



10

GEOPARQUE FERNANDO DE NORONHA (PE)

- proposta -

Wilson Wildner

CPRM - Serviço Geológico do Brasil

Rogério Valença Ferreira

CPRM - Serviço Geológico do Brasil



Baía dos Porcos com morro do Pico ao fundo - arquipélago de Fernando de Noronha. Foto: Rogério Valença Ferreira.

RESUMO

O Serviço Geológico do Brasil (CPRM) realizou através do Projeto Geoparques estudo técnico para embasar proposta de criação de um geoparque no arquipélago Fernando de Noronha, reconhecendo sua importância para o geoturismo, geoconservação, fins educativos e pesquisas científicas. O arquipélago de Fernando de Noronha, distrito do Estado de Pernambuco, localiza-se no Oceano Atlântico Equatorial Sul, a 545 km do Recife, ocupando uma superfície de 26 km². Geologicamente, as 21 ilhas e ilhotas que formam o arquipélago representam o topo emerso de uma cadeia de montanhas, estruturada numa zona de fratura E-W do assoalho oceânico e formada por rochas vulcânicas e subvulcânicas essencialmente alcalinas subsaturadas, produto de dois episódios vulcânicos distintos. O primeiro episódio, retratado pela Formação Remédios do Mioceno Superior é representado por depósitos piroclásticos na base, recortados por intrusões na forma de *necks*, *plugs*, domos e diques de rochas alcalinas subsaturadas. As rochas intrusivas variam entre composições básico-ultrabásicas (lamprófiros, tefritos, basanitos e basaltos alcalinos) a intermediárias (traquitos e fonolitos). O segundo episódio, representado pela Formação Quixaba, do Plioceno Superior ao início de Pleistoceno (1,7 Ma= base do Pleistoceno), constitui um empilhamento de derrames de lava melanocrática ankaratrítica, depósitos piroclásticos subordinados e alguns diques de nefelinito. Um derrame de basanito de ocorrência restrita é representado pela Formação São José, de idade controvertida. No período pós-vulcanismo, seguiu-se durante o Quaternário um ciclo erosivo que destruiu parte dos aparelhos vulcânicos e cobriu a plataforma insular de depósitos de areias e cascalhos de praia. Durante esse período formaram-se recifes de algas calcárias, cuja erosão deu origem aos calcarenitos da Formação Caracas. O proposto Geoparque coincide integralmente com o território do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha e da adjacente Área de Proteção Ambiental (APA), zona de amortização do parque. A administração de ambos é competência do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Neste contexto, foi feito um levantamento, diagnóstico e inventário de vinte e seis geossítios, cujo detalhamento geológico, através de trabalho de campo, permitiu alimentar a base de dados Cadastro e Avaliação de Geossítios (GEOSSIT) do Serviço Geológico do Brasil. A área proposta apresenta aspectos geológicos, geomorfológicos e geoturísticos importantes, com destaque para a excepcional beleza da paisagem, que associados a outros atributos também verificados na área, justificam a criação de um Geoparque nos moldes preconizados pela Rede Global de Geoparques sob os auspícios da UNESCO.

Palavras-chave: *Fernando de Noronha, Geoparques, Formação Remédios, Formação Quixaba, Formação São José, vulcanismo alcalino subsaturado.*

ABSTRACT

Fernando de Noronha Geopark (State of Pernambuco) – Proposal

The Geological Survey of Brazil (CPRM) performed through the Geoparks project a technical study to evaluate a proposal for the creation of a Geopark in the Fernando de Noronha Archipelago, recognizing their importance for the geotourism, geoconservation, education and scientific research. The Archipelago, a district of the Brazilian State of Pernambuco, is located in the Southern Equatorial Atlantic at a distance of 545 km from Recife. Geologically, the 21 islands and islets that form the Archipelago represent the top of a mountain chain developed along an east-west fracture zone of the ocean floor and was built up by volcanic and subvolcanic essentially alkaline and subsaturated rocks. These rocks are products of two distinct volcanic episodes. The first episode, represented

by the Remédios Formation of the Late Miocene, is composed of pyroclastic deposits at the base and cut by intrusions in the form of necks, plugs, domes and dikes of subsaturated alkaline rocks. The composition range from intrusive basic-ultrabasic (lamprophyres, tephrites, basanites and alkali basalts) to intermediate (trachytes and phonolites) rocks. The second episode, represented by the Quixaba Formation of the Late Pliocene to the Early Pleistocene, is composed by a stack of melanocratic ankaratrite lava flows, subordinate pyroclastic deposits and some nephelinite dikes. A small occurrence of a basanite flow with a controversial age is represented by the São José Formation. After volcanism, during the Quaternary an erosional cycle followed destroying part of the volcanic edifice. As a result the island shelf was covered by deposits of beach sands and gravels. During this period also reefs of coralline algae were formed, the erosion of which gave rise to the calcarenites of the Caracas Formation. The Geopark being proposed fully coincides with the territory of the National Marine Park of Fernando de Noronha and the adjacent Environmental Protection Area (APA), a buffer zone of the park. The administration of both is the responsibility of the Chico Mendes Institute for the Conservation of the Biodiversity (ICMbio). The authors of this report performed a survey of the geology of the area, resulting in an inventory of twenty-six geosites, whose detailed field work served to feed a geosite assessment database (GEOSSIT) of the Geological Survey of Brazil. The assessed area presents important geological, geomorphological and geotouristic aspects, highlighting the exceptional beauty of the landscape. Those aspects when coupled with other attributes observed in the area justify the creation of a Geopark, along the lines recommended by the Global Network of Geoparks under the auspices of UNESCO.

Keywords: *Fernando de Noronha, geopark, Remédios Formation, Quixaba Formation, São José Formation, subsaturate alkaline volcanics.*

INTRODUÇÃO

Neste documento é apresentado um estudo técnico e um diagnóstico para embasar proposta de criação do Geoparque Fernando de Noronha, localizado no arquipélago homônimo, distrito do Estado de Pernambuco.

Segundo a Rede Global de Geoparques um geoparque deve ter uma área suficientemente grande para incluir diversos geossítios, que podem ser visitados e que tomados em conjunto, mostram registros importantes da história geológica ou beleza cênica excepcional. No entender dos autores, o arquipélago Fernando de Noronha atende aos requisitos definidos pela referida rede, por apresentar uma extensão suficientemente grande e possuir uma variedade de geossítios de relevância que retratam a evolução geológica de um arquipélago de ilhas vulcânicas estabelecidas sobre o assoalho do oceano Atlântico. A esses atributos deve-se acrescentar a existência de grande beleza cênica, à grande variedade de fauna e flora marinhas, além da história de ocupação do território, quase tão antiga quanto a

do continente, onde o arquipélago foi uma das primeiras terras localizadas no Mundo Novo, registrada em carta náutica do ano de 1500 pelo cartógrafo espanhol Juan de La Cosa e doada em 1504 para Fernão de Loronha, a primeira Capitania Hereditária do Brasil, que jamais foi ocupada pelo seu donatário. Ainda a transparência de suas águas é reconhecida internacionalmente como excelente ponto de mergulho.

Em 1832, o naturalista Charles Darwin visitou o arquipélago, atraído pela sua grande biodiversidade, e registrou dados sobre o meio ambiente, descrevendo-os em seus célebres trabalhos. Em 1938, o arquipélago foi cedido à União para instalação de um presídio político e, em 1942, durante a II Guerra Mundial, criava-se o Território Federal Militar, juntamente com o Destacamento Misto de Guerra e a aliança com a Marinha Norte-Americana, do qual restam alguns monumentos históricos como fortificações e equipamentos utilizados no período. Em 16 de dezembro de 2001, a UNESCO considerou o arquipélago como Sítio do Patrimônio Mundial Natural.

Aspecto importante é o fato da área proposta como Geoparque coincidir integralmente com os territórios do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha e da Área de Proteção Ambiental (APA) de Fernando de Noronha- Rocas - São Pedro e São Paulo, o que significa a existência de instrumento legal para a sua proteção. O Parque Nacional é uma unidade de conservação de proteção integral, administrado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade-ICMBio, assim como a APA, que serve de área de amortização do parque, ambos com plano de manejo em fase de reestruturação.

O turismo é considerado atualmente a principal atividade econômica do arquipélago de Fernando de Noronha, acompanhado do setor de serviços, que juntos empregam cerca de 60% da população economicamente ativa, de um total de 2.629 habitantes (IBGE, 2011). As outras atividades que representam a economia local são os serviços administrativos (30%), a pesca artesanal e uma agropecuária de subsistência muito incipiente (IBAMA, 2005).

A implantação de um geoparque na área do arquipélago viria contribuir para a consolidação do setor de geoturismo como uma atividade sustentável, sendo mais uma alternativa de geração de renda para a população local. Medidas de proteção do patrimônio geológico adequadas poderão ser asseguradas pela autoridade de gestão do geoparque, em colaboração com os serviços geológicos, as universidades e outras instituições importantes (geoconservação). Adicionalmente, possibilitará educar e ensinar ao grande público sobre temas geológicos e conceitos ambientais e prover meios e apoiar a investigação científica para as geociências em cooperação com as universidades; organizar atividades para o público e dar apoio logístico na comunicação do conhecimento geocientífico e dos conceitos ambientais, através de centros de informação, museus, visitas guiadas, materiais de divulgação, mapas, painéis, entre outros (educação ambiental e popularização das geociências).

Localização

O proposto Geoparque Fernando de Noronha localiza-se no arquipélago homônimo, situado entre os paralelos de 3° 48' e 3° 53' S e meridianos de 32° 22' e 32° 29' W, no oceano Atlântico, distando 545 quilômetros na direção NE da cidade do Recife (PE), 360 quilômetros da cidade de Natal (RN), 710 quilômetros de Fortaleza (CE) e cerca de 2.700 quilômetros do litoral da África.

O arquipélago é distrito do estado de Pernambuco, sendo formado por um conjunto de 21 ilhas, ilhotas ou rochedos, com uma área total 26 km², onde a ilha principal, que leva o nome do arquipélago, representa cerca de 90% de seu território e é a única habitada. A ilha de Fernando de Noronha possui 10 quilômetros de comprimento, 3,5 quilômetros de largura, 60 quilômetros de perímetro e 17 km² de área exposta acima do nível do mar.

As ilhas que constituem o arquipélago são: Fernando de Noronha, Rata, do Meio e Rasa. As ilhotas ou rochedos são: Sela Gineta, São José, Cuscuz, ilha de Fora ou Viuvinha, Chapéu do Nordeste, Conceição ou Morro de Fora, Dois Irmãos, Morro da Viúva, Morro do Leão, Chapéu do Sueste, Cabeluda, ilha dos Ovos e Frade. Os lajeados constituem os espigões localizados a leste da Pontinha e conjuntos rochosos na enseada da Caieira e nas proximidades da ilha Rata. Apesar de esta última ilha ter sido minerada (extração de fosfato biogênico) e habitada até anos recentes, atualmente, por determinação do ICM-Bio, somente parte da ilha principal pode ser habitada, estando as porções de SW e parte da frente voltada para o Mar de Fora e o restante das ilhas e ilhotas inseridas na área do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha.

O acesso ao arquipélago é feito por via aérea das cidades de Recife ou Natal, ou marítima durante as épocas de temporada turística (Figura 1). Há vôos diários de São Paulo com escala em Recife. A melhor época do ano para ir a Noronha vai de agosto a dezembro, quando praticamente não chove, o mar está calmo nas praias do Mar de Dentro e a água especialmente transparente, o que favorece o mergulho. A partir de março começam as chuvas, que seguem até julho, sendo raros os dias inteiros de chuva.

DESCRIÇÃO GERAL DO GEOPARQUE

Caracterização Física do Território

Clima

O clima do arquipélago de Fernando de Noronha se caracteriza como tropical quente, com duas estações bem definidas: a seca, que vai de setembro a fevereiro e a chuvosa, com precipitações ocasionais, de março a agosto. A temperatura tem pouca variação durante o ano, mantendo uma média de 28°C, com amplitude térmica de 4°C, com muito sol e uma brisa refrescante. O índice pluviométrico médio é de 1.300 mm, chegando a atingir

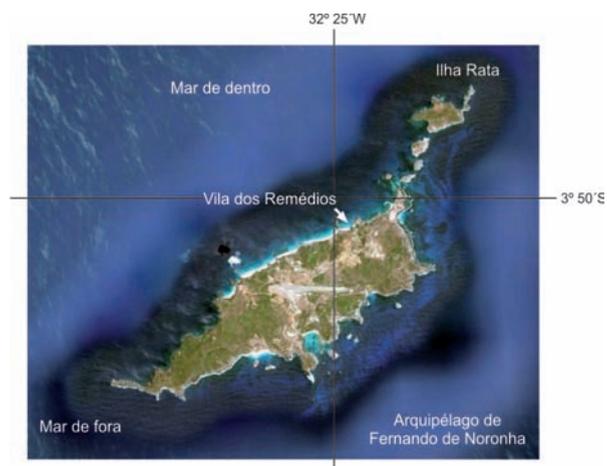


Figura 1 - Localização do arquipélago de Fernando de Noronha. Fonte: <http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-br&tab=wl>. Imagens capturadas em 11/02/2010.

no período chuvoso 2.000 mm, enquanto que na estação seca pode chegar a índices similares às regiões mais secas do semi-árido nordestino, com precipitações na casa dos 500 mm. Os ventos predominantes têm direção SE (alísios), e sopram a maior parte do ano, contribuindo com uma sensação térmica agradável, principalmente entre os meses de junho a agosto. A exceção é no período de janeiro a março, onde as máximas de temperatura estão associadas a pouca ventilação observada nessa época.

Flora e fauna

O que resta da flora natural do arquipélago de Fernando de Noronha é muito pouco em relação ao que encontraram os primeiros navegadores que ali chegaram, no começo do século XVI. A vegetação hoje encontrada é predominantemente arbustiva e herbácea, com várias espécies invasoras, que foram trazidas do continente. Encontram-se áreas com vegetação arbórea relativamente preservada no morro da Quixaba e ponta da Sapata (Teixeira *et al.*, 2003). Na enseada do Sueste, encontra-se uma pequena área de vegetação de mangue, considerada a única em ilhas oceânicas do Atlântico Sul.

O conjunto de ilhas é considerado um berçário para a reprodução de aves marinhas, destacadamente a ilha Rata, para onde migram periodicamente várias espécies. O ecossistema marinho conta com uma grande variedade de peixes multicolores, além de diversos tipos de tubarões, arraias e tartarugas. Destacam-se na fauna marinha, os golfinhos rotadores, que podem ser observados em grande quantidade na enseada dos Golfinhos. Dos

animais terrestres, o único nativo é um pequeno lagarto, chamado pela população local de mabuia, que ocorre em toda a extensão da ilha principal. Trata-se de espécie endêmica do arquipélago. Duas espécies introduzidas na ilha principal, o lagarto teju e o mocó (pequeno roedor) apresentam atualmente populações bastante expressivas, causando desequilíbrio no ecossistema terrestre.

Relevo

O arquipélago de Fernando de Noronha é a parte emersa de um edifício vulcânico, cuja base com 74 km², está assentada sobre o assoalho oceânico a cerca de 4.000 m de profundidade. No topo desse edifício, além do arquipélago, encontra-se 23 km a oeste, a uma profundidade de 60 m, o Alto Drina, elevação secundária que foi desgastada pela erosão durante o rebaixamento do nível do mar na última glaciação, formando uma plataforma de abrasão, depois submersa com a elevação do nível do mar (Figura 2) (Teixeira *et al.*, 2003).

A origem do arquipélago está relacionada a sucessivas erupções vulcânicas ocorridas devido ao movimento de afastamento das placas tectônicas Sul-Americana e Africana, que originaram o oceano Atlântico. Essas erupções se iniciaram quando da passagem da placa Sul-Americana por um ponto quente (*hotspot*), que são colunas superaquecidas provenientes do interior da terra, expelindo grandes quantidades de magma.

A configuração morfológica do arquipélago é representada no Mapa de Padrões de Relevo da Figura 3, que está compartimentado em oito unidades, descritas a seguir:

Os **Morros**, que são constituídos de rochas vulcânicas mais resistentes à erosão, representam as principais elevações do conjunto de ilhas, cujas declividades muito acentuadas formam muitas vezes picos monolíticos destacados da paisagem, a exemplo do morro do Pico (cartão postal da ilha), ponto culminante do arquipélago, com 323 m de altitude. Na ilha principal, além do morro

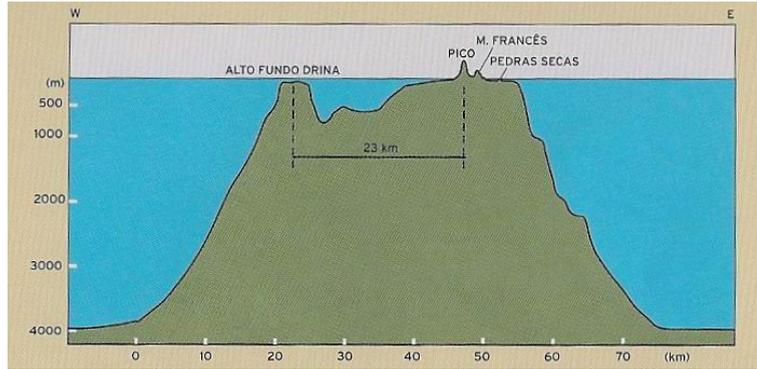


Figura 2 - Perfil esquemático E-O do edifício vulcânico de Fernando de Noronha (Fonte: Teixeira *et al.*, 2003).

do Pico, destacam-se os morros da Atalaia (221 m), do Francês (198 m), do Madeira (171 m) e do Alto da Bandeira (160 m). Formando pequenas ilhotas, é de se notar o morro Dois Irmãos (outro cartão postal da ilha), ilhas Morro da Viúva, Morro do Leão, Cabeluda e Sela Gineta.

Os **Planaltos** são superfícies de terreno pouco acidentadas, constituindo relevo posicionado em cotas mais elevadas que as superfícies adjacentes, que apresentam duas unidades na ilha principal: os planaltos da Vila dos Remédios e da Quixaba, o primeiro na área que compreende a parte urbanizada e o segundo entre os morros dos Abraços e Alto da Bandeira.

Os **Baixos Platôs** são superfícies planas a pouco onduladas, em patamar inferior aos planaltos, que representam a principal unidade de relevo do arquipélago em termos de área. Além de recobrir boa parte da ilha principal, constitui as ilhas Rasa, do Meio e Rata.

As **Vertentes** representam compartimento de relevo de declives topográficos acentuados,

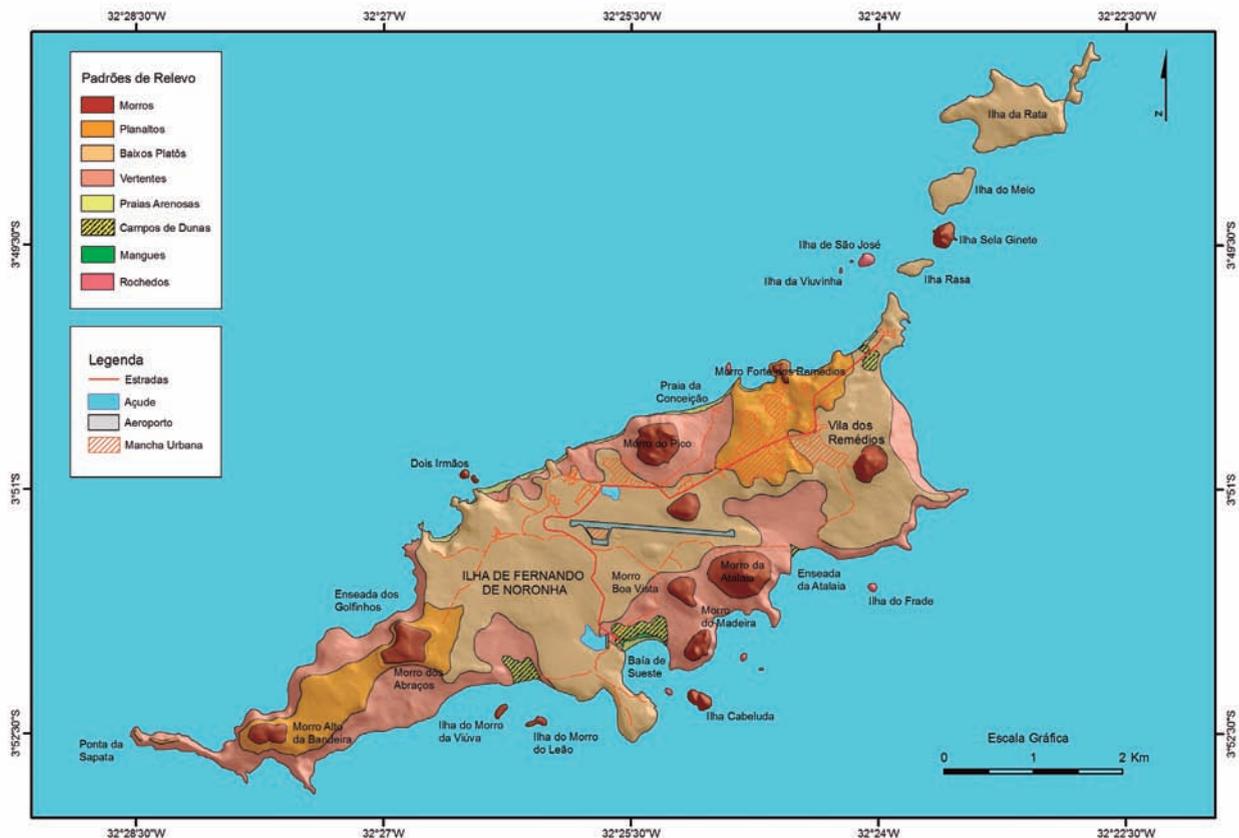


Figura 3 - Mapa de Padrões de Relevo do proposto Geoparque Fernando de Noronha. Elaborado por Rogério Valença Ferreira.

que margeia as unidades dos baixos platôs e planaltos, conectando-os diretamente com as praias arenosas existentes na ilha principal e na maioria das vezes com o oceano, formando falésias (em cujas bases se encontram depósitos de tálus) e costões rochosos.

As **Praias** são formadas por fragmentos das rochas vulcânicas (calhaus e seixos) e areias predominantemente bioclásticas (provenientes de carapaças de animais marinhos, a exemplo das conchas). São localizadas exclusivamente na ilha principal, que possui 10 praias no Mar de Dentro (praias do Porto, do Cachorro, do Meio, da Conceição, do Americano, do Bode, do Boldró, da Cacimba do Padre, da Baía dos Porcos e do Sancho) e quatro praias no Mar de Fora (praias do Leão, da Baía de Sueste, da Atalaia e das Caieiras).

Assim como as praias arenosas, os **Campos de Dunas** são depósitos arenosos bioclásticos, que foram transportados e depositados pela ação dos ventos e que hoje se encontram fixos. Também estão localizados na ilha principal, junto à praia da Caieira, na enseada da Atalaia, na baía de Sueste e na praia do Leão.

Nas imediações da baía de Sueste existe uma diminuta mancha de vegetação de **Mangue**, que está assentada sobre sedimentos arenosos formando uma pequena planície, onde deságua o riacho Maceió, que em conjunção com a água proveniente das marés altas, alimenta esse ecossistema único em ambientes insulares do Atlântico Sul.

No entorno da ilha principal, além das ilhas secundárias, existe um conjunto de pequenos **Rochedos** emersos que representam os topos de elevações de menor porte, refletindo o movimentado relevo da plataforma insular.

Caracterização Geológico Regional

Ilhas Oceânicas Brasileiras e Arquipélago de Fernando de Noronha

O estudo das estruturas associadas à abertura do Atlântico Sul é da maior importância na elucidação da dinâmica de abertura dos oceanos, envolvendo tanto a configuração estrutural das bacias sedimentares marginais e oceânicas, como o padrão de reconstrução das sucessivas posições dos continentes no processo da deriva continental. Essas estruturas são feições topográficas únicas, proeminentes e transversais ao fundo dos oceanos, que limitam segmentos de crosta oceânica e deslocam o eixo da cordilheira mesoceânica, sendo denominadas de Zonas de Fraturas Oceânicas - ZFO's. De acordo com a Teoria da

Tectônica de Placas, as zonas de fratura representam linhas de fluxo, que são os registros das direções de deslocamentos de placas litosféricas, durante o processo de expansão do assoalho oceânico (*seafloor spreading*). Por isso é relevante a determinação das características morfoestruturais e composicionais das zonas de fratura e das associações litológicas a elas relacionadas, pois estas fornecem informações básicas para o reconhecimento da cinemática das placas litosféricas, permitindo determinar os pólos iniciais de abertura do Oceano Atlântico Sul e da sua construção. Estas características litológicas permitem determinar a evolução do crescimento do fundo oceânico e da margem continental adjacente, incluindo na definição e extensão destas feições estruturais, importantes condicionadoras de bacias sedimentares, cadeias de vulcões submarinos, e no desenvolvimento do seu potencial econômico

No Atlântico Sul as ZFO's podem ser traçadas desde as cristas da Cordilheira Mesoatlântica, até as margens continentais do Brasil e África. No entanto, a margem continental sudeste brasileira possui uma geologia bastante complexa e que por isso, permanecem dúvidas quanto à continuidade das ZFO's, na margem continental e na borda continental adjacente, bem como a natureza da crosta subjacente ao platô de São Paulo. Neste contexto é importante ressaltar que a posição do limite da crosta é relevante também por questões econômicas, já que a posição do rift é um limite de fronteira exploratória. O estudo destas ZFO's, desde a cordilheira mesoceânica até a margem continental, tem revelado que estas estruturas desempenham um importante papel no estudo do condicionamento tectônico da borda continental emersa do Sudeste do Brasil e da margem continental adjacente, através da determinação das principais direções de linhas de fraqueza continentais pré-existentes reativadas ou desenvolvidas a partir da deriva continental, que influenciam também na compartimentação das bacias marginais (Figura 4).

Na margem continental brasileira e áreas oceânicas e costeiras adjacentes, reconhecem-se três tipos de feições principais, representadas por linhas de charneiras ou falhas normais e estruturas transversais (as ZFO's). Estas características de uma margem passiva refletem uma evolução tectônica associada à formação de bacias sedimentares com espessos pacotes vulcano-sedimentares, podendo atingir 8.000 metros de espessura e que resultam em uma intensa subsidência relacionada ao resfriamento térmico e a períodos de erosão e deposição

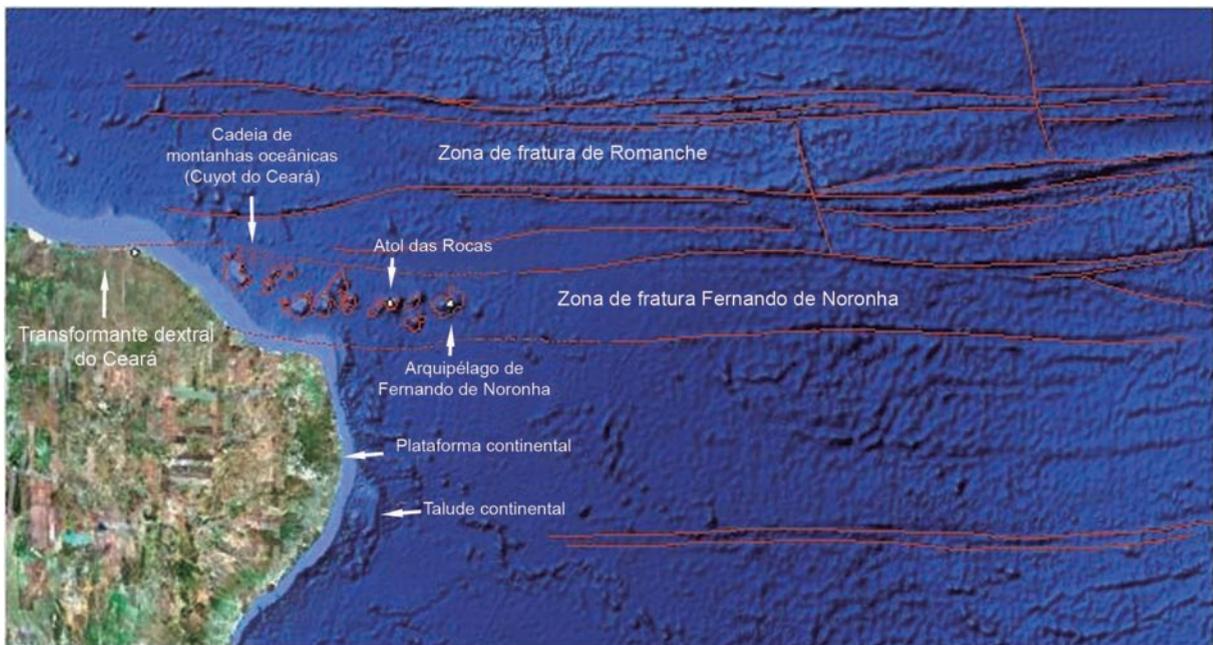


Figura 4 - Situação do arquipélago de Fernando de Noronha e do atol das Rocas em relação à costa brasileira, o seu posicionamento dentro da cadeia de montanhas oceânicas distribuídas nas zonas de fraturas transformantes de Fernando de Noronha e Romanche e as extensões continentais destes sistemas representando o traço fóssil de *hot spot* de Fernando de Noronha. Fonte: <http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-br&tab=wl>. Imagens capturadas em 11/02/2010.

(progradação e empilhamento) que se sucederam desde o Cretáceo inferior.

Neste contexto da margem continental brasileira, a costa nordeste (Maranhão e Rio Grande do Norte), juntamente com a cadeia de montes oceânicos que fazem parte da zona de fraturas transformantes de Fernando de Noronha, são reconhecidamente uma região chave para as investigações sobre os processos de espalhamento de fundo oceânico, dos efeitos da passagem desta borda continental sobre uma anomalia térmica ou *hotspot* e sobre as contribuições do manto litosférico continental na composição da suíte de rochas vulcânicas basálticas, rochas fonolíticas e piroclásticas alcalinas relacionadas ao arquipélago de Fernando de Noronha, e da observação direta sobre a composição do manto através dos xenólitos presentes em rochas deste arquipélago.

A ocorrência de basaltos e de intrusões alcalinas sub-saturadas na porção continental do nordeste do Brasil, materializam episódios de fusão do manto, ocorridas no período entre o Mesozoico e o Terciário, onde os eventos mais antigos, 190 Ma, são os derrames de lavas basálticas tholeíticas da Bacia do Maranhão (Fodor *et al.*, 1998), e os episódios mais recentes, 30-15 Ma, estão representados por plugs e necks de basaltos alcalinos

com assinatura geoquímica de OIB (*ocean island basalts*) aflorantes no Rio Grande do Norte. Estas associações de basaltos alcalinos acreditam-se representem o traço fóssil da passagem do continente sobre o *hotspot* de Fernando de Noronha, de acordo com as reconstruções da tectônica de placas do Atlântico Sul (O'Connor & Duncan, 1990; Rivalenti *et al.*, 2000).

GEOLOGIA DO ARQUIPÉLAGO DE FERNANDO DE NORONHA

Em linhas gerais, a estrutura geológica do arquipélago de Fernando de Noronha está constituída por três formações de rochas vulcânicas, onde da base para o topo encontram-se: **1 - a Formação Remédios:** depósitos piroclásticos recortados por rochas alcalinas subsaturadas datadas entre 8 a 12 Ma (Cordani, 1970); **2 - a Formação Quixaba:** derrames de lavas melanocráticas ankaratríticas e depósitos piroclásticos com idades entre 1,7 e 3 Ma (Cordani, 1970); e **3 - a Formação São José:** derrames de basanitos, ankaratritos e rochas piroclásticas, de idade incerta, com características geoquímicas de OIB (*ocean island basalts*) (Almeida, 1955). Em resumo, esse arquipélago vulcânico, com idades entre o Mioceno Médio e

o Pleistoceno Inferior (Nota: a idade de 1,7 Ma é a base do Pleistoceno segundo a nova *Geological Time Scale* da ICS) (Ogg *et al.*, 2008), constitui-se de um substrato de rochas piroclásticas, intrudidas por uma grande variedade de rochas alcalinas subsaturadas que, após prolongado hiato, foram recobertas por derrames de rochas básico-ultrabásicas nefelínicas (ankaratritos) e seus depósitos piroclásticos (Figura 5). Recobrando este substrato ígneo, ocorrem sedimentos biogênicos na forma de depósitos litorâneos, marinhos e eólicos, pertencentes ao ciclo atual.

Formação Remédios

A Formação Remédios corresponde às rochas identificadas como as mais antigas que ocorrem no arquipélago (Almeida, 1955; Almeida, 2000). É constituída por

depósitos piroclásticos na base, recortados por intrusões na forma de *necks*, *plugs* e diques de rochas alcalinas subsaturadas. Composicionalmente as intrusivas variam entre composições básico-ultrabásicas (lamprófiros, tefritos, basanitos, basaltos alcalinos) a intermediárias (traquitos e fonolitos). Esta suíte alcalina compõe duas séries petrográficas distintas (Ulbrich, 1994; Ulbrich *et al.*, 1994; e Ulbrich e Lopes, 2000): uma moderadamente potássica, constituída por álcali basaltos, traquiandesitos e traquitos, e outra de tendência sódica, representada por basanitos, tefritos, essexitos, tefrifonólitos e fonolitos. As rochas piroclásticas afloram somente na ilha central, e constituem-se de fragmentos de diversas dimensões, pobremente selecionados, podendo atingir blocos com um metro ou mais de diâmetro. Podem formar camadas irregulares de tufos, brechas e aglomerados. Entre os fragmentos destacam-se variedades de rochas fonolíticas, cumulados máfico-ultramáficos, gabros, monzogabros, dioritos e monzodioritos. Sua espessura exposta pode exceder 100 m e resultam de eventos vulcânicos explosivos que precederam e acompanharam as intrusões dos corpos fonolíticos e traquíticos, dutos centrais destes eventos plutono-vulcânicos.

As rochas piroclásticas afloram especialmente bem na enseada da Caieira, extremidade NE da ilha principal, e no Saco da Atalaia, onde compõem depósitos de fluxo piroclástico na forma de aglomerados vulcânicos contendo fragmentos conatos e juvenis de rochas vulcânicas e sub-vulcânicas, com tamanhos variando entre lápilli a blocos, normalmente de bordas arredondadas, aos quais se somam fragmentos de cristais imersos na matriz microcristalina. Um sutil acamadamento gradacional granodécrescente, em *sets* métricos, pode ser identificado.

Na ilha principal são reconhecidos onze grandes corpos independentes de rochas fonolíticas, sendo o mais importante o morro do Pico, marca característica do arquipélago com 321 m de altitude e 950 m² expostos fora do mar, valor que atinge 1.070 m² no domo da Boa Vista. Diques fonolíticos, satélites destas intrusões centrais são comuns, alguns com vários metros de espessura, multiintrusivos e sinvulcânicos. Os domos e *plugs* fonolíticos são de consolidação endógena, expostos pela erosão realizada antes que se processassem as efusões ankaratríticas. De resto, todas as rochas magmáticas da Formação Remédios são endógenas, como se conclui de suas juntas, estruturas laminares e modo de ocorrência.

ESTRUTURA GEOLÓGICA

QUATERNÁRIO

Depósitos modernos

- Depósitos praias e de dunas, recifes de corais

Depósitos antigos

- Formação ou Calcarenito Caracas
- Depósitos de sedimentos de origem biogênica

PLIOCENO SUPERIOR - PLEISTOCENO INFERIOR

Formação São José

- Basanitos e rochas básico-ultrabásicas nefelínicas (ankaratritos) e piroclásticas

Formação Quixaba

- Lavas melanocráticas ankaratríticas e depósitos piroclásticos

MIOCENO SUPERIOR

Formação Remédios

- Álcalibasaltos
- Traquitos
- Essexitos pórfiros
- Fonolitos pórfiros
- Fonolitos afíricos
- Depósitos piroclásticos (tufos, brechas e aglomerados)

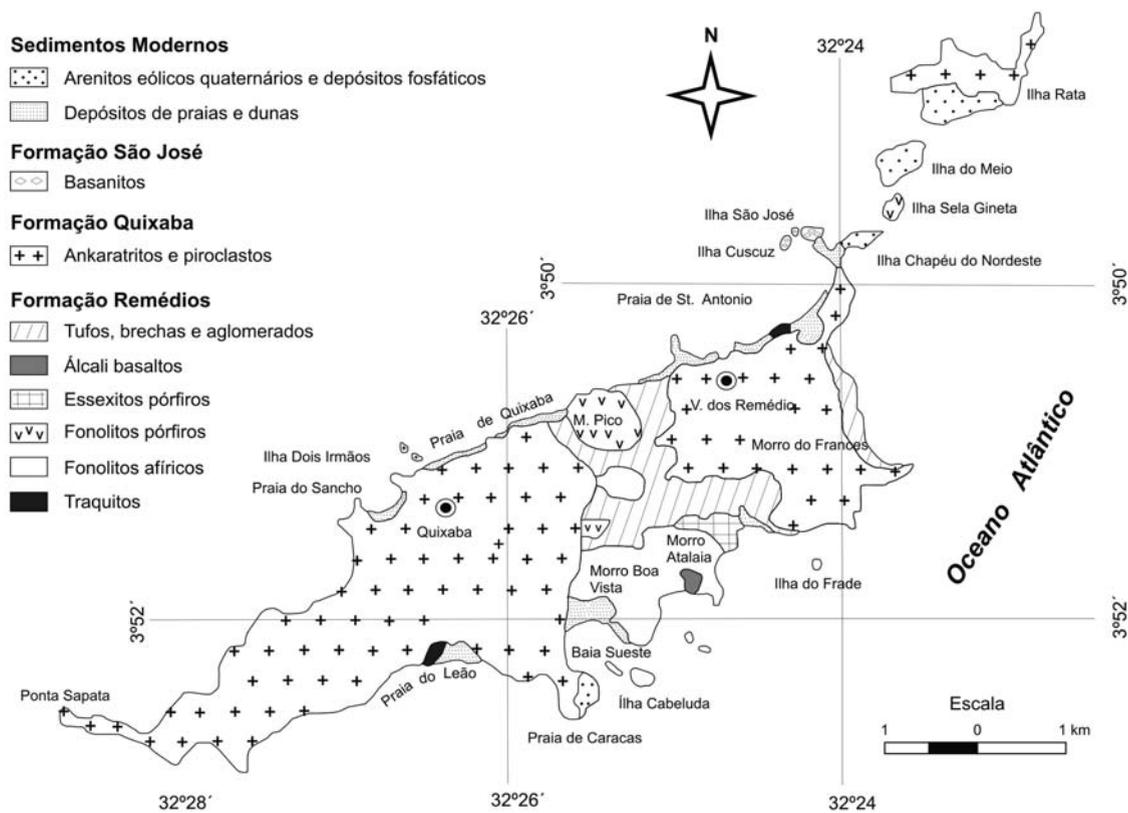


Figura 5 - Mapa geológico simplificado do arquipélago de Fernando de Noronha de Almeida (1955), modificado por Ulbrich (1994).

Uma pequena, mas interessante estrutura dômica formada por traquitos ocorre na praia do Leão, na costa sul da ilha, porém a expressão mais comum desse tipo de rocha é sob forma de grandes diques.

Ocorrem numerosos diques de rochas lamprofíricas sódicas na ilha principal, monchiquitos, furchitos, camp-tonitos e outros tipos raros, constituindo a maioria dos diques observados. A orientação predominante desses diques varia entre NW e NE, também se identificando diques de ankaratritos, augititos, álcali-traquitos, limburgitos, sanaítos, olivina teschenitos, essexitos pórfiro, olivina-nefelinitos, basanitos, gauteítos e outras rochas. A nomenclatura petrográfica de muitos desses diques, como de outras rochas da ilha, é até hoje controversa (Ulbrich, 1994; Maringolo, 1994).

As rochas fortemente melanocráticas, em que feldspatos são escassos, quando não ausentes, são as mais recentes da Formação Remédios. Equivalentes efusivos de algumas dessas rochas devem ter existido no alto do edifício vulcânico, mas foram destruídos pela erosão que precedeu os derrames ankaratríticos.

Formação Quixaba

A **Formação Quixaba** (Almeida, 1955; Almeida, 2002) constitui um empilhamento de derrames e depósitos piroclásticos subordinados de lavas melanocráticas ankaratríticas (uma variedade de olivina melanefelinitos contendo biotita), alternados com piroclastos de componentes da própria lava. Afloram nos dois planaltos escalonados da ilha principal, no oriental pode-se reconhecer até 180 m de espessura exposta acima do nível do mar. A formação constitui algumas ilhas, com destaque para a ilha Rata. Os derrames, quando não são horizontais, apresentam inclinações de até 30° para sul, sentido do escoamento das lavas. Os derrames são maciços em seu interior, porém vesiculares ou amigdaloidais na base e sobretudo no topo. A espessura varia, podendo ultrapassar 40 m na falésia da baía do Sancho, mas geralmente apresentam somente alguns metros. Ocorrem derrames de melilita ankaratrítico com menos de dois centímetros de espessura, alternados com tufos lapílicos contendo bombas do mesmo material. As rochas piroclásticas são

tufos, tufo-brechas, lapilli-tufos e aglomerados, constituídos essencialmente de componentes provenientes dos derrames, inclusive cristais isolados. Blocos angulosos de lava alcançam 2 m. Não são raros bombas e fragmentos de lava cordada. Quando não constituem um conjunto caótico de fragmentos de variadas dimensões, podem mostrar-se com estratificação grossa ou, localmente, em estratos finos, bem acamados. A chaminé de Tamandaré, extremidade nordeste da ilha principal, tem cerca de 130 m de diâmetro e perfura um derrame estratigraficamente inferior. Suas paredes, em ankaratrito, têm restos de tufo e aglomerado de chaminé, sendo atravessadas por diques. A maré baixa descobre a lava escoriácea de seu interior. Foi local de escape de soluções, onde se formou muita calcita que, em perfeitos escalenoedros, preenche fraturas nas brechas e aglomerados. Diques de nefelinito de granulação grossa foram vistos em poucos locais da ilha principal.

Formação São José

Segundo relato de Almeida (2002) abaixo transcrito, a **Formação São José**, tem ocorrência restrita às pequenas ilhas de São José, Cuscuz e de Fora, vizinhas à terminação norte da península de Santo Antônio, são constituídas de um mesmo derrame horizontal de basanita cuja espessura original excede 25 m. As lavas de ankaratritos da referida ponta, assim como os do sopé da ilhota Chapéu de Nordeste, descobertos em maré baixa, têm inclinação para NE. Chamam a atenção nestes derrames a abundância e as dimensões dos xenólitos de dunito, lherzolito e harzburgito, de cor verde-garrafa, constituídos quase inteiramente de olivinas, orto e clino piroxênios (Ulbrich, 1994), com formas angulosas a subarredondadas e diâmetro de até 35 cm. Na ilha de São José percebe-se que os maiores e mais numerosos xenólitos são encontrados na parte inferior do derrame, como resultado de um processo de decantação. Possivelmente procedem de zona profunda e antiga do manto superior. Apesar de as idades obtidas por Cordani (1970) para o basanita da ilha de São José serem mais antigas que a Formação Quixaba, elas podem ser enganadoras, pois a rocha está contaminada com xenólitos de olivinito mantélico. Schwab e Block (1985) concluíram que esse basanita mostra relações geoquímicas com a Formação Quixaba. Também Ulbrich (1994) acha que estas rochas não devem ser consideradas como uma formação, mas provavelmente representem a culminação

do vulcanismo Quixaba, podendo ser correlacionadas petrograficamente aos basanitos de uma chaminé que atravessa os ankaratritos na baía do Sancho, identificada por Ulbrich e Ruberti (1992).

A Formação ou Calcarenito Caracas e a Sedimentação Recente

Descrevendo a evolução geológica do arquipélago, Almeida (1955; 2000), faz considerações sobre o período pós-vulcanismo, ocorridas a partir do Pleistoceno, ao qual seguiu um ciclo erosivo que destruiu os aparelhos vulcânicos externos e entalhou a plataforma insular. Com as oscilações pleistocênicas do nível do mar, a plataforma foi coberta por depósitos de areias e cascalhos de praia, recifes de algas calcárias e areias marinhas. Esse mesmo autor (Almeida, 2002, 2006) descreve que, durante o Pleistoceno, com o nível do mar cerca de seis metros abaixo do atual, foram construídas extensas praias arenosas a sul e sudeste do arquipélago. Os ventos alísios de SE, tal como hoje, movimentavam essas areias formando campos de dunas que devem ter alcançado cerca de 20 m de espessura, ligando a área da atual ilha Rata à península de Santo Antônio, na ilha Fernando de Noronha. Áreas menores de dunas, como na entrada da baía de Sueste, também se formaram na costa sudeste da ilha principal. Com a elevação do nível do mar que se seguiu, parte dessas areias foi submersa, e as emersas constituem hoje a Formação ou o Calcarenito das Caracas. Esse sedimento, de cor creme clara, constitui-se quase inteiramente de grãos de carbonato de cálcio de origem biogênica – pois o quartzo é praticamente inexistente nas ilhas – sobressaindo os grãos originados de algas *Corallinaceae*, sendo o restante de minerais das rochas magmáticas, excepcionalmente alcançando valores em torno de 25% quando o arenito repousa sobre área ankaratrítica e é contaminado com minerais fêmicos. É típica a estratificação cruzada eólica, formada por ventos que sopravam de SE, como já o observara Branner (1889, 1890). Varia sua consistência em função do grau de cimentação calcítica. Almeida (1955) menciona a existência na ilha Rata de depósitos fosfatados no Calcarenito das Caracas, parcialmente substituídos por fosfato de cálcio de origem atribuída ao guano produzido por aves marinhas. Também nessa ilha, existem solos ricos em fosfatos originados da interação entre a alteração intempérica das rochas vulcânicas e o guano (Oliveira *et al.*, 2009).

Geocronologia

Cordani (1970) apresentou 23 datações de amostras do arquipélago de Fernando de Noronha, obtidas pelo método K-Ar, que foram revistas e acrescidas por 12 datações adicionais K-Ar e 16 datações Ar-Ar, apresentadas por Cordani *et al.* (2003), de onde foram compiladas estas informações. Para a Formação Remédios a rocha mais antiga datada é um álcali-basalto com 12,3 milhões de anos (Ma), idade mínima para os depósitos piroclásticos em que se introduziu, enquanto que a intrusão dos grandes corpos fonolíticos realizou-se entre 8 a 11 Ma. Para o basanita da Formação São José o resultado que considerou mais provável é de 9,5 Ma, obtido em duas amostras, enquanto que outras duas acusaram 8,1 e 21,9 Ma, resultado este que considerou devido a possível perda de argônio por aquecimento. De tal modo essa rocha seria anterior ao vulcanismo Quixaba, com a possibilidade de pertencer à Formação Remédios. Assim, o primeiro ciclo vulcânico identificado na ilha data do Mioceno Superior. O vulcanismo Quixaba ter-se-ia realizado acerca de 3,3 a 1,7 Ma, portanto do Plioceno Superior ao Pleistoceno Inferior.

Litogeoquímica

Segundo Almeida (2002) o vulcanismo representado pelas rochas expostas no arquipélago caracteriza-se por ser fortemente alcalino sódico, subsaturado em sílica, com grande amplitude de diferenciação, variando o teor em sílica entre 34,4% (melilita ankaratrito) e 60,8% (álcali traquito). A província magmática de Fernando de Noronha é tida como uma das mais alcalinas entre as ilhas vulcânicas oceânicas do mundo. As frações mais leves dos diferenciados magmáticos foram emitidas mais cedo, originando a Formação Remédios. Seguiu-se, após um hiato erosivo que teria durado entre 5 a 6 Ma, o vulcanismo básico-ultrabásico da Formação Quixaba.

SÍTIOS GEOLÓGICOS SELECIONADOS

Geologicamente, a área do Geoparque envolve em toda sua abrangência litótipos de três episódios vulcânicos representados pelas formações Remédios, Quixaba e São José, além da Formação ou Calcarenito Caracas e depósitos fosfáticos originados de excrementos de aves. Foram identificados, cadastrados e estudados 26 geossítios, cujas

localizações encontram-se representadas no mapa geológico do proposto Geoparque (Figura 6).

Os 26 geossítios identificados no arquipélago Fernando de Noronha apresentam diferentes tipos de interesse no que se refere ao seu valor científico, à sua relevância, ao seu uso ou preservação histórica. Relativamente ao seu valor científico, 21 geossítios apresentam elevada importância geomorfológica e petrológica; dois mostram valor sedimentológico e dois revelam interesse estratigráfico. No que se refere à sua relevância, é reconhecida importância de nível internacional a oito geossítios, e nível nacional a outros 12. Dos restantes geossítios seis possuem importância regional /local. Do ponto de vista da utilização que pode ser propiciada, é reconhecida importância educativa a 10, sendo que 13 destacam-se pela sua importância científica e 23 pelo interesse geoturístico.

Outros tipos de interesses são atribuídos a alguns dos geossítios identificados, nomeadamente: oito deles correspondem a mirantes com excepcionais vistas panorâmicas e três apresentam um interesse histórico-cultural associado. Por se encontrarem em uma unidade de conservação (Parque Nacional) todos os geossítios tem necessidade de proteção e fragilidade baixas.

No inventário dos geossítios que integram o proposto Geoparque de Fernando de Noronha utilizou-se a base de dados Cadastro e Quantificação de Geossítios (GEOSSIT) com aplicativo web (Lima *et al.*, 2010).

Os diversos geossítios foram ordenados em seis grupos descritos a seguir:

■ GRUPO I

Geossítios Mirante Forte dos Remédios, Praia do Cachorro e Praia do Meio (Figura 7).

GEOSSÍTIO Nº 1: MIRANTE FORTE DOS REMÉDIOS

Latitude: -03° 50' 13,9" S **Longitude:** -32° 24' 35,8" W

A Fortaleza de Nossa Senhora dos Remédios é a principal fortificação do sistema implantado no século XVIII por Diogo da Silveira Veloso, construída em 1737 sobre as ruínas do antigo reduto holandês de 1629, possui uma área de 6.300 m² e esta a 45m acima do nível do mar. Originalmente abrigava seis baterias de artilharia, quartéis de comandantes e soldados, corpos de guarda, casa

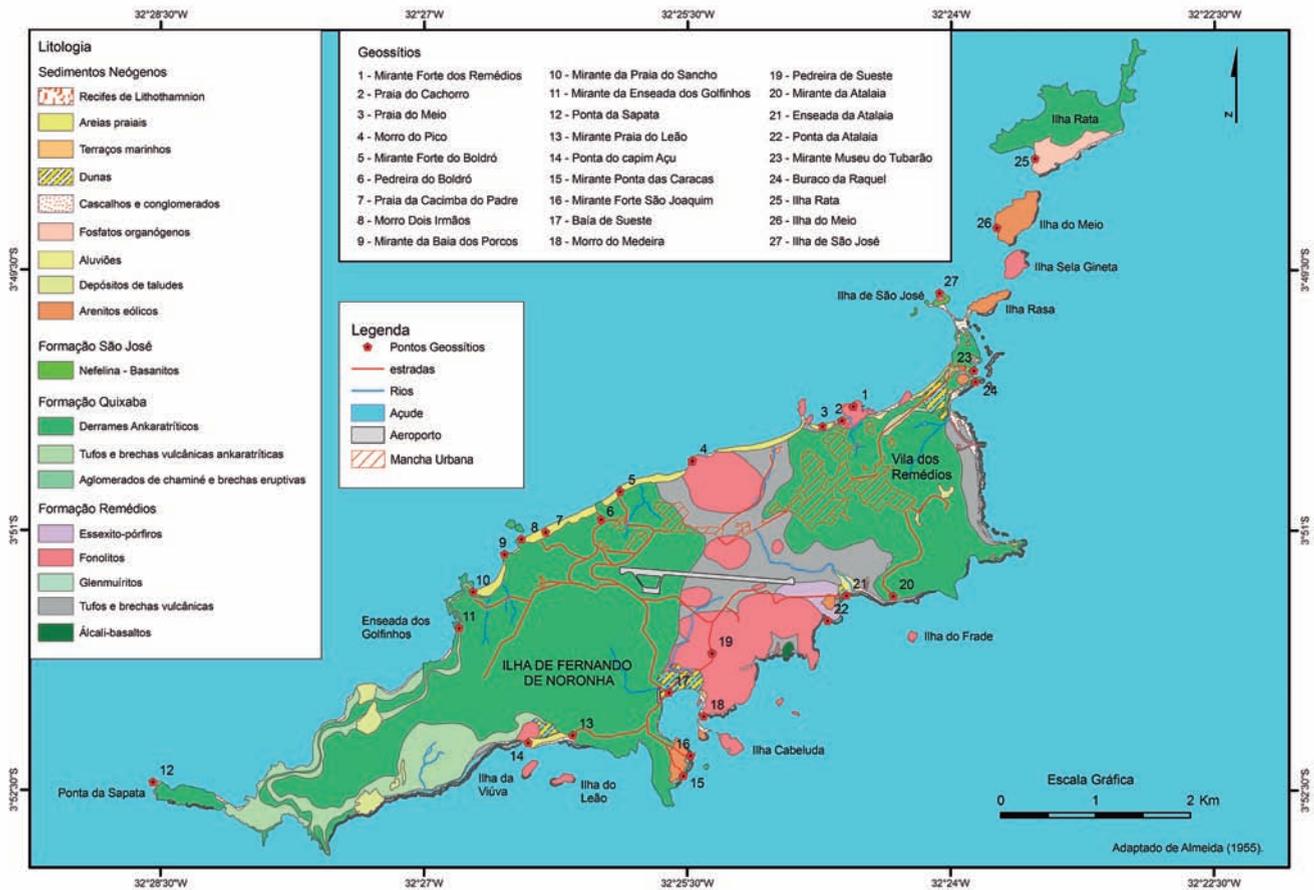


Figura 6 - Mapa geológico do arquipélago de Fernando de Noronha, simplificado a partir de Almeida (1955), com a distribuição dos geossítios.



Figura 7 - Imagem aérea com a localização dos Geossítios Mirante Forte dos Remédios, Praia do Cachorro e Praia do Meio. Fonte: <http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-br&tab=wl>. Imagem capturada em 11/02/2010.

de pólvora, cisterna de água potável, capela, solitárias, calabouços e subterrâneo. Serviu como abrigo e como área de correccionais, no tempo do presídio comum e do presídio político, bem como de abrigo para soldados durante a II Guerra Mundial.

Atualmente corresponde a um Sítio Arqueológico tombado pelo Decreto-Lei nº 25, de 11/11/1937, onde a destruição ou retirada de qualquer material, ou remoção de terra deste local, constitui crime sujeito às penas de multa e detenção. Do topo do Forte pode-se avistar, na direção NE, a praia da Biboca, constituída de cascalhos provenientes do depósito de tálus da escarpa posterior à praia, a Ponta de Santo Antônio, onde está localizado o porto do arquipélago e o principal conjunto de ilhas secundárias. Na direção SW a vista é para as praias do Cachorro, do Meio e da Conceição, formadas por areias biogênicas, ilha da Conceição e morro do Pico (Figura 8).

O morro dos Remédios, sobre o qual foi construída a fortaleza de Nossa Senhora dos Remédios, constitui-se de rochas intrusivas fonolíticas de textura porfirítica. As rochas são microfaneríticas à afíricas, heterogranulares de cor cinza esverdeado, leucocráticas, apresentando uma matriz muito fina onde se vêem imersos fenocristais idiomórficos de nefelina, medindo entre 0.5 - 0.8mm, compondo cerca de 10% da rocha. A presença de fenocristais bem desenvolvidos sobre uma matriz muito fina, afírica, empresta a rocha um aspecto nodular, onde os cristais semi-esféricos estão imersos em matriz traquítica com marcante estrutura de fluxo. Os fenocristais apresentam uma cor creme esverdeada, mais clara do que a matriz e de bordas bem definidas, tratando-se de um leucofonolito porfirítico. Cordani *et al.* (2003) dataram diques de um fourchito (analcima monchiquito), que corta estas litologias no morro do Forte dos Remédios, que apresentaram idades K-Ar de 8,8 Ma (Figura 9).



Figura 8 - A) Vista do topo do morro do Forte dos Remédios em direção ao norte (reparar o canto da edificação do forte no limite inferior esquerdo da foto), onde observa-se a área do porto e da ponta de Santo Antônio, limite norte da ilha de Fernando de Noronha e ao fundo o principal conjunto das ilhas de Fora que compõem o arquipélago; **B)** Vista do topo do morro do Forte em direção ao sul, de onde se observa o limite da praia do Cachorro, junto ao sopé do morro, que se estende em direção a praia do Meio até a ilha da Conceição, tendo o morro do Pico ao fundo.

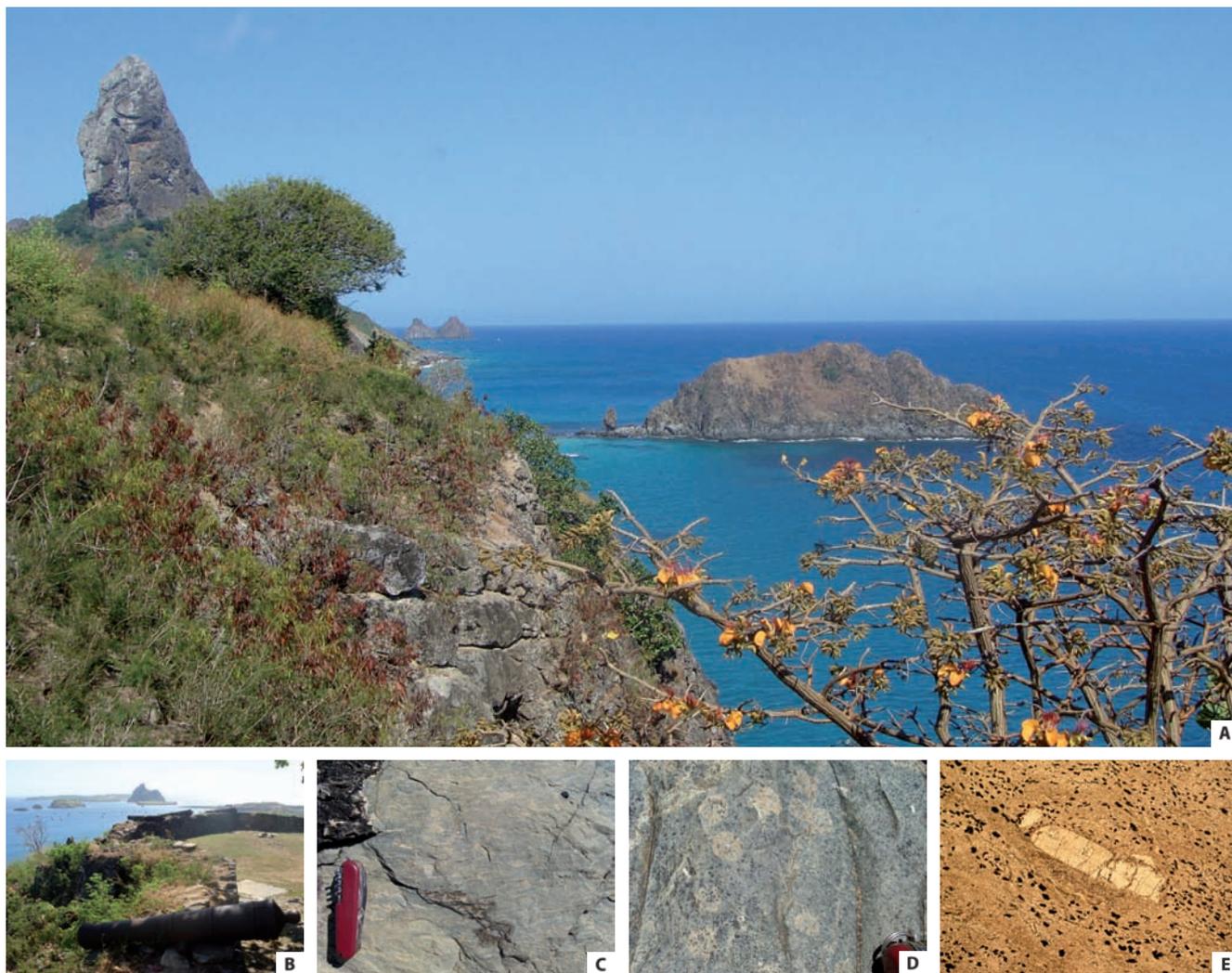


Figura 9 - A) Vista geral para sul a partir da frente da Fortaleza de Nossa Senhora dos Remédios (notar a borda das fortificações no canto superior esquerdo), onde se avista, no topo da foto, o morro do Pico, a direita a ilha da Conceição e a Pedra do Peão, e no horizonte ao fundo o morro Dois Irmãos; o desnível entre a frente do forte e o nível do mar que chega a 45m; **B)** Vista de sobre a parede da fortificação para Sul, tendo ao fundo as ilhas de fora, destacando-se a da Sela Gineta (mais alta), constituída por uma intrusão fonolítica; **C)** Afloramento de leuco-fonolitos, que compõem o morro da Fortaleza, onde se destaca uma textura de fluxo muito bem desenvolvida, formando bandas centimétricas ao longo das quais se alinham idióblastos de feldspatóides; **D)** Detalhe dos fonolitos onde se sobressaem cristais de feldspatóides (nefelina) com formatos hexagonais, e que em lâmina delgada encontram-se parcialmente substituídos por carbonato; **E)** detalhe da textura de fluxo desenvolvida sobre matriz microfanerítica rica em cristálitos de opacos, onde encontram-se imersos cristais ripiformes orientados de sanidina.

GEOSSÍTIO Nº 2: PRAIA DO CACHORRO

Latitude: -03° 50' 20,5" S **Longitude:** -32° 24' 38,7" W

Esta praia recebeu este nome devido à existência, na época de colonização, de uma fonte em bronze com a cara de um cão. É a praia mais próxima da Vila dos Remédios e uma das únicas que possui bica de água doce. Na época de ondas fortes, no mar de dentro, a areia da praia é totalmente retirada deixando somente os afloramentos

de rocha no costão. No período de mar calmo a areia retorna à praia através da troca de comportamento das correntes marítimas.

Ao lado da escadaria de acesso para a praia do Cachorro, ao nível da praia, afloram rochas que são variantes dos termos porfíricos que constituem o morro dos Remédios. Representam frações de borda do *neck* de leucofonolito porfírico, nesta porção submetida a resfriamento rápido, ou na forma de diques e apófises que recortam as porções piroclásticas da Formação Remédios

aflorante ao longo da praia. Trata-se de rochas microfaneríticas leucocráticas cinza-claro esverdeadas, contendo agregados milimétricos (0.3 a 0.8cm) de microfenocristais escuros (aegirina), preto esverdeado e ripiformes, imersos em matriz microfanerítica, esporádicos cristais de feldspatos (sanidina e nefelina) também estão imersos nesta matriz, com textura de fluxo bem desenvolvida. Trata-se de variações laterais do morro do Forte dos Remédios, constituídas por leucofonolitos afíricos peralcalinos, contendo agregados milimétricos de prismas de um clinopiroxênio do tipo aegirina, imersos em matriz feldspática, em uma textura do tipo *felty* (Figura 10).

Os fonolitos da praia do Cachorro foram datados por Cordani *et al.* (2003) e forneceram uma idade K-Ar de 9,3 Ma.

GEOSSÍTIO Nº 3: PRAIA DO MEIO

Latitude: -03° 50' 23,0" S **Longitude:** -32° 24' 43,7" W

Afloramento em grandes blocos no piso e ao longo da praia do Meio, até os limites com a praia do Cachorro. Nesta região, contornando a linha de praia, ocorre um horizonte de rochas piroclásticas representadas por tufos e tufos lapilíticos da Formação Remédios, contendo

fragmentos juvenis e conatos que variam entre tamanhos cinza a lapilíticos. Associam-se a estes depósitos piroclásticos, particularmente na porção próxima ao acesso a praia do Cachorro, brechas sin-magmáticas compostas por uma matriz ígnea (não fragmentada), granular fina a média, contendo abundantes cristais de olivinas, piroxênios, anfibólios e feldspatos/feldspatóides, alguns provenientes da fração magmática e alguns claramente instáveis, arrancados dos fragmentos imersos neste magma.

A rocha constitui-se de um termo lamprofírico, constituído por uma matriz microcristalina a afanítica onde se destacam cristais euédricos ripiformes pretos de clinopiroxênio e cristais de feldspatos/feldspatóides. Nesta matriz magmática encontram-se imersos fragmentos centi- a decimétricos, variando entre alguns milímetros a 5 cm, localmente chegando à cerca de 30 cm de tamanho, normalmente angulosos, provenientes da assimilação/fragmentação de rochas máfico-ultramáficas melanocráticas, granulares finas a médio, provavelmente arrancados da estrutura vulcânica inferior ou do substrato mantélico.

Trata-se de brechas sin-eruptivas intratelúricas, contendo um conjunto de fragmentos juvenis mantélicos, granulares médio a grossos, parcialmente assimilados. Cortando estas litologias ocorrem diques com cerca de



Figura 10 - A) Vista geral da praia do Cachorro tomada do mirante da Fortaleza dos Remédios, onde vê-se o centro da Vila dos Remédios, à esquerda e a Ilha da Conceição, à direita; **B)** no detalhe, a lateral do dique aflorante junto ao acesso à praia, visto em direção ao morro; **C)** característica textural da rocha exibindo matriz microfanerítica, onde encontram-se imersos agregados milimétricos de cristais prismáticos pretos; **D-E)** em lâmina esses agregados estão constituídos por cristais esqueléticos fibrorradiados de clinopiroxênios alcalinos (aegirina), sendo que alguns desses agregados aciculares encontram-se “ancorados” em microfenocristais de sanidina.

2-3 m de largura de rochas microporfíricas, com a composição de analcima monchiquitos.

A matriz dessas brechas comagmáticas foi datada por Cordani *et al.* (2003) e forneceram uma idade K-Ar de 4,3 Ma. Um dos problemas para a obtenção de dados geocronológicos nessas litologias é a diversidade de componentes (Figura 11).

■ GRUPO II

Geossítios Morro do Pico, Mirante Forte do Boldró, Pedreira do Boldró, Praia da Cacimba do Padre, Morro Dois Irmãos e Mirante da Baía dos Porcos (Figura 12).

GEOSSÍTIO Nº 4: MORRO DO PICO

Latitude: -03° 50' 34,2" S **Longitude:** -32° 25' 29,8" W

Afloramento na base do morro do Pico, acesso pela praia do Boldró em direção a praia da Conceição, o qual corresponde ao maior domo fonolítico de Fernando de Noronha, servindo como imagem símbolo do arquipélago. Ao longo da praia do Boldró, que contorna o morro, afloram megablocos arrancados das paredes do domo, com uma disjunção colunar grossa bem desenvolvida, decimétrica, regular e de conformação pseudo-hexagonal



Figura 11 - A) Vista Panorâmica da praia do Meio a partir do mirante Forte dos Remédios; **B)** tufos e tufos lapilíticos da Formação Remédios, contendo fragmentos juvenis e conatos de composição variada, arrancados da estrutura vulcânica subjacente; **C)** Associam-se aos depósitos piroclásticos rochas lamprofíricas alcalinas de composição camptonítica; **D-E)** Imersos nestes lamprófiros encontram-se fragmentos, variando entre alguns milímetros até cerca de 30 cm de tamanho, compondo brechas sin-magmáticas (não fragmentada), cujos xenólitos normalmente apresentam bordas angulosas e composição máfico-ultramáfica contrastante com a matriz granular fina a média; **F)** Detalhe petrográfico dos camptonitos contendo, fenocristais euédricos de clinopiroxênio, anfíbios marrom escuro, prismas corroídos de sanidina e matriz constituída por finos cristais de plagioclásio, apatita e opacos; **G)** imersos nesta matriz encontram-se, entre outros, xenólitos de piroxenitos, como o da lateral esquerda da fotomicrografia.



Figura 12 - Imagem aérea mostrando a localização dos Geossítios Morro do Pico, Mirante Forte do Boldró, Pedreira do Boldró, Praia da Cacimba do Padre, Morro Dois Irmãos e Baía dos Porcos. Fonte: <http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-br&tab=wl>. Imagens capturadas em 11/02/2010.

simétrica, que se destaca na parede do domo. Estas formas de disjunção indicam resfriamento a baixas profundidades, onde ainda atuavam processos de fluxo, vergando e dobrando a disjunção nos estágios finais, quase sólida, de formação dessas intrusivas.

As rochas do domo são leucocráticas, cinza claro a esverdeado, texturas de fluxo muito bem desenvolvidas, que em algumas porções sugerem a presença de mistura de duas frações líquidas, provavelmente resultantes de fracionamento diferencial ocorrido em câmara magmática rasa. A matriz é fina, contendo fenocristais milimétricos eudrícos pretos e esparsos de clinopiroxênio e de feldspatos/feldspatóides. Localmente esses fonolitos apresentam xenólitos e/ou autólitos máficos imersos na matriz, de limites difusos e que, em algumas porções, desenvolvem uma textura híbrida de mistura entre porções levemente ricas em máficos e porções félsicas. Correspondem a fonolitos inequigranulares porfiríticos de matriz microfanerítica, contendo fenocristais idioblásticos de feldspato variando entre 2 a 6 mm, e máficos tabulares finos, imersos em matriz afanítica.

Em lâmina delgada a assembléia de fenocristais inclui a presença de k-feldspatos (5-7%), cristais subédricos de feldspatóides do tipo nefelina e noseana (3-4%), prismas idioblásticos de diopsídio (1-3%) e presença subordinada

de titanita e opacos. A matriz apresenta textura de fluxo traquítica, com a orientação dos cristálitos de feldspatos (plagioclásio), associada a clinopiroxênios. Os fonolitos do morro do Pico foram datados por Cordani *et al.* (2003) e forneceram idades K-Ar de 8,02 e 9,11Ma (Figura 13).

GEOSSÍTIO Nº 5: MIRANTE FORTE DO BOLDRÓ

Latitude: -03° 50' 46,3" S **Longitude:** -32° 25' 52,3" W

O Geossítio Mirante Forte do Boldró está localizado no topo das ruínas do forte homônimo, a cerca de 30 m de altitude, edificado em cima de um promontório formado em rochas da Formação Quixaba (ankaratritos). Na vista para o lado direito de quem olha o mar (direção nordeste) avista-se a praia do Boldró, o morro do Pico e as ilhas secundárias ao fundo. Na vista para a esquerda (direção sudoeste) observa-se a praia do Americano, que é limitada com a praia do Bode por derrames de rochas ankaratriticas. Pode-se ver ainda, ao fundo, a praia da Cacimba do Padre e as ilhas Morro Dois Irmãos. Nos finais de tarde esse mirante é muito utilizado pelos turistas para a contemplação do pôr-do-sol.

O forte de São Pedro do Boldró tem a forma, vista em planta, de um trapézio. Foi edificado no século XVIII, hoje

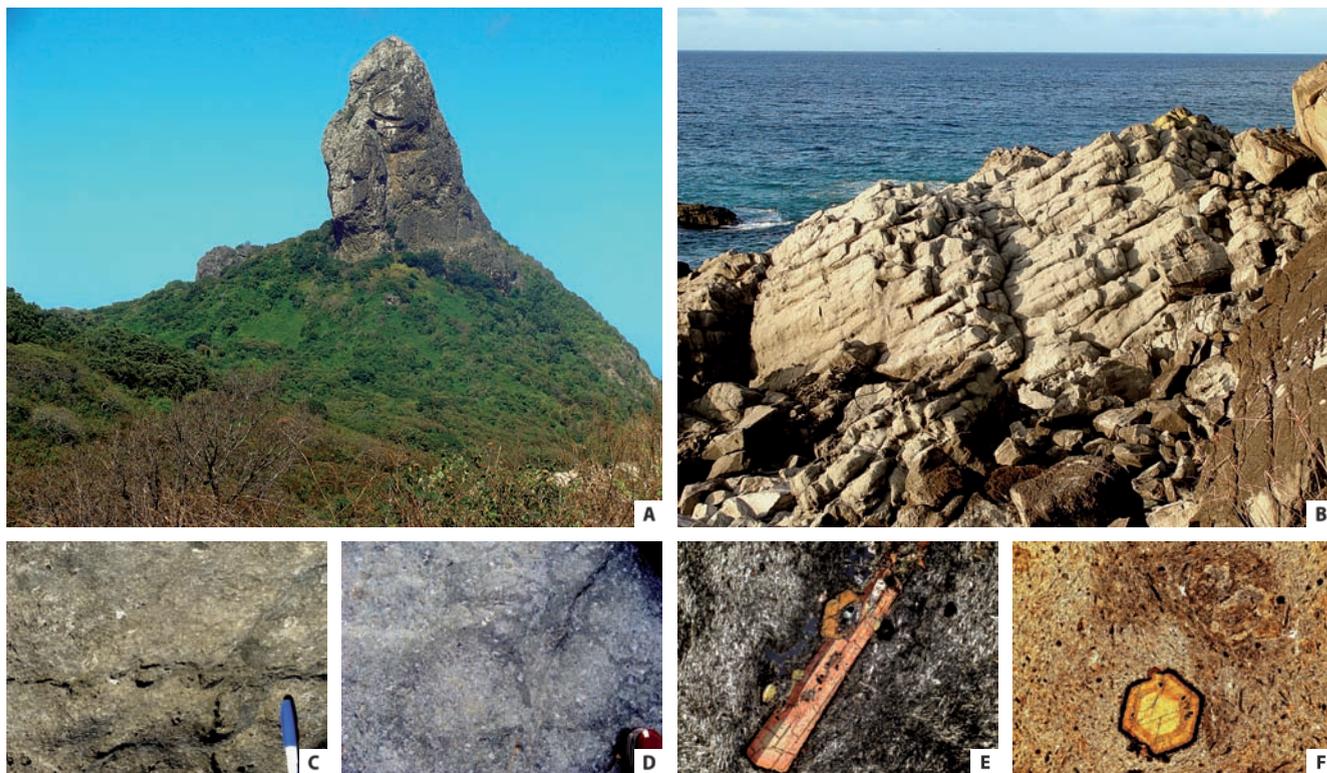


Figura 13 - A) Morro do Pico, visto da praia da Conceição, com o sopé recoberto por blocos formando extenso tálus; **B)** Face do morro voltada para o mar, recoberta de blocos métricos de rochas fonolítica, onde se identificam as estruturas de disjunção pseudo-hexagonal poliedral, presente nas paredes do domo; **C-D)** Detalhe das litologias que constituem o pico, ressaltando a textura fluidal, a presença de porções composicionalmente distintas e os fenocristais imersos na matriz microfanerítica; **E-F)** detalhes petrográficos mostrando cristais idioblásticos de clinopiroxênio zonado e de feldspatóides hexagonais, parcialmente substituídos (porção superior direita da fotomicrografia) e imersos na matriz fortemente fluidal constituída por cristálitos de plagioclásio e opacos.

restando apenas parte de suas ruínas. Com a ocupação da base militar americana que ocorreu na ilha em 1957, nas imediações do forte foram instalados equipamentos para observação de mísseis teleguiados. Trata-se de sítio arqueológico protegido pela constituição brasileira e pela Lei 3.924/61. A destruição ou retirada de qualquer material ou remoção de terra deste local constitui crime sujeito às penas de multa e detenção (Figura 14).

GEOSSÍTIO Nº 6: PEDREIRA DO BOLDRÓ

Latitude: -03° 50' 56,2" S **Longitude:** -32° 25' 59,7" W

Antiga pedreira paralizada ao lado direito da estrada de acesso à Cacimba do Padre, logo após a entrada para o forte do Boldró, compondo uma cava com aproximadamente 20-25 metros de extensão e 8-10 de altura, onde afloram rochas basaníticas de textura afanítica microgranular cinza, com estruturas de segregação e

intenso processo de brechação, provavelmente sintardimagmática. Constituem um mosaico irregular na forma de manchas decimétricas a métricas, composto por fragmentos milimétricos a centimétricos, cimentados por carbonato, formando uma textura de autobrecha do tipo *jig-saw-fit* (Figura 15).

GEOSSÍTIO Nº 7: PRAIA DA CACIMBA DO PADRE

Latitude: -03° 51' 00,7" S **Longitude:** -32° 26' 18,5" W

A praia da Cacimba do Padre apresenta uma extensa faixa de areia bioclástica, limitada por falésias constituídas por derrames de lavas ankaratríticas, que estão cobertas por uma vegetação exuberante (Figura 16). As ondas que arrebentam nessa praia são do tipo espiral, devido à forte inclinação do fundo marinho. São as ondas mais apreciadas pelos surfistas, pois forma o chamado tubo. No período de dezembro a abril essas ondas tubulares são



Figura 14 - A) Vista para nordeste do topo do Geossítio Mirante do Forte do Boldró; reparar o canto da edificação do forte no limite inferior direito da foto, observando-se a área da praia do Boldró, o morro do Pico e as ilhas secundárias ao fundo; **B)** Vista para sudoeste, observando-se a praia dos Americanos em primeiro plano, com derrames de lavas ankaratriticas que a limitam com a praia do Bode. Ao fundo, a praia Cacimba do Padre e o morro Dois Irmãos; **C-F)** Ruínas do forte São Pedro do Boldró.



Figura 15 - A) Vista da Pedreira do Boldró, onde afloram rochas basálticas; **B-E)** Detalhes da pedreira mostrando autobrecha com textura *jig-saw-fit* em rocha fonolítica.



Figura 16 - Praia da Cacimba do Padre, com extensa faixa de areia bioclástica em contato com falésias. **A)** Vista para nordeste, na direção da praia do Boldró; **B)** Vista para sudoeste, na direção da baía dos Porcos.

perfeitas, semelhantes às que ocorrem no Havá, servindo de local para campeonatos de *surf* e *body board*. O nome da praia deve-se ao fato do capelão do presídio ter descoberto em 1888, uma fonte de água potável que passou a ser chamada de Cacimba do Padre. No período de dezembro a junho a praia fica interdita no horário das 18:00 às 08:00 hs, devido à desova das tartarugas marinhas, que são monitoradas pelo projeto TAMAR do ICMBio.

GEOSSÍTIO Nº 8: MORRO DOIS IRMÃOS

Latitude: -03° 51' 00,0" S **Longitude:** -32° 26' 25,8" W

As ilhas Morro Dois Irmãos, um dos cartões postais do arquipélago, são dois morros simétricos na forma, constituídos de melabasanitos com marcante estrutura colunar, regular, decimétrica, relacionada à porção central de derrames de lava. Trata-se de melabasanitos onde se encontram fragmentos e/ou cristais milimétricos de origem conata, imersos na lava. As grandes estruturas colunares, formadas pelo diaclasamento da rocha vulcânica, podem ser observadas, tanto da praia da Cacimba

do Padre, como da baía dos Porcos, já que a ilha está no limite dessas praias, assim como no passeio de barco, que passa próximo (Figura 17).

GEOSSÍTIO Nº 9: MIRANTE DA BAÍA DOS PORCOS

Latitude: -03° 51' 05,5" S **Longitude:** -32° 26' 32,0" W

A porção sudoeste da ilha é constituída por uma espessa seqüência de derrames de lavas, aos quais se intercalam depósitos de rochas piroclásticas, relacionadas à Formação Quixaba. Essa parte do arquipélago destaca-se pela formação de extensa parede de lavas básicas, formando falésias com cerca de 60 metros de altura, que contrastam com o relevo da porção intermediária-nordeste, onde as frentes para o mar apresentam encostas mais suavizadas. O mirante está localizado no topo de uma falésia, cujo acesso é feito por trilha à partir do mirante da Praia dos Golfinhos. O acesso à baía dos Porcos é feito a partir da praia da Cacimba do Padre, subindo uma trilha sobre derrames de basanita.

Nessa porção destaca-se um conjunto de derrames de lavas basaníticas, melanocráticas pretas, onde se desenvolve uma disjunção colunar marcante, correspondente à porção central dos derrames de lava, sobrepostos a uma sutil zona vesicular de topo. Afloramento típico desses derrames é o morro Dois Irmãos, onde a disjunção é

especialmente bem desenvolvida, identificando-se colunas de secção decimétrica e contorno pseudo-hexagonal, verticalizadas e com cerca de 8 a 10 metros de altura. Ao longo dos costões, como no trecho entre a baía dos Porcos e a praia do Sancho identificam-se os limites entre

derrames, na forma de uma linha irregular sub-horizontal, que por vezes pode estar acompanhada por um depósito de tufo e tufo lapilítico. Trata-se de derrames de olivina basanitos do tipo melanefelinitos, presentes em todo esse segmento da ilha (Figura 18).



Figura 17 - **A)** Morro Dois Irmãos visto da praia da Cacimba do Padre; **B)** Vista do mesmo morro, a partir do mar da baía dos Porcos; **C-D)** Detalhe das disjunções colunares bem desenvolvidas nos derrames de melanefelinitos; **E)** Detalhe do topo vesicular de um desses derrames, aflorante na base do morro; **F)** Fotomicrografias das lavas de olivina melanefelinitos, constituídas por pórfiros de olivinas manteadas por um anfibólio do tipo kaersutita e cristais de nefelina, imersos em matriz microcristalina. A amostra foi coletada na base do morro Dois Irmãos.



Figura 18 - Vista para nordeste do Mirante da Baía dos Porcos, com a baía no canto inferior direito, as ilhas Dois Irmãos vistas pela face sul, e a extensão da praia da Cacimba do Padre em direção às ilhas secundárias ao fundo. A baía dos Porcos é um ponto excepcional de mergulho na ilha, posicionada sobre derrames de olivina basanitos, o piso corresponde a uma das superfícies de derrame.

GRUPO III

Geossítios Mirante da Praia do Sancho, Mirante da Enseada dos Golfinhos e Ponta da Sapata (Figura 19)

GEOSSÍTIO Nº 10: MIRANTE DA PRAIA DO SANCHO

Latitude: -03° 51' 21,3" S

Longitude: -32° 26' 43,3" W

A praia do Sancho é considerada uma das mais belas do Brasil. Constituída por uma faixa de areias bioclásticas brancas ladeada por falésia com altitude em torno de 60 m, configura uma pequena baía em forma de ferradura, onde toda a extensão da falésia está estruturada sobre derrames de lavas e níveis piroclásticos da Formação Quixaba. No final da baía, onde os derrames alcançam o mar, formam-se piscinas de excepcional qualidade para mergulho, devido à grande quantidade de espécies marinhas ali encontradas e a limpidez das águas. O visitante

pode acessar a praia por barco ou por trilha, que começa no mirante da enseada dos Golfinhos. No mirante da praia do Sancho tem uma escada, por entre uma fenda da falésia, que leva até a praia (Figura 20).



Figura 19 - Imagem aérea mostrando a localização dos Geossítios Mirante da Praia do Sancho, Mirante da Enseada dos Golfinhos e Ponta da Sapata, na ponta sudeste da ilha. Esse trecho do mar de dentro, tem circulação restrita por ser área de preservação dos golfinhos rotadores. Fonte: <http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-br&tab=wl>. Imagens capturadas em 11/02/2010.

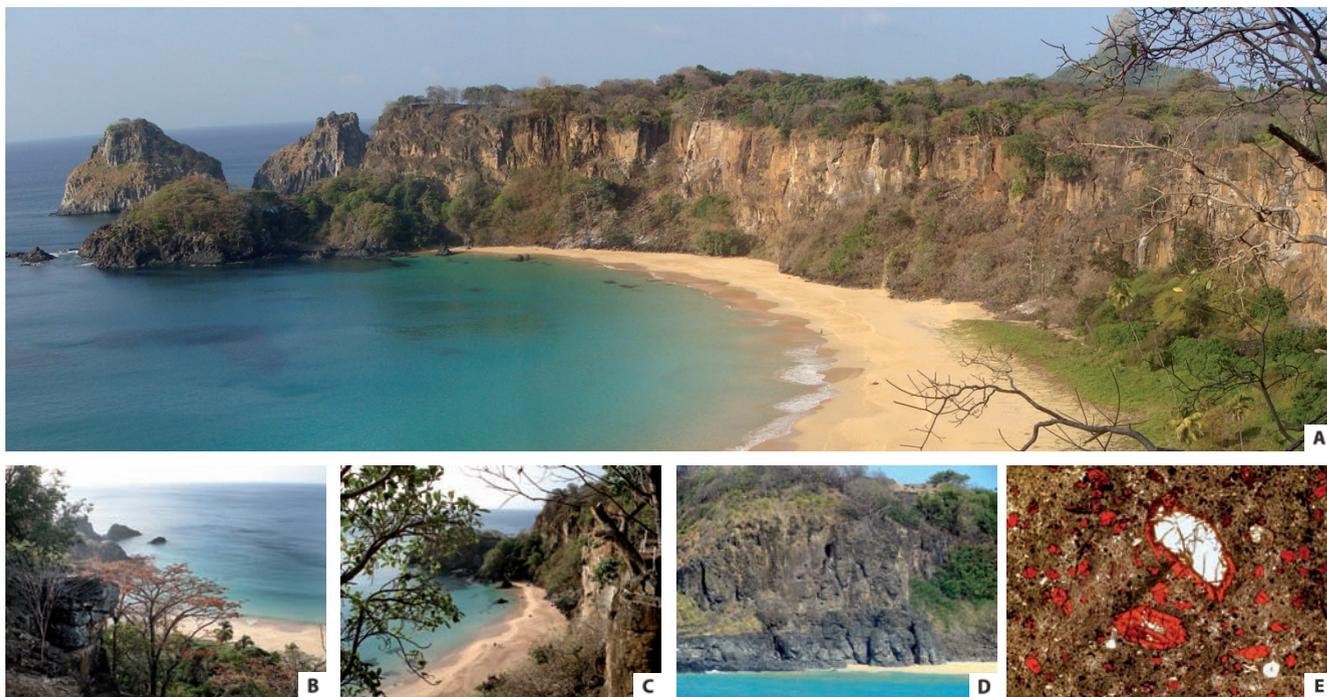


Figura 20 - **A)** Vista para nordeste da praia do Sancho, a partir do mirante posicionado no topo da falésia que está estruturada sobre uma sequência de derrames de lavas e níveis piroclásticos da Formação Quixaba; **B)** Vista para a face sudoeste da praia; **C)** Detalhe da falésia na vista para nordeste; **D)** Detalhe da estrutura da falésia onde se vê a superposição de dois derrames de lavas; **E)** Fotomicrografia das lavas de olivina melafelinitos constituídas por pórfiros de olivinas manteadas por anfibólio do tipo kaersutita e cristais de nefelina, imersos em matriz microcristalina. A amostra foi coletada na base da falésia da praia do Sancho.

GEOSSÍTIO Nº 11: MIRANTE DA ENSEADA DOS GOLFINHOS

Latitude: -03° 51' 35,3" S **Longitude:** -32° 26' 47,1" W

Do Mirante da Enseada dos Golfinhos pode-se observar a bela paisagem da porção noroeste da ilha, do lado do mar de dentro, onde a atração principal é a observação dos golfinhos rotadores que utilizam a enseada para descanso e reprodução. O mirante é utilizado, além dos turistas, por pesquisadores que estudam os hábitos desses mamíferos aquáticos (da família *Delphinidae*), que ao saltarem para fora d'água, exibem singulares movimentos rotacionais

antes de mergulharem de volta às águas límpidas da enseada. Toda a extensão dessa costa noroeste é formada por costões rochosos (em rochas ankaratríticas), na sua maior parte, muito íngremes, com alguns trechos menos inclinados apresentando depósitos de tálus (detritos rochosos depositados no sopé da encosta). Além da enseada dos Golfinhos, avista-se a enseada do Portão, cujo nome deve-se a uma abertura que transpassa o costão rochoso até o mar de fora, resultado da erosão promovida pelas vagas oceânicas. O portão pode ser visto mais de perto, através de passeio de barco pelo mar de dentro. À direita do portão, na extremidade noroeste da ilha, encontra-se a Ponta da Sapata, geossítio que será descrito a seguir (Figura 21).

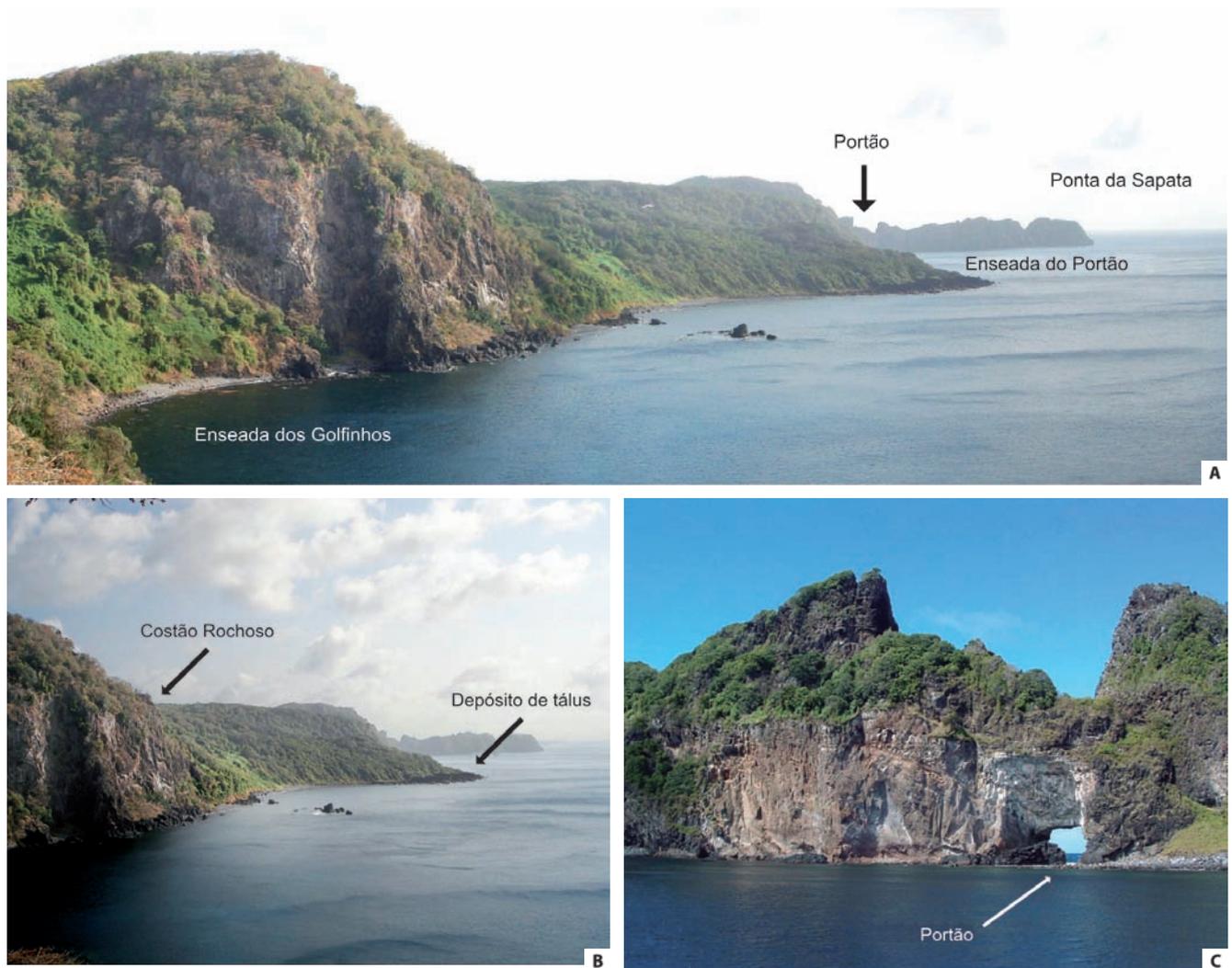


Figura 21 - A) Vista do Mirante da Enseada dos Golfinhos para sudoeste, onde se vê, em primeiro plano, a enseada dos Golfinhos, com costão rochoso no setor intermediário e depósitos de tálus na ponta da enseada (detalhe em **B**); No plano de fundo observa-se a enseada do Portão, cujo nome deve-se a uma abertura no costão rochoso resultante da erosão promovida pelas vagas oceânicas (detalhe em **C**), com a Ponta da Sapata na extremidade sudoeste da ilha.

GEOSSÍTIO Nº 12: PONTA DA SAPATA

Latitude: -03° 52' 27,9" S **Longitude:** -32° 28' 32,6" W

A Ponta da Sapata é uma forma de relevo saliente que avança de forma aguçada sobre o oceano, no extremo sudoeste da ilha principal, constituída de espesso pacote de rochas piroclásticas contendo estruturas de corte e preenchimento, acamamentos gradacionais e níveis de ejetólitos fracamente soldados e/ou amarrutados, estruturas estas relacionadas a magmatismo eminentemente explosivo, onde predomina material escoriáceo relacionado a depósitos de tração. Recortam diques e pequenas intrusões fonolíticas que se destacam nas paredes escarpadas do pontal. Essas estruturas só podem ser observadas em passeio de barco pelo mar de dentro, que chega bem próximo à Ponta da Sapata (Figura 22).

GRUPO IV

Geossítios Mirante da Praia do Leão, Morro Branco, Mirante Ponta das Caracas, Mirante Forte São Joaquim, Baía de Sueste, Morro do Medeira e Pedreira de Sueste (Figura 23).

GEOSSÍTIO Nº 13: MIRANTE DA PRAIA DO LEÃO

Latitude: -03° 52' 09,7" S **Longitude:** -32° 26' 01,2" W

A praia do Leão está localizada na face sudoeste da ilha voltada para o mar de fora. O seu nome se deve à pequena ilha Morro do Leão, cuja forma se assemelha àquele animal. Existe outra pequena ilha - Morro da Viúva que, assim como a ilha Morro do Leão, é constituída de rochas leucocráticas afiríticas. A praia está dividida em dois seguimentos: um arenoso, com a presença de um

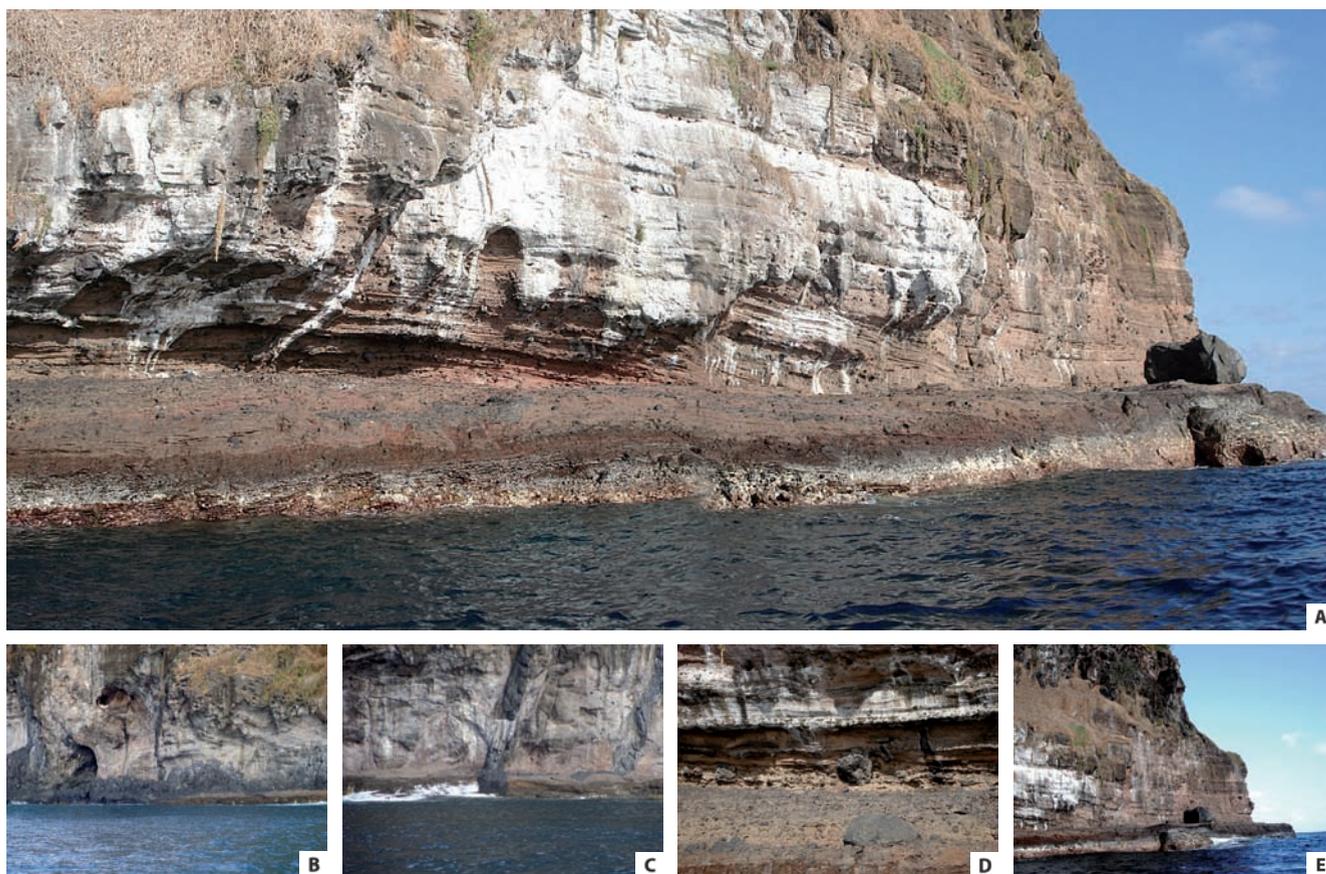


Figura 22 - A) Vista geral da Ponta da Sapata, onde aflora um espesso depósito de rochas piroclásticas, intercalando níveis de tufos médios a grossos (base do perfil), bem estruturados, laminações plano-paralelas e cruzadas dominantes, presença de ejetólitos decimétricos imersos na estratificação; **B)** Provável sill na base do pacote piroclástico, emitindo pequeno dique que recorta os depósitos superiores; **C)** Dique decimétrico de rochas básicas recortando o pacote piroclástico; **D)** detalhe da estruturação do depósito tufáceo e em **E)** notar a cobertura de lavas de basanitos que mantém a superfície do platô vulcânico na porção sul da ilha.



Figura 23 - Imagem aérea mostrando a localização dos geossítios posicionados entre a praia do Leão e a enseada do Abreu, borda sul da ilha voltada para o Mar de Fora, e que tem como ponto central a baía de Sueste, a mais importante área de reserva biológica para tartarugas marinhas do arquipélago, onde a faixa de areia serve de zona de postura de ovos, sendo “área de circulação restrita” durante determinadas épocas do ano. Fonte: <http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-br&tab=wl>. Imagens capturadas em 11/02/2010.

pequeno campo de dunas, e outro formado por blocos e calhaus, que estão depositados no sopé das vertentes e foram retrabalhados pela erosão das vagas oceânicas. Ao longo da praia, encontram-se recifes de algas calcárias, que ficam expostos na maré baixa.

No início da praia do Leão, na escarpa junto ao mirante, afloram lavas de melaneferinitos pretos, afaníticos, intensamente vesiculados e aspecto vítreo. Na continuação para sul até próximo a ponta do Capim Açú e ao longo da planície da Viração, ocorre extenso depósito piroclástico posicionado abaixo dos derrames de lavas, com uma espessura aproximada de 10-15 m, sem qualquer tipo de estruturação interna, profundamente vesiculado, formando fluxos piroclásticos inflados, contendo fragmentos centi- a decimétricos de piroclastos conatos, de contorno arredondado, fusiformes, normalmente destacados da matriz por cores cinza escuro, contrastantes com a cor vermelho tijolo gerado pela oxidação da matriz piroclástica onde se encontram imersos os fragmentos. Trata-se de depósitos piroclásticos gerados por fluxo

proximal, inflados, matriz vítrea, destacadamente de temperatura mais elevada do que os observados nas baías de Sueste e Atalaia (Figura 24).

GEOSSÍTIO Nº 14: MORRO BRANCO

Latitude: -03° 52' 11,3" S **Longitude:** -32° 26' 21,4" W

Afloramento na base do morro Branco, flanco sul da praia do Leão e ao longo da praia, onde afloram rochas leucocráticas cinza-claro esverdeado, textura traquítica fina, contendo micropórfiros alinhados por fluxo ígneo, variando entre 1 a 3 mm de tamanho. Distribuem-se entre a presença de plagioclásio e feldspatóides, associados a prismas curtos pretos de clinopiroxênio. Correspondem a leuco fonolitos porfiríticos, semelhantes aos aflorantes no morro do Medeira, da baía de Sueste. Ao longo da praia destaca-se a presença de extensos derrames de lavas básico-ultrabásicas melanocráticas, com a presença eventual de diques com espessuras variando entre 5 a

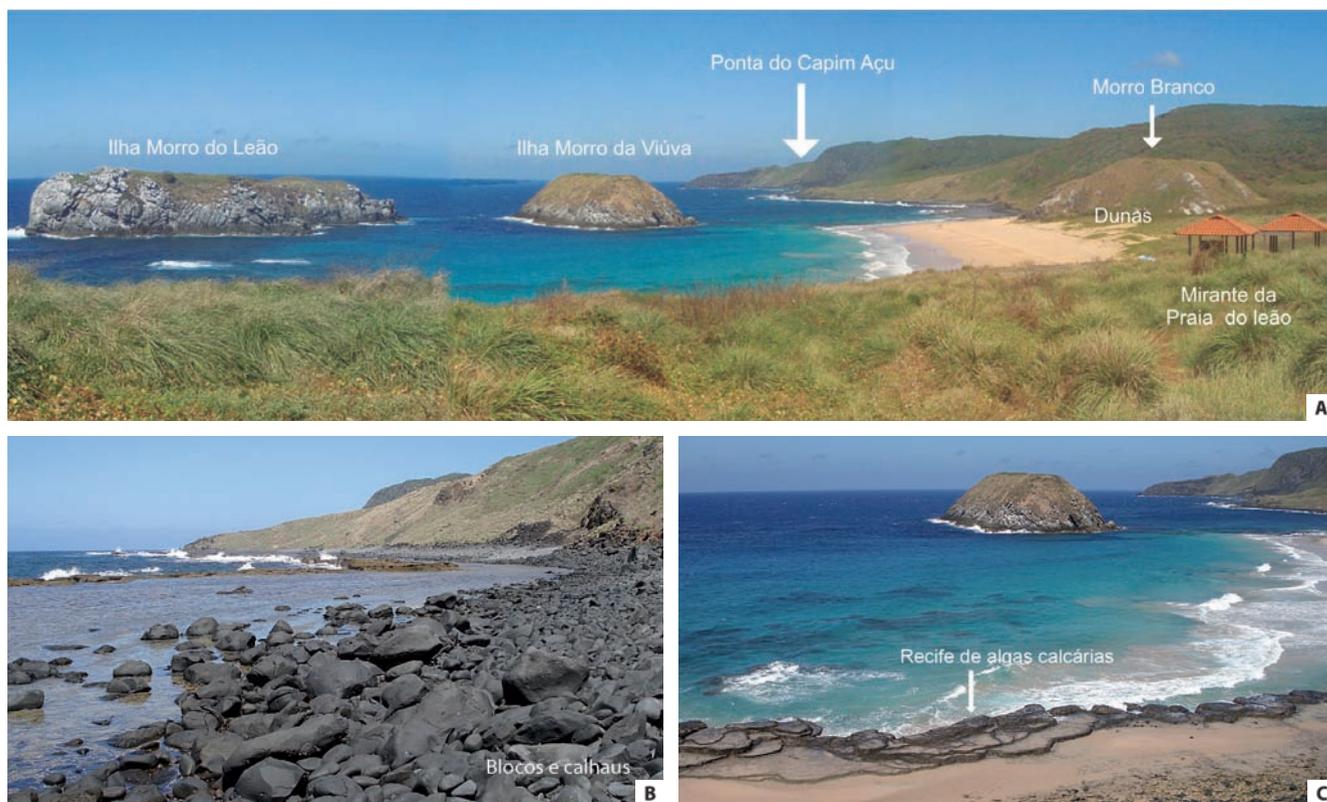


Figura 24 - A) Vista para sudoeste do Mirante da Praia do Leão, onde se observa a praia com dois segmentos distintos. O primeiro constituído de praia arenosa com pequeno campo de dunas, e o segundo com praia composta de calhaus e blocos (detalhe em **B**), que se estende em direção à ponta do Capim Açú. Do lado direito da foto se avista o morro Branco, constituído de rochas leucocráticas porfíricas e do lado esquerdo as ilhas Morro da Viúva e do Leão, compostas por rochas leucocráticas afíricas. Na escarpa junto ao mirante afloram lavas de melanefelinitos, cujos fragmentos estão na base da escarpa, e na praia em frente recifes de algas calcárias (detalhe em **C**).

10m, posicionados ao longo de zonas de cisalhamento de direção geral N60° W 55° SW, como o que aflora logo ao sul do morro Branco (Figura 25).

O piso da praia, logo a sul do morro Branco, é constituído por um extenso depósito de blocos e calhaus, arredondados, predominantemente provenientes das lavas de basanitos, que emprestam um particular aspecto à praia. Amostras de melanefelinitos desta praia foram datadas por Cordani *et al.* (2003), fornecendo idades K-Ar de 6,6 Ma e Ar-Ar de 6,1 Ma, idades das mais antigas obtidas para a Formação Quixaba.

GEOSÍTIO Nº 15: MIRANTE PONTA DAS CARACAS

Latitude: -03° 52' 30,6" S **Longitude:** -32° 25' 30,0" W

A Ponta das Caracas constitui um promontório posicionado entre a baía de Sueste e a praia do Leão, onde está

localizado um mirante que possibilita uma ampla vista abrangendo a praia do Leão a sudoeste da ponta, e a ilha Cabeluda, a nordeste. Na extremidade do promontório o relevo é escarpado, apresentando na sua base um piso em forma de lage, onde afloram lavas de melanefelinitos pretos, microfaneríticos a afaníticos, intensamente vesiculados e com disjunção poligonal pseudo-hexagonal muito bem desenvolvida. Sobrepondo-se a estas lavas ocorre um nível, com aproximadamente dois metros de espessura, de um sedimento sinvulcânico, epiclástico, composto por fragmentos arredondados de basanitos, imersos em matriz tamanho areia. Correspondem a depósitos de alteração e fluxo de detritos concomitantes ao processo vulcânico, totalmente desorganizados e sem qualquer seleção. Sobrepondo-se a este depósito epiclástico, novo derrame de lavas de melanefelinitos pretos, com disjunção tabular na base, colunar na porção central e vesicular no topo. Por sobre todo o pacote vulcânico, encontra-se uma cobertura de calcarenito formando uma capa sedimentar

que, iniciando-se na frente da baía, se estende da face sul da Ponta das Caracas, até junto às ruínas do forte de São Joaquim de Sueste e contrafortes para costa afora, recobrando a ilha do Chapéu de Sueste. Tem-se a clara idéia de um paleo-relevo formando uma depressão para a porção central da bacia, onde se encontram os sedimentos (Figura 26).

GEOSSÍTIO Nº 16: MIRANTE FORTE SÃO JOAQUIM

Latitude: -03° 52' 15,5" S **Longitude:** -32° 25' 26,9" W

O Mirante Forte São Joaquim está localizado nas ruínas do forte homônimo, na costa sul da Baía de Sueste.

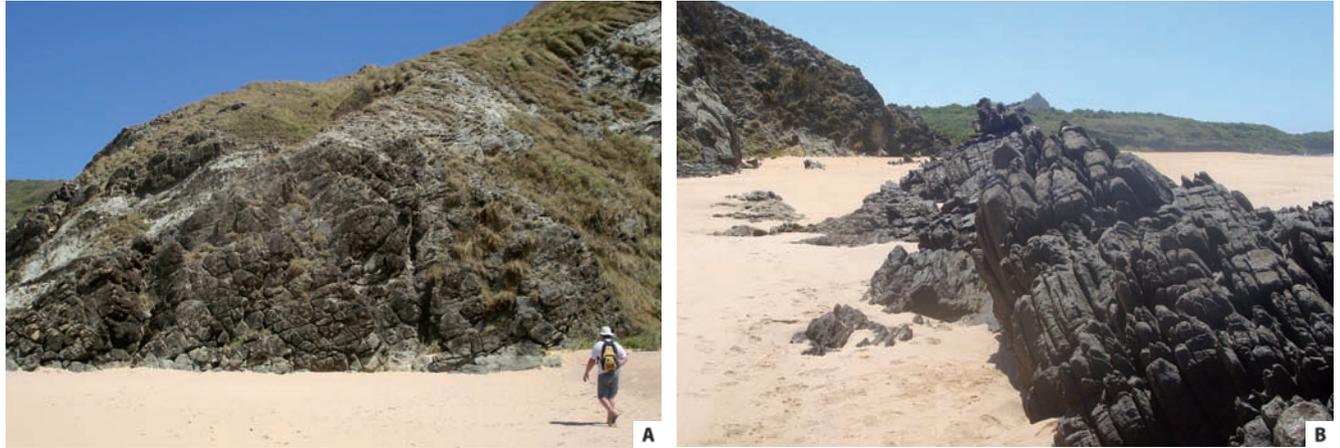


Figura 25 - A) Afloramento na base do morro Branco, constituído por rochas leucocráticas cinza-claro esverdeado, textura traquítica fina, contendo micropórfiros alinhados por fluxo ígneo, variando entre 1 a 3 mm de tamanho; **B)** Diques básico-ultrabásicos melanocráticos.

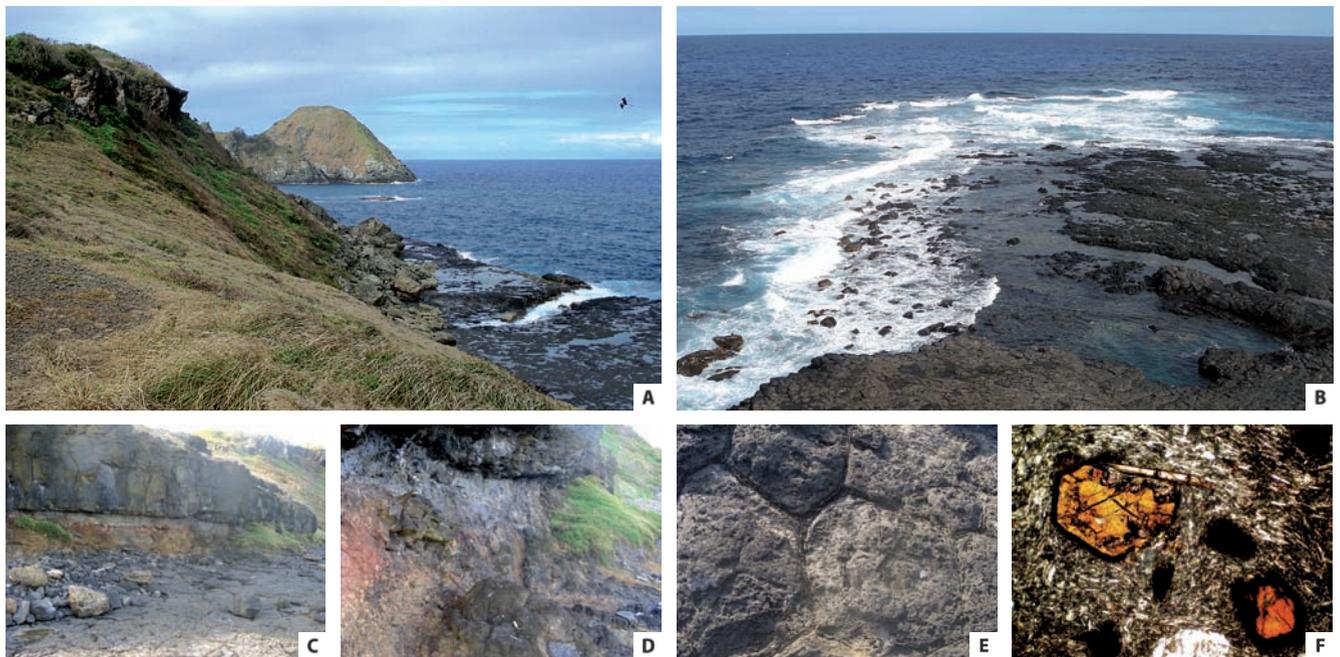


Figura 26 - A) Vista da Ponta das Caracas para nordeste, onde se observam a ilha Cabeluda ao fundo e o relevo escarpado do pontal; **B a D)** Extremidade do pontal com a laje que o contorna constituída por lavas de melanefelinitos pretos, compondo um conjunto de dois derrames intercalados por um depósito métrico de rochas epiclásticas de matriz grossa contendo fragmentos arredondados centi- a decimétricos de basanitos; **E)** Os derrames de lavas apresentam topo vesicular e disjunção poligonal pseudo-hexagonal decimétrica muito bem desenvolvida; **F)** Petrograficamente estão constituídas por uma trama de cristalitos de plagioclásio e microfenocristais de feldspatóides, apresentando textura de fluxo, onde encontram-se imersos cristais idiomórficos de anfibólios do tipo kaersutita e aegirina.

Deste mirante se avista a bela paisagem daquela baía, destacando-se o imponente morro do Medeira na costa norte, constituído de rochas fonolíticas porfiríticas e, na entrada da baía, as ilhas Cabeluda e Chapéu de Sueste, a primeira composta por rochas fonolíticas afiríticas e a segunda por calcarenitos (Figura 27).

GEOSSÍTIO Nº 17: BAIJA DE SUESTE

Latitude: -03° 51' 57,4" S **Longitude:** -32° 25' 33,3" W

A baía de Sueste é uma área abrigada, de mar calmo, onde desembarcaram em 1629, a esquadra holandesa que pretendia retomar o arquipélago, restando dessa época as ruínas do Forte de São Joaquim do Sueste. Essa baía serve ainda hoje como porto opcional para o arquipélago, nas épocas de ressaca no mar de dentro. Junto ao mar existe o único mangue em ilha oceânica do Atlântico Sul. A baía também é um importante ponto de alimentação das tartarugas marinhas, onde é possível realizar mergulho livre, devendo-se observar as áreas permitidas, pois há bóias sinalizadoras para áreas restritas à pesquisa científica.

Ao longo da baía, especialmente no seu flanco norte, afloram extensos depósitos piroclásticos grossos, contendo blocos de rocha variando entre alguns centímetros a cerca de 40 cm de diâmetro, de formatos irregulares, bordas retas (não reativos), compostos predominantemente por fragmentos de basanitos afaníticos a microfaneríticos e fragmentos pumíceos. A matriz é de granulometria

média a grossa, composta por fragmentos de rocha e fragmentos de cristais idióblásticos máficos. A estruturação do depósito é grossa a muito grossa, com sutil acamada-mento gradacional, ausência praticamente completa de estratificação, sem fragmentos emplacados por balística ou de queda, predominando os depósitos relacionados a fluxo piroclástico, provavelmente em posição proximal as áreas de *vent*.

Nos dois extremos da baía, tanto nas regiões mais altas, como próximo ao morro do Medeira, junto ao Mirante do Forte São Joaquim, assim como na ilha Chapéu de Sueste, afloram sedimentos designados como Calcarenitos das Caracas, compostos por fragmentos de conchas e de corais, cimentados por carbonatos. Todo o conjunto de rochas piroclásticas encontra-se recortado por diques de olivina nefelinitos, com direção geral N25°E (Figura 28).

GEOSSÍTIO Nº 18: MORRO DO MEDEIRA

Latitude: -03° 52' 04,9" S **Longitude:** -32° 25' 11,8" W

Afloramento no morro do Medeira, face voltada para a baía de Sueste, frente para a ilha Cabeluda. Os principais picos aflorantes nesta porção da ilha correspondem a intrusões fonolíticas

Pico fonolítico, onde afloram rochas leucocráticas cinza esverdeadas, contendo estruturas nodulares milimétricas semelhantes às descritas para os fonolitos aflorantes no forte dos Remédios (Figura 29).



Figura 27 - Vista do Mirante Forte São Joaquim, de onde se vê a entrada da baía de Sueste, destacando-se o morro do Medeira e as ilhas Cabeluda e Chapéu de Sueste.



Figura 28 - A) Vista da baía de Sueste a partir da base do morro do Espinhaço em direção ao mirante de Sueste, que pode ser visto no fundo a esquerda, junto com a estrada de acesso. Os travessões de pedra que afloram junto da costa (centro da foto) são extensões dos diques que recortam o pacote de rochas piroclásticas; **B-C)** Detalhes dos depósitos piroclásticos, mostrando um sutil acamadamento e os fragmentos centimétricos imersos nessa matriz, onde identificam-se abundantes fragmentos de cristais; **D-E)** Fotomicrografias dos tufo lapilíticos identificando-se os fragmentos de lavas vítreas (extremos direito e esquerdo) e cristaloclastos de piroxênios.

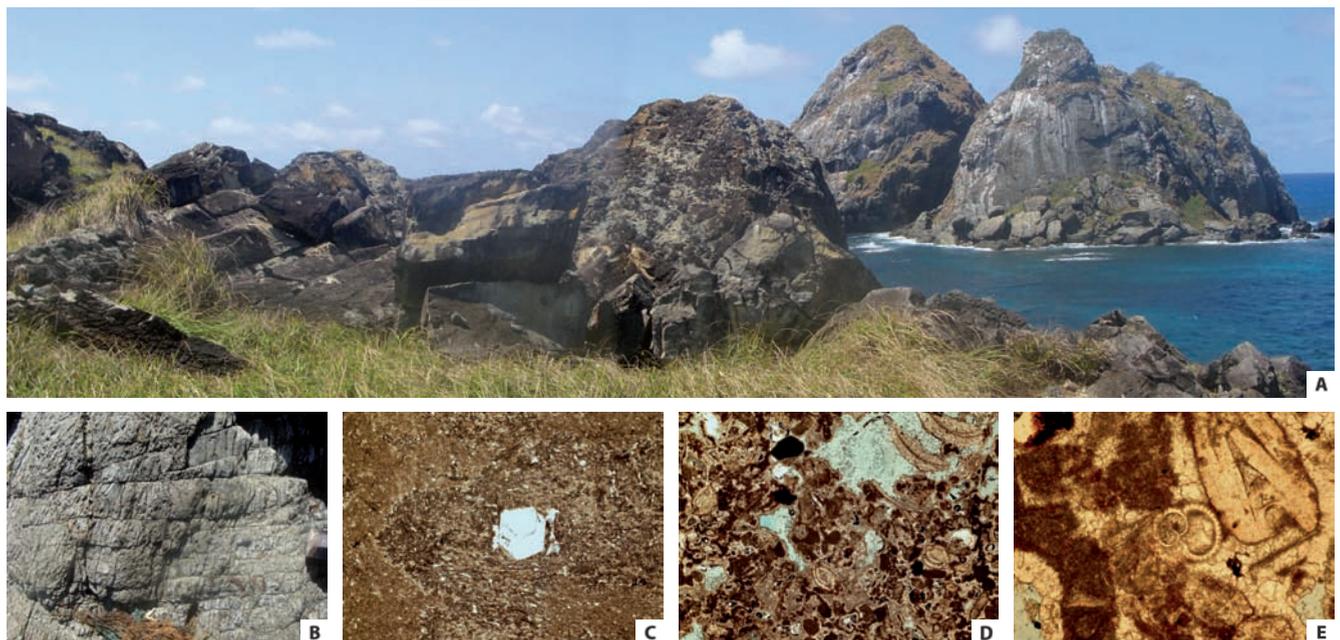


Figura 29 - A) Vista do morro do Medeira em direção a ilha Cabeluda, ambas as áreas constituídas por leuco-fonolitos. Ambos os domos apresentam estruturas de fluxo bem desenvolvidas, com matriz microfanerítica fluidal, onde se encontram imersos fenocristais milimétricos de feldspatóides, parcial ou totalmente substituídos por material micro- a criptocristalino; **B)** Os blocos de rocha apresentam-se intensamente fraturados, como parte de uma tectônica posterior, rígida, afetando algumas porções desses *plugs* alcalinos; **C)** Fotomicrografia dos leuco-fonolitos do morro do Medeira, onde identificam-se as formas perfeitamente hexagonais dos fenocristais idioblásticos de nefelina, totalmente substituídos por uma massa de cristalitos, provavelmente de cancrinita-visnevíta, contornados por uma massa afanítica vítrea já totalmente substituída; **D-E)** Fotomicrografia dos sedimentos que recobrem os dois extremos da enseada, mostrando a constituição exclusivamente por fragmentos fossilíferos carbonáticos.

GEOSSÍTIO Nº 19: PEDREIRA DE SUESTE

Latitude: -03° 51' 42,65" S **Longitude:** -32° 25' 21,6" W

Pedreira paralisada no morro Boa Vista, praia de Sueste, com uma cava de cerca de 100 m de diâmetro, com bancada única de ~20 m de altura. Nesta cava afloram rochas leucocráticas cinza-claro esverdeado, heterogranulares porfiríticas médio a grossas, onde se destacam cristais milimétricos de feldspatóides zonados e piroxênios euédricos pretos, imersos em matriz de granulação média a fina. A disposição dos fenocristais é irregular, compondo bandas e/ou manchas decimétricas profusamente porfiríticas, que gradam para porções granulares faneríticas médias.

Destaca-se a disjunção colunar decimétrica muito bem desenvolvida ao longo de toda a parede e a textura de fluxo ígneo presente. Tratam-se de leuco fonolitos nefelínicos porfiríticos. Os fonolitos dessa pedreira foram datados por Cordani *et al.* (2003) e forneceram idades K-Ar e Ar-Ar de 8,8 e 10,3Ma, respectivamente (Figura 30).

GRUPO V

Geossítios Mirante da Atalaia, Enseada da Atalaia e Ponta da Atalaia (Figura 31).

GEOSSÍTIO Nº 20: MIRANTE DA ATALAIÁ

Latitude: -03° 51' 20,5" S **Longitude:** -32° 24' 20,0" W

Na trilha de acesso à praia da Atalaia, descendo as encostas da face sudoeste do morro do Francês, percorre-se o limite entre lavas de melanafelinitos e ankaratritos pretos, microfaneríticos, sobrepondo depósitos piroclásticos com aproximadamente 20 a 30m de espessura, cujos fragmentos estão depositados no piso da praia. Já no fim da trilha, próximo à praia, localiza-se o Geossítio Mirante da Atalaia, cuja vista para sudoeste descortina uma belíssima paisagem formada pela enseada da Atalaia, a ponta da Atalaia, formada por essexitos-pórfiros, o morro da Atalaia, constituído de fonolitos e a ponta do Espinhaço, de mesma composição. Na vista para nordeste se observa a ilha do Frade, cujo nome se deve a semelhança do domo fonolítico com a forma de um frade em suas vestimentas (Figura 32).



Figura 30 - A) Vista da Pedreira de Sueste; **B)** Leucofonolitos cinza-claro esverdeados, heterogranulares porfiríticos médios a grossos, apresentando um bandamento ígneo bem marcado pela concentração de idioblóstos de feldspatóides; **C)** Detalhe das porções porfiríticas onde se destacam cristais milimétricos de feldspatóides e piroxênios euédricos pretos, imersos em matriz de granulação média a fina; **D-E)** Fotomicrografias dos fonolitos onde ocorrem cristais euédricos de clinopiroxênios fortemente zonados, com centros amarelo claro (augitas) e bordas verdes (aegirina), presença de anfibólios e feldspatóides, provavelmente da série noseana-hauyina, intensamente alterados. Na matriz, uma massa de plagioclásio com intensa textura de fluxo.



Figura 31 - Imagem aérea mostrando a localização dos Geossítios Mirante da Atalaia, Enseada da Atalaia, Ponta da Atalaia.
 Fonte: <http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-br&tab=wl>. Imagens capturadas em 11/02/2010.



Figura 32 - A) Vista sudoeste do Mirante da Atalaia, de onde se observa a enseada, a ponta e o morro da Atalaia, além da ponta do Espinhaço na extremidade esquerda da foto; **B)** Visada nordeste do mirante, onde se vê a ilha do Frade, constituída por fonolitos (detalhe em **C**).

GEOSSÍTIO Nº 21: ENSEADA DA ATALAIA

Latitude: -03° 51' 24,9" S **Longitude:** -32° 24' 32,1" W

Na extensão sul da enseada da Atalaia ocorre essexitos porfiríticos, cinza escuro, com disjunção colunar bem desenvolvida, contendo abundantes fenocristais félsicos euédricos (plagioclásio - feldspatóides), com cerca de 2-5 mm, e provavelmente duas fases máficas, uma na forma de prismas curtos e pretos de piroxênios e prismas finos, longos e pretos de anfibólios. Esses essexitos se encontram em contato, por falha, com rochas piroclásticas de granulometria média a grossa, contendo fragmentos máfico-ultramáficos centimétricos, de limites retos, provavelmente de composição mantélica. O contato entre as duas unidades, piroclásticas vs essexitos, dá-se ao longo de um sistema de falhas de direção N20-25oE SV. Todo este conjunto encontra-se recortado por um sistema de diques compostos, multi-intrusivos, classificados como limburgitos e melamonchiquitos. Recobrimdo o flanco norte do morro da Atalaia ocorre um pacote de calcarenitos com espessura aproximada de 20-25 m. Cordani *et al.* (2003), apresentam uma idade K-Ar para o fonolito do morro da Atalaia de 9,3 Ma, enquanto que os essexitos variam entre 9,2 a 9,7 Ma (Figura 33).

GEOSSÍTIO Nº 22: PONTA DA ATALAIA

Latitude: -03° 51' 31,8" S **Longitude:** -32° 24' 32,5" W

Toda a extensão entre a ponta da Atalaia e a ponta do Espinhaço, que forma uma pequena enseada, está composta por picos de leucofonolitos finos a porfiríticos, dispostos entre os morros da Atalaia, da Boa Vista e do Medeira (este último entre a enseada do Abreu e a baía de Sueste), que compõem, junto com as lavas e piroclásticas, um anfiteatro vulcânico único na estruturação da ilha, como um dos centros de surgência de magma melhor preservados de todo o conjunto.

Os picos estão constituídos de rochas leucofonolíticas de textura variada, encontrando-se termos entre afáníticas a microporfiríticas, normalmente com texturas de fluxo traquítico. Contornando estas áreas de vent central encontram-se brechas sin-magmáticas, compostas por uma matriz ígnea (não fragmentada) de granular média, contendo abundantes cristais máficos de olivinas, piroxênios, anfibólios e feldspatos/feldspatóides. Nesta matriz

encontram-se imersos fragmentos centi- a decimétricos, chegando à cerca de 30 cm de tamanho, angulosos, de rochas máfico-ultramáficas melanocráticas, granulares fino a médio, provavelmente correspondendo a fragmentos mantélicos, semelhantes aos encontrados entre a praia do Cachorro e a praia do Meio. Este conjunto intrude um pacote de rochas piroclásticas e essexitos porfiríticos, relacionadas a depósitos de fluxo, aflorantes na base da enseada.

Destaca-se a presença de um significativo número de diques de estruturação complexa, multi- intrusivos, de disposição sinuosa, significando uma fase intrusiva sin-vulcanismo, com a deformação plástica da estrutura durante os episódios efusivos. Estes diques foram classificados por Almeida (1955) como de mela-monchiquitos (Figura 34).

GRUPO VI

Geossítios Mirante Buraco da Raquel, Ilha Rata, Ilha do Meio, e Ilha de São Jorge (Figura 35).



Figura 33 - A) Vista da base do morro da Atalaia, na enseada da Atalaia, onde se observa o contato de rochas piroclásticas, essexitos e calcarenitos (detalhe em **B**).



Figura 34 - A) Vista panorâmica da entrada da pequena enseada entre a ponta da Atalaia e a ponta do Espinhaço, identificando-se alguns dos picos de rochas fonolíticas como a ponta do Espinhaço e o morro da Atalaia, centros efusivos que compõem, junto com as lavas e piroclásticas, um anfiteatro vulcânico único na estruturação do arquipélago; **B)** rochas piroclásticas que recobrem a estrutura intrusiva, contendo fragmentos centi- a decimétricos de origem máfico-ultramáfica mantélica; **C)** diques sinuosos multiintrusivos e sin-vulcânicos que recortam o conjunto; **D e E)** essexitos sendo recortados por pequenas intrusões de rochas gabróicas granulares grossas.



Figura 35 - A) Imagem aérea mostrando a localização dos Geossítios Ilha Rata, Ilha do Meio, Ilha de São José (**A e B**) e Mirante Buraco da Raquel (detalhe em **C**). Fonte das imagens A e C: <http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-br&tab=w1>. Imagens capturadas em 11/02/2010.

GEOSSÍTIO Nº 23: MIRANTE BURACO DA RAQUEL

Latitude: -03° 50' 03,8" S **Longitude:** -32° 23' 51,5" W

Neste flanco da ilha ocorrem lavas de basanitos melanocráticos pretos, de aspecto rugoso, porções fortemente vesiculares, aspecto vítreo, desenvolvendo forte disjunção pseudo-hexagonal decimétrica, que se mascara por uma disjunção esferoidal pronunciada gerada pela alteração das porções vítreas das lavas. Os derrames de melabasanitos contêm microfenocristais prismáticos de diopsídio e olivina, imersos em uma matriz composta por diopsídio, olivina, opacos, prismas de plagioclásio, finos cristais poiquilíticos de nefelina e abundantes agulhas de apatita. Em algumas rochas o material intersticial é isotrópico, provavelmente representando uma composição vítrea de feldspatóides do tipo analcima (Figura 36).

As chamadas ilhas de fora: Rata, do Meio, Sela Gineta, São José, Cuscuz, de Fora e Rasa estão localizadas na

extremidade nordeste do arquipélago e tem acesso proibido aos turistas, que só podem se aproximar em passeios de barco ou para mergulho nas proximidades. Diante disso, foram selecionados três geossítios representativos dessa área que podem ser visualizados a partir de um barco que se aproxime das bordas das ilhas Rata, do Meio e São José, a seguir descritos:

GEOSSÍTIO Nº 24: ILHA RATA

Latitude: -03° 48' 50,0" S **Longitude:** -32° 23' 26,4" W

A ilha Rata é a maior das ilhas secundárias do arquipélago de Fernando de Noronha, localizada no extremo nordeste daquele ambiente insular. No rebordo sul da ilha ocorre calcarenitos brancos da Formação Caracas, sedimentos organogênicos quaternários que se intercalam e que são superpostos por sedimentos terrígenos de cor marrom escura, que variam de finos a conglomeráticos, onde blocos centi- a decimétricos de rochas

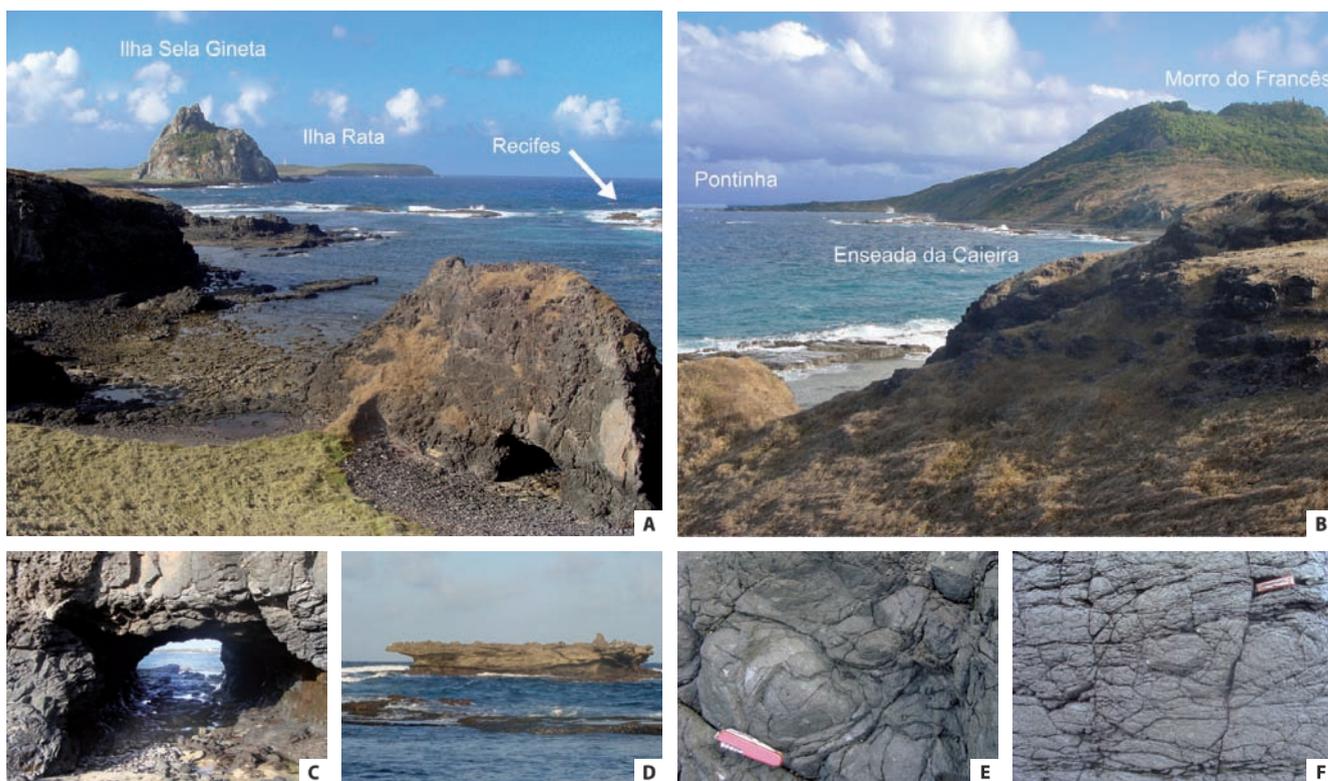


Figura 36 - A) Vista do Mirante Buraco da Raquel em direção às ilhas de Fora, identificando-se o platô de lavas de melabasanitos que recobrem os depósitos piroclásticos dessa porção norte da ilha; **B)** Vista em direção à enseada da Caieira com o morro do Francês, ao fundo; **C)** Detalhe do túnel erosivo (Buraco da Raquel); **D)** Recifes de *Lithothamnion* (algas), no nível d' água e de calcarenitos, ao fundo; **E)** Basanitos melanocráticos pretos de aspecto vesicular; **F)** Disjunção pseudo-hexagonal decimétrica em basanitos.

dominantemente vulcânicas, são cimentados por detritos e sedimentos carbonáticos. A superfície erosiva dos calcarenitos recobertos pelos sedimentos detríticos gera um conjunto de geoformas únicas, onde estes se destacam pela resistência, mantendo pequenos patamares com formas de pináculos. No extremo NW da ilha afloram derrames de ankartritos, que são o substrato para a deposição dos sedimentos biogênicos. Na pequena baía da Ressurreta, parte leste da ilha, localiza-se um ponto de mergulho com profundidade entre 6 a 13 m (Figura 37).

Almeida (1955) menciona a existência de depósitos fosfatados no Calcarenito das Caracas, que tem sua parte superior substituída parcialmente por fosfato de cálcio (apatita e wavelita), de origem atribuída a guanos - excrementos de aves marinhas. Segundo Oliveira *et al.* (2009), os depósitos de fosfato, já conhecidos desde o século 19, possuem reserva superior a 500 mil toneladas com teor médio de 19,6% de fosfato, que foram, em parte, minerados no passado. Esses mesmos autores relatam a existência na ilha Rata de solos ricos em fosfatos de outra natureza,

formando crostas desenvolvidas a partir da interação entre a alteração intempérica das rochas vulcânicas da Formação Quixaba e o guano. Assim, a interação entre o fosfato do guano e o alumínio e o cálcio da rocha vulcânica formou a crandallita, mineral abundante nos solos.

GEOSSÍTIO Nº 25: ILHA DO MEIO

Latitude: -03° 49' 15,0" S **Longitude:** -32° 23' 43,7" W

A ilha do Meio fica posicionada entre as ilhas Rata e Sela Gineta, apresentando um relevo quase plano. Nas suas bordas escarpadas, com altura em torno de 5 m, afloram sedimentos biogênicos ou organógenos ou calcarenitos (brancos) com estratificações plano-paralelas e cruzadas onduladas de grande porte, associadas a regime de deposição eólica, que podem ser visualizados com a aproximação por barco na parte leste da ilha, onde está localizado um ponto de mergulho. São semelhantes aos que afloram na borda sul da ilha Rata e da ilha Rasa. Na base das falésias



Figura 37 - A) Vista da plataforma sul da ilha Rata, em direção à Fernando de Noronha, onde ocorrem os depósitos de sedimentos biogênicos, anteriormente lavrados para fosfato; **B)** Escarpa constituída por sedimentos biogênicos (brancos) recobertos por uma capa de terrígenos (marrom escuro), que por sua vez estão recobertos por um nível de conglomerados grossos que capeiam esta porção da ilha, cimentados por carbonatos; **C)** Derrames ankaratríticos na parte norte da baía da Ressurreta; **D)** Sedimentos biogênicos na borda da baía da Ressurreta, onde tem um ponto de mergulho; **E e D)** detalhe dos sedimentos terrígenos que recobrem os biogênicos.

que bordejam a ilha, encontram-se pequenas cavernas escavadas pela erosão marinha (Figura 38).

GEOSSÍTIO Nº 26: ILHA DE SÃO JOSÉ

Latitude: -03° 49' 33,7" S **Longitude:** -32° 24' 03,8" W

A ilha de São José, em conjunto com as pequenas ilhas do Cuscuz e de Fora, representam a Formação São José, composta por nefelina basanitos, formando disjunções colunares. As disjunções apresentam-se caprichosamente vergadas pelo fluxo, chegando, em alguns trechos, a apresentar uma disposição próxima da horizontal, além de mostrarem a superposição de um mínimo de dois derrames de basanitos, identificado pelo truncamento de dois sistemas de disjunções. No topo da ilha, capeando parte dos derrames de nefelina basanitos, encontra-se uma deposição de sedimentos biogênicos similares aos encontrados nas ilhas Rata e do Meio.

Os basanitos aflorantes nestas ilhas apresentam abundantes nódulos de lherzolitos e hazburgitos assim como

xenocristais de olivina. As lavas de basanitos são melanocráticas de cor preta, apresentam um aspecto maciço, com microfenocristais prismáticos de diopsídio, imersos em uma matriz composta por diopsídio, opacos, prismas de plagioclásio e finos cristais poiquilíticos de nefelina englobando porções da matriz e abundantes agulhas de apatita. Em algumas rochas o material intersticial é isotrópico, provavelmente representando uma composição vítrea de feldspatóides do tipo analcima. Cordani *et al.* (2003) forneceram idades Ar-Ar de 5,8 a 21,9 Ma para essas litologias (Figura 39).

CADASTRO E QUANTIFICAÇÃO DE GEOSSÍTIOS

A relação de geossítios selecionados na presente proposta de Geoparque é apresentada de forma resumida na Tabela 1, com base no aplicativo *web* desenvolvido pela CPRM (Lima *et al.*, 2010) para o cadastro e quantificação de sítios do patrimônio geológico denominado GEOS-SIT, que deverá ser utilizado para o inventário de geossítios em âmbito nacional. O aplicativo possibilita uma

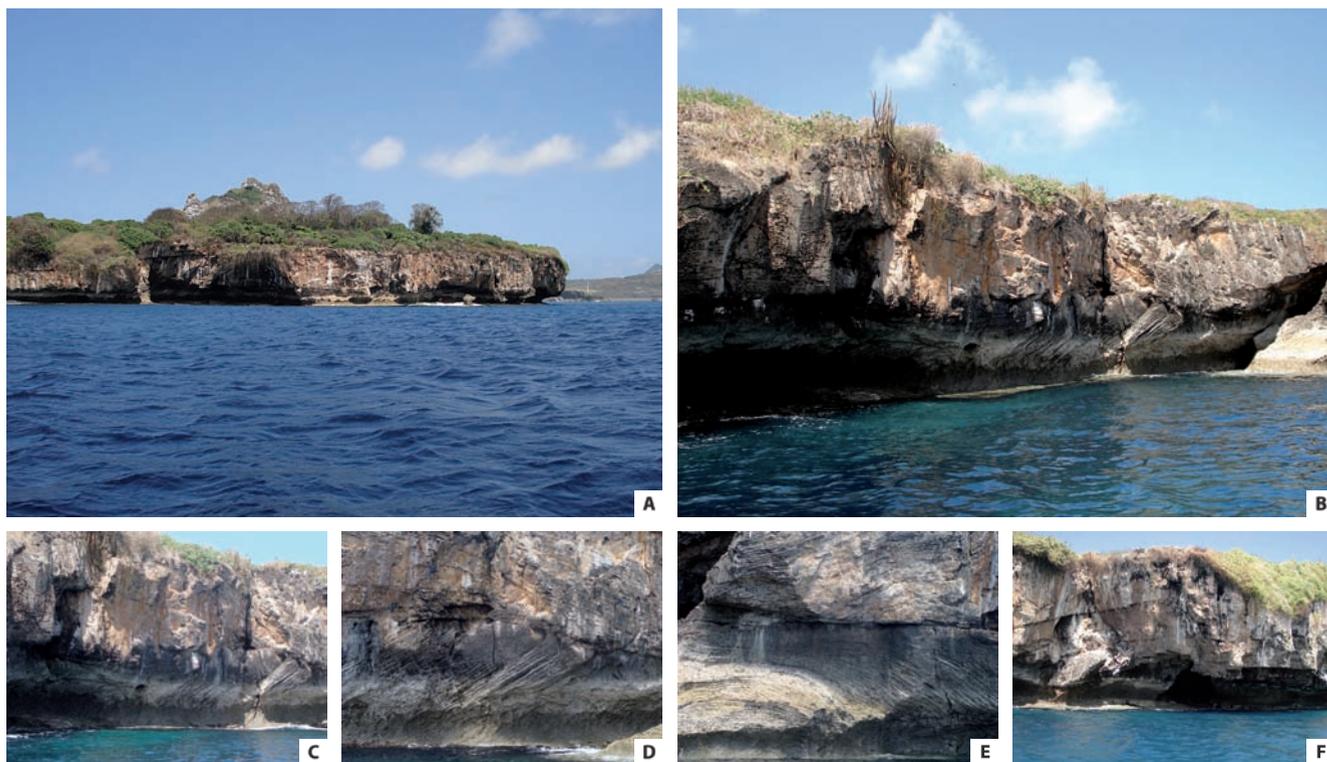


Figura 38 - A) Vista da ilha do Meio, observando-se relevo escarpado; **B)** Borda da ilha apresentando sedimentos biogênicos, com estratificações cruzadas plano-paralelas de grande porte, formando sets de direções variadas, relacionados a depósitos eólicos; **C-D)** Detalhe de estratificação cruzada plano-paralela, apresentando truncamento que evidencia mudança de fluxo deposicional; **E)** Estratificação cruzada ondulada, com evidências de espaço interdunas na base; **F)** Presença de caverna na base da falésia, resultado da erosão marinha.

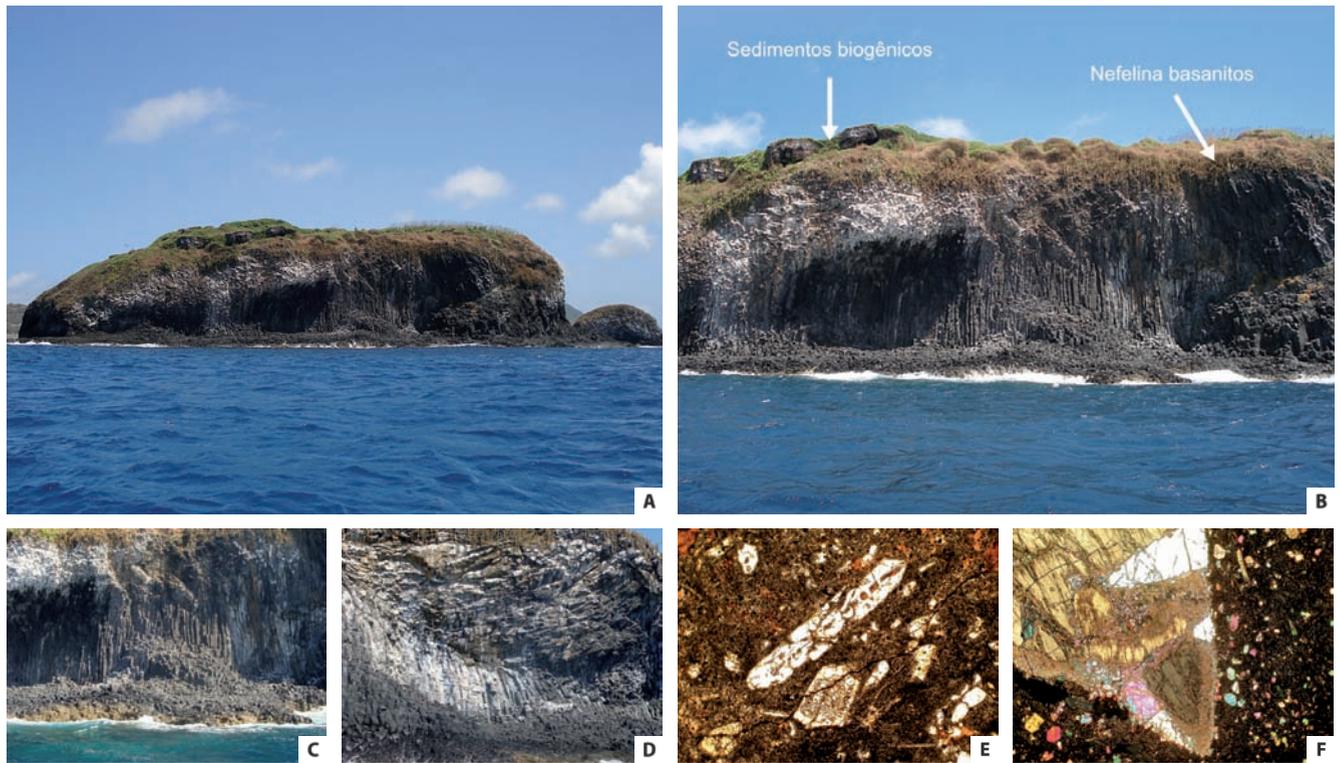


Figura 39 - A) Vista da Ilha de São José, com a pequena ilha do Cuscuz na extremidade direita da foto; **B)** A ilha de São José é formada por nefelina basanitos com disjunções colunares, capeadas em parte por sedimentos biogênicos; **C-D)** Detalhe das disjunções colunares, que apresentam-se caprichosamente vergadas pelo fluxo, chegando a apresentar uma disposição próximo da horizontal, com a superposição de um mínimo de dois derrames de basanitos, identificado pelo truncamento de dois sistemas de disjunções; **E-F)** Fotomicrografias das lavas de basanitos olivínicos, contendo xenólitos máfico-ultramáficos imersos nesta matriz microcristalina.

Tabela 1 - Geossítios do arquipélago de Fernando de Noronha.

Nº	Geossítio	Descrição Sumária	Valor Científico*	Informações Adicionais**
01	Mirante Forte dos Remédios	Geoformas em fonolitos, ankaratritos e tufos	Geom	Int/Edu/Gtur/Cien/PN/Fb/Npb/Mir/Histc
02	Praia do Cachorro	Dique de fonolito porfírico	Pig	Nac/Edu/Gtur/PN/Fb/Npb
03	Praia do Meio	Laprófios e brechas sin-eruptivas	Pig	Int/Edu/Gtur/Cien/PN/Fb/Npb
04	Morro do Pico	Domo de rocha fonolítica leucocrática	Geom/Pig	Nac/ Edu/Gtur/Cien/PN/Fb/Npb
05	Mirante Forte do Boldró	Geoformas em derrames e diques ankaratriticos	Geom	Int/Edu/Gtur/Cien/PN/Fb/Npb/Mir/Histc
06	Pedreira do Boldró	Autobrecha com textura jigsaw-fit	Pig	Reg-Loc/Edu/Cien/ PN/Fb/Npb
07	Praia da Cacimba do Padre	Falésias com derrames de lavas ankaratriticas	Geom/Pig	Reg-Loc/Edu/Gtur/ PN/Fb/Npb
08	Morro Dois Irmãos	Estruturas colunares em melabasanitos	Geom/Pig	Int/ Edu/Gtur/Cien/PN/Fb/Npb
09	Mirante da Baía dos Porcos	Derrames de lavas basaníticas	Geom/Pig	Int/ Edu/Gtur/PN/Fb/Npb
10	Mirante da Praia do Sancho	Falésias com derrames de lavas ankaratriticas	Geom/Pig	Int/ Edu/Gtur/PN/Fb/Npb
11	Mirante Enseada dos Golfinhos	Costões em rochas ankaratriticas	Geom	Nac/Edu/Gtur/ PN/Fb/Npb/Mir

Nº	Geossítio	Descrição Sumária	Valor Científico*	Informações Adicionais**
12	Ponta da Sapata	Depósito de rochas piroclásticas	Estr/Geom/Pig	Int/ Edu/Gtur/Cien/PN/Fb/Npb
13	Mirante Praia do Leão	Geoformas praias (dunas e recifes calcários)	Geom/Sed	Nac/Edu/Gtur/ PN/Fb/Npb/Mir
14	Morro Branco	Derrames de lavas básico-ultrabásicas melanocráticas	Pig	Reg-Loc/ Edu/Gtur/Cien/PN/Fb/Npb
15	Mirante Ponta das Caracas	Geoformas em fonolitos e ankaratritos	Geom	Nac/Edu/Gtur/PN/Fb/Npb/Mir
16	Mirante Forte São Joaquim	Geoformas em fonolitos afíricos	Geom	Edu/Gtur/PN/Fb/Npb/Mir/Histc
17	Baía de Sueste	Depósito de rochas piroclásticas	Estr/Geom/Pig	Nac/Edu/Gtur/ PN/Fb/Npb
18	Morro do Medeira	Domo de rocha fonolítica leucocrática	Geom/Pig	Nac/ Edu/Gtur/Cien/PN/Fb/Npb
19	Pedreira de Sueste	Estruturas de fluxo e acamadamento ígneo	Pig	Reg-Loc/ Edu/Cien/PN/Fb/Npb
20	Mirante da Atalaia	Geoformas em fonolitos e essexitos porfíricos	Geom/Pig	Nac/ Edu/Gtur/PN/Fb/Npb/Mir
21	Enseada da Atalaia	Contato rochas piroclásticas x essexitos porfíricos	Pig	Reg-Loc/ Edu/Gtur/PN/Fb/Npb
22	Ponta da Atalaia	Anfiteatro vulcânico de rochas leucofonolíticas	Geom/Pig	Int/Edu/Gtur/Cien/PN/Fb/Npb
23	Mirante Buraco da Raquel	Geoformas em fonolitos, ankaratritos e tufos	Geom/Pig	Nac/ Edu/Gtur/Cien/PN/Fb/Npb/Mir
24	Ilha Rata	Derrames ankaratríticos e sedimentos organogênicos	Sed/Geom/Pig	Nac/ Edu/Gtur/Cien/PN/Fb/Npb
25	Ilha do Meio	Estratificação plano-paralela de grande porte	Sed	Nac/ Edu/Gtur/Cien/PN/Fb/Npb
26	Ilha de São José	Disjunções colunares em nefelinas basanitos	Geom/Pig	Nac/ Edu/Gtur/Cien/PN/Fb/Npb

* **Valor Científico:** Estr – Estratigrafia; Geom – Geomorfologia; Pig – Petrologia ígnea; Sed – Sedimentologia;

** **Relevância:** Int – Internacional; Nac – Nacional; Reg-Loc – Regional/Local; ** **Uso Potencial:** Cien- Ciência; Edu – Educação; Gtur – Geoturismo;

** **Estado de Proteção:** PN – Parque Nacional; ** **Fragilidade:** Fa – Alta; Fm – Média; Fb – Baixa;

** **Necessidade de Proteção:** Npa – Alta; Npb – Baixa; ** **Outras Informações:** Mir – Mirante; Histc – Histórico-cultural

quantificação automática dos geossítios, definindo, entre outros atributos, o seu nível de importância (regional, nacional e internacional).

INFORMAÇÕES ADICIONAIS SOBRE A PROPOSTA

Além do patrimônio natural, Fernando de Noronha guarda um patrimônio arquitetônico que conta a história de ocupação do arquipélago através das suas igrejas, casario e fortes. O arquipélago, passagem dos navegadores vindos do Velho Mundo rumo à América do Sul, foi descoberto em 1503 por Américo Vespúcio, porém só foi ocupado permanentemente pelos portugueses a partir de 1737, através da Capitania de Pernambuco, depois de ter sido ocupado por holandeses e franceses. Para se proteger das constantes ameaças de invasões, foram construídas

dez fortificações de diversos tamanhos, sendo nove distribuídas ao longo da costa da ilha principal, restando hoje apenas as ruínas do que foi um engenhoso sistema de defesa, interligado por estradas pavimentadas com rochas vulcânicas. A principal fortificação, o Forte dos Remédios (Figura 40), construído sobre uma primitiva fortificação holandesa foi tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) em 1961. Os outros fortes são os de São Pedro do Boldró, São João Batista dos Dois Irmãos, São José, Bom Jesus de Leão, Santo Antônio, São Joaquim do Sueste, Nossa Senhora da Conceição e Santa Cruz do Pico.

A Vila dos Remédios se constitui no núcleo de povoação inicial da ilha, com um antigo casario que ainda se encontra preservado, com destaque para o Palácio de São Miguel (sede da administração da ilha) e a igreja de Nossa Senhora dos Remédios (Figura 41) (Teixeira *et al*, 2003).



Figura 40 - A-D) Ruínas do forte Nossa Senhora dos Remédios.



Figura 41 - A) Palácio de São Miguel, atual sede da administração do distrito de Fernando de Noronha; **B)** Igreja de Nossa Senhora dos Remédios.

Desde o início da ocupação portuguesa a ilha serviu de colônia correcional de presos comuns. Na década de 30 foi instalado um presídio para presos políticos do Estado Novo. Durante a II Guerra Mundial foi transformado em território militar federal, com elevado contingente de soldados ali baseado. Em cooperação com o governo norte-americano, a marinha daquele país instalou uma base naval de apoio às operações militares no Atlântico Sul.

Ainda como território militar, foi instalado pelos norte-americanos no período da guerra fria, um posto de observação de mísseis teleguiados (1957 a 1965).

Em 1988, por força da reforma constitucional, foi reintegrado ao Estado de Pernambuco, sendo hoje um Distrito Estadual. No mesmo ano foram criados o Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha e a Área de Proteção Ambiental (APA), esta última correspondendo a área urbanizada da ilha, no intuito de amortizar os impactos causados pela ação antrópica.

Em 13 de dezembro de 2001, a UNESCO considerou o arquipélago como Sítio do Patrimônio Mundial Natural, tendo o diploma sido entregue em 27 de dezembro de 2002 (Noronha, 2010).

As informações apresentadas neste relatório, essência do Projeto Geoparques, destacam principalmente os aspectos geológicos do arquipélago Fernando de Noronha, através da identificação, descrição e avaliação de diversos geossítios de interesse internacional, nacional ou regional/local. Esses importantes geossítios, quer sob o ponto de vista científico ou didático, quer sob o ponto de vista estético pelas geofomas de excepcional beleza cênica que apresentam, representam a base para a proposição de um geoparque. No entanto, para a criação do Geoparque Fernando de Noronha são necessárias ações adicionais, pois somente a presença de sítios geológicos importantes não é o suficiente para ser um geoparque, na concepção da Rede Global de Geoparques sob os auspícios da UNESCO. Entre os pré-requisitos está o do estabelecimento de um sistema efetivo de gestão e programa de implementação do Geoparque.

Assim sendo, além dos aspectos aqui referidos, relacionados essencialmente ao patrimônio geológico do arquipélago, diversas ações adicionais se farão necessárias para a criação do Geoparque Fernando de Noronha:

- Um pré-requisito para qualquer geoparque, com proposta a ser aprovada, é o estabelecimento de uma efetiva estrutura de gestão e programa de implementação;

- Os sítios geológicos e não-geológicos do Geoparque devem ser acessíveis aos visitantes e protegidos através de uma clara entidade gestora responsável ou parceria que tenha apoio local;

- O órgão de gestão ou de parceria deve ter uma infraestrutura de gestão eficaz, pessoal qualificado e apoio financeiro sustentável;

- Confecção de material ilustrativo (folders) dos atrativos do Geoparque, para distribuição ao público visitante;

- Colocação de placas interpretativas nos diversos geossítios;

- Treinamento de guias, através de cursos sobre os temas abordados no Geoparque;

- Construção de um site para divulgação do Geoparque na rede.

MEDIDAS DE PROTEÇÃO

A área proposta para o Geoparque Fernando de Noronha, objeto do presente estudo, está inserida integralmente nas áreas do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha e Área de Proteção Ambiental (APA) cobrindo esse arquipélago. Portanto, o Geoparque a ser proposto, além de estar em áreas protegidas legalmente, vai contar com toda a infra-estrutura implementada por aquelas unidades de conservação. Tanto o parque nacional, como a APA, são administrados pelo ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade e contam com plano de manejo já implementado.

Sendo assim, as iniciativas para implantação do futuro Geoparque e a adoção de medidas de preservação dos geossítios aqui descritos deverão estar em sintonia com os planos de manejo das referidas unidades de conservação.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de. **Geologia e petrologia do arquipélago de Fernando de Noronha**. Rio de Janeiro: DNPM; Serviço Gráfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1955. 181 p. (Monografia 13).

ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de. Arquipélago de Fernando de Noronha. In: SCHOBENHAUS, Carlos (Ed.) *et al. Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Brasília: DNPM; CPRM; Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos - SIGEP, 2002. P. 361-368.

ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de. **Ilhas oceânicas brasileiras e suas relações com a tectônica atlântica**. Terrae

- Didática, v.2, n.1, p. 3-18, 2006. Disponível em: < <http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/> >. Acesso em: 5 mar. 2009.
- ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de. Ilhas oceânicas brasileiras e suas relações com a tectônica atlântica. **Terrae Didática**, São Paulo, v.2, n.1, p.3-18, 2006. Disponível em: < http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/v2/pdf-v2/t_didatica_2006_v02n01_p003-018_almeida.pdf > Acesso em: 20 dez. 2011.
- BRANNER, John Casper. Notes on the fauna of the Islands of Fernando de Noronha. **The American Naturalist**, v. 22, n. 262, p. 861-871, oct. 1888.
- BRANNER, John Casper. The geology of Fernando de Noronha. **Americal Journal of Sciences**, v. 37, n. 218, p.145-161, feb. 1889.
- BRANNER, John Casper. The eolian sandstones of Fernando de Noronha. **American Journal of Sciences**, New Haven, v. 39, 247-257, Apr. 1890.
- CORDANI, Umberto Giuseppe. Idade do vulcanismo no Oceano Atlântico Sul. Instituto de Geociências e Astronomia, **Boletim IGA**, v.1, p. 1-80. 1970.
- CORDANI, Umberto Giuseppe; ULBRICH, Mabel Norma Costa; MENOR, Eldemar de Albuquerque; LOPES, R. P. Cenozoic alkaline volcanism of Fernando de Noronha island. In: **SOUTH AMERICAN SYPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY**, 4, 2003. Salvador. Field Trip Guide. Salvador: CBPM/IRD, 2003. p. 1-24.
- FODOR, R.V.; MUKASA S. B.; SIAL A.N. Isotopic and trace-element indications of lithospheric and asthenospheric components in Tertiary alkalic basalts, northeastern Brazil. **Lithos**, v. 43, n. 4, p. 197-217. sep. 1998.
- IBAMA. **Plano de Manejo da APA Fernando de Noronha – Rocas – São Pedro e São Paulo**: Resumo Executivo. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, 2005. 53p.
- IBGE. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br> >. Acesso em: 20 abr. 2011.
- LIMA, Éder Reis; ROCHA, Antonio José Dourado; SCHOBENHAUS, Carlos. 2010. Aplicativo para Cadastramento e Quantificação de Geossítios. In: Conferência Latino-Americana e Caribenha de Geoparques no Ceará, 1., 2010, Ceará. **Anais...** Ceará: Geopark Araripe; UNESCO, 2010.
- MARINGOLO, Vagner. **Estudo petrográfico e químico de alguns diques ultramáficos e máficos do arquipélago de Fernando de Noronha, PE**. São Paulo: USP, 2005. 145p. Dissertação (Mestrado) – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- SECRETARIA DE CIÊNCIA TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE. Noronha, 2010. Disponível em: < <http://www.noronha.pe.gov.br/> >. Acesso em: 12 jan. 2010.
- O'CONNOR, John M.; DUCAN, Robert A. Evolution of the Walvis Ridge and Rio Grande Rise hotspot system: implications for African and South America plate motions over plumes. **Journal of. Geophysical Research**, v.95, n. B. 11, p.17,475-17,502, oct. 1990.
- OGG, James G.; OGG, Gabi; GRADSTEIN, Felix M. **The Concise Geologic Time Scale**. Cambridge, New York, Melbourne: Cambridge University Press, 177 p. 2008.
- OLIVEIRA, Sonia Maria Barros de; PESSEDA, Luiz Carlos Ruiz; GOUVEIA, Suzy Eli Marques; FÁVARO, Débora Inês Teixeira; Babinski, Marly. **Evidência geoquímica de solos formados pela interação de guanos com rochas vulcânicas, Ilha Rata, Fernando de Noronha (PE)**. Geol. USP, Sér. cient. São Paulo, v. 9, n. 3, p. 3-12, out. 2009.
- RIVALENTI, Giorgio; MAZZUCHELLI, Maurizio; GIRARDI, Vicenti Antonio Vitória; VANNUCCI, Riccardo; BARBIERI, Mario Adelaide; ZANETTI, Alberto; GOLDSTEIN, Steve L. Composition and processes of the mantle lithosphere in northeastern Brazil and Fernando de Noronha: evidence from mantle xenoliths. **Contributions to Mineralogy and Petrology, Berlim**, v. 138, n. 4, p.308-325, 2000.
- SCHOBENHAUS, Carlos; SILVA, Cássio Roberto da. O papel indutor do Serviço Geológico do Brasil na criação de geoparques. In: Fórum do Patrimônio Cultural. Paineis: Paisagem Cultural e Patrimônio Natural: Conceitos e Aplicabilidade, 1., 2010, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: IPHAN, 2010. 23 p.
- SCHWAB, Roland Gottlieb; BLOCK, W. Geochemical distribution pattern of magmatites from the Archipelago of Fernando de Noronha. **Zentralblatt für Geologie und Paläontologie**. v.1 n. (9-10), 1477-1483, 1985.
- TEIXEIRA, Wilson; CORDANI, Umberto Giuseppe; MENOR, Eldemar de Albuquerque; TEIXEIRA, M. G.; LINSKER, Roberto. **Arquipélago Fernando de Noronha o paraíso do vulcão**. São Paulo: Terra Virgem, 2003. 167 p.
- ULBRICH, M. N. C. Petrography of alkaline volcanic-subvolcanic rocks from the Brazilian Fernando de Noronha archipelago, Southern Atlantic Ocean. **Boletim IG –USP**, São Paulo, Série Científica, v. 24, p. 77-94, abr. 1993.
- ULBRICH, M. N. C.; LOPES, R. P. Xenólitos de origem subvulcânica na Formação Remédios, Arquipélago de Fernando de Noronha: petrografia, textura e química mineral. **Geochimica Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 97-114, 2000.

ULBRICH, M. N. C.; MARÍNGOLO, V.; RUBERTI, E. The geochemistry of alkaline volcanic-subvolcanic rocks of the Brazilian Fernando de Noronha Archipelago, Southern Atlantic Ocean. **Geochimica Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 1-10, jan, 1994.

UNESCO. Guidelines and Criteria for National Geoparks seeking UNESCO'S assistance to join the Global Geoparks Network (GGN). **Global Geoparks Network**, 2010. 12 p.

AGRADECIMENTOS

O Serviço Geológico do Brasil (CPRM) agradece as Senhoras Gisela Livino de Carvalho – Chefe da Área de Proteção Ambiental de Fernando de Noronha e Fabiana Bicudo – Chefe do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha, do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), assim como ao Senhor Romeu Batista, Administrador do Distrito Estadual de Fernando de Noronha, pela gentileza de disponibilizarem toda a ajuda que a equipe do projeto necessitou durante os trabalhos de campo.

SOBRE OS AUTORES



Wilson Wildner - Graduado em Geologia pela UNISINOS (1977), mestrado em Geociências pela UFRGS (1991), doutorado em Geociências pela UFRGS (1999) e pós-doc no Institut für Mineralogie und Kristallchemie (Stuttgart - Germany). Geólogo da CPRM - Serviço Geológico do Brasil e professor nas áreas de petrologia e geoquímica

no departamento de geologia da UNISINOS. Trabalha com ênfase em petrologia, geoquímica e metalogenia de seqüências vulcano-sedimentares e prospecção de depósitos de Cu-Ni (EGP). Atua fundamentalmente nos seguintes temas: magmatismo, estratigrafia e petrologia do Serra Geral; vulcano-plutonismo Neoproterozoico relacionado à Bacia do Camaquã, e identificação de texturas e estruturas relacionadas a terrenos vulcano e metavulcano-sedimentares. wilson.wildner@cprm.gov.br



Rogério Valença Ferreira - Geógrafo graduado pela Universidade Federal de Pernambuco (1993), com especialização em Cartografia Aplicada ao Geoprocessamento pela Universidade Federal de Pernambuco (1994), mestrado em Geociências pela Universidade Federal de Pernambuco (1999) e doutorado em Geociências pela Universidade Federal de Pernambuco (2008). Trabalhou no período de 1992 a 2002 no DNPM – Departamento de Produção Mineral, onde atuou na área de geoprocessamento. Ingressou na CPRM – Serviço Geológico do Brasil em 2002, como Analista em Geociências, onde participou do Projeto Sistema de Informações Geoambientais da Região Metropolitana do Recife. Atualmente faz parte da equipe do Projeto Geodiversidade do Brasil, onde trabalha com o tema geomorfologia, e é coordenador regional do Projeto Geoparques na área de atuação da Superintendência Regional do Recife (SUREG-RE). Suas principais áreas de interesse são: geomorfologia e conservação do patrimônio geológico-geomorfológico. rogerio.ferreira@cprm.gov.br

COLABORADORES

Mônica Mazzini Perrotta – Geóloga, D.Sc.
CPRM – Chefe da Divisão de Sensoriamento Remoto

Marcelo Eduardo Dantas – Geógrafo, M.Sc.
CPRM – Coordenador Nacional de Geomorfologia

Janaína M. França de Araújo – Téc. em Geociências
CPRM – Superintendência Regional de Recife

Ana Paula Rangel Jacques – Téc. em Geociências
CPRM – Superintendência Regional de Recife

Alan Dionísio de Barros – Téc. em Geociências
CPRM – Superintendência Regional de Recife