

Beachrock de Jaconé, RJ

Uma pedra no caminho de Darwin

SIGEP 060*

Katia Leite Mansur¹

Renato Rodriguez Cabral Ramos²

Gisele Giseé Furukawa³

Resumo - Na Praia de Jaconé, na região entre Maricá e Saquarema, foram mapeadas rochas praias (*beachrocks*) em mais de 1.100m de extensão, que sugerem uma posição do nível relativo do mar a menos de 1 m do nível atual na época de sua formação. Suas conchas foram datadas em 8198-7827 cal AP pelo método radiocarbono. Esta ocorrência permitiu a identificação de três litofácies: arenitos, coquinas e conglomerados. Foram descritas estruturas primárias como estratificação plano-paralelas, cruzadas de baixo ângulo e acanaladas. Em um estado predominantemente formado por rochas cristalinas, esta rara ocorrência sedimentar é importante. No entanto, seu valor é amplificado quando se toma conhecimento de que foi primeiramente descrito por Charles Darwin, então com 23 anos de idade, em 9 de abril de 1832. Com o passar dos anos e com pesquisas arqueológicas realizadas na região foram descobertos seixos e calhaus de *beachrock* nos sambaquis da Beirada e do Moa, em Saquarema, mostrando que este material era usado pelo homem pré-histórico há mais de 4000 anos AP. No presente estudo, buscou-se realizar o enquadramento destas exposições como patrimônio geológico e, ao mesmo tempo, atualizar o conhecimento sobre sua evolução geológica. Por todos os seus atributos se constitui em patrimônio geológico por sua importância histórica e cultural e pelas informações científicas fornecidas. É um patrimônio geológico do tipo geomorfológico, sedimentar, paleoambiental, petrológico e estratigráfico, além de arqueológico e contextualizado na história da ciência. Tem importância internacional e valor científico, cultural, didático e ecológico.

Palavras-chave: Arenito de praia; *Beachrock*; Patrimônio Geológico; História da Ciência; Charles Darwin

Beachrock of Jaconé, State of Rio de Janeiro –
A stone in the path of Charles Darwin

Abstract - Outcrops and displaced blocks of beachrocks were mapped in a stretch of more than 1100 meters along Jaconé Beach, close to Ponta Negra, between Maricá and Saquarema, State of Rio de Janeiro. They indicate that the sea level at the time of their formation was approximately 1 meter lower than the present one. Their shells were dated at 8198-7827 cal BP by radiocarbon method. This occurrence allowed the identification of three lithofacies including sandstones, coquinas and conglomerates. Primary structures such as plane parallel stratification, low angle cross bedding and trough-cross-stratification were described. The lithology of State of Rio de Janeiro is formed basically of igneous and metamorphic rocks with rare sedimentary occurrence, which is very important for the teaching of Geology. Moreover, it is of even greater value because this beachrock was first described by Charles Darwin, on April 9th 1832, when he was 23 years old. Archaeological research in the region discovered sandstone pebbles and cobbles in the Beirada and Moa shellmounds, in Saquarema, which have been dated at 4000 years BP. It means that the prehistoric inhabitant had already used the beachrocks. Due to these factors, this study attempts to frame the occurrence as geological heritage and, at the same time, update the knowledge on its evolution. Darwin's sandstones can be considered as important geological heritage due to their geomorphological, sedimentary, paleoenvironmental, petrologic, stratigraphic, historical and cultural attributes, besides the scientific information prevailing in this area.

Keywords: Beachrock; Geological Heritage, Science History; Charles Darwin

INTRODUÇÃO

As primeiras ocorrências de *beachrock* descritas na literatura mundial são as de Beauford (1817), Von Bush (1825), Moresby (1835), Darwin (1841) e Dana (1849) (apud Vousdoukas *et al.*, 2007).

Beachrocks são depósitos sedimentares de praia cimentados pela precipitação em geral carbonática e cuja litificação usualmente se dá na zona intermarés (Fig. 1). Podem envolver sedimentos de origem clástica ou bioclástica, nas frações granulométricas que variam de areia até bloco (Vousdoukas *et al.*, 2007; Kelletat, 2006). São também chamados de rochas de praia e arenitos de praia e, na região Nordeste do Brasil, recebem o nome de arrecifes. Podem ser friáveis ou coesos (Bates & Jackson, 1987), sendo que a cimentação pode ocorrer em poucos anos. Charles Darwin (1844), por exemplo, descreveu em Cabo Verde um conglomerado muito duro que possuía incrustado um parafuso de ferro entre seixos de basalto e cimento carbonático.

Estudos indicam que a precipitação do cimento pode ser controlada por parâmetros ambientais físico-químicos, biológicos e/ou hidrodinâmicos (Vousdoukas *et al.*, 2007).

Em 1841, Charles Darwin publicou o trabalho “On a remarkable bar of sandstone off Pernambuco, on the coast of Brazil”, considerado o primeiro trabalho científico sobre *beachrocks* brasileiros. Darwin passou pelo Brasil de fevereiro a julho de 1832 e em agosto de 1836, quando de sua viagem ao redor do mundo a bordo do HMS Beagle. Nas oportunidades descreveu *beachrocks* e recifes de coral. Em suas cadernetas de campo (Freeman, 1977) fez anotações sobre as ocorrências da Bahia (1832, 1836) e Pernambuco (1836). Na sua publicação sobre recifes de

coral, uma obra pioneira e até hoje considerada correta do ponto de vista da origem geológica dos atóis, Darwin (1842) descreve *beachrocks* do Nordeste brasileiro.

Embora não citado na publicação de 1842, Darwin relatou ainda a ocorrência de *beachrock* no Estado do Rio de Janeiro, em 9 de abril de 1832, conforme consta de sua caderneta de campo (Darwin, 1832): “9.th Mon [April 1832] [page 5b] started about 1/2 after six. & passed over scorching plains cactuses & other succulent plants (on the decayed & stunted trees beautiful parasitic Orchis with a delicious smell) glaring hot: therm: in pocket 96°. — inland brackish lakes with numerous birds. white Egrets — Herons — whites & cormorants. [...] lost our way [...] Geology: found a fragment on beach of sandstone with numerous *Cardium* *Maetra*. — the whole line of country beach is composed of an extensive [page 6b] flat or a lake. between which & sea are large sand hills. on which the surf roars (by night fine effect) fresh land is gaining. — Sand emits a shrill sound [...] Manatiba dined Temp in shade 84° our senses were refreshed by food & a more extended & prettier view: reflection very clear in the lake.”

A existência de *beachrock* em Jaconé, comentada por Darwin em 1832, passou despercebida por mais de 150 anos. Somente muito depois, na década de 1990, fragmentos de *beachrock* foram identificados por Lina Kneip em sambaquis em Saquarema (Francisco, 1995). Os clastos foram encontrados em camadas arqueológicas datadas entre 4520 +/- 190 e 3800 +/- 190 anos AP no Sambaqui da Beirada e entre 3960 +/- 190 e 3610 +/- 190 anos AP no Sambaqui do Moa. Também, Francisco *et al.* (1998) relatam a ocorrência de *beachrock* na Praia de Jaconé, apresentam sua descrição petrográfica e sedimentológica e sugerem que pelo menos parte dos clastos desta litologia encontrados em dois sambaquis da região seja proveniente do seu retrabalhamento pelas ondas na praia.



Figura 1 - (a) Afloramentos de *beachrock* em Jaconé, destacando-se a beleza da paisagem (Foto: Renato R.C. Ramos); **(b)** Conglomerado com seixos e calhaus de diabásio e de quartzo de veio (Foto: Helena Panno C. Ramos).

Figure 1 - (a) Outcrops of the *beachrock* in Jaconé, highlighting the beauty of the landscape (Photo: Renato R.C. Ramos); **(b)** Conglomerate with pebbles and cobbles of diabase and vein quartz (Photo: Helena Panno C. Ramos).

Em 2008 foi iniciado o Projeto Caminhos de Darwin (www.casadaciencia.ufrj.br/caminhosdedarwin). A iniciativa visa resgatar a história da passagem do naturalista britânico pelo Estado do Rio de Janeiro, entre abril e julho de 1832, e estimular atividades relacionadas à sua presença no estado e no país. A divulgação das informações do projeto é feita por meio de uma rede de comunicação e ações conjuntas entre os 12 municípios percorridos por Darwin, envolvendo escolas, moradores, governantes e interessados em geral. Busca-se a conformação de um roteiro turístico, com forte conteúdo científico, educacional e cultural, nos moldes da categoria dos Itinerários Culturais da UNESCO.

O roteiro de viagem do naturalista pelo interior fluminense foi levantado (Simões *et al.*, 2011) e uma pesquisa identificou os principais tipos litológicos por ele descritos. Posteriormente, foram iniciadas etapas de campo que, associadas à pesquisa bibliográfica, têm permitido a identificação e localização dos afloramentos. Com isto, foi montado um acervo de rochas, minerais, solos e sedimentos coletados ao longo do trajeto percorrido por Darwin e que se transformou em uma coleção que vem sendo exposta nos diversos municípios. Neste contexto, a Geologia tem se transformado em um forte elemento integrador de ações de divulgação da história da ciência (Mansur *et al.*, 2009). Amostras de *beachrock* de Jacané fazem parte dessa coleção e sua beleza tem despertado a atenção dos espectadores das exposições.

Decidiu-se, então, eleger este afloramento (Fig. 1) como sendo o primeiro a ser revisitado na formulação da vertente geológica da proposição dos Caminhos de Darwin como Itinerário Cultural no contexto da História da Ciência, mais de 170 anos após sua passagem e com as tecnologias atuais disponíveis para análise.

Um sítio, para que possa ser classificado como patrimônio geológico deve, necessariamente, possuir atributos geológicos relevantes segundo seu conteúdo, utilização e influência (García-Cortés, 1996) e pelo seu singular valor do ponto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico ou outro (Brilha, 2005). Como este afloramento era carente de informações científicas, foi realizado um estudo preliminar para caracterização dos depósitos segundo os aspectos faciológicos, petrográficos e geocronológicos (Mansur *et al.*, 2011). Buscou-se, desta forma, colher dados para que este geossítio possa ser enquadrado enquanto patrimônio de valor científico e pedagógico, uma vez que, do ponto de vista cultural e possibilidade de uso turístico, não há dúvidas quanto à sua importância.

Patrimônio do tipo História da Ciência

Em 9 de abril de 1832, no segundo dia de sua expedição ao interior fluminense, Darwin, antes de almoçar em Manatiba ou Mandetiba (Fig. 2), descreve a ocorrência de um arenito na praia. Mandetiba, localizada entre as lagoas de Jacané e Saquarema, é também local de ocorrência de



Figura 2 - Localização de Mandetiba, entre Jacané e Saquarema. Fonte: Cartas Topográficas da Capitania do Rio de Janeiro mandadas tirar pelo Mmo. Exm. Sr. Conde da Cunha Capitam General e Vice Rey do Estado do Brazil no anno de 1767. Acervo da Biblioteca Nacional (arquivo cart512339fo7).

Figure 2 - Location of Mandetiba, between Jacané and Saquarema. Source: Cartas Topográficas da Capitania do Rio de Janeiro mandadas tirar pelo Mmo. Exm. Sr. Conde da Cunha Capitam General e Vice Rey do Estado do Brazil no anno de 1767. Collection of Biblioteca Nacional (file cart512339fo7).

vários sambaquis, entre eles o de Manitoba, cujo nome parece derivar daquele utilizado nos séculos 18 e 19.

Aos 23 anos, Darwin teve seu primeiro contato com a floresta tropical e isto causou uma forte impressão no jovem naturalista, cuja grande afinidade com a geologia foi consolidada, principalmente, por sua admiração pelo livro *Principles of Geology* de Charles Lyell (Darwin, 1858), então recém-lançado. Recuperar as informações sobre os afloramentos citados ou descritos por Darwin em sua passagem pelo Estado do Rio de Janeiro também resgata parte da história de sua formação como naturalista.

Patrimônio pelo Conteúdo Científico e Cultural

A importância de afloramentos de *beachrock* para a identificação de variações do nível relativo do mar no Holoceno é um consenso entre os autores, dadas as suas condições de formação em linhas de praia, apesar de dúvidas lançadas sobre o local apropriado à cimentação no perfil de praia (Kellat, 2006).

A ocorrência de *beachrock* de Jaconé também pode ser utilizada para entender a ocupação humana

pré-histórica da região, pois seus fragmentos foram coletados pelos sambaqueiros, primeiros habitantes do litoral. O afloramento se classifica como Patrimônio pela possibilidade de utilização científica e cultural, por seu conteúdo sedimentar, significado paleoambiental e associação com a arqueologia.

Patrimônio pela Utilização Geoturística e Didática

Na região da Costa do Sol do Estado do Rio de Janeiro, onde se localizam Maricá e Saquarema, o dito “Turismo de Sol e Praia” é muito desenvolvido. Localmente, as características das ondas de algumas praias, como a de Itaúna, em Saquarema, fazem com que esta cidade seja sede de campeonatos de surfe, inclusive internacionais, o que amplia ainda mais o recebimento de visitantes. Ainda, pode-se visitar os painéis dos projetos Caminhos Geológicos e Caminhos de Darwin, bem como o sítio do Sambaqui da Beirada, espaço musealizado, onde os achados arqueológicos estão expostos *in situ* (Fig. 3) e que se encontra a cerca de 12 km da área de melhor observação das ocorrências de *beachrock*.



Figura 3 - (a) Painel interpretativo do projeto Caminhos Geológicos próximo à igreja de Nossa Senhora de Nazaré, patrimônio histórico, cujo prédio atual foi erguido no século 19; **(b)** Marco da passagem de Darwin em Manitoba, implantado pelo projeto Caminhos de Darwin, inaugurado com a presença do seu tataraneto Randal Keynes (a esquerda do painel); **(c)** placa de sinalização do projeto Caminhos de Darwin na Praia de Jaconé; e **(d)** Sambaqui da Beirada (Fonte da figura: Mansur *et al.*, 2011).

Figure 3 - (a) Interpretative panel of the Caminhos Geológicos (Geological Paths) project near Nossa Senhora de Nazaré church, which was built in the 19th century and is classified as historical heritage; **(b)** Milestone of Darwin's passage in Manitoba that was implanted by Caminhos de Darwin (Darwin Paths) project and inaugurated with the presence of his great-great-grandson Randal Keynes (left of the panel); **(c)** road sign of the Caminhos de Darwin project at Jaconé beach; and **(d)** Beirada shellmound (Source of figure: Mansur *et al.*, 2011).

Acredita-se ser possível estabelecer para os Caminhos de Darwin uma conexão entre os locais por onde ele passou e a ciência, permitindo que a história seja entrelaçada e o turismo científico possa se juntar ao histórico-cultural e, mesmo, o de “Sol e Praia”.

Do ponto de vista didático, o afloramento de *beachrock* de Jaconé é de alta relevância porque expõe distintas fácies sedimentares, de rara observação em um território dominado por rochas metamórficas e ígneas, como é o caso do Estado do Rio de Janeiro.

Patrimônio com Influência Internacional

As descrições geológicas efetuadas por Charles Darwin no Estado do Rio de Janeiro, e nas demais localidades por ele visitadas, se configuram como Patrimônio de Influência Internacional (García-Cortés, 1996), uma vez que é parte indissociável de sua obra e contribuirá para sua formação científica e elaboração teórica. Estas rochas e localidades não são patrimônios de estados ou países, são patrimônio da ciência com relevância mundial.

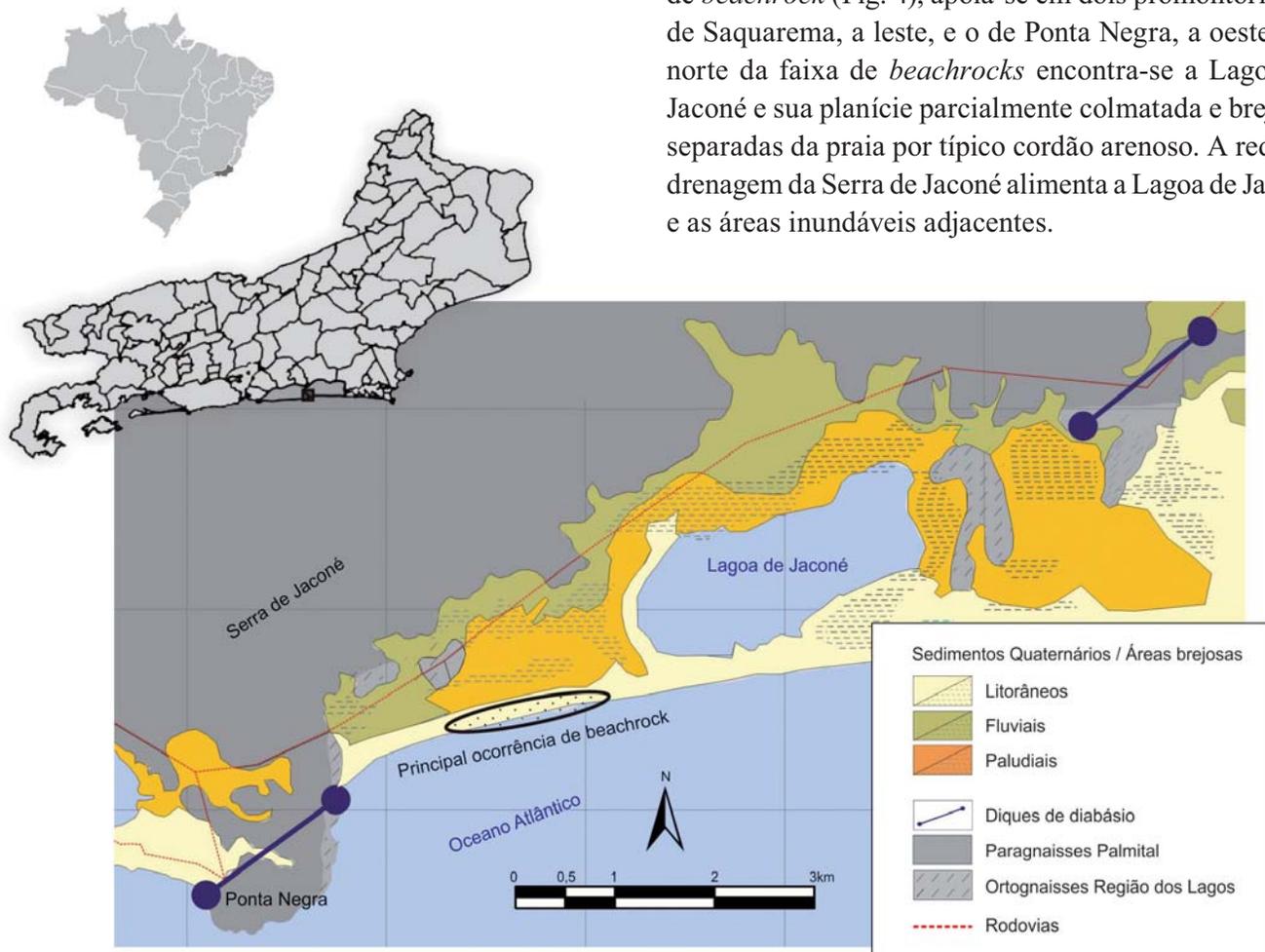


Figura 4 - Mapa geológico da região de ocorrência de *beachrock* em Saquarema e Maricá (Fonte: Mansur *et al.*, 2011 modificado de DRM, 1981).

Figure 4 - Geological map of the region of the *beachrock* occurrence in Saquarema and Maricá (Source: Mansur *et al.*, 2011 modified from DRM, 1981).

LOCALIZAÇÃO

A Praia de Jaconé localiza-se no município de Maricá (oeste) e Saquarema (leste), no Estado do Rio de Janeiro. Chega-se à praia desde o Rio de Janeiro, passando pela Ponte Rio-Niterói, e desta cidade, pela RJ-106, denominada Rodovia Amaral Peixoto. Após passar pela cidade de Maricá, entrar na RJ-118 no km 40,6 seguindo em direção a Ponta Negra. Nesta localidade seguir pela mesma estrada, por mais 3 km, até alcançar o trevo que leva à Praia de Jaconé, distante 700m deste entroncamento rodoviário. A estrada que segue a linha de costa é a RJ-102. Desde aí já é possível observar os primeiros blocos e afloramentos de *beachrock*.

As coordenadas geográficas do centróide da área do sítio são: latitude 22° 56' 30" S e longitude 42° 39' 53" W

DESCRIÇÃO DO SÍTIO

Ambiente de Praia Atual

A praia de Jaconé, onde ocorrem afloramentos e blocos de *beachrock* (Fig. 4), apóia-se em dois promontórios, o de Saquarema, a leste, e o de Ponta Negra, a oeste. Ao norte da faixa de *beachrocks* encontra-se a Lagoa de Jaconé e sua planície parcialmente colmatada e brejosa, separadas da praia por típico cordão arenoso. A rede de drenagem da Serra de Jaconé alimenta a Lagoa de Jaconé e as áreas inundáveis adjacentes.

Do ponto de vista da morfodinâmica, a Praia de Jaconé pode ser classificada como do tipo refletiva (Wright & Short, 1984 *apud* U.S. Army Corps of Engineers, 1995). Esta afirmação é corroborada pela análise granulométrica de amostra da face de praia (Fig.5), coletada em ambiente semelhante àquele interpretado como sendo o de *beachrocks*, que mostrou predominância de sedimentos na faixa de areia grossa a média (phi médio=-0,3317), grãos bem selecionados (seleção=0,4895). Não foram observados seixos e calhaus, exceto aqueles originados pelo retrabalhamento de *beachrock*, que, em geral, são discoides (oblatos), mostrando a abrasão sofrida pelo embate das ondas.

Do ponto de vista composicional, observou-se predominância de quartzo e valvas de moluscos. O teor em bioclastos, que chega a alcançar cerca de 80% dos constituintes na fração maior que areia muito grossa, vai diminuindo de percentual, até praticamente desaparecer na fração areia muito fina. O quartzo apresenta-se como grãos bem arredondados, em geral prolatos, quanto maior a granulometria. Na fração areia fina, os grãos apresentam-se angulosos a subangulosos. Inclusões sólidas são frequentes (Figs. 6a e 6b).

Fragmentos angulosos a bem arredondados de tonalidades amareladas a amarronzadas do próprio *beachrock* são observados desde as frações mais grossas até areia média (Fig. 6a). Foi observada, ainda, cimentação incipiente entre grãos de quartzo localizado sobre e dentro de fragmentos de valvas (Figs. 6c e 6d). Biotita, espinhos de equinoides e pequenos grãos de turmalina e ilmenita foram também encontrados na fração areia fina.

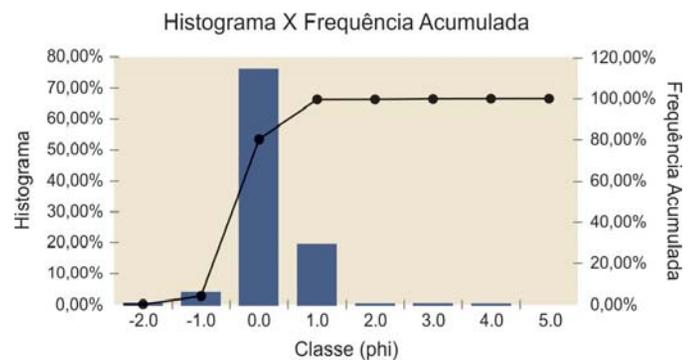


Figura 5 - Análise granulométrica da areia da praia de Jaconé, coletada nas proximidades de *beachrocks* (Fonte: Mansur *et al.*, 2011).

Figure 5 - Granulometric analysis of the Jaconé beach sand, collected near the *beachrocks* (Source: Mansur *et al.*, 2011).

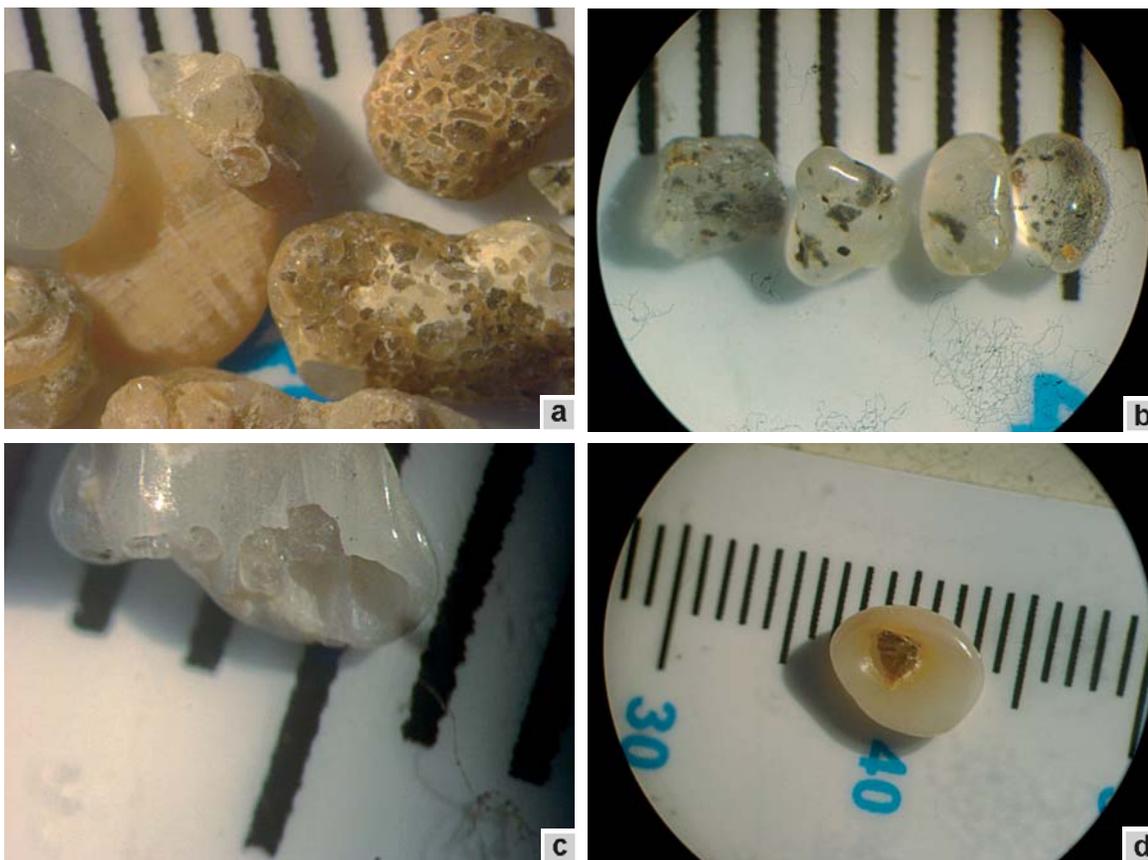


Figura 6 - Aspectos da areia da praia atual: (a) grãos arredondados de *beachrock* e de quartzo; (b) grãos de quartzo com inclusões de turmalina e opacos; (c) bioclasto aprisionando grãos de quartzo; e (d) grão de quartzo cimentado sobre bioclasto. Escala: menor divisão = 1 mm (Fonte: Mansur *et al.*, 2011).

Figure 6 - Aspects of the current beach sand: (a) rounded grains of *beachrocks* and quartz; (b) quartz grains with inclusions of tourmaline and opaque minerals; (c) bioclast trapping quartz grain; and (d) quartz grain cemented on bioclast. Scale in millimeters (Fonte: Mansur *et al.*, 2011).

Beachrock – Descrição Litofaciológica

A faixa de ocorrência mapeada de *beachrock* estende-se por, aproximadamente, 1.100m, aflorando descontinuamente ao longo da face de praia e com maior continuidade na zona de arrebentação. Por imagem de satélite (*Google Earth*, imagem de 02/04/2012) pode-se inferir uma linha contínua de cerca de 4 km ao longo da costa. No entanto, informações obtidas com surfistas da área dão conta de que o afloramento mais oriental encontra-se na porção anterior à zona de arrebentação, na região de Manitiba, porém não visível da praia. Desta forma, a ocorrência pode atingir mais de 6 km de extensão. As melhores possibilidades de visitação ocorrem nos períodos de marés baixas após grandes ressacas, quando a areia é em grande parte removida da face de praia, expondo as ocorrências de *beachrocks*.

Mansur *et al.* (2011) identificaram três litofácies na faixa de *beachrock* (Fig. 7), representativas de distintos subambientes do sistema praial:

- **Litofácies 1 (Arenitos com estratificação cruzada de baixo ângulo)**

A litofácies mais frequente é representada por arenitos com estratificação cruzada de baixo ângulo, marcada pela alternância de lâminas e de camadas centimétricas de areia média até muito grossa e de conglomerados finos a médios (Figs. 8a e 8b), com abundantes valvas de bivalvíos fragmentadas, bem como grânulos e seixos finos de quartzo arredondados a subarredondados. A boa seleção dos sedimentos, o elevado arredondamento das partículas, a predominância da fração areia grossa e, principalmente, a presença de estruturas cruzadas de baixo ângulo, sugerem deposição na face de praia.

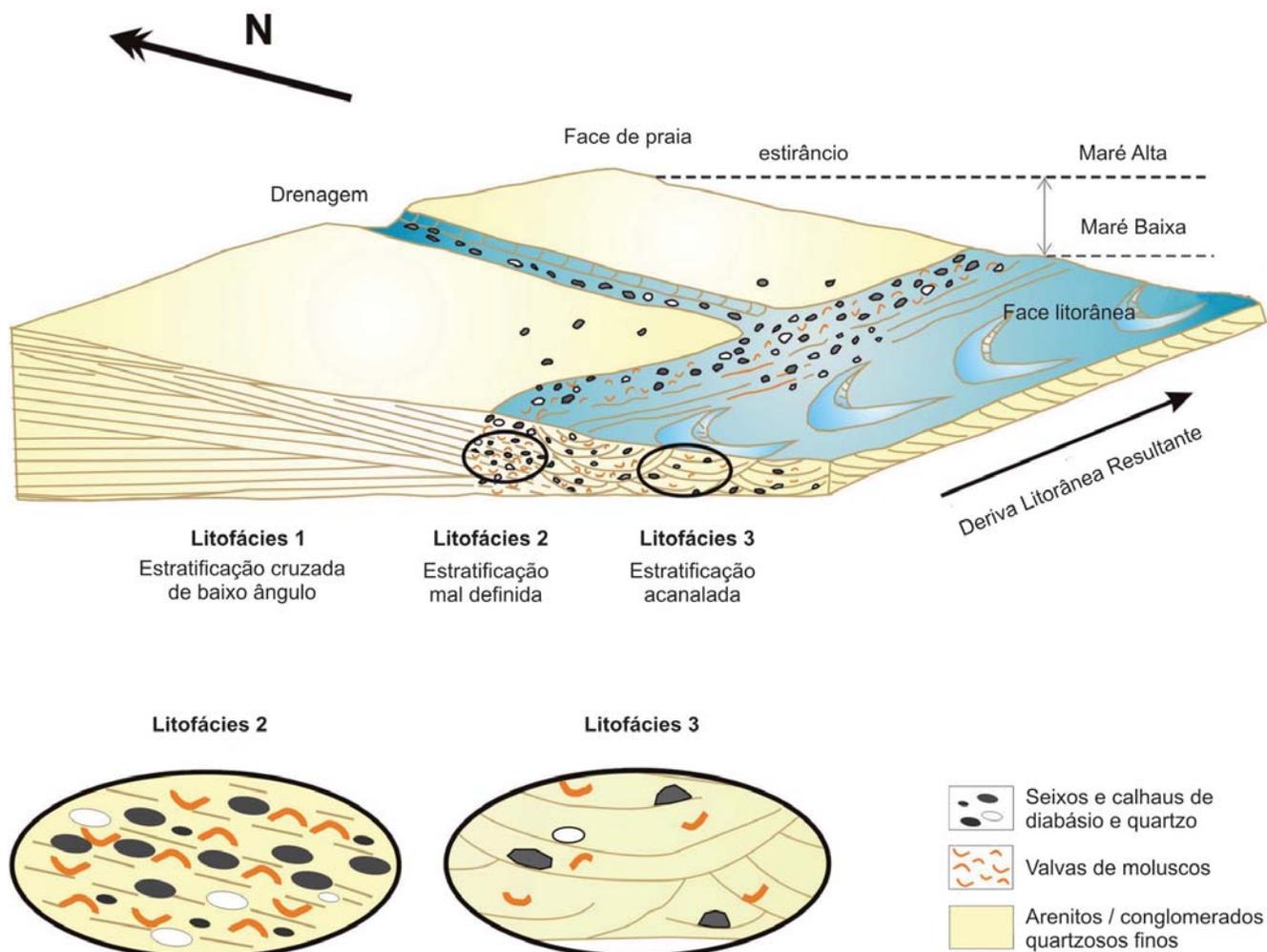


Figura 7 - Modelo esquemático da distribuição de litofácies da *beachrock* de Jaconé, segundo o perfil de praia idealizado para a área de estudo (desenho elaborado com a participação de Rachel de Medeiros Cruz).

Figure 7 - Schematic model for the distribution of the lithofacies in the *beachrock* of Jaconé, according to the beach profile devised for the study area (drawing elaborated with the participation of Rachel Medeiros Cruz).



Figura 8 - Litofácies 1. **(a)** Arenito grosso a muito grosso com estratificação cruzada de baixo ângulo (marreta = 40 cm). **(b)** Arenito grosso a muito grosso e conglomerados finos com valvas de bivalvíos fragmentadas com estratificação cruzada de baixo ângulo (martelo = 40 cm).

Figure 8 - Lithofacies 1. **(a)** Coarse to very coarse-grained sandstone with low angle cross bedding (hammer = 40 cm). **(b)** Coarse to very coarse-grained sandstone and fine conglomerates with fragments of valves of bivalves with low angle cross bedding (hammer = 40 cm).

• **Litofácies 2 (Conglomerados e coquinas com estratificação mal definida, com seixos e calhaus de diabásio)**

A mais notável litofácies da área é aquela formada por conglomerados quartzosos finos com fragmentos de valvas e coquinas com abundantes grânulos de quartzo bem arredondados, elevado conteúdo de areia grossa a muito grossa e valvas de bivalvíos inteiras e fragmentadas (Fig. 9a). Sua característica mais distintiva, no entanto, é a presença de seixos e calhaus bem arredondados de diabásio e, mais escassamente, de quartzo de veio (Fig. 9b). Os seixos e calhaus possuem diâmetros de 1 a 25 cm e ocorrem em camadas de conglomerado fino com até 50 cm de espessura, com estratificação mal definida, indicada pela orientação das valvas fragmentadas e dos seixos alongados. Subordinadamente, ocorrem conglomerados cujo arcabouço é formado por seixos e calhaus de diabásio, com matriz formada por grânulos e seixos de quartzo e valvas fragmentadas (Figs. 9c e 9d). Em alguns locais, foram registrados conglomerados desta litofácies sobre arenitos estratificados (Litofácies 1) em contato erosivo (Fig. 9e). Esta litofácies pode ser interpretada como depósito residual formado na parte inferior do estirâncio durante eventos de tempestade (“ressacas”), quando, devido ao ataque pelas ondas, haveria remoção e transporte das partículas finas para águas mais profundas (Vieira *et al.*, 2007). Segundo Célia Regina G. de Souza (comunicação verbal), seria mais provável que somente após os eventos de tempestade, em condições de tempo bom, é que haveria retrabalhamento e transporte das partículas mais finas

para jusante da deriva litorânea, processando-se assim um joeiramento do sedimento, resultando no depósito residual.

Um aspecto interessante dos afloramentos desta litofácies é a superfície facetada dos seixos e calhaus de diabásio, produzida pela ação abrasiva dos grãos de areia durante o espraiamento e refluxo das ondas (Fig. 9f).

• **Litofácies 3 (Arenitos grossos a muito grossos e conglomerados finos com estruturas cruzadas acanaladas)**

Mansur *et al.* (2011) denominaram esta litofácies de “arenitos conglomeráticos e conglomerados finos com geometria acanalada”, sendo que à época da elaboração daquele estudo, foram observados escassos registros desta litofácies. Entretanto, durante trabalho de campo realizado em julho de 2011, foram descritos diversos afloramentos e fragmentos de *beachrock* até então encobertos, o que possibilitou uma visualização mais ampla desta litofácies. Esta é caracterizada por arenitos grossos a muito grossos e conglomerados finos, com grânulos e seixos de quartzo e fragmentos de valvas, com estruturas cruzadas acanaladas de pequeno e médio porte (Figs. 10a e 10b). Sua origem pode ser atribuída à atuação de correntes longitudinais, produzindo a migração de barras arenosas de crista sinuosa, separadas da praia por um canal (Fig. 7). Supõe-se que a maior parte dos afloramentos desta litofácies esteja na zona de arrebenção atual, inacessível durante os trabalhos de campo.

Todas essas características sugerem que a morfodinâmica da paleopraia de Jaconé era intermediária, com tendências refletivas.



Figura 9 - Litofácies 2. **(a)** Aspecto de coquina estratificada com valvas de bivalvíos inteiras e fragmentadas. **(b)** Coquina com seixos de diabásio. **(c)** e **(d)** Conglomerado estratificado com seixos de diabásio e de quartzo e calhaus de diabásio e matriz de areia grossa a muito grossa com valvas de bivalvíos fragmentadas. **(e)** Conglomerado com seixos de diabásio e de quartzo concentrados na base e coquina no topo, em contato erosivo sobre arenitos com estratificação cruzada de baixo ângulo (altura do matacão ca. 80 cm). **(f)** Seixos de diabásio facetados pela abrasão causada pelo espraiamento e refluxo das ondas (largura da haste do martelo = 3 cm).

Figure 9 - Lithofacies 2. **(a)** Some aspects of the stratified coquina with whole and fragmented valves of bivalves. **(b)** Coquina with diabase pebbles. **(c)** and **(d)** Stratified conglomerate with diabase and quartz pebbles and cobble of diabase and matrix composed by coarse to very coarse sand and fragments of valves of bivalves. **(e)** Conglomerate with diabase and quartz pebbles at its bottom and coquina at the top, in erosional contact overlying sandstones with low angle cross bedding (height of boulder ca. 80 cm). **(f)** Diabase pebble shaped by abrasion from the ebb and flow of the waves (width of hammer handle = 3 cm).



Figura 10 - Litofácies 3. **(a)** Arenito com estruturas cruzadas de pequeno porte (cabeça do martelo = 17 cm). **(b)** Arenito com abundantes fragmentos de valvas com estrutura cruzada acanalada de médio porte (martelo = 30 cm).

Figure 10 - Lithofacies 3. **(a)** Sandstone with small cross bedding (head of the hammer = 17cm). **(b)** Sandstone with several fragments of shells and midsize trough-cross-stratification (hammer = 30 cm).

Petrografia

Mansur *et al.* (2011) descreveram 5 lâminas delgadas das duas principais litofácies registradas no *beachrock* de Jaconé, quais sejam, a Litofácies 1 (4 lâminas: JAC 1, JAC 2, JAC 3 e JAC 4) e a Litofácies 2 (1 lâmina: JAC 5). Foram analisados os aspectos texturais e composicionais do *beachrock*, bem como os processos diagenéticos, com ênfase na cimentação. Cabe ressaltar que as lâminas não foram impregnadas e que foram contados 300 pontos para definir a composição mineralógica.

- Litofácies 1: Constituem arenitos médios a muito grossos com grânulos, compostos predominantemente por grãos de quartzo subangulosos a arredondados, com seleção moderada a boa (Fig. 11a), contendo quantidade subordinada de bioclastos, feldspatos e de litoclastos. Predominam amplamente quartzo com extinção reta e, subordinadamente, com extinção suave ondulante ou ondulante forte. São comuns quartzos com inclusões sólidas de zircão, biotita e turmalina, e escassos aqueles com inclusões fluidas. A fração quartzosa fina a média apresenta grãos subarredondados a subangulosos, sendo que os grãos grossos/muito grossos e grânulos são normalmente arredondados a muito bem arredondados. Segundo Mansur *et al.* (2011), o quartzo nesta litofácies apresenta percentagens entre 55 e 57% e, extraindo-se da contagem o cimento e a porosidade, a quantidade varia de 80 a 94% (Figs. 11 e 12). Entre os feldspatos, predominam grãos subangulosos de microclina, normalmente sem alteração, ocorrendo subordinadamente o ortoclásio e, raramente, plagioclásio. Os fragmentos líticos são bastante escassos, normalmente tamanho grânulo,

predominando os de origem plutônica (pegmatitos), compostos por microclina e quartzo. A quantidade de bioclastos no arcabouço varia de 1 a 17%, sendo normalmente constituídos por valvas fragmentadas com as bordas arredondadas, fortemente orientadas, que formam a maior parte da fração mais grossa dos arenitos. Entre os minerais acessórios, foi observada biotita, turmalina, piroxênio, anfíbólio, zircão, além de muscovita e opacos. O tipo de cimento carbonático mais comum nos arenitos desta litofácies é representado pelas franjas isópacas prismáticas (*isopachous prismatic rims*), formadas por cristais prismáticos diminutos dispostos perpendiculares à superfície dos grãos do arcabouço (Fig. 13b). Segundo Longman (1980), as franjas isópacas indicam a precipitação de carbonato de cálcio em zona freática marinha ativa, onde a água salgada percolou pelo sedimento através das marés, ondas ou correntes. Já a amostra JAC 1 apresenta cimento caracterizado por cristais aproximadamente equantes (*equant spar*), com diâmetros médios entre 15 e 30 μm , que preenchem quase que completamente o espaço intergranular, proporcionando porosidade reduzida (Fig. 13c). Este tipo de cimento, quando composto de calcita magnesiana, indica precipitação em ambiente predominantemente marinho raso (Longman, 1980). Quando constituído por calcita com baixo teor de magnésio, este indica cimentação através de águas meteóricas.

- Litofácies 2: A única lâmina descrita por Mansur *et al.* (2011) mostra um conglomerado fino moderadamente selecionado, com a fração grossa representada por grânulos de quartzo arredondados e bioclastos (Figura 11d). Há um forte predomínio de clastos de

	Lif	Qz	F	Lit	Bioc	Bi	Tu	Py/Anf	Zi	Cim	Poros
JAC 1	1	57	1,4	0,3	12			0,3		29	
JAC 2	1	57	2,3		1				0,3	31,7	7,7
JAC 3	1	55,7	3,7		5	0,3	0,3			28,7	6,3
JAC 4	1	55,7	4,3	0,3	4,7					13,7	21,3
JAC 5	2	48,4	0,3	3,7	25			0,3		20	2,3

Figura 11 - Percentagem de grãos do arcabouço, cimento e porosidade de *beachrocks* de Jaconé (Fonte: Mansur *et al.*, 2011).

Figure 11 - Percent of grains in the framework, cement and porosity of the beachrocks of Jaconé (Source: Mansur *et al.*, 2011).

	Lif	Qz	F	Lit	Bioc	Bi	Tu	Py/Anf	Zi
JAC 1	1	80,2	1,9	0,5	16,9			0,5	
JAC 2	1	94	3,8		1,7				0,5
JAC 3	1	85,7	5,6		7,7	0,5	0,5		
JAC 4	1	85,7	6,6	0,5	7,2				
JAC 5	2	62,3	0,4	4,7	32,2			0,4	

Figura 12 - Percentagem de grãos do arcabouço dos *beachrocks* de Jaconé (Fonte: Mansur *et al.*, 2011).

Figure 12 - Percent of grains in the framework of the beachrocks of Jaconé (Source: Mansur *et al.*, 2011).

Lif: Litofácies
Qz: Quartzo
F: Feldspato
Lit: Líticos
Bioc: Bioclastos
Bi: Biotita
Tu: Turmalina
Py: Piroxênio
Anf: Anfibólio
Zi: Zircão
Cim: Cimento

quartzo, com amplo domínio de grãos monocristalinos sobre os policristalinos, e da extinção reta sobre a suave ondulante. A fração areia grossa/muito grossa e grânulo apresentam clastos arredondados a muito bem arredondados, e a fração areia fina/média, clastos arredondados a subangulosos. Os bioclastos, como na Litofácies 1, são formados quase que exclusivamente por valvas de bivalvíos fragmentadas tamanho grânulo até seixo fino (4 a 8 mm sensu Blair & McPherson, 1999). O feldspato é escasso, formado principalmente por microclina, bem como os líticos, representados por grânulos e seixos finos de fragmentos de rocha pegmática ácida. Cabe ressaltar que não foram observados clastos de diabásio. Foi observado um clasto tamanho areia grossa, possivelmente oriundo de *beachrock* mais antigo, composto por um grão de quartzo e fragmentos bioclásticos, cimentados por carbonato micrítico (Fig. 13e). Foram ainda descritos grãos de zircão, hiperstênio, biotita e opacos. O processo de cimentação nesta litofácies aparenta ser mais complexo que na anterior. Segundo Mansur *et al.* (2011), o cimento constitui 20% do volume total da rocha e a porosidade intergranular é bastante reduzida (Fig. 11). Predomina cimento micrítico de coloração castanha, formando agregados pseudo-peloidais (*pseudo-peloidal aggregates*) com formas subsféricas a elípticas (Fig. 13f), diâmetros entre 15 e 35 μm , e recobertas por franjas descontínuas de pequenos

cristais prismáticos. Também ocorrem poros preenchidos por cimento micrítico maciço. A franja que envolve os clastos pode ser classificada da mesma forma que na Litofácies 1, como formada na zona freática marinha ativa. A origem do cimento pseudo-peloidal, segundo Vieira & De Ros (2006), deve-se a repetidas nucleações de calcita submicrocristalina ao redor de centros de crescimento, por processos exclusivamente físico-químicos ou com participação biológica. A presença de pequenos cristais prismáticos ao redor dos agregados pode indicar evaporação de água salgada retida nos poros em condições subaéreas.

Datação pelo Método do ^{14}C

Mansur *et al.* (2011) selecionaram uma amostra do *beachrock* da Litofácies 2, rica em conchas de bivalvíos inteiras ou pouco retrabalhadas, para datação pelo método do radiocarbono no Centro de Estudos Isotópicos Aplicados (CAIS), Universidade da Geórgia (Athens, USA). A concentração de ^{14}C nas amostras foi determinada pela técnica AMS e as idades radiocarbônicas obtidas foram calibradas empregando-se o programa *Radiocarbon Calibration Program (CALIB)* versão 5.02 (2005) (Stuiver & Reimer, 1993). Os resultados obtidos mostraram que os fragmentos de valvas em *beachrock* têm idade de 8198-7827 cal AP e o cimento de 6008-5786 cal AP.

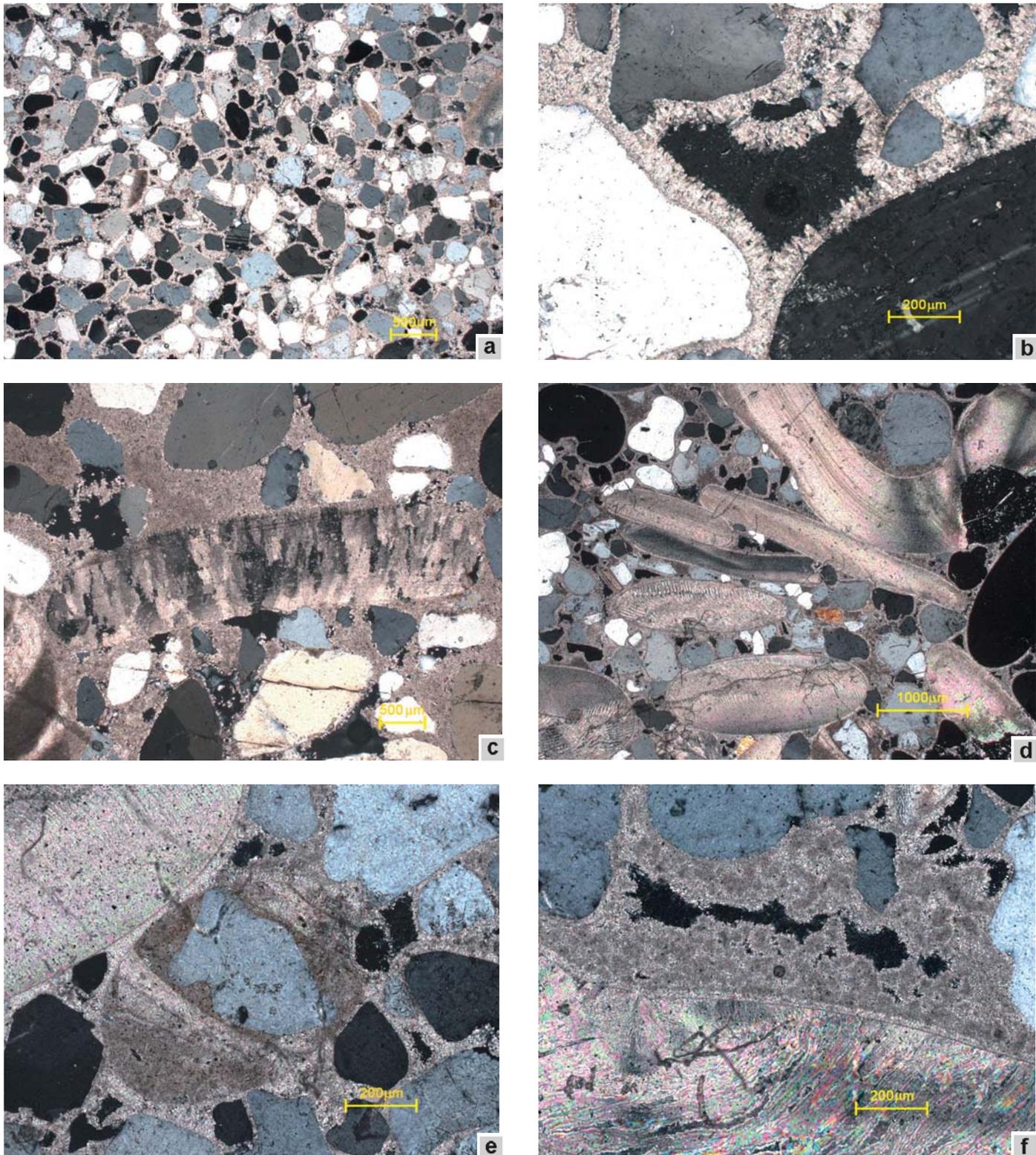


Figura 13 - Petrografia (a) JAC 1, polarizador cruzado: arenito médio quartzoso, moderadamente selecionado, com grãos de quartzo monocristalino subangulosos a subarredondados e, subordinadamente, bioclastos. (b) JAC 1, polarizador cruzado: cimento do tipo franja isópaca prismática. (c) JAC 1, polarizador cruzado: cimento do tipo equant spar preenchendo a porosidade intergranular; ao centro, quartzo com inclusão de turmalina. (d) JAC 3, polarizador cruzado: bioclastos tamanho grânulo e seixo fino bem arredondados em arenito da Litofácies 2. (e) JAC 3, polarizador descruzado: grão arredondado de ocorrência mais antiga de *beachrock* (f) JAC 3, polarizador descruzado: poro parcialmente preenchido por cimento do tipo agregado pseudo-peloidal (Fonte da figura: Mansur *et al.*, 2011).

Figure 13 - Petrography. (a) JAC 1, crossed polarizer: medium-grained quartz sandstone, moderately sorted, with subangular to subrounded monocrystalline quartz grains and subordinate bioclasts. (b) JAC 1, crossed polarizer: isopachous prismatic rim cement type. (c) JAC 1, crossed polarizer: equant spar cement type filling the intergranular porosity; in the centre of the view there is quartz with inclusion of tourmaline. (d) JAC 3, crossed polarizer: grained granule to fine pebble bioclasts well-rounded in the sandstone of the Lithofacies 2. (e) JAC 3, plane-polarizer light mode: rounded grain of an ancient beachrock. (f) JAC 3, plane-polarizer light mode: pore partially filled by pseudo-peloidal aggregate cement type (Source: Mansur *et al.*, 2011).

SINOPSE SOBRE A ORIGEM, EVOLUÇÃO GEOLÓGICA E IMPORTÂNCIA DO SÍTIO

A idade dos fragmentos de bivalvíos em *beachrock* (8198-7827 cal AP) indica que a paleopraia tenha sido formada neste período. O baixo retrabalhamento dos bioclastos sugere que estes não são muito mais antigos que a idade *radiocarbônica*. A rocha praial (*beachrock*) de Jaconé se formou há cerca de 6000 anos AP (6008-5786 cal AP), datado através de seu cimento carbonático. A cerca de 8000 anos AP, o nível relativo do mar estava abaixo do atual, o que é corroborado pela concentração de afloramentos de *beachrock* no terraço de maré baixa e/ou na zona de arrebatção. As idades obtidas qualificam a ocorrência como uma das mais antigas datadas no Estado do Rio de Janeiro.

Ao longo da praia, em pouco mais de 1100m de extensão, podem ser observados blocos e afloramentos, a partir dos quais foram descritas três variedades de *beachrocks*, denominadas litofácies. A Litofácies 1 é composta por arenitos com estratificação cruzada de baixo ângulo, marcada pela alternância centimétrica de areia média a muito grossa e de conglomerados finos (figuras 7a e 7b), com abundantes fragmentos de conchas marinhas. A homogeneidade na granulometria dos sedimentos, o elevado arredondamento das partículas e a predominância de areia grossa, sugerem deposição na parte superior da face de praia (ver Fig. 8).

A Litofácies 2 é composta por conglomerados e coquinas com estratificação mal definida, com seixos e calhaus arredondados de diabásio e, mais escassamente, de quartzo de veio (Figs. 9b, 9c, 9d). Esta litofácies pode ser interpretada como formada na parte inferior da face de praia (ver Fig. 8), durante eventos de tempestade (“ressacas”), onde, devido ao ataque das ondas, houve remoção e transporte das partículas finas para águas mais fundas.

A Litofácies 3 corresponde a arenitos grossos a muito grossos e conglomerados finos com estruturas cruzadas acanaladas de pequeno e médio porte (Figs. 10a e 10b). Esta litofácies pode ser relacionada à migração de megaondulações arenosas através da atuação de correntes de deriva litorânea (Fig. 8).

As informações obtidas a partir da análise em microscópio petrográfico destas rochas ajudam a confirmar as observações de campo e acrescentam dados importantes sobre sua composição, ambiente de deposição e cimentação. Os tipos de cimentação identificados indicam precipitação de CaCO_3 em zona freática marinha ativa, sob a ação de marés, correntes ou ondas, produzidos por processos exclusivamente físico-químicos ou com participação biológica. Cabe ressaltar que o estudo do processo de cimentação ainda tem caráter preliminar,

sendo necessária petrografia mais aprofundada, bem como análises químicas e de microscopia eletrônica dos cimentos.

Trabalho de campo na região que vai do sopé da Serra de Jaconé até a região de ocorrência de *beachrocks* mostrou a existência de pelo menos três afloramentos de corpos pegmatíticos com dimensões métricas e vários grandes blocos rolados de quartzo, além da presença de clastos rolados nos pequenos rios que descem da serra. Esta, portanto, pode ser a origem de parte dos seixos e calhaus de quartzo encontrados no conglomerado. Entretanto, nenhum afloramento ou clastos de diabásio foi encontrado, apesar dos seixos e calhaus desta litologia predominarem sobre os de quartzo em *beachrocks* conglomeráticas.

No entanto, na região ocorrem dois afloramentos de diques básicos (Fig. 4), um na Ponta Negra e outro próximo à Lagoa de Jaconé, separados por uma área de cobertura holocênica, e que, se unidos por uma linha, podem ser interpretados como um único corpo subjacente à área de ocorrência de *beachrocks*. Antes da deposição dos sedimentos que vieram a formar *beachrock*, o nível relativo do mar esteve bem abaixo do atual, resultando uma paisagem bem distinta (Fig. 14). Durante o período em que o nível do mar estava mais baixo (este teria alcançado o nível atual há cerca de 7000 anos AP) uma parte significativa da planície costeira de Jaconé não era colmatada por sedimentos, sendo provavelmente dissecada pelo baixo curso das drenagens que desciam da serra. Nesse contexto, afloravam rochas do embasamento cristalino e o grande dique de diabásio, que sofria intemperismo químico do tipo esfoliação esferoidal, produzindo uma grande quantidade de seixos e calhaus arredondados, que eram removidos pela ação fluvial. Foi registrado durante os trabalhos de campo que os clastos de diabásio estão restritos e concentrados na faixa de *beachrock* a dois trechos com cerca de 40-50m de comprimento cada, separados por quase 500m. Tal aspecto sugere a presença de ao menos duas desembocaduras fluviais que transportavam os clastos para a paleopraia. Assim, durante a deposição dos sedimentos que formaram *beachrock*, teria havido uma grande disponibilidade de clastos de diabásio ao longo de toda a área atravessada pelo dique, que foram retrabalhados e depositados pela ação das ondas. Em relação aos clastos de quartzo leitoso presentes em *beachrock*, uma parte significativa destes podem ter sido originada de modo semelhante aos clastos de diabásio, ou seja, através do intemperismo do embasamento cristalino adjacente então exposto, e de sua erosão e retrabalhamento por processos fluviais e/ou marinhos.

Observou-se que os sedimentos da praia atual diferem dos registrados em *beachrock*, principalmente no



Figura 14 - Reconstituição paleoambiental da praia de Jaconé explicando a origem dos clastos de diabásio em *beachrock*. Observar que o dique de diabásio, então exposto, foi erodido pelos cursos d'água que chegavam à praia, num momento anterior à consolidação da paleopraia. Paleoartista: Matheus Grimião. Ilustração: técnica mista sobre papel.

Figure 14 - Palaeoenvironmental reconstruction of the Jaconé beach showing the origin of the clasts of diabase in the beachrock. Note that the diabase dyke, exposed at that time, was eroded by the watercourses which arrived at the beach, prior to the consolidation of the palaeobeach. Palaeoartist: Matheus Grimião. Illustration: mixed technique on paper.

que se refere à ausência de seixos e calhaus, bem como a escassez relativa de fragmentos de bivalvíos. A Litofácies 1 de *beachrock* apresenta moda granulométrica superior aos sedimentos observados na face de praia atual, o que pode significar um ambiente praias mais energético no passado. A Litofácies 2, conglomerática, corrobora essa interpretação, entretanto, o fato da praia atual não conter seixos e calhaus, e a paleopraia sim, pode representar apenas uma maior disponibilidade destes fragmentos no passado.

Destaca-se, também, a importância ecológica destes afloramentos e blocos, que criam ambientes propícios para elevada concentração de pescado e desenvolvimento de mexilhões, o que pode ter sido um atrativo para os sambaquieiros no passado como é para os pescadores atuais.

Finalmente, é inegável o enquadramento destas rochas praias como patrimônio geológico, seja pela sua importância histórica e cultural, seja pelas informações geológicas que ela pôde fornecer. A ocorrência se constitui como patrimônio geológico do tipo geomorfológico (paisagem), sedimentar (fácies e estruturas), paleoambiental (posicionamento de praia pretérita), petrológico (posicionamento do dique de diabásio), além de arqueológico (presença nos sambaquis). Por tudo isto e pela sua inserção no contexto da história da ciência (descrito por Charles Darwin em 1832), o sítio tem importância internacional e valor científico, cultural, didático e ecológico.

MEDIDAS DE PROTEÇÃO

Vulnerabilidade do Sítio a Degradação Ambiental

O sítio se encontra na zona de arrebatção da praia de Jaconé, sendo que seu limite oeste localiza-se próximo ao costão rochoso da Ponta Negra e o limite leste em frente à rua de acesso ao centro da vila de Jaconé (esta informação foi dada por surfistas, já que nesta área não é possível observar *beachrocks* na linha de praia). *Beachrocks* são importantes na manutenção do perfil de praia, protegendo-a da ação das fortes ondas deste trecho do litoral e, assim, impedindo a erosão costeira.

Está em excelente estado de conservação. Acreditava-se que não estivesse sujeito à degradação antrópica, considerada a impossibilidade legal de construção em APPs – Áreas de Preservação Permanente, como são as praias, relacionadas na Resolução CONAMA 303/2000, artigo 3º item XV, e costões rochosos, ambos protegidos pela Constituição do Estado do Rio de Janeiro de 1989, artigo 268 item II. A erosão marinha, pelo embate das fortes ondas locais, era considerada a maior ameaça à conservação do sítio.

No entanto, a partir de 2010, começaram a surgir notícias sobre a construção de empreendimentos na

área. Primeiramente, foi publicado na imprensa o interesse de uma empresa em construir um estaleiro e, no final de 2011, um porto petroleiro foi anunciado como projeto para escoamento da produção do COMPERJ – Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro, em fase de construção em Itaboraí e distante cerca de 60 km. Em 2012 um projeto de porto e estaleiro está em discussão junto ao órgão de licenciamento ambiental. O projeto apresentado apoia-se em parte do costão, prevê o aterro de 60 ha de praia e de área hoje submersa, inclusive de porção de *beachrocks*.

A construção de espigões ou atracadouros perpendiculares à linha de praia para atender às necessidades do porto, pode levar à erosão costeira em parte da praia e, da mesma maneira, criar zonas de sedimentação, desequilibrando o perfil atual.

A Prefeitura de Maricá e o Governo do Estado apoiam o empreendimento.

Medidas Previstas

Foi realizado o levantamento geológico apresentado neste trabalho, atualizando em alguns aspectos o trabalho publicado recentemente na Revista Brasileira de Geociências (Mansur *et al.*, 2011). Esta ação é fundamental para dar credibilidade científica ao geossítio.

Por outro lado, a publicação do sítio pela SIGEP se constitui em importante passo para seu reconhecimento patrimonial. Pretende-se, ainda, instalar um painel do projeto Caminhos Geológicos / Caminhos de Darwin na localidade.

A despeito da legislação de proteção, entende-se que é importante a divulgação deste afloramento para que possa ser arregimentado apoio para sua proteção. A existência do sítio já foi apresentada em palestras para comunidades locais e ambientalistas, que organizaram o

movimento “SOS Jacocé. Porto não”. Eles se mobilizam por meio das redes sociais e já realizaram protestos contra a construção do empreendimento e a favor da proposta do Geoparque Costões e Lagunas do Rio de Janeiro (Fig. 15), onde este geossítio foi inserido no inventário (Mansur, 2010; Mansur *et al.*, 2012) e entre os pontos do roteiro para visita geoturística.

O órgão ambiental do Estado, o INEA – Instituto Estadual do Ambiente, já vem recebendo informações sobre esta ocorrência de *beachrock* na forma de subsídios para o possível futuro processo de licenciamento ambiental do empreendimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Assis, H.M.B., Amaral, R.F., Manso, V.A.V. 1990. Caracterização dos “beach rocks” do litoral sul de Pernambuco com base em evidências petrográficas e isotópicas. In: SBG, Cong. Bras. Geologia, 34, Anais, v.2, p.635-646.
- Bates, R.L., Jackson, J.A. 1987. Glossary of Geology, 3rd Edition. American Geological Institute, Alexandria, VA, 788p.
- Blair, T., McPherson, J.G. 1999. Grain-size and textural classification of coarse sedimentary particles. *Journal of Sedimentary Research*, 69(1):6-19.
- Brilha, J. 2005. Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Palimage Editores, Braga, 190p.
- Carneiro, C.F.A.G. 2007. A Constituição de Patrimônios Naturais e o Tombamento da Serra do Mar no Paraná. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná. 577p.
- Carvajal, D.J., González, A. 2003. La contribución del patrimonio geológico y minero al desarrollo sostenible. In: Villas-Boas, R.C., Martínez, A.G., Albuquerque, G.A.S.C. (eds.). *Patrimonio Geológico y minero en el contexto del Cierre de Minas*. Rio de Janeiro: CNPq/CYTED. p.27-49.



Figura 15 - Fotografias do protesto realizado contra a construção do porto e estaleiro pela população local em 8 de setembro de 2012 (Fotos: Ana Paula de Carvalho do Movimento Luto por Maricá).

Figure 15 - Protest demonstration by the local population against the port and shipyard construction, September 8th 2012 (Photos: Ana Paula de Carvalho of the Mourning for Maricá Movement).

- Castro, J.W.A., Suguio, K., Ramos, R.R.C., Tenório, M.C. 2009. Indicadores de oscilações do nível relativo do mar em Arraial do Cabo – Rio de Janeiro na transição entre o Pleistoceno e o Holoceno. In: ABEQUA, Cong. da ABEQUA, 12, Anais, p.85.
- Darwin, C. R. 1832. Rio de Janeiro excursion city. M. Video Bahia Blanca. Beagle field Notebook Disponível em: <http://darwin-online.org.uk/content/frameset?itemID=EH1.10&viewtype=text&pageseq=1> Acessado em 27 jan 2010.
- Darwin, C.R. 1841. On a remarkable bar of sandstone off Pernambuco, on the coast of Brazil. Edimburgh and Dublin Philosophical Magazine, 19:257-260.
- Darwin, C. R. 1842. The structure and distribution of coral reefs. Being the first part of the geology of the voyage of the Beagle, under the command of Capt. Fitzroy, R.N. during the years 1832 to 1836. Smith Elder and Co., London, 214p.
- Darwin, C.R. 1844. Geological observations on the volcanic islands visited during the voyage of H.M.S. Beagle, together with some brief notices of the geology of Australia and the Cape of Good Hope. Being the second part of the geology of the voyage of the Beagle, under the command of Capt. Fitzroy, R.N. during the years 1832 to 1836. London: Smith Elder and Co. 648p.
- Darwin, C. R. 1858. The autobiography of Charles Darwin 1809-1882. Collins, London, 250p.
- DRM - Departamento de Recursos Minerais. 1981. Mapa Geológico de Ssquarema. SF-23-Z-B-V-4. Niterói, escala 1:50.000.
- Dias, G.T.M., Gorini, M.A., Gallea, C.G., Espindola, C.R.S., Mello, S.M., Dellapiazza, H., Castro, J.R.J.C. 1982. Bancos de Arenito de Praia (beach rocks) submersos na Plataforma Continental SE Brasileira. In: SBG, Cong. Bras. Geologia, 32, Anais, v.4, p.1540-1546.
- Dias, G.T.M., Silva, C.G. 1984. Geologia de depósitos arenosos costeiros emersos - exemplos ao longo do litoral fluminense. In: UFF, Simp. sobre Restingas Brasileiras, 1, Anais, p.47-60.
- Francisco, B.H.R. 1995. Ocorrência de Seixos de Arenitos de Praia nos Sambaquis do Moa e da Beirada e a Variação do Nível do Mar no Litoral de Ssquarema (RJ). In: SBG, Cong. da ABEQUA, 5, Resumos, p.42-45.
- Francisco, B.H.R. 1998. O Homem e a Geo-História da Região de Ssquarema. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 277p.
- Francisco, B.H.R., Andrade, W.A., Machado, S. 1998. Arenito de Praia de Jaconé (RJ) e sua Relação com o Material Lítico dos Sambaquis de Ssquarema (RJ). In: SBG, Cong. Bras. Geologia, 40, Anais, p.417.
- Francisco, B.H.R., Goes, M.H.B. 1989. Geologia e Geomorfologia do Quaternário da Baixada de Sepetiba (RJ). In: Cong. da ABEQUA. Publ. Especial n. 01, p.13.
- Freeman, R.B. 1977. The Works of Charles Darwin: an Annotated Bibliographical Handlist. Disponível em <http://darwin-online.org.uk/content/frameset?viewtype=text&itemID=A1&pageseq=1>. Acessado em 27 jan. 2010.
- García-Cortés, A.G. 1996. Inventario del Patrimonio Geológico. In: Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Sociedad Española de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio, Comisión de Patrimonio Geológico de la Sociedad Geológica de España (ed.). El Patrimonio Geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización. Serie Monografías, p.53-60.
- Kelletat, D. 2006. Beachrock as Sea-Level Indicator? Remarks from a Geomorphological Point of View. Journal of Coastal Research, 22(6):1558-1564.
- Kowsmann, R.O., Costa, M.P.A. 1979. Sedimentação quaternária da margem continental brasileira e áreas oceânicas adjacentes. Projeto REMAC. Mapa faciológico dos sedimentos superficiais da plataforma; e da sedimentação quaternária no oceano profundo. PETROBRÁS, CENPES, DINTEP Rio de Janeiro, Série Projeto REMAC, 8, 55p.
- Longman, M.W. 1980. Carbonate diagenetic textures from nearsurface diagenetic environments. The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 64:461-487.
- Macedo, A.C.M. 1971. Testemunhos geológicos da evolução do litoral no Estado da Guanabara. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 3/4: 832.
- Mansur, K.L. 2010. Diretrizes para Geoconservação do Patrimônio Geológico do Estado do Rio de Janeiro: o caso do Domínio Tectônico Cabo Frio. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 214p.
- Mansur, K.L., Brito, F., Nascimento, V.M.R., Ramos, R.R.C. 2009. Uma exposição de rochas e minerais para divulgação da história da ciência e para o conhecimento: a Geologia no trajeto de Charles Darwin no Estado do Rio de Janeiro. In: SBG, Simp. Geol. Sudeste, 11, Anais, p. 116.
- Mansur, K.L., Ramos, R.R.C., Godoy, J.M.O., Nascimento, V.M.R. 2011. Beachrock de Jaconé, Maricá e Ssquarema – RJ: importância para a história da ciência e para o conhecimento geológico. Revista Brasileira de Geociências, 41(2): 290-303.
- Mansur, K.L.; Guedes, E.; Alves, M.G.; Nascimento, V.; Pressi, L.F.; Costa Jr., N.; Pessanha, A.; Nascimento, L.H.; Vasconcelos, L.H. 2012. Geoparque Costões e Lagunas do Rio de Janeiro (RJ). In: Schobbenhaus, C. & Silva, C.R. Geoparques do Brasil: Propostas. CPRM – Serviço Geológico do Brasil, Rio de Janeiro, Volume 1, p. 687-745.
- Martins, L.R., Urien, C.M., Martins, I.R. 2005a. Gênese dos sedimentos da Plataforma Continental Atlântica entre o Rio Grande do Sul (Brasil) e Tierra del Fuego (Argentina). Gravel, 3:85-102.
- Martins, L.R., Martins, I.R., Urien, C.M. 2005b. Sand Bodies of the Santa Catarina Inner Continental Shelf, Brazil. Gravel, 3:103-108.
- McCubbin, D.G. 1992. Barrier Islands and Strand-Plain Facies. In: Scholle, P.A., Spearing, D. (eds.). Sandstone Depositional Environments. AAPG, p. 247-279.
- Moreira, I.C., Brito, M.F., Mansur, K.L. 2009. Darwin - um roteiro turístico, educacional e científico no estado do

- Rio de Janeiro, Brasil. In: USP, Simpósio de Pesquisa em Ensino e História de Ciências da Terra, 2, CD-ROM, 10p.
- Muehe, D., Ignarra, S. 1984. Arenito de praia submerso em frente à praia de Itaipuaçu - RJ. SBG, Cong. Bras. Geologia, 33, Anais, p.341-348.
- Muehe, D., Valentini, E. 1998. O Litoral do Estado do Rio de Janeiro: uma caracterização físico-ambiental. Fundação de Estudos do Mar. GTZ. Rio de Janeiro, 96p.
- Muehe, D., Lima, C.F., Lins-de-Barros, F.M. 2007. Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro: Rio de Janeiro. Ministério do Meio Ambiente, p. 267-296.
- Oliveira, M.I.M., Bagnolli, E., Farias, C.C., Nogueira, A.M.B., Santiago, M. 1990. Considerações sobre a geometria, petrologia, sedimentologia, diagênese e idades dos beachrocks do Rio Grande do Norte. In: SBG, Cong. Bras. Geologia, 34, Anais, v.2, p.621-634.
- Russel, R.J. McIntire, W.G. 1965. Beach cusps. Geological Society of America Bulletin, 76:307-320.
- Savi, D.C., Tenório, M.C., Calippo, F.R., Toledo, F.A.L., Gonzalez, M.M.B., Afonso, M.C. 2005. Beachrock e o Sambaqui da Ilha do Cabo Frio. In: ABEQUA, Cong. da ABEQUA, 10, Resumos, 4p.
- Simões, L.C., Mansur, K.L., Brito, M.F. 2011. O mapa dos Caminhos de Darwin no Rio de Janeiro: Implantação de um projeto de popularização da história da ciência. In: Scientiarum Historia, IV, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Anais, p. 1-7.
- Stuiver M., Reimer, P.J. 1993. Extended 14C Data Base and Revised Calib 3.014c Age Calibration program. Radiocarbon, 35(1):215-230.
- Vieira, M.M., De Ros, L.F. 2006. Cementation patterns and genetic implications of Holocene beachrocks from northeastern Brazil. Sedimentary Geology, 192:207-230.
- Vieira, M.M., De Ros, L.F., Bezerra, F.H.R. 2007. Lithofaciology and palaeoenvironmental analysis of Holocene beachrocks in Northeastern Brazil. Journal of Coastal Research, 23(6):1535-1548.
- Vousdoukas, M.I., Velegrakis, A.F., Plomaritis, T.A. 2007. Beachrock occurrence, characteristics, formation mechanisms and impacts. Earth-Science Reviews, 85:23-46.
- U.S. Army Corps of Engineers. 1995. Coastal Geology CECW-EG Engineer Manual 1110-2-1810. 297p.
- Wright L.D., Short A.D. 1984. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. Marine Geology, 56: 93-118.

* Publicado na Internet em 20/11/2012 no endereço <http://sigep.cprm.gov.br/sitio060/sitio060.pdf>

¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Depto de Geologia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil (katia@geologia.ufrj.br).

² Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, Depto de Geologia e Paleontologia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil (rramos@mn.ufrj.br).

³ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Depto de Geologia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil (giselegeologiarj@gmail.com).



KÁTIA LEITE MANSUR

Possui graduação em Geologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1981) e doutorado pela mesma universidade (2010). Desde maio de 2011 é Professor Adjunto do Departamento de Geologia da UFRJ. É professor colaborador (disciplina Geoconservação) do Curso de Especialização em Geologia do Quaternário do Museu Nacional-UFRJ. Tem experiência na área de Geologia Ambiental, Hidrogeologia, Geoconservação e Popularização da Ciência. Coordenou o Projeto Caminhos Geológicos do DRM-RJ desde sua inauguração em 2001 até 2011. Faz parte da coordenação do Projeto Caminhos de Darwin no Estado do Rio de Janeiro e atualmente é vice-diretora do Museu da Geodiversidade. Faz parte, também, do grupo de gestão da proposta do Geoparque Costões e Lagunas do Rio de Janeiro.



RENATO RODRIGUEZ CABRAL RAMOS

Possui graduação em Geologia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1988), mestrado (1998) e doutorado (2003) pelo Programa de Pós-graduação em Geologia do Instituto de Geociências (IGEO), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Tem experiência na área de Geologia Sedimentar, atuando principalmente na evolução das bacias do segmento central do Rifte Continental do Sudeste do Brasil, bem como em Petrologia Sedimentar, Geologia Antártica, Geoconservação e Espeleologia. Desde 2007 é Professor Adjunto do Departamento de Geologia e Paleontologia (DGP) do Museu Nacional (MN) da UFRJ. Atualmente é docente dos cursos de graduação e pós-graduação em Geologia do IGEO/UFRJ; do Programa de Pós-graduação em Arqueologia do MN/UFRJ e do curso de Especialização em Geologia do Quaternário do DGP.



GISELE GISEÉ FURUKAWA

Possui graduação em Geologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2011). Atualmente faz Mestrado no Programa de Pós-graduação em Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Atua principalmente nos seguintes temas: Geoquímica Orgânica, Palinofácies, Palinologia, Biomarcadores e Meio Ambiente.

SIGEP 060 - BEACHROCK DE JACONÉ, RJ

PROPOSTA DA ÁREA DE PROTEÇÃO



VÉRTICE	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
1	22°56'51,78"S	42°40'53,94"W
2	22°56'52,89"S	42°40'30,79"W
3	22°56'45,53"S	42°39'56,26"W
4	22°56'22,95"S	42°37'41,35"W
5	22°56'07,21"S	42°37'42,39"W
6	22°56'11,09"S	42°38'10,91"W
7	22°56'16,99"S	42°38'51,42"W
8	22°56'23,32"S	42°39'34,87"W
9	22°56'34,88"S	42°40'23,10"W
10	22°56'44,07"S	42°40'57,43"W

Polígono da área de proteção proposto por: Kátia Leite Mansur (katia@geologia.ufrj.br);
Renato Rodriguez Cabral Ramos (rros@mn.ufrj.br)
e Gisele Giseé Furukawa (giselegeologiarj@gmail.com)

Data da proposta: 20/11/2012