

# Moluscos holocênicos em sedimentos lagunares associados à barreira arenosa da Pinheira-Guarda-Gamboa, Santa Catarina: implicações paleoambientais

Rodrigo R. CANCELLI<sup>1</sup>, Ericks H. TESTA<sup>2</sup>, Patrícia HADLER<sup>2</sup>, Kay SAAFELD<sup>3</sup>, Eduardo G. BARBOZA<sup>1</sup> & Sergio R. DILLENBURG<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9500, CEP 91.540-000, Porto Alegre, RS (rodrigocancelli@hotmail.com.br, eduardo.barboza@ufrgs.br, sergio.dillenburg@ufrgs.br).

<sup>2</sup> Laboratório de Paleontologia, Departamento de Geociências, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina. Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima, s/n, CEP 88.040-900, Florianópolis, SC (ericks.testa@gmail.com, patricia.hadler@ufsc.br).

<sup>3</sup> Departamento de Ecologia e Zoologia, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina. Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima, s/n, CEP 88.040-900, Florianópolis, SC (kaysaalfeld@yahoo.com.br).

Recebido em 03/2016. Aceito para publicação em 02/2017.

Versão online publicada em 08/05/2017 ([www.pesquisasemgeociencias.ufrgs.br](http://www.pesquisasemgeociencias.ufrgs.br))

**Resumo** - Este trabalho documenta a ocorrência de moluscos fósseis carbonáticos em sedimentos da retrobarreira das praias da Pinheira-Guarda-Gamboa, Planície Costeira de Santa Catarina, sul do Brasil, onde foram reconhecidas cinco espécies de gastrópodes e nove de bivalves. Dentre os bivalves, identificaram-se quatro espécies articuladas, *Ostrea equestris*, *Anomalocardia brasiliana*, *Lucina pectinata* e *Tagelus plebeius*, as três últimas registradas em posição de vida. Datações radiocarbônicas foram realizadas em espécimes articulados e em posição de vida: *Lucina pectinata* apontando idades convencionais de  $5.260 \pm 30$  anos AP (idade calibrada 5.620 - 5.440), *Tagelus plebeius*,  $5.620 \pm 30$  anos AP (idade calibrada 6.000 - 5.840) e *Ostrea equestris* apenas articulado,  $5.410 \pm 30$  anos AP (idade calibrada 5.805 - 5.580), posicionando o material no Holoceno médio. O dado topográfico com equipamento de precisão estabeleceu que o topo do afloramento encontra-se a 2 m acima do nível relativo atual do mar. A associação indica um ambiente lagunar-estuarino, posteriormente colmatado como resposta ao rebaixamento do nível do mar.

**Palavras-chave:** Quaternário, planície costeira, nível do mar, evolução costeira.

**Abstract** - HOLOCENE MOLLUSKS IN LAGOONAL SEDIMENTS ASSOCIATED TO THE SAND BARRIER PINHEIRA-GUARDA-GAMBOA, SANTA CATARINA: PALEOENVIRONMENTAL IMPLICATIONS. This paper documents the occurrence of mollusk carbonate fossils in sediments of the backbarrier of the Pinheira-Guarda-Gamboa beaches, Santa Catarina Coastal Plain, southern Brazil, in which five species of gastropods and nine of bivalves were recognized. Among the bivalves, four species were articulated, *Ostrea equestris*, *Anomalocardia brasiliana*, *Lucina pectinata* and *Tagelus plebeius*, and the last three were found in life position. Radiocarbon datings were performed on articulate and life position specimens: *Lucina pectinata*, indicating a conventional age of  $5.260 \pm 30$  years BP. (calibrate age 5.620 - 5.440), *Tagelus plebeius*,  $5.620 \pm 30$  years BP. (calibrate age 6.000 - 5.840) and *Ostrea equestris* articulate,  $5.410 \pm 30$  years BP. (calibrate age 5.805 - 5.580), indicating the material in the middle Holocene. The topographic data gathered with precision equipment established that the top of the outcrop is 2 m above the relative sea-level. The fossil association suggests lagoon-estuarine environment subsequently filled in response to a lowering of the sea level.

**Keywords:** Quaternary, coastal plain, sea-level, coastal evolution.

## 1 Introdução

Acumulações de conchas fósseis têm sido identificadas ao longo da costa atlântica e são utilizadas como ferramenta para detecção de paleo-

ambientes e do paleonível marinho (e.g. Golfieri et al., 1998; Martinez et al., 2006; Gordillo et al., 2008; Suguio, 2010; Aguirre et al., 2011; Charó et al., 2014).

Diversos estudos, abrangendo o sul do Bra-

sil, Uruguai e Argentina, envolvendo depósitos conchíferos quaternários já foram realizados, como por exemplo, no Rio de Janeiro (Castro *et al.*, 2007; Cunha *et al.* 2011), no Paraná (Martin *et al.*, 1988), em Santa Catarina (Mendes, 1993; Pitoni, 1993; Caruso Jr. 1995; Duarte, 1995), no Rio Grande do Sul (Closs & Forti, 1971; Forti, 1971; Forti-Esteves, 1974, 1986; Lopes & Buchmann, 2008; Erthal, 2012; Lopes *et al.*, 2013; Ritter *et al.*, 2013), no Uruguai (Gordillo, 1998; Martínez *et al.*, 2001, 2006; Martínez & del Río, 2002, 2005) e na Argentina (Fasano *et al.*, 1987; Aguirre, 1990; Farinati, 1992; Codignotto & Aguirre, 1993; Gordillo *et al.*, 2008). Estes estudos tratam principalmente do reconhecimento de tafocenoses de espécies de moluscos contidos em sedimentos holocenos e utilizam a comparação com formas atuais para caracterizar os paleoambientes.

Depósitos marinhos podem ser identificados comparando a distribuição vertical e tipo de habitat dos espécimes fósseis com aquela de espécimes atuais (Angulo & Souza, 2014). Desta forma, um nível de mar mais alto, com máxima de 4 m no Holoceno médio, entre 5.800 - 5.000 anos AP, foi proposto para o litoral de Santa Catarina (Angulo *et al.*, 2006).

Nos últimos anos, a evolução da Planície Costeira da região das praias da Pinheira-Guarda-Gamboa, sul do estado de Santa Catarina, principalmente no que se refere à evolução da barreira holocena e ambientes associados, tem sido intensamente discutida, visto que se trata de uma área considerada como um modelo deposicional complexo (Amin Jr., 2004; Barboza *et al.*, 2009; Hesp *et al.*, 2009; Dillenburg *et al.*, 2011, 2014; Hein *et al.*, 2013).

Este trabalho apresenta a descrição de uma associação de moluscos proveniente de um depósito lagunar holoceno, localizado na retrobarreira das praias da Pinheira-Guarda-Gamboa. Com base na identificação de intervalos sedimentares, dados de topografia, bem como interpretação de atributos tafonômicos da associação fóssil, seu significado paleoambiental é discutido.

## 2 Área, materiais e métodos

### 2.1 Localização e contexto geológico

A área de estudo está inserida em um depósito lagunar localizado na retrobarreira da barreira arenosa que compreende as praias da Pinheira-Guarda-Gamboa (Dillenburg *et al.*, 2014) ou área denominada Planície do Campo de Araçatuba

(Mendonça, 1991), Município de Palhoça, litoral de Santa Catarina (Fig. 1.A). Segundo Horn Filho (2003), localiza-se no Setor Central (Setor IV) da Província ou Zona Costeira Catarinense. Os depósitos desta região, que têm gênese associada ao sistema laguna-barreira, compreendem sedimentos do Pleistoceno e Holoceno de ambiente marinho raso, eólico, lagunar e paludial, cujas principais formas de relevo são planícies lagunares, dunas, cordões regressivos e terraços fluviais. Na região da Praia da Pinheira, a barreira holocena é prográdante e apresenta uma estrutura embaiada simétrica, arqueada em 180° de curvatura e com largura máxima de 6,5 km. Evolutivamente, este setor tem sido amplamente discutido como um sistema complexo por apresentar a sobreposição de diversos ambientes deposicionais (Amin Jr., 2004; Hesp *et al.*, 2009; Hein *et al.*, 2013; Dillenburg *et al.*, 2014). Por sua vez, o setor que compreende as praias Guarda-Gamboa é retilíneo, onde dados preliminares indicam um comportamento retrogradacional/agradacional.

### 2.2 Materiais e métodos

O afloramento fossilífero situa-se nas coordenadas 27°54,127'S/48°40,088'W, inserido na Folha Paulo Lopes (SG-22-Z-D-V-4) (IBGE, 1983), próximo ao Rio da Sulana (ao leste), à Serra do Tabuleiro (ao norte e ao oeste) e ao Rio da Madre (ao sul), com acesso principal pela BR-101 (Fig. 1.AB). As camadas foram amostradas com pá cavadeira e de corte, retirando-se, para o estudo dos fósseis, blocos sedimentares com cerca de 0,0034 m<sup>3</sup>. A descrição do afloramento foi feita com base na composição, tamanho do grão e associação fossilífera. Para a separação dos bioclastos, o material foi desagregado mecanicamente e, posteriormente, os sedimentos foram peneirados sob água corrente, utilizando-se peneiras com seis diâmetros de malha (4; 2,8; 1,68; 0,84; 0,125 e 0,063 mm). Nas frações granulométricas mais grossas (4 e 2,8 mm), nas quais foram observadas a presença dos fósseis, procedeu-se a triagem a fim de separá-los do sedimento. Após esta etapa, os bioclastos foram identificados na menor categoria taxonômica possível, por comparação com formas atuais e fósseis, através da consulta à coleção de referência do Laboratório de Invertebrados Marinhos da Universidade Federal de Santa Catarina e bibliografia especializada (*e.g.* Closs & Forti, 1971; Forti, 1971; Forti-Esteves, 1974, 1986; Mendes, 1993; Pitoni, 1993; Rios, 1994; Duarte, 1995; Lopes & Buchmann, 2008; Lopes *et al.*, 2013; Ritter *et al.*, 2013). O material foi depositado e fotografado na Coleção

de Fósseis do Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Catarina e fotografado no Laboratório de Paleontologia da UFSC, sob estereomicroscópio e com aumento de 10x, quando necessário.

Os espécimes foram analisados quanto ao grau de abrasão, bioerosão e fragmentação, variáveis consideradas por Holz & Simões (2002), Rodrigues *et al.* (2009), Erthal (2012) e Ritter *et al.* (2013) no estudo tafonômico de invertebrados. A dissolução não foi avaliada neste trabalho. As espécies foram classificadas quanto à porcentagem definida para cada atributo tafonômico, sendo considerado: não se aplica/não observado (zero), pouquíssima alteração (<20%), pouca alteração (20-50%), moderada alteração (51-70%), severa alteração (>70%). Quanto à posição no plano de acamamento, somente os bivalves foram classificados como articulados e/ou perpendicular ao plano de acamamento. Neste aspecto, foi considerado

para as condições de deposição das espécies: não se aplica/não observado (zero), pouco frequente (<20%), frequente (20-70%) e muito frequente (>70%).

Datações radiocarbônicas foram realizadas em exemplares articulados e perpendiculares ao plano de acamamento: *Tagelus plebeius* e *Lucina pectinata*, *Ostrea equestris* (apenas articulado), por meio do método de *Accelerated Mass Spectrometry* (AMS <sup>14</sup>C), no Laboratório Beta Analytics (Flórida, EUA). As datações mais antigas citadas foram calibradas segundo o programa Calib 7.1, usando a base de calibração SHcal13 (Hogg *et al.*, 2013).

Dados topográficos/altimétricos em relação ao nível relativo marinho atual (NRM) foram adquiridos pelo sistema GNSS, com equipamento Trimble R6 (Receptor multi frequências, RTK, GPS, GLONASS e WAAS/EGNOS), ondulação geoidal de referência: MAPGEO 2010 e corrigidos pelo software TBC (*Trimble Business Center*).

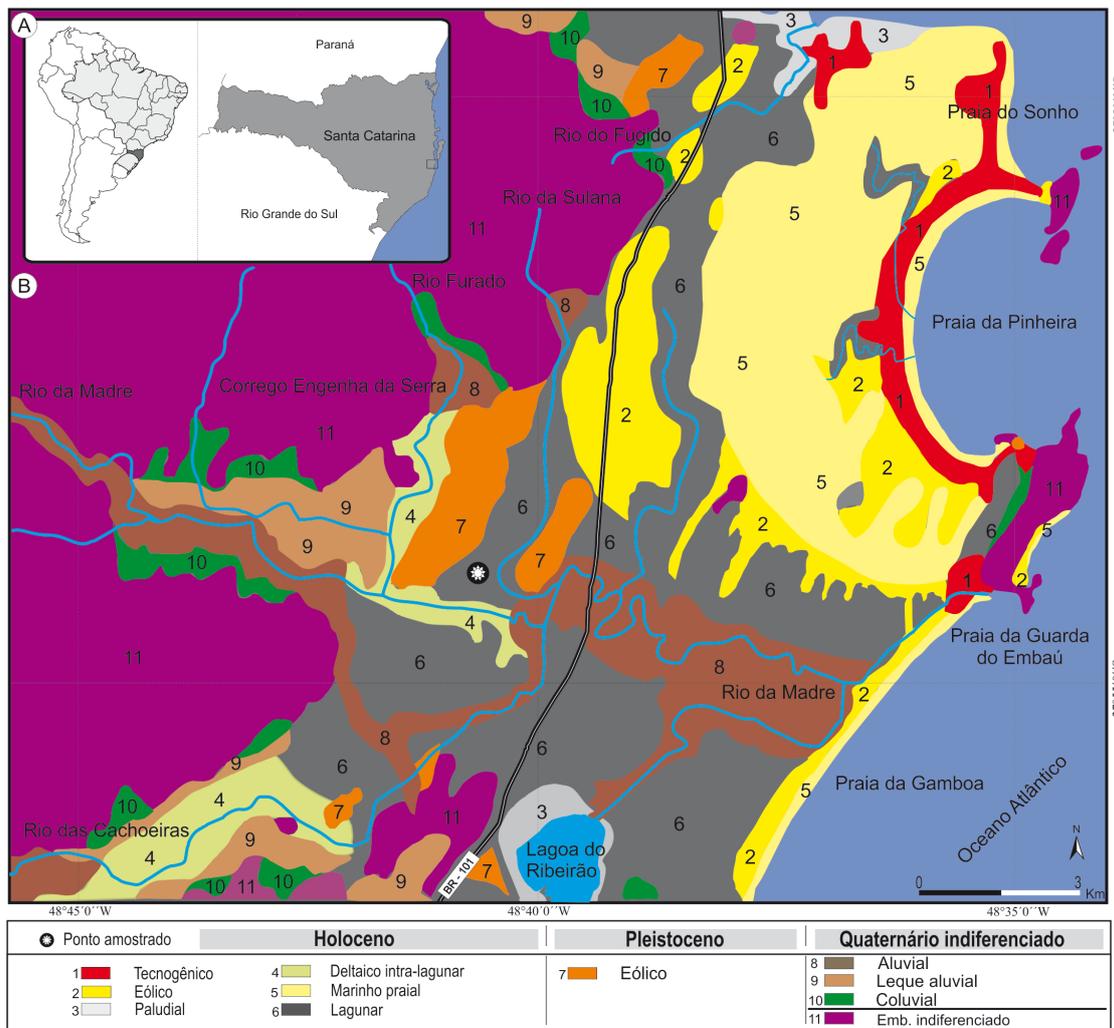


Figura 1. Área de estudo, mapa geológico com a localização do ponto amostrado. A) Localização do estado de Santa Catarina; B) Mapa geológico (modificado de Horn Filho *et al.*, 2012), com os principais sistemas deposicionais que integram a região costeira da Pinheira-Guarda-Gamboa.

Figure 1. Study area, geological map and point sampled. A) Location of the Santa Catarina state; B) Geologic map (modified from Horn Filho *et al.*, 2012), showing the main depositional systems integrating the coastal region of Pinheira-Guarda-Gamboa.

### 3 Resultados e discussão

#### 3.1 Descrição do perfil

O perfil estudado compreende sedimentos que compõem uma trincheira de 2 m de profundidade (Fig. 2.AB) onde foram discriminados seis distintos intervalos, que se sucedem de forma gradual sem a identificação de superfícies erosivas (I a VI). Na base (intervalo I), ao nível do lençol freático, ocorre 0,25 m de sedimentos areno-siltosos de cor acinzentada, homogêneos e sem estruturas sedimentares primárias, sucedidos pelo intervalo II, com cerca de 0,20 m de espessura, constituído predominantemente de conchas de *Tagelus plebeius* articulados e perpendiculares ao plano de acamamento, suportados por matriz sedimentar areno-siltosa (proporção de matriz maior que bioclastos). No intervalo seguinte (III), ocorrem sedimentos areno-siltosos de 0,30 m de espessura, com sinais de bioturbação, sucedidos por um pacote de bioclastos (intervalo IV) com 0,25 m de espessura, composto por conchas de moluscos bioclasto-suportados com matriz sedimentar areno-siltosa (proporção de bioclastos maior que matriz). Nesta porção, também foram identificados espécimes articulados e perpendiculares ao plano de acamamento, além de material desarticulado. No intervalo V, ocorrem sedimentos areno-siltosos, semelhantes aos intervalos I e III, com 0,40 m de espessura e com sinais de bioturbação. O intervalo VI é constituído por solo rico em matéria orgânica de coloração escura, perfazendo os 0,60 m restantes do afloramento. A superfície deste nível é capeada por uma vegetação composta por graminéas (Poaceae), e outros arbustos (Cyperaceae e Asteraceae), sugestivo de alteração antrópica. Lateralmente observa-se o plantio de arroz, além de vegetação de mata paludial a norte, típica de depósitos lagunares costeiros locais. Estas formações são características de ambientes lagunares que comaltaram, transformando-as em pântanos costeiros, posteriormente ocupados por exuberante vegetação (Caruso Jr., 1995).

#### 3.2 Táxons identificados e atributos tafonômicos

Com a desagregação do material foram identificadas 14 espécies, pertencentes a 13 famílias de moluscos, listadas na tabela 1 e apresentados na figura 3, sendo cinco gastrópodes e nove bivalves. No intervalo IV do perfil, foram verificadas 13 das 14 espécies registradas. *Anomalocardia brasiliana*

é a espécie mais bem representada, perfazendo cerca de 90% do volume total dos fósseis. Neste intervalo, alguns espécimes foram verificados articulados e perpendiculares (90°) ao plano de acamamento, interpretados como em posição de vida (tabela 1), principalmente de *Anomalocardia brasiliana* (Fig. 3.MM'), e de *Lucina pectinata* (Fig. 3.II'). Exemplares de *Ostrea equestris* (Fig. 3.JJ') foram observados articulados e com distribuição aleatória quanto ao plano de acamamento. As duas primeiras espécies foram consideradas autóctones (*in situ*); já os espécimes de *Ostrea equestris* podem ter sofrido transporte antes do soterramento, porém insuficiente para desarticular as valvas. Esta interpretação se deve ao fato da espécie estabelecer seu modo de vida aderida a um substrato duro (Rios, 1994), principalmente em costões rochosos, feição não observada nas proximidades do local amostrado. As outras espécies citadas na tabela 1 ocorrem em menor número e foram interpretadas como parautóctones/alóctones, por estarem desarticuladas e apresentarem diferentes graus de abrasão e/ou fragmentação, sugestivo de transporte. *Anomalocardia brasiliana* (Fig. 3.OP) e *Lucina pectinata* (Fig. 3.Q) foram encontradas com baixa frequência de desarticulação e com poucas evidências de fragmentação e/ou bioerosão. Dessa maneira, pode-se inferir uma mistura temporal no intervalo IV com constituintes autóctones e parautóctones/alóctones.

No intervalo II, ocorre uma composição monoespecífica de conchas articuladas de *Tagelus plebeius* (Fig. 3.LL'), as quais estavam em posição de vida (com seu eixo maior a 90° em relação ao plano de acamamento horizontal). *T. plebeius* é uma espécie escavadora profunda podendo ocorrer até 1 m enterrada no substrato (Golfieri *et al.*, 1998), diferentemente de *Anomalocardia brasiliana* e *Lucina pectinata*.

#### 3.3 Dados paleoambientais e geocronológicos

Na associação fossilífera estudada foram identificadas 14 espécies. Entretanto, os dados paleoambientais estão principalmente embasados nos espécimes autóctones de *Anomalocardia brasiliana*, *Lucina pectinata* e *Tagelus plebeius*, que foram registrados com as valvas articuladas e perpendiculares ao plano de acamamento, sendo assim interpretados como em posição de vida. As bioturbações verificadas na base dos níveis III e IV são sugestivas de se tratar de antigas galerias por onde os moluscos bivalves posicionavam os sífões. Estas espécies ocorrem preferencialmente em substrato areno-lamoso a lamoso, com lâmi-

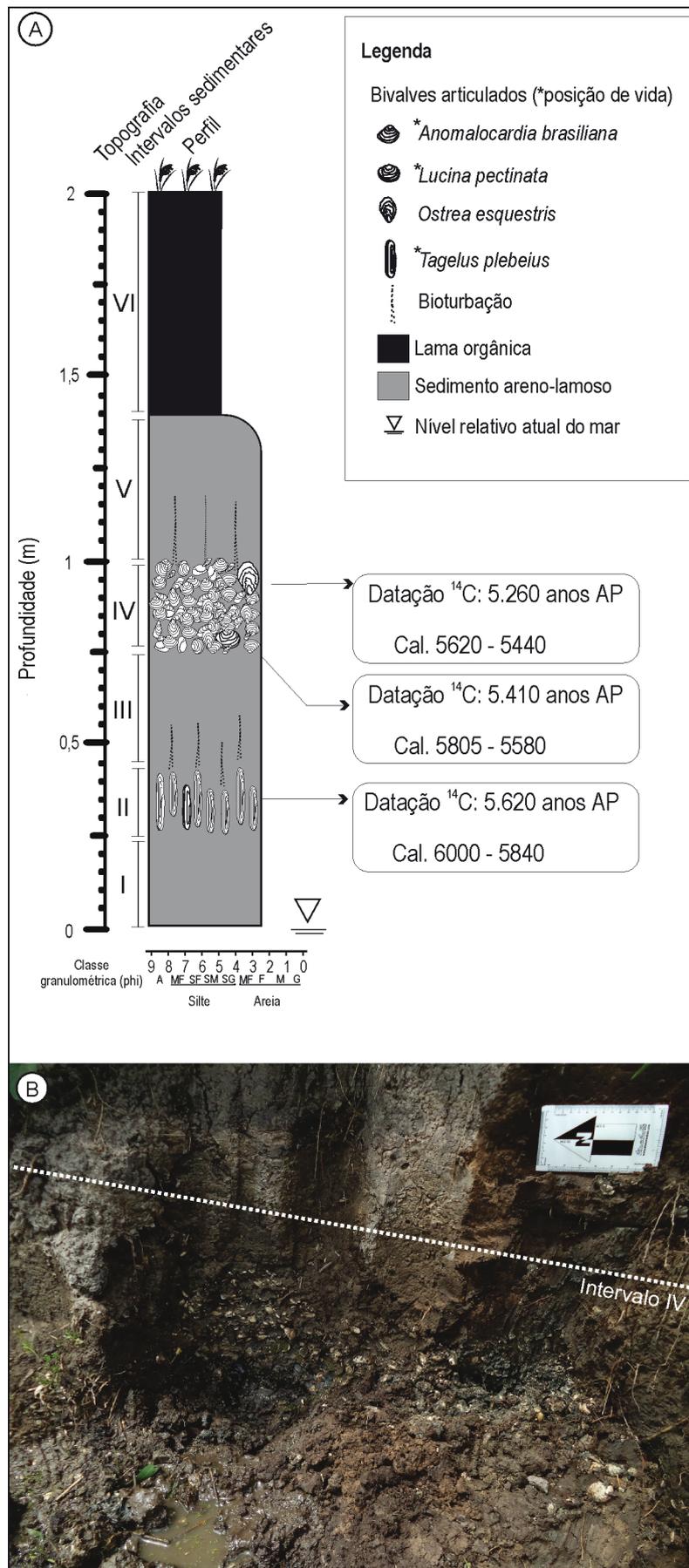


Figura 2. Perfil esquemático do afloramento. A) Perfil com os intervalos analisados e datações radiocarbônicas; B) Imagem mostrando o detalhe do intervalo fossilífero estudado, onde foi verificado o maior número de espécies (intervalo IV).  
 Figure 2. Schematic profile of the outcrop. A) Profile with the intervals analyzed and radiocarbon datings; B) Image showing detail of fossiliferous level studied, where we found the highest number of species (interval IV).

Tabela 1. Táxons identificados na associação fossilífera, ocorrência no perfil e principais atributos tafonômicos observados.  
 Table 1. Identified taxa in the fossiliferous assemblage, occurrence in the profile and main taphonomic attributes.

Assembleia fossilífera		Quantidade de indivíduos por intervalo		Parâmetros tafonômicos verificados				Perpendicular ao plano de acamamento
		IV	II	Abrasão	Bioerosão	Fragmentação	Articulado	
Gastrópodes	<b>Família Bullidae</b>							
	<i>Bulla striata</i> (Bruguère, 1792)	10	—	✓	✓	✓✓	—	—
	<b>Família Calyptraeidae</b>							
	<i>Bostrycarpus odites</i> (Collin, 2005)	1	—	✓✓✓	✓✓	—	—	—
	<b>Família Cerithidae</b>							
	<i>Cerithium atratum</i> (Born, 1778)	24	—	✓	✓	✓✓	—	—
	<b>Família Muricidae</b>							
	<i>Chichoreus senegalensis</i> (Gmelin, 1970)	1	—	✓✓✓	—	✓✓✓	—	—
	<b>Família Nassariidae</b>							
	<i>Nassarius vibex</i> (Say, 1822)	3	—	✓✓✓	—	✓	—	—
Moluscos	<b>Família Cardiidae</b>							
	<i>Trachycardium muricatum</i> (Linnaeus, 1758)	3	—	✓✓✓	—	—	—	—
	<b>Família Corbulidae</b>							
	<i>Corbula caribaea</i> (Orbigny, 1842)	12	—	—	—	—	—	—
	<b>Família Donacidae</b>							
	<i>Iphigenia brasiliensis</i> (Lamarck, 1818)	13	—	✓✓✓	—	✓✓✓	—	—
	<b>Família Lucinidae</b>							
	<i>Lucina pectinata</i> (Gmelin, 1791)	10	—	✓	—	✓	●	●
	<b>Família Ostreidae</b>							
	<i>Ostrea equestris</i> (Say, 1834)	30	—	✓	✓✓	✓✓	○	—
<b>Família Tellinidae</b>								
<i>Strigilla pisiformis</i> (Linnaeus, 1758)	1	—	✓✓✓	—	—	—	—	
<b>Família Solecurtidae</b>								
<i>Tagelus plebeius</i> (Lightfoot, 1786)	—	10	✓	—	—	●	●	
<b>Família Veneridae</b>								
<i>Anomalocardia brasiliiana</i> (Gmelin, 1791)	1050	—	✓✓✓	✓	✓✓	●	●	
<i>Chione pubera</i> (Bory Saint-Vicent, 1827)	1	—	✓✓✓	✓	✓	—	—	

<b>Legenda</b>	✓ pouquíssima alteração	✓✓✓ moderada	○ Pouco frequente
— não se aplica/não observado	✓✓ pouca alteração		● Frequente
			● Muito frequente

na d'água rasa e calma e com influência marinha, relacionadas a ambientes de baías e/ou estuários (Narchi, 1974; Rios, 1994; Mouëza *et al.*, 1999; Nogueira & Freitas, 2002; Cunha *et al.*, 2011; Farias & Rocha-Barreira, 2012). A ocorrência de *Ostrea equestris*, incluindo indivíduos articulados, mas não em posição de vida, sugere a existência de costões rochosos próximos à área, uma vez que este molusco ocorre mais frequentemente aderido a um substrato duro e, subordinadamente, associado às raízes de plantas em ambiente marinho ou com significativa influência marinha (Rios, 1994). Além disso, o bivalve *Lucina pectinata* ocorre em regiões de manguezais e áreas de marisma, podendo juntamente com *Anomalocardia brasiliiana* e *Ta-*

*gelus plebeius*, estar relacionada a estes ambientes (Mendes, 2002; Rondinelli, 2009).

Diversas jazidas contendo material calcário acumulado por processos que envolvem a dinâmica costeira foram identificadas e datadas em Santa Catarina. Estas concentrações ocorrem em fácies lamosas em ambiente lagunar e estuarino e em fácies arenosas de ambiente praias e marinho raso. No entanto, a maioria destes depósitos é constituída por material alóctone, uma vez que são identificadas misturas de faunas e indivíduos desarticulados e ausência de material *in situ* (Caruso Jr., 1995).

Caruso Jr. (1995) descreveu a geologia de depósitos calcários de Santa Catarina e apresentou a

descrição de diversas associações conchíferas, com destaque para o concheiro de Nova Brasília, como modelo de um depósito alóctone. Outras ocorrências podem ser verificadas em Martin *et al.* (1988), que apresentam datações de material calcário e dados topográficos de depósitos calcários em diversos contextos deposicionais em Santa Catarina.

A composição taxonômica da associação fossilífera da região das praias da Pinheira-Guarda-Gamboia é bastante similar taxonomicamente às três associações referidas por Duarte (1995) para o Holoceno médio do extremo sul de Santa Catarina. A autora interpretou tafocenoses que indicam um ambiente provável de baía ou laguna (atual Lagoa do Sombrio) com boa circulação de água salgada. Além disso, forneceu datações para essas associações conchíferas, com localização ao sul do Banhado do Piritu, nas proximidades da Lagoa do Sombrio com idade convencional de  $5.670 \pm 220$  anos AP (idade calibrada 6.935 - 5.929); outra ao sul da Lagoa do Sombrio,  $5.900 \pm 230$  anos AP (idade calibrada 7.265 - 6.193); e no Rio dos Porcos, com idade de  $6.490 \pm 240$  anos AP (idade calibrada 6.782 - 7.763).

Nas margens da Lagoa do Sombrio, na localidade da Barrinha, Cancelli (2012) registrou uma associação contendo material calcário com 28 espécies. *Anomalocardia brasiliana*, *Lucina pectinata*, *Ostrea equestris* e *Tagelus plebeius* foram documentadas articuladas e em posição de vida e representam um antigo sistema lagunar com significativa influência marinha, confirmando as interpretações de Duarte (1995) para o sul do Estado. Um espécime de *Tagelus plebeius* em posição de vida datado por Cancelli (2012) revelou idade radiocarbônica de  $5.530 \pm 30$  anos AP (idade calibrada 5.970 - 5.870), com dado topográfico posicionando o exemplar datado 1 m acima do nível médio do mar atual.

Na associação da Pinheira-Guarda-Gamboia, o resultado da datação radiocarbônica realizada no intervalo II em um espécime articulado e em posição de vida de *Tagelus plebeius* (Fig. 3LL'), acusou idade convencional de  $5.620 \pm 30$  anos AP (idade calibrada 6.000 - 5.840), idades correlacionáveis com as verificadas por Duarte (1995) e Cancelli (2012). No intervalo IV, foi datado um espécime de *Ostrea equestris* com valvas articuladas (Fig. 3JJ'), acusando idade convencional de  $5.410 \pm 30$  anos AP (idade calibrada 5.805 - 5.580). Um espécime de *Lucina pectinata* (Fig. 3II'), datado no mesmo intervalo, revelou idade convencional de  $5.260 \pm 30$  anos AP (idade calibrada 5.620 - 5.440). As três idades adquiridas para esses exemplares os posicionam no Holoceno médio.

Os dados topográficos e cronológicos indicam que ambos os intervalos com fósseis carbonáticos (II e IV) estiveram correlacionados ao máximo da inundação dos ambientes lagunares mapeados na região, por consequência do aumento dos níveis oceânicos documentado por Angulo *et al.* (2006).

De acordo com Hesp *et al.* (2009), existiu na área um sistema lagunar interligado pela retaguarda da barreira holocena com os rios da Madre e Maciambú, mais ao norte, formando um complexo estuarino de águas rasas, fundo areno-lamoso e salino, juntamente com os rios da Sulana e Fugido.

As interpretações paleoecológicas dos espécimes *in situ* e suas cronologias corroboram as interpretações de Hesp *et al.* (2009) quanto a um sistema lagunar na região. Deste modo, o posicionamento planialtimétrico do topo do perfil indicaria um ambiente lagunar com cotas topográficas acima das atuais em pelo menos 1 m.

As reconstruções do paleonível marinho para a costa brasileira (*e.g.* Suguio *et al.*, 1985; Martin *et al.*, 1988; Angulo *et al.*, 1999; Martin, 2003; Angulo *et al.*, 2006) evidenciam o início da inundação marinha da região entre 8.000-7.000 anos AP, atingindo o máximo entre 5.600-5.100 anos AP, com destaque nos resultados obtidos para Santa Catarina (Angulo *et al.*, 1999, 2006). Desde o início da inundação marinha e nas fases subsequentes, os ambientes costeiros sofreram modificações importantes, relacionadas ao evento transgressivo e posterior preenchimento dos terrenos mais baixos, até o isolamento de antigos estuários/baias e lagunas por cordões litorâneos. Hesp *et al.* (2009) identificaram oito fases evolutivas principalmente relacionadas a formação da barreira da Pinheira-Guarda-Gamboia no setor da Praia da Pinheira durante o Holoceno. As causas podem incluir, por exemplo, alterações climáticas (como ENSO, aumento de tempestades e precipitação aumentada), variações de suprimento sedimentar (que podem ter relação com mudanças climáticas), variações cíclicas em processos eólicos e do nível do mar. Dillenburg *et al.* (2014) descreveram os depósitos da retaguarda da barreira holocena e identificaram canais e sedimentos lagunares denominados de paleocanal I e II e paleolagunar (deste estudo). Os autores estudaram a evolução da barreira holocena no setor da Praia da Pinheira utilizando-se da análise de dados topográficos, associados às sondagens e seções de Georradar. Horn Filho *et al.* (2012) reconheceram este sistema como lagunar IV, desenvolvido durante o Holoceno, sem idades absolutas. Amin Jr. (2004) destacou que por ocasião do nível do mar mais alto alcançado na Última Grande Transgressão Holocena, a linha de costa, no

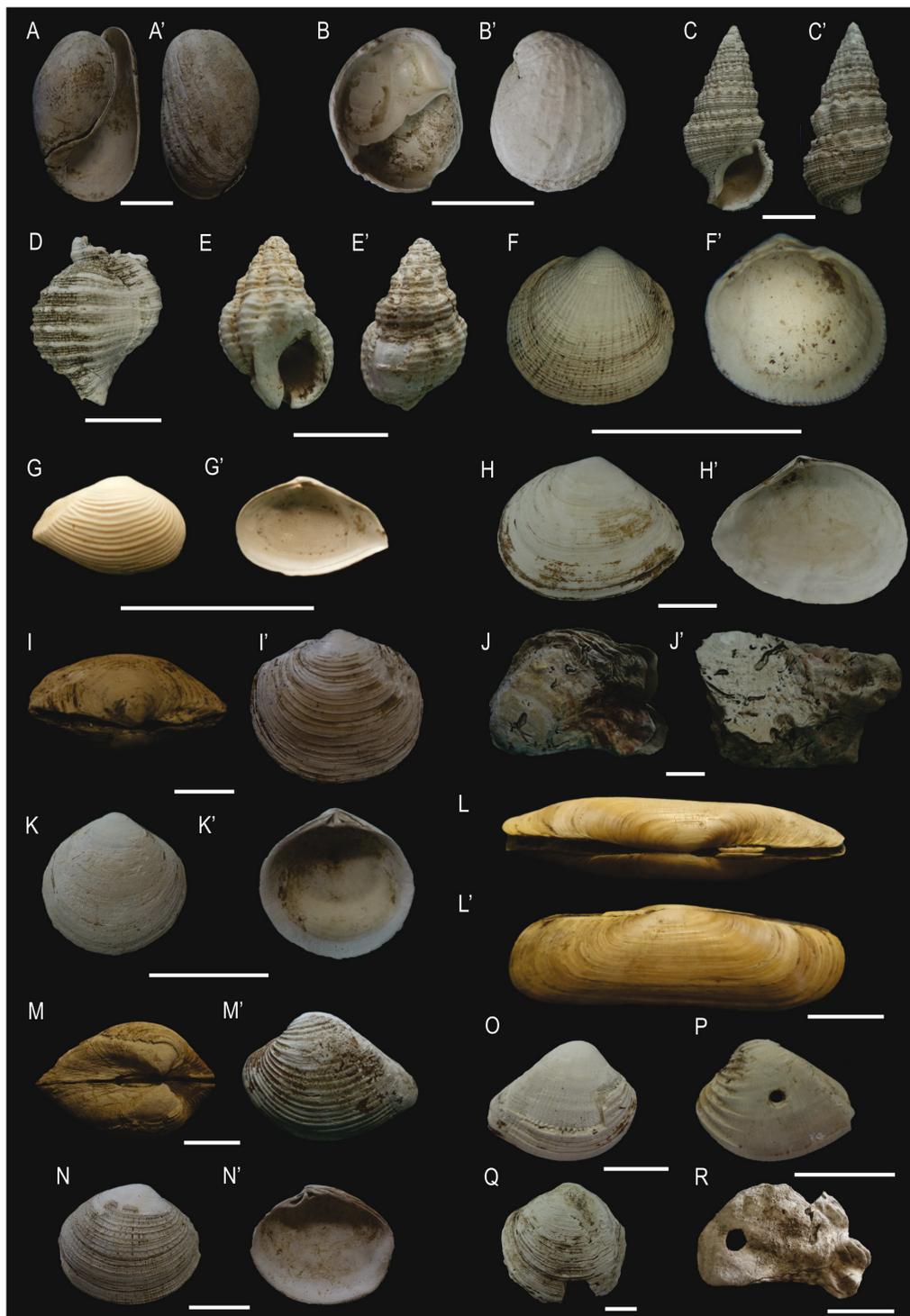


Figura 3. Espécies identificadas. A-A') *Bulla striata*, UFSC 418; B-B') *Bostrycapulus odites*, UFSC 421; C-C') *Cerithium atratum*, UFSC 410; D) *Chichoreus senegalensis*, UFSC 424, espécime fragmentado; E-E') *Nassarius vibex*, UFSC 416; F-F') *Trachycardium muricatum*, UFSC 427; G-G') *Corbula caribaea*, UFSC 422; H-H') *Iphigenia brasiliensis*, UFSC 428; I-I') *Lucina pectinata*, UFSC 402, espécime articulado; J-J') *Ostrea equestris*, UFSC 395; K-K') *Strigilla pisiformis*, UFSC 425; L-L') *Tagelus plebeius*, UFSC 429, espécime articulado; M-M') *Anomalocardia brasiliiana*, UFSC 392, espécime articulado; N-N') *Chione pubera*, UFSC 423; O) *Anomalocardia brasiliiana*, UFSC 431, valva direita, desgaste e fragmentação; P) *Anomalocardia brasiliiana*, UFSC 432, valva esquerda, abrasão e bioerosão; Q) *Lucina pectinata*, UFSC 430, valva esquerda, fragmentação; R) *Ostrea equestris*, UFSC 433, valva direita, bioerosão e fragmentação. Escala = 1 cm.

Figure 3. Species identified. A-A') *Bulla striata*, UFSC 418; B-B') *Bostrycapulus odites*, UFSC 421; C-C') *Cerithium atratum*, UFSC 410; D) *Chichoreus senegalensis*, UFSC 424, fragmented specimen; E-E') *Nassarius vibex*, UFSC 416; F-F') *Trachycardium muricatum*, UFSC 427; G-G') *Corbula caribaea*, UFSC 422; H-H') *Iphigenia brasiliensis*, UFSC 428; I-I') *Lucina pectinata*, UFSC 402, articulated; J-J') *Ostrea equestris*, UFSC 395; K-K') *Strigilla pisiformis*, UFSC 425; L-L') *Tagelus plebeius*, UFSC 429, articulated; M-M') *Anomalocardia brasiliiana*, UFSC 392, articulated; N-N') *Chione pubera*, UFSC 423; O) *Anomalocardia brasiliiana*, UFSC 431, right valve, wear and fragmentation; P) *Anomalocardia brasiliiana*, UFSC 432, left valve, abrasion and bioerosion; Q) *Lucina pectinata*, UFSC 430, left valve, fragmentation; R) *Ostrea equestris*, UFSC 433, right valve, bioerosion and fragmentation. Scale = 1 cm.

interior da reentrância da Praia da Pinheira, situava-se cerca de 5,5 km ao oeste de sua atual posição. Nos últimos 5.000 anos, a justaposição lateral de cordões de dunas frontais resultou na formação de uma clássica *strandplain* ou simplesmente de uma barreira regressiva.

Posteriormente o sistema lagunar foi isolado por barreiras arenosas desenvolvidas durante a fase regressiva no setor da Praia da Pinheira e provavelmente pela continuidade do processo agradacional no setor das praias da Guarda-Gamboa (dados parciais), que culminou com a fase de acúmulo de solo rico em matéria orgânica na retrobarreira advindos do desenvolvimento de pântanos e florestas paludais na região (intervalo VI).

#### 4 Conclusões

Os resultados permitiram situar a associação de moluscos carbonáticos da Pinheira-Guarda-Gamboa no Holoceno médio, com idades convencionais entre 5.620 e 5.260 anos AP (idades calibradas entre 6.000 e 5.440 anos AP). Os moluscos encontram-se posicionados no afloramento em dois intervalos, um deles monoespecífico para *Tagelus plebeius* (intervalo II), e outro composto por 13 espécies (intervalo IV).

A ecologia das espécies identificadas, principalmente aquelas articuladas e interpretadas como em posição de vida (autóctones), juntamente com as verificadas desarticuladas e com sinais de transporte (parautóctones/alóctones), se relaciona a um ambiente lagunar.

Na América do Sul, principalmente na Argentina, a mortalidade em massa de espécies calcárias é reconhecida e interpretada como evidência do processo sedimentar, pós-evento transgressivo. Destacam-se os trabalhos de Farinati (1992), Golfieri *et al.* (1998), Aguirre & Farinati (1999) e Aliotta *et al.* (2013) que tratam do fenômeno de mortalidade em massa de espécimes de *Tagelus plebeius* encontrados em posição de vida, como consequência da entrada de sedimentos fluviais durante o Holoceno em sobreposição a sedimentos estuarinos.

Na Pinheira-Guarda-Gamboa, a história sedimentar indica que a área foi influenciada durante o Holoceno por um conjunto de dinâmicas que envolvem processos costeiros regionais (*e.g.* mudanças climáticas e oscilações do nível do mar), e que influenciaram diretamente ou indiretamente nas dinâmicas locais (*e.g.* desenvolvimento de barreiras arenosas, esporões, *inlets*, deltas, evolução do sistema eólico e fluvial-lagunar). Estas modifica-

ções tiveram reflexo na mudança das reservas de nutrientes, luminosidade, oxigenação e salinidade, por exemplo, podendo promover de forma brusca ou gradual a mortalidade de espécies. Neste caso, para os moluscos da Pinheira-Guarda-Gamboa, para aquelas espécies documentadas *in situ*, as causas da mortalidade podem estar vinculadas não somente a uma, mas um conjunto de causas locais e regionais temporalmente relacionadas no Holoceno médio. No presente estudo, não se estabeleceu uma cronologia definida para os bioclastos que apresentaram as valvas desarticuladas e/ou sinais de abrasão e fragmentação indicando retrabalhamento (parautóctones/alóctones), sendo as interpretações aqui realizadas, sobretudo com base no material documentado *in situ*.

**Agradecimentos** - Os autores agradecem à Capes (bolsa de pós-doutoramento do primeiro autor), ao ICNT-MarCOI, ao CNPq (processo 454804/2014-8) e ao Programa Petrobras de Desenvolvimento de Recursos Humanos (PFRH-PB240-UFSC).

#### Referências

- Aguirre, M.L. 1990. Holocene macrobenthic molluscan associations from northeastern Buenos Aires Province. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, 7: 161-195.
- Aguirre, M.L., Donato, M., Richiano, S. & Farinati, E.A. 2011. Pleistocene and Holocene interglacial molluscan assemblages from Patagonian and Bonaerensian littoral (Argentina, SW Atlantic): Palaeobiodiversity and palaeobiogeography. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 308(3-4): 277-292.
- Aguirre, M.L. & Farinati, E.A. 1999. Taphonomic processes affecting late Quaternary mollusc along the coastal área of Buenos Aires Province (Argentina, Southwestern Atlantic). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 149: 283-304.
- Aliotta, S., Ginsberg, S.S., Spagnuolo, J.O., Farinati, E., Gigante, D. & Vecchi, L.G. 2013. Late Quaternary in a South Atlantic estuarine system: Stratigraphic and paleontologic indicators of coastal evolution. *Journal of South American Earth Sciences*, 45: 194-208.
- Amin Jr., A.H. 2004. *Variação das propriedades granulométricas dos sedimentos da barreira costeira da Pinheira (SC) durante a sua progradação no Holoceno Superior*. Porto Alegre, 80p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Angulo, R.J., Giannini, P.C.F., Suguio, K. & Pessenda, L.C.R. 1999. The Relative Sea-Level Changes In The Last 5,500 Years Southern Brazil (Laguna-Ibituba Region, Santa Catarina State) Based On Vermetid 14c Ages. *Marine Geology*, 159(1-4): 327-339.
- Angulo, R.J., Lessa, G.C. & Souza, M.C. 2006. A critical review of the mid- to late Holocene sea-level fluctua-

- tions on the eastern Brazilian coastline. *Quaternary Science Reviews*, 25(5-6): 486-506.
- Angulo, R.J. & Souza, M.C. 2014. Revisão conceitual de indicadores costeiros de paleoníveis marinhos quaternários no Brasil. *Quaternary and Environmental Geosciences*, 5: 01-32.
- Barboza, E.G., Dillenburg, S.R., Rosa, M.L.C.C., Tomazelli, L.J. & Hesp, P.A. 2009. Ground-penetrating radar profiles of two Holocene regressive barriers in southern Brazil. *Journal of Coastal Research*, SI 56: 579-583.
- Cancelli, R.R. 2012. *Evolução paleoambiental da Planície Costeira Sul-Catarinense (Lagoa do Sombrio) durante o Holoceno, com base em dados palinológicos*. Porto Alegre, 185 p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Rio Grande do Sul.
- Caruso Jr., F. 1995. Mapa geológico de recursos minerais do sudeste de Santa Catarina. In: *Programa Cartas de Síntese e Estudos de Integração Geológica*. Brasília, Departamento Nacional de Produção Mineral, 1 v., escala 1:100.000.
- Castro, J.W.A., Ramos, R.R.C. & Senra, M.C.E. 2007. Coquinas da Paleolaguna da Reserva Tauá – Pântano da Malhada, RJ – Um Registro do Optimum Climático Holocênico. In: Winger, M., Schobbenhaus, C., Souza, C.R.G., Fernandes, A.C.S., Berbert-Born, M., Queiroz, E.T. & Campos, D.A (Eds.). *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Brasília, CPRM, p. 269-276.
- Charó, M.P., Gordillo, S., Fucks, E.E. & Giacconi, L.M. 2014. Late Quaternary molluscs from the northern San Matías Gulf (Northern Patagonia, Argentina), southwestern Atlantic: Faunistic changes and paleoenvironmental interpretation. *Quaternary International*, 352: 26-47.
- Closs, D. & Forti, I.R. 1971. Quaternary mollusks from the Santa Vitoria do Palmar county. *Iheringia, Série Geológica*, 4: 19-58.
- Codignotto, J.O. & Aguirre, M.L. 1993. Coastal evolution in sea level and molluscan fauna in northeastern Argentina during the Late Quaternary. *Marine Geology*, 110: 163-75.
- Cunha, A. M., Dias, F.F., Fonseca, V.M.M. & Castro, J.W.A. 2011. Assembleia de Moluscos da Região do Pântano do Ramalho, Cabo Frio, RJ: Indicadores Biológicos de Variação do Nível Relativo do Mar Durante o Holoceno. *Anuário do Instituto de Geociências*, 34: 45-51.
- Dillenburg, S.R., Barboza, E.G., Hesp, P.A. & Rosa, M.L.C.C. 2011. Ground penetrating radar (GPR) and standard penetration test (SPT) records of a regressive barrier in southern Brazil. *Journal of Coastal Research*, SI 64: 646-650.
- Dillenburg, S.R., Barboza, E.G., Hesp, P.A., Rosa, M.L.C.C., Angulo, R.J., Souza, M.C., Giannini, P.C.F. & Sawakuchi, A.O. 2014. Discussion: Evidence for a transgressive barrier within a regressive strandplain system: implications for complex response to environmental change (Hein, 2013). *Sedimentology*, 61: 2205-2212.
- Duarte, G.M. 1995. *Depósitos cenozóicos costeiros e a morfologia do extremo sul de Santa Catarina*. São Paulo, 300p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geologia Sedimentar, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- Erthal, F. 2012. *Assinaturas tafonômicas em bivalves marinhos recentes na costa do Brasil e seu significado tafonômico*. Porto Alegre, 212p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Farias, M.F. & Rocha-Barreira, C.A. 2012. Aspectos populacionais de *Tagelus plebeius* (Mollusca: Bivalvia: Solecurtidae) no estuário do rio Ceará, nordeste do Brasil. *Arquivos de Ciência do Mar*, 45: 32-39.
- Farinati, A.E. 1992. Mass mortality of a Holocene *Tagelus Plabeius* (Mollusca, Bivalvia) population in the Bahía Blanca Estuary, Argentina. *Marine Geology*, 106: 301-308.
- Fasano, J., Isla, F., Mook, W. & Van de Plasche, O. 1987. Máximo transgressivo postglacial de 7.000 años en Quequen, Provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 43(34): 475-477.
- Forti, I.R. 1971. *Paleoecologia dos moluscos cenozóicos da planície costeira do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, 53 p. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Forti-Esteves, 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, Porto Alegre. *Anais... Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Geologia*, v. 3, p. 133-149.
- Forti-Esteves, I.R. 1986. Moluscos quaternários provenientes de sondagem efetuada em Albatroz, RS. *Acta Geologica Leopoldensia*, 10: 57-64.
- Golfieri, G.A., Ferrero, L. & Zarta, M. 1998. Tafonomia y paleoecología de *Tagelus plebeius* (Lightfoot, 1786) (Mollusca, Bivalvia) em sedimentos holocenos del Rio Quequén Grande, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Ameghiniana*, 35(3): 255-264.
- Gordillo, S. 1998. Distribucion biogeografica de los moluscos del Holoceno del litoral argentino-uruguayo. *Ameghiniana*, 35(2): 163-180.
- Gordillo, S., Rabassa, J. & Coronato, A. 2008. Paleogeology and paleobiogeographic patterns of mid-Holocene mollusks from the Beagle Channel (southern Tierra del Fuego, Argentina ). *Revista Geológica de Chile*, 35(2): 321-333.
- Hein, C.J., Fitz Gerald, D.M., Cleary, W.J., Albernaz, M.B., Menezes, J.T. & Klein, A.H. 2013. Evidence of transgressive barrier and regressive strandplain system: implication of complex coastal response to environmental change. *Sedimentology*, 60: 469-502.
- Hesp, P.A., Giannini, P.C.F., Martinho, C.T., Silva, G.M. & Asp, N.E. 2009. The Holocene Barrier Systems of the Santa Catarina Coast, Southern Brazil. In: Hesp, P.A. & Dillenburg, S.R. (Org.). *Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barrier of Brazil*. Heidelberg, Springer, p. 93-133.
- Hogg, A.G., Hua, Q., Blackwell, P.G., Buck, C.E., Guilderson, T.P., Heaton, T.J., Niu, M., Palmer, J.G., Reimer, P.J., Reimer, R.W., Turney, C.S.M. & Zimmerman, S.R.H. 2013. SHCal13 Southern Hemisphere calibration, 0-50,000 years cal BP. *Radiocarbon* 55(4): 1889-

- 1903.
- Holz, M. & Simões, M.G. 2002. *Elementos Fundamentais de Tafonomia*. Porto Alegre, Editora da Universidade/UFRGS, 231p.
- Horn Filho, N.O. 2003. Setorização da Província Costeira de Santa Catarina em base aos aspectos geológicos, geomorfológicos e geográficos. *Geosul*, 81: 71-98.
- Horn Filho, N.O., Leal, P.C., Damasio, M., Leal, R.A., Machado, V.C., Silva, A.F. da; Covello, C., Puhl, P.R., Oliveira, J.S., Olinger, J.O., Oliveira, M.S.C., Nunes, M.G., Nóbrega, M.R., Pereira, M. A. & Bexiga, G.M.S. 2012. Mapa geológico da planície costeira das folhas Paulo Lopes (SG-22-Z-D-V-4) e Imbituba (SH-22-X-B-II-1), Santa Catarina, Brasil. In: Horn Filho, N.O. (Ed.). *Atlas geológico da planície costeira do estado de Santa Catarina em base ao estudo dos depósitos quaternários*. Série mapas IBGE, Mapa nº7, Escala 1:100.000.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1983. *Folha Paulo Lopes (SG.22-Z-D-V-4/VI-3)*. Rio de Janeiro, Secretaria de Planejamento da Presidência da República. Escala 1:50.000.
- Lopes, R.P. & Buchmann, F.S.C. 2008. Comparação tafonômica entre duas concentrações fossilíferas (shell beds) da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. *Gaea*, 4: 65-77.
- Lopes, R.P., Simone, L.R., Dillenburg, S.R., Schultz, C.L. & Pereira, J.C. 2013. A middle Pleistocene marine molluscan assemblage from the Southern coastal plain of Rio Grande do Sul State. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 16(3): 343-360.
- Martin, L. 2003. Fluctuating Holocene sea levels in eastern and Southeastern Brazil: Evidence from multiple fossil and geometric indicators. *Journal of Coastal Research*, 19: 101-124.
- Martin, L., Suguio, K., Flexor, J.M. & Azevedo, A.E.G. 1988. *Mapa geológico do Quaternário costeiro dos estados do Paraná e Santa Catarina*. Brasília, Departamento Nacional de Produção Mineral, Série Geologia, 28(18): p. 40.
- Martínez, S. & del Río, C.J. 2002. Las provincias malacológicas miocenas y recientes del Atlántico Sudoccidental. *Anales de Biología*, 24: 121-130.
- Martínez, S. & del Río, C.J. 2005. Las Ingresiones marinas del Neógeno en el sur de Entre Ríos (Argentina) y Litoral Oeste de Uruguay y su contenido malacológico. Tema de la Biodiversidad del Litoral fluvial argentino II. *Miscelánea*, 14: 13-26.
- Martínez, S., Rojas, A., Ubilla, M., Verde, M., Perea, D. & Piñeiro, G. 2006. Molluscan assemblages from the marine Holocene of Uruguay: composition, geochronology, and paleoenvironment signals. *Ameghiniana*, 43(2): 385-397.
- Martínez, S., Ubilla, M., Verde, M., Perea, D., Rojas, A., Guerequiz, R. & Piñeiro, G. 2001. Paleoecology and geochronology of Uruguayan Coastal Marine Pleistocene deposits. *Quaternary Research*, 55: 246-254.
- Mendes, I. L.V. 1993. *Malacofauna, Paleoecologia e Biofácies de sedimentos holocênicos da Planície Costeira de Imbituba e Imaruí, Santa Catarina, Brasil*. Porto Alegre, 309p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Mendes, L. P. 2002. *Etnoecologia dos pescadores e marisqueiras da Vila de Guarapuá/BA*. Salvador, 97p. Monografia de Conclusão de Curso, Curso de Biologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia.
- Mendonça, M. 1991. *Origem e evolução da Planície do Campo de Araçatuba*. Florianópolis, 615p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geografia, Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina.
- Mouëza, M., Gros, O. & Frenkiel, L. 1999. Embryonic, larval and postlarval development of the tropical clam, *Anomalocardia brasiliensis* (Bivalvia, Veneridae). *Journal of Molluscan Studies*, 65: 73-88.
- Narchi, W. 1974 Aspectos ecológicos e adaptativos de alguns bivalves do litoral paulista. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 27: 235-262.
- Nogueira, E.M.S. & Freitas, L.M., 2002. Distribuição e aspectos biológicos de *Lucina pectinata* (Gmelin, 1791) (Bivalvia-Lucinidae) na Lagoa Mundaú-Alagoas-Brasil. *Tropical Oceanography*, 30: 7-14.
- Pitoni, V.L.L. 1993. *Moluscos Cenozóicos de subsuperfície em Imaruí, Santa Catarina, Brasil: Paleoecologia, Transgressões e Regressões*. Porto Alegre, 269 p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Rios, E.C. 1994. *Seashells of Brazil*. Rio Grande do Sul, Fundação Universidade de Rio Grande, Instituto Acaqua, Museu Oceanográfico de Rio Grande, 368p.
- Ritter, M.D.N., Erthal, F. & Coimbra, J.C. 2013. Taphonomic signatures in molluscan fossil assemblages from the Holocene lagoon system in the northern part of the coastal plain, Rio Grande do Sul State, Brazil. *Quaternary International*, 305: 5-14.
- Rodrigues, S.C., Simões, M.G. & Pires-Domingues, R.A. 2009. Viés analítico em estudos tafonômicos com macroinvertebrados: implicações (paleo)ambientais e (paleo)ecológicas. *Geologia USP, Série Científica*, 9: 101-114.
- Rondinelli, S.F. 2009. *A exploração da lambreta, Lucina pectinata (Bivalvia, Mollusca), nos manguezais de Garapuá - Baixo Sul da Bahia, Brasil*. Salvador, 64 p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Ecologia e Biomonitoramento, Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia.
- Suguio, K. 2010. *Geologia do Quaternário e mudanças ambientais*. São Paulo, Oficina de Textos, 408p.
- Suguio, K., Martin, L., Bittencourt, A.C.S.P., Dominguez, J.M.L., Flexor, J.M. & Azevedo, A.E.G. 1985. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. *Revista Brasileira de Geociências*, 15: 273-286.

