 3), suggests that such processes were active
485 along great part of the barrier. Since the CPRS is wave-dominated and subject to
486 micro-tidal regime, it can be reasoned that storm waves could have been the
487 dominant process in the transport of sediments to the backbarrier. Several geological
488 records in the Caribbean and North Atlantic, for example, show evidence of intense
489 storms related to climatic instabilities probably controlled by changes in
490 oceanographic patterns during the last interglacial (Neumann and Hearty, 1996;

491 Adkins et al., 1997; Hearty et al., 1998; Cortijo et al., 1999; Hearty and Tormey,
492 2017).

493

494 **6 Conclusions**

495 The mollusc fossils preserved in the lagoon deposits of Barrier-Lagoon
496 System III provided important information about the geological evolution of this
497 depositional system. The analyses of the mollusc assemblages showed that: 1)
498 marine species of shallow environment predominate (0-30 meters of depth); 2) Some
499 species (*Anomalocardia brasiliiana*, *Chione subrostrata* and *C. paphia*) do not occur
500 on the coast of the studied region nowadays, suggesting warmer coastal waters
501 during the last interglacial; 3) the good preservation state of most specimens (no
502 signs of fragmentation, bioerosion or incrustation) indicates a short residence time
503 above the sediment-water interface; 4) shortly after death and disarticulation, the
504 organisms were transported to the backbarrier and buried beneath a relatively thick
505 layer of sediment, being at a sufficient deep (below the TAZ), where they did not
506 undergo dissolution, abrasion and fragmentation process or action of bioerosive
507 agents.

508 The sedimentological and stratigraphic data showed that the assemblage of
509 System III overlies marine deposits of the Barrier II and is preserved in lagoon bottom
510 and margin deposits. The presence of well-preserved fossils of marine species
511 together with lagoon species indicates transfer of sediments and bioclasts from the
512 adjacent coast to the backbarrier lagoon. The good preservation state of most fossils
513 indicates short residence time in the TAZ, followed by rapid burial beneath the DFB,
514 which points to episodic sedimentation events in the backbarrier, probably related to
515 overwash processes and/or the formation of ephemeral inlet channels over a great
516 portion of the barrier. Such events occurred during the transgressive phase of the

517 evolution of the barrier and could have been controlled by the increased storminess
518 during the last interglacial stage. Besides transporting shell material, the
519 overwash/inlets also promoted the advance of the lagoon margin of the Barrier III
520 over the lagoon bottom deposits of the Lagoon III.

521

522 **Acknowledgements**

523 The authors would like to thank Universidade Federal do Rio Grande do Sul
524 (UFRGS), Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica (CECO) and
525 Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) for the physical infrastructure provided
526 and PROEX/CAPES for the financial support.

527

528 **References**

- 529 Abreu, V.S., Madeira-Falcetta, M., Thiesen, Z.V., 1985. Estudo preliminar da
530 geologia, geomorfologia e paleontologia da região do Pontal dos Latinos – Lagoa
531 Mirim – Rio Grande do Sul. Rio de Janeiro, DNPM, Série Geologia, 187-193.
- 532 Adkins, J.F., Boyle, E.A., Keigwin, L., Cortijo, E., 1997. Variability of the North Atlantic
533 thermohaline circulation during the last interglacial period. *Nature*, 390, 154–156.
534 doi: 10.1038/36540
- 535 Aguirre, M.L., 1993. Palaeobiogeography of the Holocene molluscan faunas from
536 northeastern Buenos Aires province, Argentina: its relation to coastal evolution and
537 sea level changes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 102, 1-
538 26. doi: 10.1016/0031-0182(93)90002-Z
- 539 Aguirre, M.L., Farinatti, E.A., 1999a. Taphonomic processes affecting late
540 Quaternary molluscs along the coastal area of Buenos Aires Province (Argentina,
541 southwestern Atlantic). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 149,
542 283-304. doi: 10.1016/S0031-0182(98)00207-7

- 543 Aguirre, M.L., Farinatti, E.A., 1999b. Paleobiogeografía de las faunas de moluscos
544 marinos del Neógeno y Cuaternario del Atlántico Sudoccidental. *Revista de La*
545 *Sociedad Geológica de España*, 12, 93-112.
- 546 Aguirre, M.L., Donato, M., Richiano, S., Farinati, E.A., 2011. Pleistocene and
547 Holocene interglacial molluscan assemblages from Patagonian and Bonaerensian
548 littoral (Argentina, SW Atlantic): Palaeobiodiversity and Palaeobiogeography.
549 *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 308, 277-292. doi:
550 10.1016/j.palaeo.2011.05.032
- 551 Armon, J.W., McCann, S.B., 1979. Morphology and landward sediment transfer in a
552 transgressive island barrier system, southern Gulf of St. Lawrence, Canada.
553 *Marine Geology*, 31, 333-344. doi: 10.1016/0025-3227(79)90041-0
- 554 Asmus, H.E., Porto, R., 1972. Classificação das bacias sedimentares brasileiras
555 segundo a tectônica de placas. In: 26 Congresso Brasileiro de Geologia, Belém,
556 *Anais, SBG*, v. 2, 67-90.
- 557 Barboza, E.G., Ayup-Zouain, R.N., Tomazelli, L.J., Rosa, M.L.C.C., Ferreira, H.P.L.,
558 2005. Paleocanal Pleistocênico na Barreira III entre o Chuí e o Balneário
559 Hermenegildo - Rio Grande do Sul. In: 10 Congresso da Associação Brasileira de
560 Estudos do Quaternário, Guarapari, Resumos expandidos, 1-6.
- 561 Barletta, R.C., Calliari, L.J., 2001. Determinação da intensidade das tempestades
562 que atuam no litoral do Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas em Geociências*, 28,
563 117-124.
- 564 Bemvenuti, C.E., Capitoli, R., Gianuca, N.M., 1978. Estudos de ecologia bentônica
565 na região estuarial da Lagoa dos Patos, II - Distribuição quantitativa do
566 macrobentos no infralitoral. *Atlântica*, 3, 23-32.

- 567 Best, M.M.R., Kidwell, S.M., 2000a. Bivalve taphonomy in tropical mixed siliciclastic-
568 carbonate settings: I. Environmental variation in shell condition. *Paleobiology*, 26,
569 80-102. doi: 10.1666/0094-8373(2000)026<0080:BTITMS>2.0.CO;2
- 570 Best, M.M.R., Kidwell, S.M., 2000b. Bivalve taphonomy in tropical mixed siliciclastic-
571 carbonate settings: II. Effect of bivalve life habitats and shell types. *Paleobiology*,
572 26, 103-115. doi: 10.1666/0094-8373(2000)026<0103:BTITMS>2.0.CO;2
- 573 Best, M.M.R., 2008. Contrast in preservation of bivalve death assemblages in
574 siliciclastic and carbonate tropical shelf settings. *Palaios*, 23, 796-809. doi:
575 10.2110/palo.2005.p05-076r
- 576 Bianchi, L.A., 1969. Bancos de ostreídeos pleistocênicos da Planície Costeira do Rio
577 Grande do Sul. *Iheringia, Série Geologia*, 2, 3-40.
- 578 Boothroyd, J.C., Friedrich, N.E., McGinn, S.R., 1985. Geology of microtidal coastal
579 lagoons: Rhode Island. *Marine Geology*, 63, 35-76. doi: 10.1016/0025-
580 3227(85)90079-9
- 581 Buchmann, F.S.C., 1997. Banhado do Taim e Lagoa Mangueira: evolução
582 holocênica da paleoembocadura da Lagoa Mirim, RS, Brasil. M.S. dissertation,
583 Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto
584 Alegre, 160 p.
- 585 Buchmann, F.S.C., Barbosa, V.P., Villwock, J.A., 1998. Sedimentologia e
586 paleoecologia durante o máximo transgressivo holocênico na Lagoa Mirim, RS,
587 Brasil. *Acta Geológica Leopoldensia*, 21, 21-26.
- 588 Buchmann, F.S.C., Tomazelli, L.J., 2003. Relict nearshore shoals of RS, southern
589 Brazil: origin and effects on nearby modern beaches. *Journal of Coastal Research*,
590 Special Issue, 35, 318–322.

- 591 Calliari, L.J., Klein, A.H.F., 1993. Características morfodinâmicas e sedimentológicas
592 das praias oceânicas entre Rio Grande e Chuí, RS. Pesquisas em Geociências,
593 20, 48-56.
- 594 Capitoli, R.R., Bemvenuti, C.E., Gianuca, N.M., 1978. Estudos de ecologia bentônica
595 na região estuarial da Lagoa dos Patos, I - as comunidades bentônicas. Atlântica,
596 3, 5-22.
- 597 Caron, F., 2007. Depósitos sedimentares associados à desembocadura do Arroio
598 Chuí (Planície Costeira do Rio Grande do Sul) e suas relações com as variações
599 do nível do mar durante o Holoceno. M.S. dissertation, Instituto de Geociências,
600 Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 81 p.
- 601 Caron, F., 2014. Estratigrafia e evolução da barreira holocênica na região costeira de
602 Santa Vitória Do Palmar, Planície Costeira do Rio Grande Do Sul, Brasil. Ph.D
603 thesis, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 167
604 p.
- 605 Chakroun, A., Zaghib-Turki, D., 2017. Facies and fauna proxies used to reconstruct
606 the MIS 5 and MIS 7 coastal environments in eastern Tunisia. Geological
607 Quarterly, 61, 186-204. doi: 10.7306/gq.1312
- 608 Charó, M.P., Gordillo, S., Fucks, E.E., Giaconi, L.M., 2014. Late Quaternary molluscs
609 from the San Matías Gulf (northern Patagonia, Argentina), southwestern Atlantic:
610 faunistic changes and paleoenvironmental interpretation. Quaternary International,
611 352, 26-47. doi: 10.1016/j.quaint.2013.12.044
- 612 Cherns, L., Wheelley, J.R., Wright, V.P., 2008. Taphonomic windows and molluscan
613 preservation. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 270, 220-229.
614 doi: 10.1016/j.palaeo.2008.07.012
- 615 Closs, D., 1962. Foraminíferos e tecamebas da Lagoa dos Patos (R.G.S.). Tese de
616 Livre-Docência, Escola de Engenharia, Universidade do Rio Grande do Sul, 112 p.

- 617 Closs, D.L., Forti, I.R.S., 1971. Quaternary molluscs from the Santa Vitória do Palmar
618 County. *Iheringia, Série Geologia*, 4, 19-58.
- 619 Colling, L.A., Bemvenuti, C.E., Pinotti, R.M., 2010. Temporal variability of the bivalve
620 *Erodona mactroides* BOSCH, 1802 during and after the El Niño phenomenon
621 (2002/2003) in a subtropical lagoon, southern Brazil. *Acta Limnologica*
622 *Brasiliensia*, 22, 410-423. doi: 10.4322/actalb.2011.006
- 623 Cortijo, E., Lehman, S., Keigwin, L., Chapman, M., Paillard, D., 1999. Changes in
624 Meridional Temperature and Salinity Gradients in the North Atlantic Ocean (30°–
625 72°N) during the Last Interglacial Period. *Paleoceanography and*
626 *Paleoclimatology*, 14, 23-33. doi: 10.1029/1998PA900004
- 627 Davies, D.J., Powell, E.N., Stanton Jr., R.J., 1989a. Relative rates of shell dissolution
628 and net sediment accumulation – a commentary: can shell beds form by the
629 gradual accumulation of biogenic debris on the sea floor? *Lethaia*, 22, 207-212.
630 doi: 10.1111/j.1502-3931.1989.tb01683.x
- 631 Davies, D.J., Powell, E.N., Stanton Jr., R.J., 1989b. Taphonomic signature as a
632 function of environmental processes: shells and shell beds in a hurricane
633 influenced inlet of the Texas coast. *Palaeogeography, Palaeoclimatology,*
634 *Palaeoecology*, 72, 317-356. doi: 10.1016/0031-0182(89)90150-8
- 635 Davis Jr., R.A., 1994. Barrier-islands – a geologic overview. In: Davis Jr., R.A. (Ed.),
636 *Geology of the Holocene Barrier Island Systems*. Springer-Verlag, Berlin, 1-46.
637 doi: 10.1007/978-3-642-78360-9_1
- 638 Deery, J.R., Howard, J.D., 1977. Origin and character of washover fans on the
639 Georgia Coast, U.S.A.. *Gulf Coast Assoc. Geol. Soc. Trans.*, 27, 259-271.
- 640 Dillenburg, S.R., Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Hesp, P.A., Clerot, L.C.P., Zouain,
641 R.N.A., 2009. The Holocene coastal barriers of Rio Grande do Sul. In: Dillenburg,
642 S.R. and Hesp, P.A. (Eds.) *Geology and Geomorphology of Holocene Coastal*

- 643 Barriers of Brazil, v. 107. Springer, Berlin/Heidelberg, 53-91. doi: 10.1007/978-3-
644 540-44771-9_3
- 645 Dillenburg, S.R., Barboza, E.G., 2014. The strike-fed sandy coast of Southern Brazil.
646 In: Martini, I.P. and Wanless, H.R. (Eds.) Sedimentary Coastal Zones from High to
647 Low Latitudes: Similarities and Differences, v 388. Geological Society, London,
648 Special Publications, 333–352. doi: 10.1144/SP388.16
- 649 Dillenburg, S.R., Barboza, E.G., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Sawakuchi, A., 2017.
650 The complex prograded Cassino barrier in Southern Brazil: Geological and
651 morphological evolution and records of climatic, oceanographic and sea- level
652 changes in the last 7- 6 ka. *Marine Geology*, 390, 106-119. doi:
653 10.1016/j.margeo.2017.06.007
- 654 Driscoll, E.G., 1970. Selective bivalve shell destruction in marine environments; a
655 field study. *Journal of Sedimentary Research*, 40, 898-905. doi:
656 10.1306/74D720DB-2B21-11D7-8648000102C1865D
- 657 Erthal, F., Ritter, M.N., Kotzian, C.B., 2017. Assinaturas tafonômicas em moluscos
658 recentes e seu significado paleoambiental. *Terrae Didactica*, 13, 5-30. doi:
659 10.20396/td.v13i1.8648624
- 660 Figueiredo, A.G., 1975. Geologia dos depósitos calcários biodetríticos da Plataforma
661 Continental do Rio Grande do Sul. M.S. dissertation, Instituto de Geociências,
662 Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 72 p.
- 663 Forti, I.R.S., 1969. Cenozoic mollusks from the -holes Cassino and Palmares do Sul
664 of the coastal plain of Rio Grande do Sul. *Iheringia, Série Geologia*, 2, 55-155.
- 665 Forti-Esteves, I.R., 1974. Bioestratigrafia e paleoecologia (Mollusca) do Quaternário
666 da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (Brasil). In: 28 Congresso Brasileiro de
667 Geologia, Porto Alegre, Resumos, 133-147.
- 668 Fracalossi, F.G., Barboza, E.G., Rosa, M.L.C.C., Silva, A. B., 2010. O registro

- 669 em subsuperfície da barreira pleistocênica entre Osório e Tramandaí – RS.
670 Gravel, 8, 21-31.
- 671 Godolphim, M.A., Artusi, L., Dehnhardt, B.A., Villwock, J.A., Esteves, I.R.F., 1989.
672 Novas evidências da transgressão holocênica na porção média da planície
673 costeira do Rio Grande do Sul. *Acta Geológica Leopoldensia*, 29, 23-36.
- 674 Gordillo, S., 1998. Distribución biogeográfica de los moluscos holocenos del litoral
675 argentino-uruguayo. *Ameghiniana*, 35, 163-180.
- 676 Hayes, M.O., 1979. Barrier island morphology as a function of tidal and wave regime.
677 In: Leatherman, S.P. (Ed.), *Barrier Islands: From the Gulf of St. Lawrence to the*
678 *Gulf of Mexico*. Academic Press, New York, 1-28.
- 679 Hearty, P.J., Neumann, A.C., Kaufman, D.S., 1998. Chevron ridges and runup
680 deposits in the Bahamas from storms late in Oxygen-Isotope Substage 5e.
681 *Quaternary Research*, 50, 309-322. doi: 10.1006/qres.1998.2006
- 682 Hearty, P.J., Neumann, A.C., 2001. Rapid sea level and climate change at the close
683 of the Last Interglaciation (MIS 5e): evidence from the Bahamas islands.
684 *Quaternary Science Reviews*, 20, 1881-1895. doi: 10.1016/S0277-3791(01)00021-
685 X
- 686 Hearty, P.J., Tormey, B.R., 2017. Sea-level change and superstorms: geologic
687 evidence from the last interglacial (MIS 5e) in the Bahamas and Bermuda offers
688 ominous prospects for a warming Earth. *Marine Geology*, 390, 347-365. doi:
689 10.1016/j.margeo.2017.05.009
- 690 Henderson, S.W., Frey, R.W., 1986. Taphonomic redistribution of mollusk shells in a
691 tidal inlet channel, Sapelo Island, Georgia. *Palaios*, 1, 3-16. doi: 10.2307/3514455
- 692 Kahn, J.M., Roberts, H.H., 1982. Variations in storm response along a microtidal
693 transgressive barrier-island arc. *Sedimentary Geology*, 33, 129-146. doi:
694 10.1016/0037-0738(82)90046-X

- 695 Kendrick, G.W., Wyrwoll, K.-H., Szabo, B.J., 1991. Pliocene-Pleistocene coastal
696 events and history along the western margin of Australia. *Quaternary Science*
697 *Reviews*, 10, 419-439. doi: 10.1016/0277-3791(91)90005-F
- 698 Kidwell, S.M., Fürsich, F.T., Aigner, T., 1986. Conceptual framework for the analysis
699 and classification of fossil concentrations. *Palaios*, 1, 228-238. doi:
700 10.2307/3514687
- 701 Kidwell, S.M., Bosence, D.W., 1991. Taphonomy and time-averaging of marine shelly
702 faunas. In: Allison, P.A. and Briggs, D.E.g. (Eds.), *Taphonomy: releasing the data*
703 *locked in the fossil record*. Plenum Press, New York, 115-209.
- 704 Leatherman, S.P., Williams, A.T., 1977. Lateral textural grading in overwash
705 sediments. *Earth Surf. Proc. Landforms*, 2, 333-341. doi:
706 10.1002/esp.3290020406
- 707 Leatherman, S.P., Williams, A.T., Fisher, J.S., 1977. Overwash sedimentation
708 associated with a large-scale northeaster. *Marine Geology*, 24, 109-1221. doi:
709 10.1016/0025-3227(77)90004-4
- 710 Lima, L.G., Buchmann, F.S.C., 2005. Novo afloramento fossilífero
711 (Pleistoceno/Holoceno) no sul da planície costeira do Rio Grande do Sul. In: 10
712 Congresso da Associação de Estudos do Quaternário, Guarapari, Resumos
713 expandidos, 1-7.
- 714 Lima, L.G., Dillenburg, S.R., Medeanic, S., Barboza, E.G., Rosa, M.L.C.C., Tomazelli,
715 L.J., Dehnhardt, B.A., Caron, F., 2013. Sea-level rise and sediment budget
716 controlling the evolution of a transgressive barrier in southern Brazil. *Journal of*
717 *South American Earth Sciences*, 42, 27-38. doi: 10.1016/j.jsames.2012.07.002
- 718 Lopes, R.P., Buchmann, F.S.C., 2008. Comparação tafonômica entre duas
719 concentrações fossilíferas (shell beds) da Planície Costeira do Rio Grande do Sul,
720 Brasil. *Gaea*, 4, 65-77.

- 721 Lopes, R.P., Simone, L.R.L., Dillenburg, S.R., Schultz, C.L., Pereira, J.C., 2013. A
722 middle Pleistocene molluscan assemblage from the southern coastal plain of Rio
723 Grande do Sul state, Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 16, 343-360. doi:
724 10.4072/rbp.2013.3.01
- 725 Lopes, R.P., Kinoshita, O.A., Baffa, O., Figueiredo, A.M.G., Dillenburg, S.R., Schultz,
726 C.L., Pereira, J.C., 2014a. ESR dating of Pleistocene mammals and marine shells
727 from the coastal plain of Rio Grande do Sul state, southern Brazil. *Quaternary*
728 *International*, 352,124-134. doi: 10.1016/j.quaint.2013.07.020
- 729 Lopes, R.P., Dillenburg, S.R., Schultz, C.L., Ferigolo, J., Ribeiro, A.M., Pereira, J.C.,
730 Holanda, E.C., Pitana, V.G., Kerber, L., 2014b. The sea-level highstand correlated
731 to marine isotope stage (MIS) 7 in the coastal plain of the state of Rio Grande do
732 Sul, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 86, 1573-1595. doi:
733 10.1590/0001 3765201420130274
- 734 Lopes, R.P., Dillenburg S.R., Caron, F., Buchmann, F.S.C., 2015. Stratigraphy of the
735 last interglacial Barrier III in the southern coast of the state of Rio Grande do Sul,
736 Brazil. In: 15 Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário,
737 Imbé, Anais, 187-188.
- 738 Lopes, R.P., Dillenburg, S.R., Schultz, C.L., 2016. Cordão Formation: loess deposits
739 in the southern coastal plain of the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *Anais da*
740 *Academia Brasileira de Ciências*, 88, 2143-2166. doi: 10.1590/0001-
741 3765201620150738
- 742 Lopes, R.P., Caron, F., Rosa, M.L.C.C., Barboza, E.G., Dillenburg, S.R., Savian, J.,
743 2017. Stratigraphy and evolution of the pleistocene Barrier III in the Southern
744 coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil. In: 16 Congresso da Associação
745 Brasileira de Estudos do Quaternário, Bertioga, Anais.

- 746 Martínez, S., Del Río, C.J., 2002. Las provincias malacológicas miocenas y recientes
747 del Atlántico Sudoccidental. *Anales de Biología*, 24, 121-130.
- 748 Martínez, S., Del Río, C.J., 2005. Las ingresiones marinas del Neógeno en el sur de
749 Entre Ríos (Argentina) y litoral oeste de Uruguay y su contenido malacológico.
750 *INSUGEO - Miscelánea*, 14, 13-26.
- 751 Martínez, S., Rojas, A., Ubilla, M., Verde, M., Perea, D., Piñero, G., 2006. Molluscan
752 assemblages from the marine Holocene of Uruguay: composition, geochronology
753 and paleoenvironmental signals. *Ameghiniana*, 43, 385-398.
- 754 Montesinos, M., Ramos, A.J.G., Lomoschitz, A., Coca, J., Redondo, A., Betancourt,
755 J.F., Meco, J., 2014. Extralimital Senegalese species during Marine Isotope
756 Stages 5.5 and 11 in the Canary Islands (29 N): sea surface temperature
757 estimates. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 410, 153-163.
758 doi: 10.1016/j.palaeo.2014.05.046
- 759 Morton, R.A., 1994. Texas Barriers. In: Davis Jr., R.A. (Ed.), *Geology of the Holocene*
760 *Barrier Island Systems*. Springer-Verlag, Berlin, 75-114.
- 761 Motta, V.F., 1969. Relatório Diagnóstico Sobre a Melhoria e o Aprofundamento do
762 Acesso pela Barra do Rio Grande. Porto Alegre, Instituto de Pesquisas
763 Hidráulicas, UFRGS, 144 p.
- 764 Muhs, D.R., Simmons, K.R., Steinke, B., 2002. Timing and warmth of the Last
765 Interglacial period: new U-series evidence from Hawaii and Bermuda and a new
766 fossil compilation for North America. *Quaternary Science Reviews*, 21, 1355-1383.
767 doi: 10.1016/S0277-3791(01)00114-7
- 768 Neumann, A.C., Hearty, P.J., 1996. Rapid sea-level changes at the close of the last
769 interglacial (Substage 5e) recorded in Bahamian island geology. *Geology*, 24, 775-
770 778. doi: 10.1130/0091-7613(1996)024<0775:RSLCAT>2.3.CO;2

- 771 Nimer, E., 1989. *Climatologia do Brasil*. IBGE, Departamento de recursos naturais e
772 estudos ambientais, Rio de Janeiro, 422 p.
- 773 Olszewski, T.D., 1999. Taking advantage of time-averaging. *Paleobiology*, 25, 226-
774 238. doi: 10.1017/S009483730002652X
- 775 Olszewski, T.D., 2004. Modeling the influence of taphonomic destruction, reworking,
776 and burial on time-averaging in fossil accumulations. *Palaios*, 19, 39-50. doi:
777 10.1669/0883-1351(2004)019<0039:MTIOTD>2.0.CO;2
- 778 Parsons, K.M., Brett C.E., 1991. Taphonomic processes and biases in modern
779 marine environments: an actualistic perspective on fossil assemblage
780 preservation. In: Donovan, S.K. (Ed.), *The Processes of Fossilization*. Columbia
781 University Press, New York, 22-65.
- 782 Parsons-Hubbard, K.M., 2005. Molluscan taphofacies in Recent carbonate
783 reef/lagoon systems and their application to sub-fossil samples from reef cores.
784 *Palaios*, 20, 175-191. doi: 10.2110/palo.2003.p03-105
- 785 Powell, E.N., Stanton, R.J., Logan, A., Craig, M.A., 1992. Preservation of Mollusca in
786 Copano Bay, Texas: the long-term record. *Palaeogeography, Palaeoclimatology,*
787 *Palaeoecology*, 95, 209-228. doi: 10.1016/0031-0182(92)90142-R
- 788 Rios, E.C., 1994. *Seashells of Brazil*. Editora da Fundação Universidade Federal do
789 Rio Grande, Rio Grande, 368 p.
- 790 Rios, E.C., 2009. *Compendium of Brazilian Sea Shells*. Evangraf, Rio Grande, 668 p.
- 791 Rodrigues, A.M.L., Borges-Azevedo, C.M., Henry-Silva, G.G., 2010. Aspectos da
792 biologia e ecologia do molusco bivalve *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791)
793 (*Bivalvia*, *Veneridae*). *Revista Brasileira de Biociências*, 8, 377-383.
- 794 Rojas, A., Martínez, S., 2016. Marine Isotope Stage 3 (MIS 3) versus Marine Isotope
795 Stage 5 (MIS 5) fossiliferous marine deposits from Uruguay. In: Gasparini, G.M.,
796 Rabassa, J., Deschamps, C., Tonni, E.P. (Eds.), *Marine Isotope Stage 3 in*

- 797 southern South America, 60 ka B.P.-30 ka B.P. Springer, Springer Earth System
798 Sciences, Cham, 249-278. doi:10.1007/978-3-319-40000-6_14
- 799 Rosa, M.L.C.C., 2012. Geomorfologia, estratigrafia de seqüências e potencial de
800 preservação dos sistemas Laguna Barreira do Quaternário Costeiro do Rio
801 Grande do Sul. Ph.D. thesis, Instituto de Geociências, Universidade Federal do
802 Rio Grande do Sul, 232 p.
- 803 Roy, P.S., Cowell, P.J., Ferland, M.A., Thom, B.G., 1997. Wave-dominated coasts. In:
804 Carter, R.G. and Woodroffe, C.D. (Eds.), Coastal Evolution - Late Quaternary
805 Shoreline Morphodynamics. Cambridge University Press, Edinburgh, 121-186. doi:
806 10.1017/CBO9780511564420.006
- 807 Schwartz, R.K., 1975. Nature and genesis of some storm washover deposits. Coastal
808 Engineering Research Center, Technical Memorandum 61, U.S. Army Corps of
809 Engineers, 69 p. doi: 10.13140/RG.2.1.2216.9449
- 810 Sedgwick, P.E., Davis, R.A., 2003. Stratigraphy of washover deposits in Florida:
811 implications for recognition in the stratigraphic record. *Marine Geology*, 200, 31-48.
812 doi: 10.1016/S0025-3227(03)00163-4
- 813 Shepard, F.P., 1973. *Submarine Geology*. Harper and Row, New York, 517 p.
- 814 Toldo Jr., E.E, Dillenburg, S.R., Almeida, L.E.S.B., Tabajara, L.L., Martins, R.R.,
815 Cunha, L.O.B.C., 1993. Parâmetros Morfodinâmicos da Praia de Imbé, RS.
816 *Pesquisas em Geociências*, 20, 27-32.
- 817 Tomazelli, L.J., 1993. O regime de ventos e taxa de migração das dunas eólicas
818 costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas em Geociências*, 20, 18-26.
- 819 Tomazelli, L.J., Dillenburg, S.R., 2007. Sedimentary facies and stratigraphy of a last
820 interglacial coastal barrier in south Brazil. *Marine Geology*, 244, 33-45. doi:
821 10.1016/j.margeo.2007.06.002

- 822 Valentine, J.W., 1973. Evolutionary Paleocology of the Marine Biosphere. Prentice
823 Hall, New Jersey, 511 p.
- 824 Veitenheimer-Mendes, I.L., Lopes-Pitoni, V.L., 1995. Moluscos aquáticos atuais de
825 ecossistemas costeiros em Imbituba, Imaruí e Laguna, Santa Catarina, Brasil:
826 parâmetro de caracterização para paleoambientes. Revista Brasileira de Zoologia,
827 12, 429-434. doi: 10.1590/S0101-81751995000200018
- 828 Villwock, J.A., 1984. Geology of the Coastal Province of Rio Grande do Sul,
829 Southern Brazil. A synthesis. Pesquisas em Geociências, 16, 5- 49.
- 830 Villwock, J.A., Tomazelli, L.J., Loss, E.L., Dehnhardt, E.A., Horn, N.O., Bachi, F.A.,
831 Dehnhardt, B.A., 1986. Geology of the RS coastal province. In: J. Rabassa, J.
832 (Ed.), Quaternary of South America and Antarctic Peninsula, v. 4, 79-97.
- 833 Villwock, J.A., Tomazelli, L.J., 1995. Geologia Costeira do Rio Grande do Sul. Notas
834 Técnicas, 8, 1-45.
- 835 von Ihering, H., 1885. Die Lagoa dos Patos. Deutsche Geographische Blatter, 8, 164-
836 203.
- 837 Walker, R.G., James, N.P., 1992. Facies Models. Response to Sea Level Change.
838 Geological Association of Canada, St John's, Newfoundland, 409 p.
- 839
- 840
- 841
- 842
- 843
- 844
- 845
- 846
- 847

848 **Captions**

849

850 **Table 1.** Bivalve taxa identified.

851 **Table 2.** Gastropod taxa identified.

852 **Fig. 1.** Location map of the study area in the geological context of the Coastal Plain
853 of Rio Grande do Sul (Modified from Dillenburg et al., 2017 after Dillenburg and
854 Barbosa, 2014).

855 **Fig. 2.** Detail of the drill showing the shells among a sedimentary matrix.

856 **Fig. 3.** Detailed map of the study area showing the distribution of the drill holes, SPTs
857 and SPTs of the stratigraphic section (Fig. 4) in the geological context of the CPRS
858 (Google Earth Pro image and CPRM cartographic base).

859 **Fig. 4.** Composed stratigraphic section of the pleistocene deposits of southern
860 CPRS.

861 **Fig. 5.** Specimens of bivalves: 1) *Nucula puelcha*; 2) *Nucula semiornata*; 3) *Adrana*
862 *patagonica*; 4) *Lunarca ovalis*; 5) *Anadara chemnitzii*; 6) *Anadara brasiliana*; 7) *Noetia*
863 *bisulcata*; 8) *Erodona mactroides*; 9) *Glycymeris longior*; 10) *Plicatula gibbosa*; 11)
864 *Ostrea equestris*; 12) *Ostrea puelchana*; 13) *Crassostrea rhizophorae*; 14) *Chlamys*
865 *tehuelchus*; 15) *Trachycardium muricatum*; 16) *Laevicardium brasilianu*; 17)
866 *Anomalocardia brasiliana*; 18) *Chione cancellata*; 19) *Chione paphia*; 20) *Amiantis*
867 *purpurata*; 21) *Pitar rostratus*; 22) *Tivela* sp. 23) *Gouldia cerina*; 24) *Corbula patagonica*;
868 25) *Corbula caribaea*; 26) *Mactra isabelleana*; 27) *Mactra janeiroensis*; 28) *Mactra guidoi*;
869 29) *Mactra marplatensis*; 30) *Tellina petitiana*; 31) *Semele purpurascens*; 32) *Donax*
870 *hanleyanus*; 33) *Crassinella marplatensis*.

871 **Fig. 6.** Species of gastropods: 1) *Bostrycapulus odites*; 2) *Buccinanops gradatus*; 3)
872 *Buccinanops duartei*; 4) *Dorsanum moniliferum*; 5) *Olivancillaria urceus*; 6)
873 *Olivancillaria uretai*; 7) *Olivancillaria vesica vesica*; 8) *Buccinanops lamarckii*; 9)

874 *Tegula patagonica*; 10) *Natica limbata*; 11) *Urosalpinx haneti*; 12) *Adelomenlon*
 875 *brasiliانا*; 13) *Diodora patagonica*; 14) *Halistylus cf. columma*; 15) *Photinula blakei*;
 876 16) *Acteocina candei*; 17) *Anachis obesa*; 18) *Anachis isabellei*; 19) *Turbonilla*
 877 *americana*.

878 **Fig. 7.** Abundance and frequency of Barrier-Lagoon System II taxa.

879 **Fig. 8.** Abundance and frequency of Barrier-Lagoon System III taxa.

880 **Fig. 9.** A) *Olivella tehuelche* with incrustation by bryozoans Cheilostomata; B)
 881 *Plicatula gibbosa* incrustated by corals *Astrangia rathbuni* (white arrows); C) *Photinula*
 882 *blakei* with *Meandropolydora* traces (with the arrows); D) *Ostrea* sp. with *Entobia* (black
 883 arrows) and *Gastrochaenolites* (with the arrows) traces; E) *Mactra guidoi* with *Oichnus*
 884 traces; F) *Mactra guidoi* with *Caulostrepsis* traces; Periostracum preservation: G)
 885 *Amiantis purpurata* with vestiges of the still preserved period. (scales = 10 mm)

886 **Fig. 10.** Specimens with signs of original color: A) and B) *Mactra isabelleana*; C)
 887 *Tegula patagonica*; D) *Chlamys tehuelchus*; E) *Anomalocardia brasiliانا*; F)
 888 *Olivancillaria urceus*.

889 **Fig. 11.** Abrasion, rounded margin and fragmentation: A) *Glycymeris longior*; B)
 890 *Adelomelon brasiliانا*.

891

892

893

894

895

896

897

898

899

900 **Tables and figures**

901

902 **Table 1**

CLASS BIVALVIA	
Order NUCULOIDA	Family PECTINIDAE
Family NUCULIDAE	<i>Chlamys tehuelchus</i> (d'Orbigny, 1846)
<i>Núcula Puelcha</i> (d'Orbigny, 1846)	Order VENEROIDA
<i>Núcula semiornata</i> (d'Orbigny, 1842)	Family CARDIIDAE
Family YOLDIIDAE	<i>Trachycardium muricatum</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Adrana Patagonica</i> (d'Orbigny, 1846)	<i>Laevicardium brasilianum</i> (Lamarck, 1819)
Order ARCOIDA	Family VENERIDAE
Family ARCIDAE	<i>Anomalocardia brasiliana</i> (Linnaeus, 1767)
<i>Lunarca ovalis</i> (Bruguère, 1789)	<i>Chione subrostrata</i> (Lamarck, 1818)
<i>Anadara chemnitzii</i> (Philippi, 1851)	<i>Chione paphia</i> (Linnaeus, 1767)
<i>Anadara brasiliana</i> (Lamarck, 1819)	<i>Amiantis purpurata</i> (Lamarck, 1818)
Family NOETIIDAE	<i>Pitar rostratus</i> (Koch, 1844)
<i>Noetia bisulcata</i> (Lamarck, 1819)	<i>Gouldia cerina</i> (C. B. Adams, 1845)
Order MYOIDA	Family MACTRIDAE
Family ERODONIDAE	<i>Mactra isabelleana</i> (d'Orbigny, 1846)
<i>Erodona mactroides</i> (Bosc, 1802)	<i>Mactra janeiroensis</i> (E. A. Smith, 1915)
Family GLYCYMERIDIDAE	<i>Mactra guidoi</i> (Signorelly; Scarabino, 2010)
<i>Glycymeris longior</i> (Sowerby, 1833)	Family TELLINIDAE
Family CORBULIDAE	<i>Tellina petitiana</i> (d'Orbigny, 1846)
<i>Corbula patagonica</i> (d'Orbigny, 1846)	<i>Tellina angulosa</i> (Gmelin, 1791)
<i>Corbula caribaea</i> (d'Orbigny, 1853)	Family SEMELIDAE
Order OSTREOIDA	<i>Semele purpurascens</i> (Gmelin, 1791)
Family PLICATULIDAE	<i>Abra uruguayensis</i> (Pilsbry, 1897)
<i>Plicatula gibbosa</i> (Lamarck, 1801)	Family DONACIDAE
Family OSTREIDAE	<i>Donax hanleyanus</i> (Philippi, 1842)
<i>Ostrea puelchana</i> (d'Orbigny, 1842)	Order CARDITOIDA
<i>Ostrea equestris</i> (Say, 1834)	Family CRASSATELLIDAE
	<i>Crassinella marplatensis</i> (Castellanos, 1970)

903

904 **Table 2**

CLASS GASTROPODA	
Order LITTORINIMORPHA Family CALYPTRAEIDAE <i>Bostrycapulus odites</i> (Collin, 2005) Family NATICIDAE <i>Natica limbata</i> (D'Orbigny, 1837) Order NEOGASTROPODA Family NASSARIIDAE <i>Buccinanops gradatus</i> (Deshayes, 1844) <i>Buccinanops duartei</i> (Klappenbach, 1961) <i>Buccinanops deformis</i> (King, 1832) <i>Buccinanops lamarckii</i> (Kiener, 1834) <i>Buccinanops uruguayensis</i> (Pilsbry, 1897) <i>Dorsanum moniliferum</i> (Kiener, 1834) Family OLIVIDAE <i>Olivancillaria urceus</i> (Röding, 1798) <i>Olivancillaria uretai</i> (Klappenbach, 1965) <i>Olivancillaria vesica vesica</i> (Gmelin, 1791) <i>Olivancillaria deshayesiana</i> (Duclos, 1857) <i>Olivella tehuelche</i> (Duclos, 1840)	Family VOLUTIDAE <i>Adelomelon brasiliiana</i> (Lamarck, 1811) Family COLUMBELLIDAE <i>Anachis isabellei</i> (d'Orbigny, 1839) <i>Anachis obesa</i> (Adams, 1845) Family MURICIDAE <i>Urosalpinx haneti</i> (Petit, 1856) Order VETIGASTROPODA Family TROCHIDAE <i>Tegula patagonica</i> (d'Orbigny, 1840) <i>Halistylus cf. columma</i> (Dall, 1890) <i>Photinula blakei</i> (Clench & Aguayo, 1938) Family FISSURELLIDAE <i>Diodora patagonica</i> (d'Orbigny, 1839) Order CEPHALASPIDEA Family CYLICHNIDAE <i>Acteocina candei</i> (d'Orbigny, 1842) Order HETEROSTROPHA Family PYRAMIDELLIDAE <i>Turbonilla americana</i> (d'Orbigny, 1840)

905

906

907

908

909

910

911

912

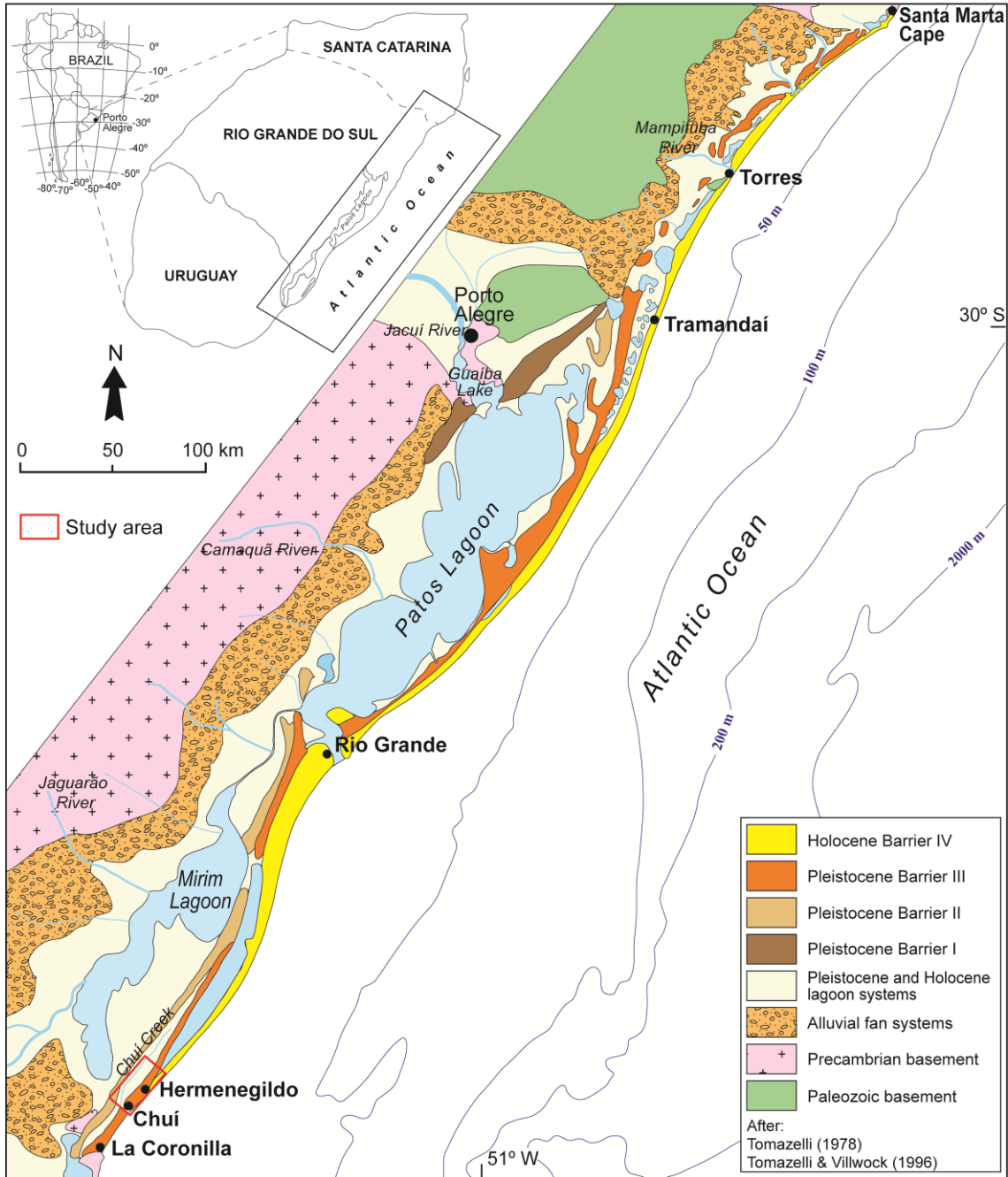
913

914

915

916

917 **Figure 1**



918

919

920

921

922

923

924

925 **Figure 2**



926

927

928

929

930

931

932

933

934

935

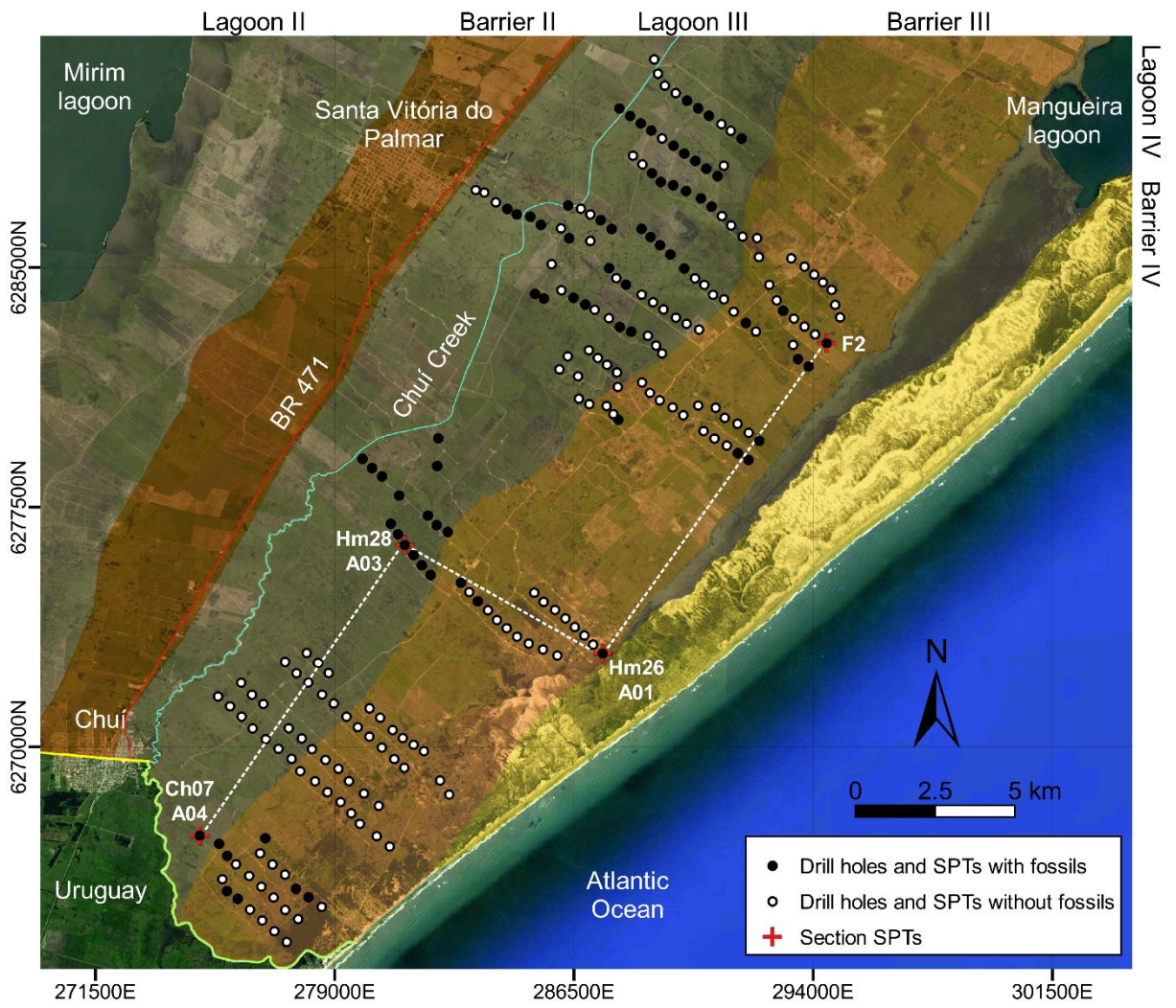
936

937

938

939

940 **Figure 3**



941

942

943

944

945

946

947

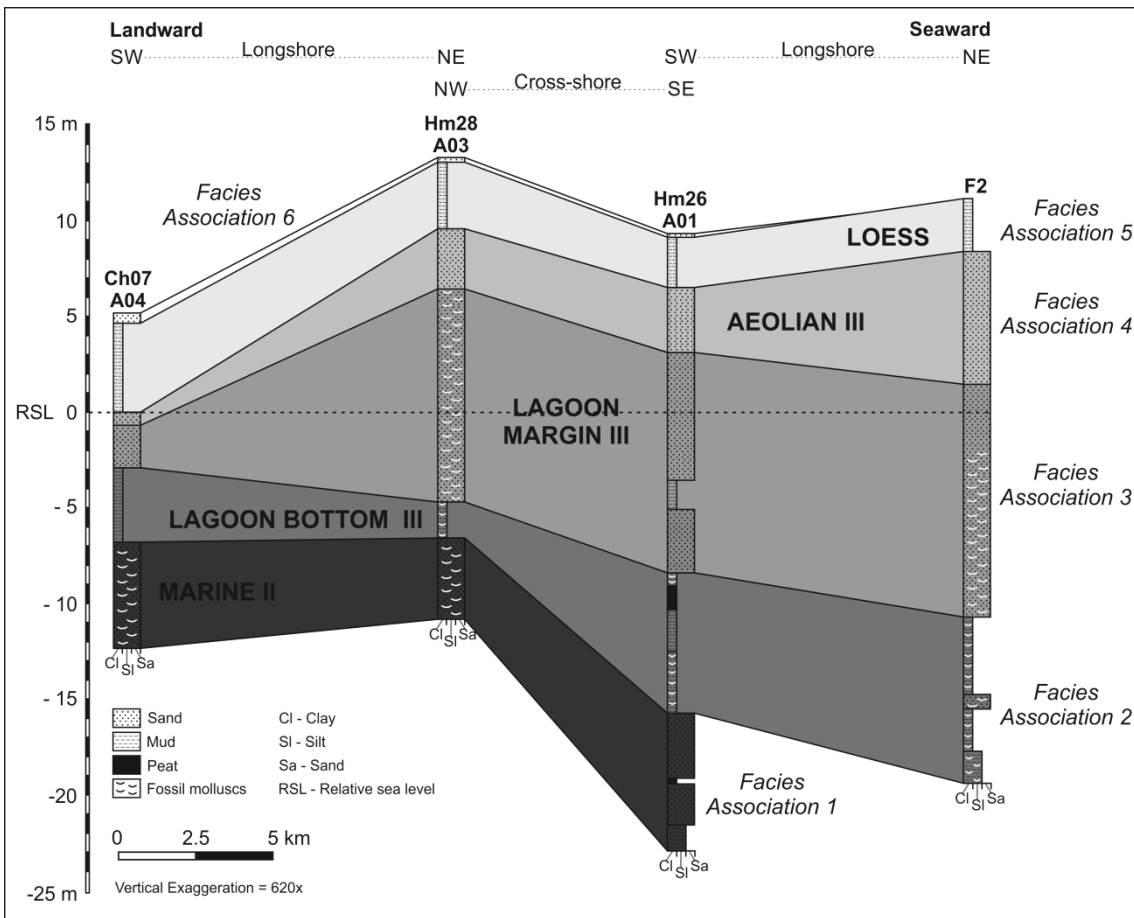
948

949

950

951

952 **Figure 4**



953

954

955

956

957

958

959

960

961

962

963

964

965

966 **Figure 5**



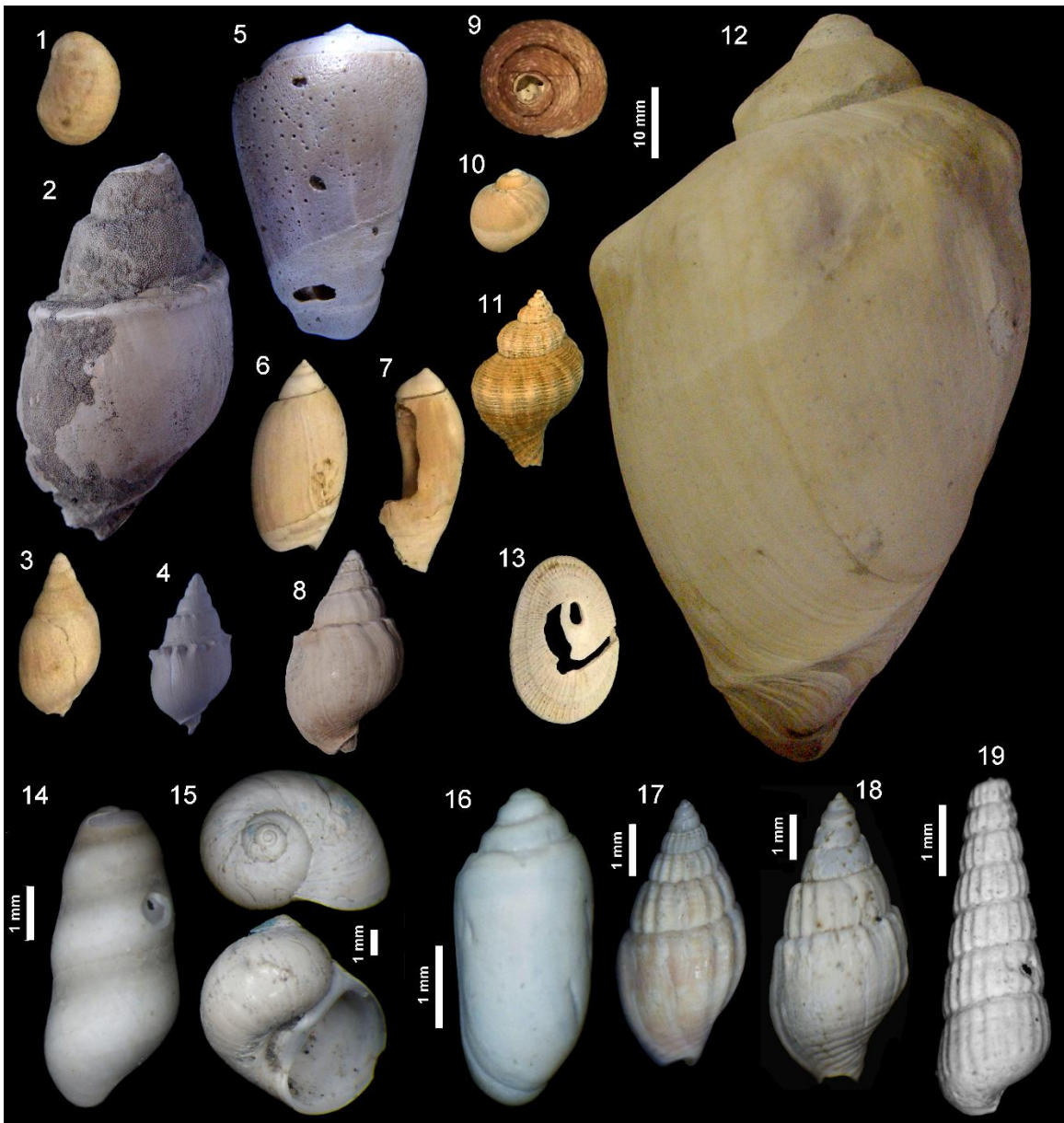
967

968

969

970

971 **Figure 6**



972

973

974

975

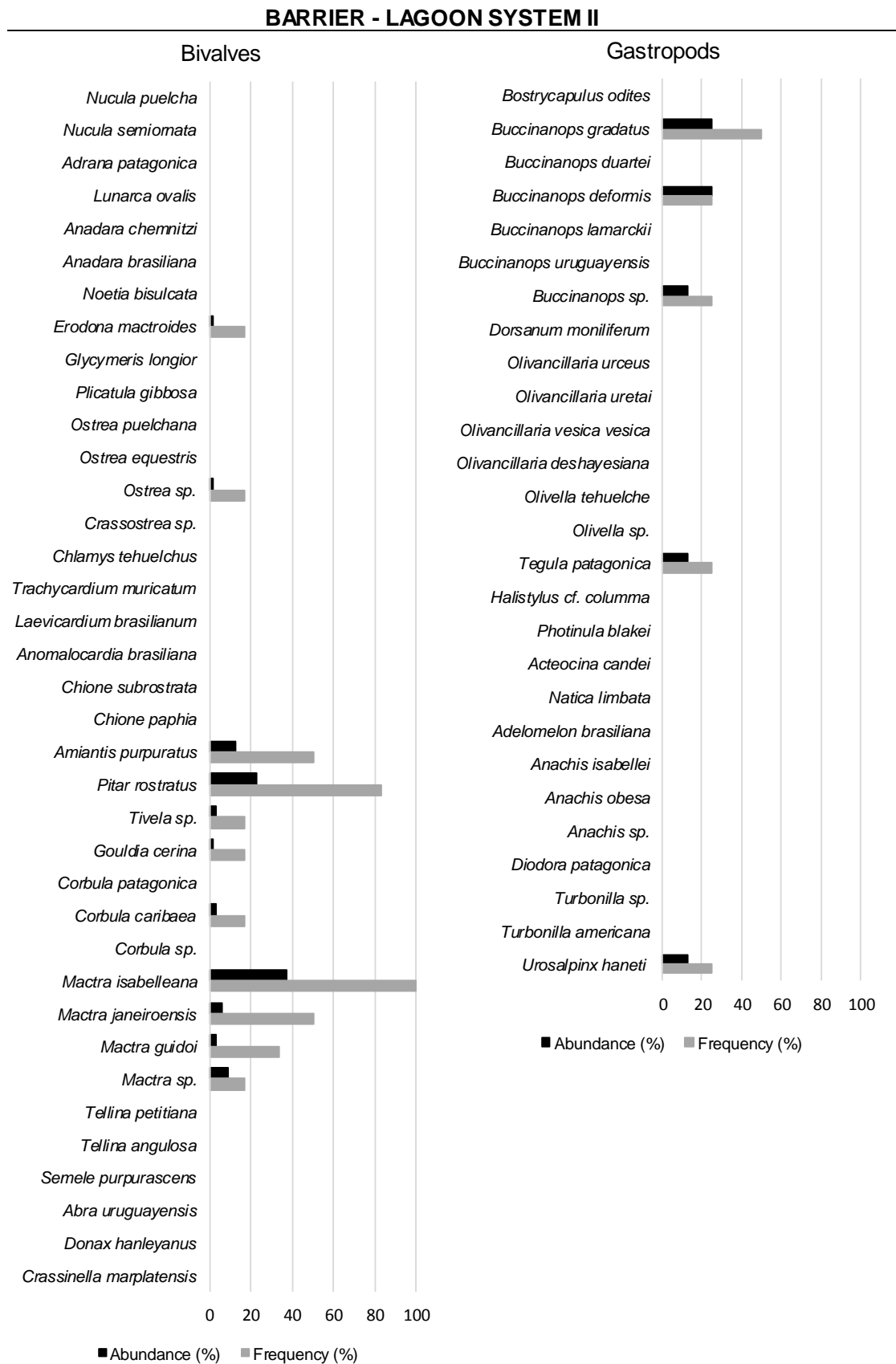
976

977

978

979

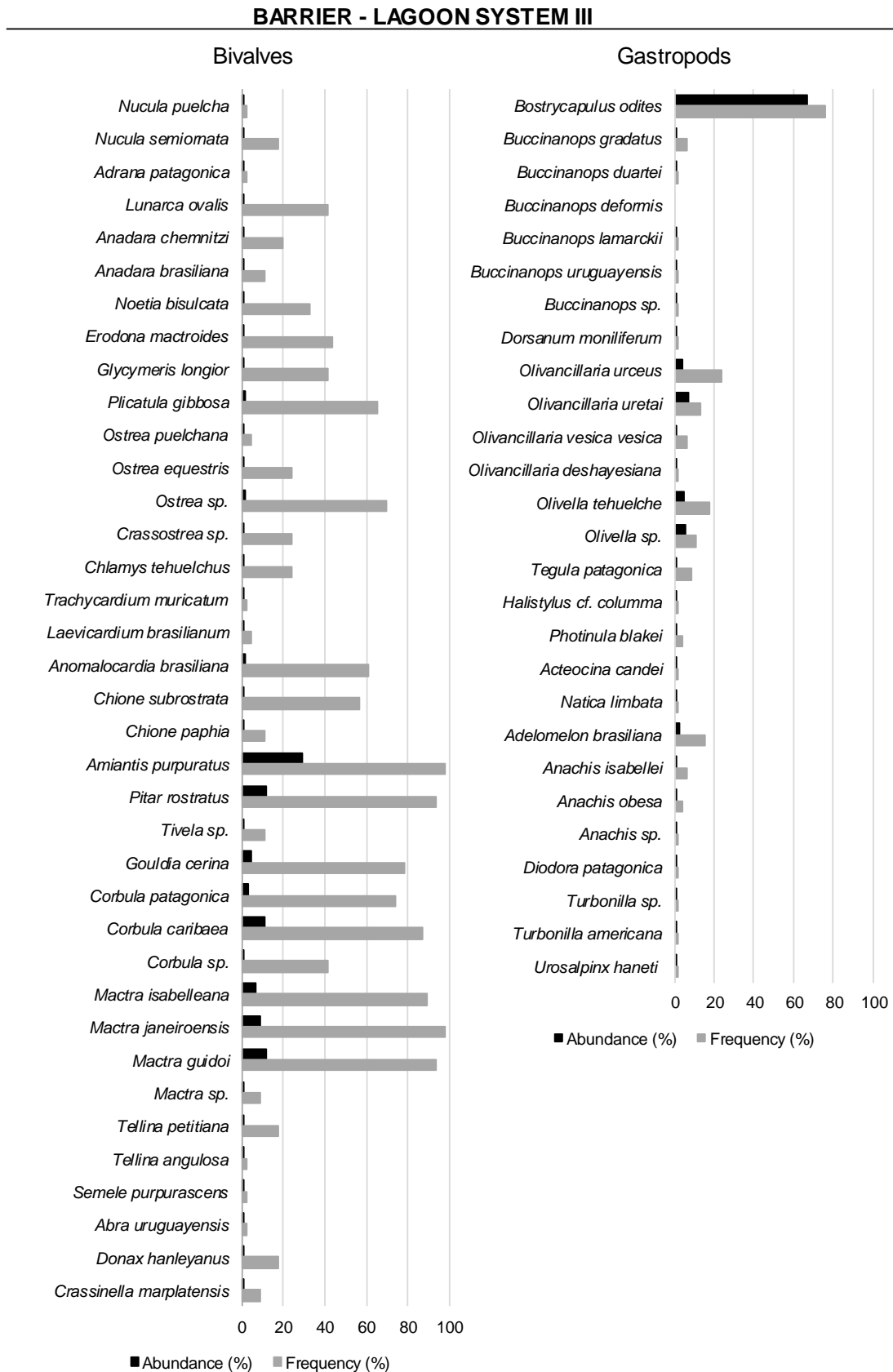
980 **Figure 7**



981

982

983 **Figure 8**

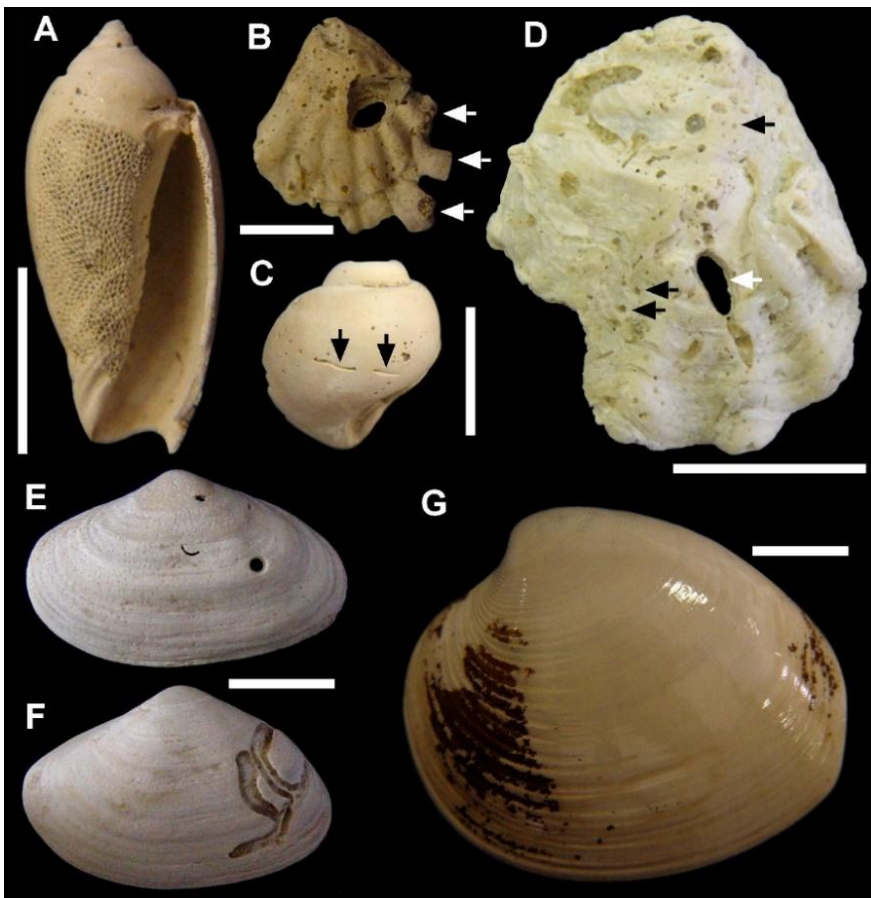


984

985

986

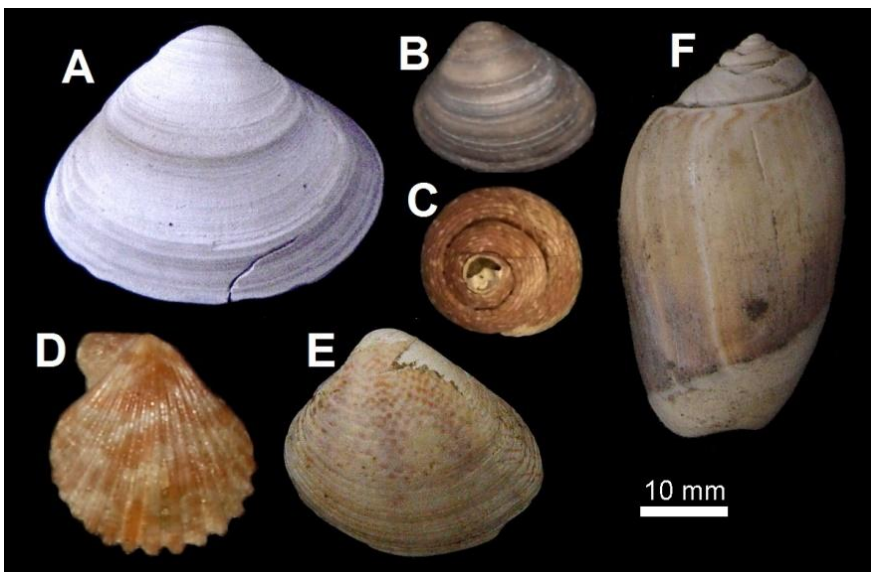
987 **Figure 9**



988

989

990 **Figure 10**

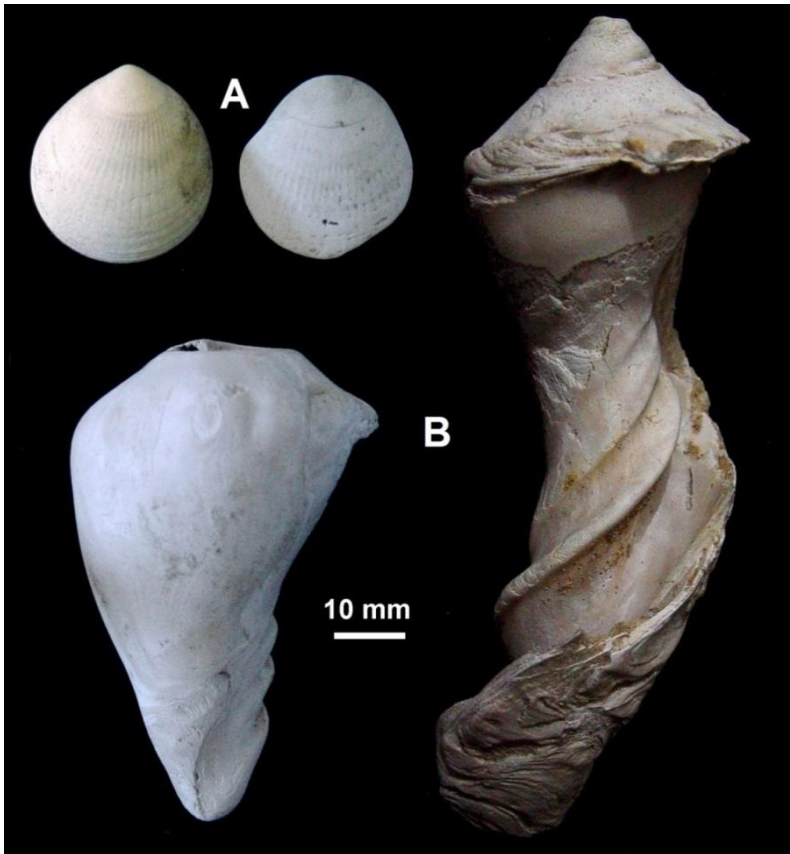


991

992

993

994 **Figure 11**



- 995
- 996
- 997
- 998
- 999
- 1000
- 1001
- 1002
- 1003
- 1004
- 1005
- 1006
- 1007
- 1008

1009 **Highlights:**

1010 Molluscs in backbarrier deposits of a pleistocene system in depths of up to 17

1011 m

1012 Mixture of marine environment species and low energy mixohaline

1013 environment species

1014 The preservation of fossils indicates short time of residence in TAZ and rapid

1015 burial

1016 Overwash and temporary inlets would be related to the evolution of the

1017 System III

1018

1019

1020

1021

1022

1023

1024

1025

1026

1027

1028

1029

1030

1031

1032

1033

1034

1035

1036

1037

1038

1039

ANEXOS

ANEXO A – Carta de submissão do artigo ao Journal of South American Earth Sciences.

06/03/2018 Gmail - Successfully received: submission Pleistocene molluscan assemblage in the southern Coastal Plain of Rio Grande do Sul, ...



Maiara Bettinelli <maiarabettinelli@gmail.com>

Successfully received: submission Pleistocene molluscan assemblage in the southern Coastal Plain of Rio Grande do Sul, Brazil: implications in the evolution of a Barrier-Lagoon System for Journal of South American Earth Sciences

Journal of South American Earth Sciences <EvisSupport@elsevier.com>

6 de março de 2018 12:37

Responder a: j.bakthavachalam.1@elsevier.com

Para: maiarabettinelli@gmail.com

This message was sent automatically. Please do not reply.

Ref: SAMES_2018_97

Title: Pleistocene molluscan assemblage in the southern Coastal Plain of Rio Grande do Sul, Brazil: implications in the evolution of a Barrier-Lagoon System

Journal: Journal of South American Earth Sciences

Dear Miss. Bettinelli,

Thank you for submitting your manuscript for consideration for publication in Journal of South American Earth Sciences. Your submission was received in good order.

To track the status of your manuscript, please log into EVISE® at: http://www.evise.com/evise/faces/pages/navigation/NavController.jspx?JRNL_ACR=SAMES and locate your submission under the header 'My Submissions with Journal' on your 'My Author Tasks' view.

Thank you for submitting your work to this journal.

Kind regards,

Journal of South American Earth Sciences

Have questions or need assistance?

For further assistance, please visit our [Customer Support](#) site. Here you can search for solutions on a range of topics, find answers to frequently asked questions, and learn more about EVISE® via interactive tutorials. You can also talk 24/5 to our customer support team by phone and 24/7 by live chat and email.

Copyright © 2018 Elsevier B.V. | [Privacy Policy](#)

Elsevier B.V., Radarweg 29, 1043 NX Amsterdam, The Netherlands, Reg. No. 33156677.

ANEXO B – Resumo apresentado na PALEO RS (2016).

Caracterização de fósseis de moluscos preservados em depósitos marinhos da Barreira III no sul da Planície Costeira do Rio Grande do Sul

Maiara BETTINELLI¹; Sérgio Rebello DILLENBURG²; Renato LOPES³; Felipe CARON³

¹Programa de Pós Graduação em Geociências - Instituto de Geociências - Universidade Federal do Rio Grande do Sul; ²Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica - Instituto de Geociências - Universidade Federal do Rio Grande do Sul; ³Universidade Federal do Pampa - Campus Caçapava do Sul.

Na porção sul da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS) ocorrem depósitos fossilíferos de idade pleistocênica em subsuperfície. A fim de assegurar a preservação desses fósseis durante a instalação do Complexo Eólico Campos Neutrais, entre os municípios de Santa Vitória do Palmar e Chuí, os órgãos ambientais demandaram a execução de um programa de monitoramento e resgate paleontológico durante as perfurações para as fundações das torres eólicas. Como resultado do programa, em 34 das perfurações, foram recuperados milhares de fósseis de moluscos, equinodermos, peixes, crustáceos, foraminíferos e ostracodes em profundidades que variaram de 5 a 15 metros. Estratigraficamente os sedimentos fossilíferos estão associados aos depósitos marinhos da Barreira III e demonstram um nível de mar até 7 metros acima do atual. A distribuição espacial dos fósseis não é homogênea, sugerindo que estejam distribuídos em manchas, similar ao que se pode observar atualmente na Praia dos Concheiros. Dos 5843 espécimes de moluscos, foram identificadas 30 espécies de bivalves e 19 de gastrópodes. Os táxons predominantes são bivalves (5614 espécimes), seguidos por gastrópodes (229 espécimes), além de 202 não identificados. As espécies mais frequentes de bivalves são *Amiantis purpuratus*, *Mactra janeiroensis*, *Pitar rostratus*, *Mactra isabelleana*, *Mactra guidoi*, *Corbula caribaea* e *Gouldia cerina*, sendo *A. purpuratus* a espécie dominante (94,12% do total de bivalves). Já dentre os

gastropodes, a espécie mais frequente é *Bostrycapulus odites* (73,53% do total de gastropodes). Quanto aos aspectos tafonômicos, os fósseis apresentam-se bastante completos, desarticulados (com exceção de diversos espécimes de *Corbula*) e com poucos sinais de abrasão, bioerosão, ou incrustação. Predominam espécimes de coloração branca, devido à dissolução parcial por água intersticial, embora alguns mantenham traços da coloração original, e outros exibem parte do perióstraco preservado. A maior parte das espécies encontradas habita águas rasas (0 a 30 m), indicando ambiente de antepraia superior (*upper shoreface-foreshore*). Foram identificados alguns exemplares de espécies que vivem em águas mais profundas (de até 77 m): *Adelomelon brasiliana*, *Anadara chemnitzii* e *Glycymeris longior*. A maior parte das espécies encontradas vive em ambiente marinho franco, mas as espécies *Anomalocardia brasiliana*, *Crassostrea rhizophorae*, *Erodona mactroides*, *Ostrea equestris* e *Bostrycapulus odites* também habitam águas salobras. A maioria dos táxons identificados vive hoje na costa do Rio Grande do Sul, mas os bivalves *Anomalocardia brasiliana*, *Chione subrostrata* e *Chione paphia* não vivem atualmente ao sul de Santa Catarina (28° S), o que sugere águas costeiras mais quentes do que as atuais.

Palavras-chave: Pleistoceno, Barreira III, Macrofósseis, Moluscos.

ANEXO C – Resumo apresentado no XVI Congresso da Abequa (2017) e na II Semana Acadêmica dos Pós-Graduandos do Instituto de Geociências da UFRGS - SAPIGEO (2017).

INTERPRETAÇÕES SOBRE A EVOLUÇÃO DO SISTEMA LAGUNA-BARREIRA III NO EXTREMO SUL DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL

Bettinelli, M.¹; Dillenburg, S. R.²; Lopes, R. P.³; Caron, F.³

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Instituto de Geociências - Programa de Pós Graduação em Geociências;

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Instituto de Geociências - Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica;

³Universidade Federal do Pampa - Campus Caçapava do Sul

RESUMO: No sul da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS) encontram-se preservados três dos quatro sistemas deposicionais do tipo laguna-barreira que a constituem: os pleistocênicos II e III e o holocênico IV. Perfurações e sondagens SPT (*Standard Penetration Test*) foram realizadas recentemente em uma área que, geomorfologicamente, corresponde ao Sistema Laguna-Barreira III, nos municípios de Santa Vitória do Palmar e Chuí, como parte das obras de fundação de um complexo eólico. A fim de assegurar a preservação dos fósseis encontrados nessas perfurações, os órgãos ambientais demandaram a execução de um programa de monitoramento e resgate paleontológico. Como resultado, em 51 das perfurações, foram recuperados milhares de fósseis de moluscos em profundidades que variaram de 5 a 15 metros. A caracterização desses fósseis, segundo análises taxonômica, tafonômica e paleoecológica, aliada à análise dos sedimentos das perfurações e dos dados de compactação dos SPTs, permitiu a identificação de diferentes unidades deposicionais. A base das perfurações é marcada pela presença de moluscos fósseis em uma camada essencialmente arenosa. A análise taxonômica mostra espécies marinhas (*shoreface* superior), interpretadas como pertencentes à fase regressiva da Barreira II. Sobrepostos a esta camada, ocorrem depósitos essencialmente lamosos, interpretados como Fundo Lagunar III. Acima, ocorrem fósseis de moluscos em uma camada que grada de arenosa na barreira para areno-lamosa na retrobarreira. A análise taxonômica mostra a dominância de espécies marinhas (*shoreface* superior), misturadas a espécies típicas de ambiente mixohalino de baixa energia, como *Erodona mactroides* e *Anomalocardia brasiliana*. Em geral, os fósseis apresentam-se completos, com poucos sinais de abrasão e bioerosão e desarticulados, embora diversos espécimes de *Corbula caribaea* estejam com as valvas ainda articuladas. Tais fatores sugerem o transporte de sedimentos e fauna praiar para a laguna na retrobarreira sob um regime transgressivo, durante eventos de tempestade, através de *inlets* e/ou da sobrelavagem da barreira, onde o rápido transporte e soterramento propiciaram a boa preservação dos fósseis e o avanço da margem lagunar (*overwash deposits*) sobre o Lagunar III. O intervalo em que esses fósseis ocorrem demonstra um nível do mar de aproximadamente 6 metros acima do atual, o que coincide com a presença das espécies *Anomalocardia brasiliana*, *Chione subrostrata* e *Chione paphia*, que não vivem atualmente

ao sul de Santa Catarina (28° S), sugerindo a influência de águas mais quentes do que as atuais para a costa do Rio Grande do Sul durante o Pleistoceno Superior. Acima dessa camada ocorrem depósitos eólicos da Barreira III e sobrepostos a esses, no topo, ocorrem sedimentos siltosos depositados por ação eólica (*loess*). A caracterização dos fósseis, cuja riqueza quantitativa e qualitativa é inédita para os sistemas pleistocênicos da PCRS, principalmente no setor sul, aliada à análise dos dados granulométricos e de compactação, se mostrou uma ferramenta muito útil para interpretações estratigráficas e pôde contribuir para uma maior compreensão acerca da evolução do Sistema Laguna-Barreira III nesse setor.

PALAVRAS-CHAVE: PCRS, SISTEMA LAGUNA-BARREIRA III, MOLUSCOS.