

4.2 PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU - PNI

O PNI possui uma das maiores e mais impressionantes quedas d'água do mundo, sendo uma UC conhecida mundialmente por possuir esses aspectos. Para alguns autores, o Parque Nacional do Iguaçu é considerado a maior atração turística natural do país (PADUA, 1983). E para outros, o PNI é importante pela biodiversidade que protege, paisagem de rara beleza cênica que abriga, atividade e renda que promove, representatividade de ambientes e ecossistemas que mantém, sendo um dos mais valiosos bens da nação. (CASALE *et al.*, s.d, B)

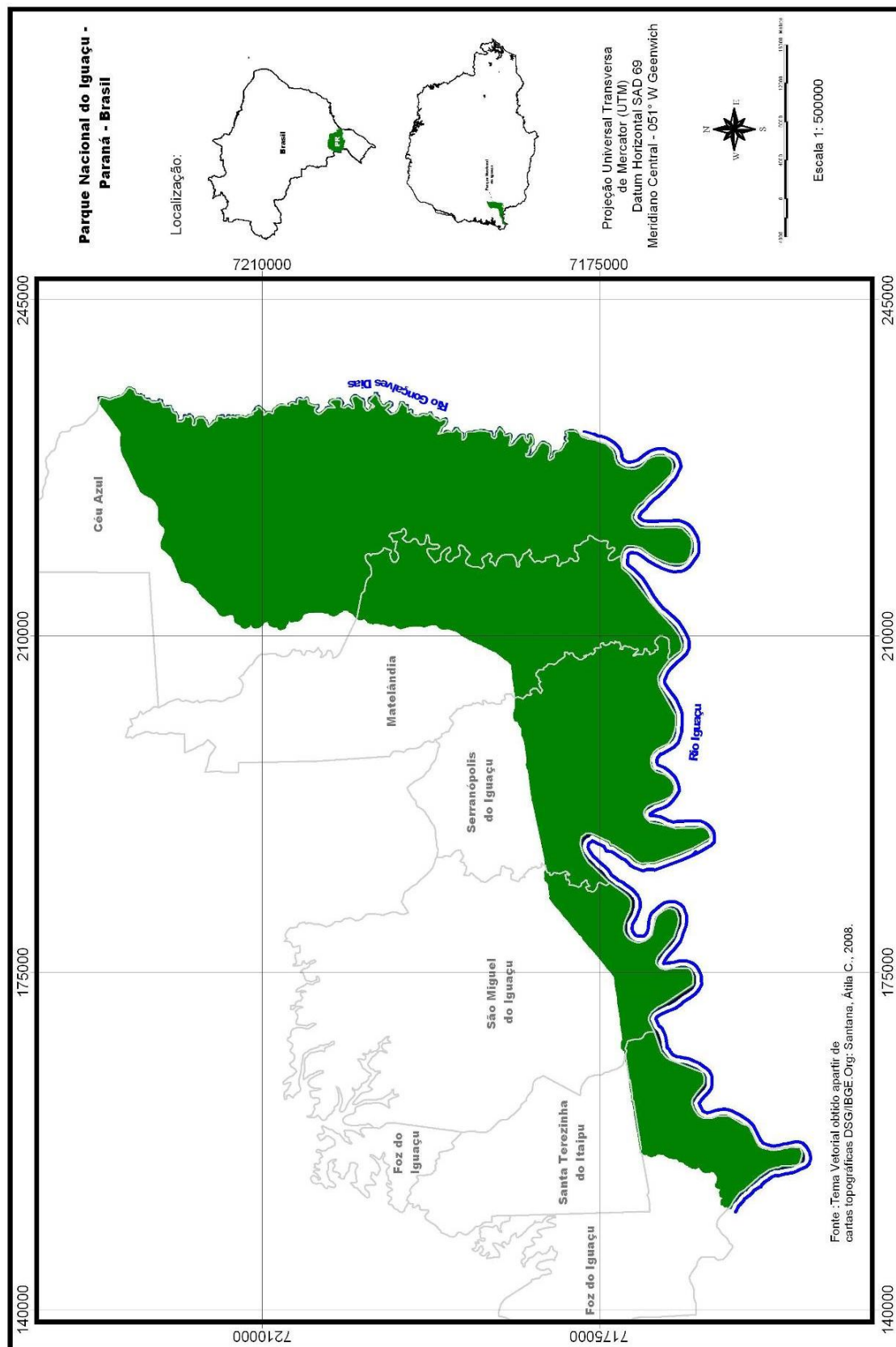
4.2.1 LOCALIZAÇÃO, ÁREA E ACESSOS:

O PNI localiza-se na região Sul do País, no oeste do Estado do Paraná, na porção meridional do terceiro planalto. Pode-se chegar à cidade de Foz do Iguaçu (localizada a 680 km da capital, Curitiba) por via aérea e terrestre, e o acesso é feito pela BR-469, até o parque. Possui área total de 185.265 ha, 400 km de perímetro, sendo que a área destinada à visitação totaliza 5.600 ha.

A UC está localizada entre as coordenadas geográficas 25° 05' e 25° 40' latitude sul e 54° 30' e 54° 40' de longitude oeste. A temperatura média máxima é de cerca de 26° C e a mínima de 15° C, o clima é temperado chuvoso, sem estação seca definida (SALAMUNI *et al*, 2002). O acesso ao Parque é realizado pelo Centro de Visitantes, ao lado do estacionamento¹³².

FIGURA 62– Localização do Parque Nacional do Iguaçu

¹³² Tal estacionamento é cobrado e comporta 170 ônibus, 20 vans e 676 veículos pequenos.



4.2.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS

Inicialmente, a região foi habitada por índios. Em 1542, o capitão espanhol Nunez Cabeza de Vaca, foi o primeiro europeu a chegar até as Cataratas, batizando um dos saltos de Santa Maria. Após essa expedição, o caminho foi aberto para a ocupação branca iniciando com as missões jesuíticas. Após, os índios foram praticamente exterminados com a chegada dos bandeirantes paulistas, e as reduções viraram alvo de perseguições. Já a partir de 1888, uma onda de imigração tomou conta do oeste do Paraná, introduzindo a erva-mate na região e intensificando a extração da madeira, colocando em risco a preservação da biodiversidade na região.

As Cataratas já eram famosas desde o início do século passado, atraindo visitantes como Santos Dumont em 1916. Nessa mesma década começaram as discussões para a criação de uma Unidade de Conservação no local, o que só veio ocorrer em 1939¹³³.

O PNI divide o título de Patrimônio Mundial com o Parque Nacional *Iguazu*,¹³⁴ localizado na outra margem do rio, na Argentina. Inscrito como Bem Natural em 1986 na Lista de Patrimônio Mundial, em conjunto os dois parques abrigam a totalidade das quedas d'água e formam uma das maiores áreas de floresta subtropical preservadas no mundo, cobrindo 225 mil hectares, dos quais 75 % estão em território brasileiro (UNESCO, 2002).

O Parque protege espécies representativas da biodiversidade, sendo algumas em extinção, como a onça-pintada, puma, jacaré de papo amarelo, gavião real, além de espécies da flora como o pinheiro e a peroba rosa. De acordo com Vega (2003), foram registrados no Parque 200 espécies de árvores, 448 de aves¹³⁵, 71 de mamíferos, 36 de répteis, 20 de anfíbios e 250 espécies de borboletas. Os aspectos

¹³³ Bigarella (1986) indica que o parque foi criado somente porque na década de 30, uma das condições impostas ao Brasil para que ele pudesse pertencer a União Pan Americana era que ele possuísse pelo menos três Parques Nacionais, e o único que existia na época era o Parque Nacional de Itatiaia (RJ).

¹³⁴ Na Argentina o Parque Nacional *Iguazu* foi criado antes, em 1934. Até 1990 esta era a única área protegida nacionalmente que preservava a selva paranaense (sic) ou missioneira. (ROLON e CHEBEZ, 1998)

¹³⁵ Devido a toda essa diversidade de aves, o Parque no lado argentino é considerado meca dos ornitólogos e observadores de aves do país e de estrangeiros. (ROLON e CHEBEZ, 1998).

histórico-culturais são comentados por guias e condutores, sendo que a lenda¹³⁶ de formação das Cataratas é a mais conhecida e difundida.

4.2.3-PLANO DE MANEJO, ATRATIVOS E OUTRAS INFORMAÇÕES

O Plano de Manejo do Parque Nacional do Iguaçu foi elaborado em 1981 e revisado em 1999. Em 1997, o Parque iniciou uma grande revitalização, através da concessão de uso de áreas e serviços localizados na zona de uso intensivo, atuando como uma ferramenta de manejo e melhoria da Unidade. Mueller *et al* (2003) consideram inclusive que o sistema de concessão auxilia os órgãos gestores a adequarem a visitação quando permitido o uso público para fins educacionais e recreativos. E também, sobre a concessão (p. 251)

É benéfica ao prover facilidades e adequar a visitação através de investimentos privados, gerando empregos para as comunidades locais, aproveitando melhor o potencial de visitação das Unidades e permitindo que os órgãos ambientais responsáveis dediquem-se com mais intensidade a pesquisa e a conservação do ecossistema, entre outras atribuições legais.

Desta forma, as atividades realizadas dentro da UC se expandiram e se diversificaram, com o objetivo de proporcionar ainda mais opções turísticas aos visitantes. Com a revitalização das áreas de Uso Público da Unidade, o Parque passou a contar com um centro de visitantes, transporte interno exclusivo, o Espaço Naipi e o Espaço Porto Canoas, áreas implementadas e estruturadas através de empréstimos privados. Assim, a administração geral do Parque continua sendo realizada pelo ICM-Bio, que atua em favor da conservação e a administração

¹³⁶ Greca (1997) em sua interpretação da lenda, conta que os Caigangues chamam o deus do rio de M'boi, e ele é uma serpente. Este Deus dava peixe para os índios e em troca eles davam uma moça, todos os anos, de presente. Naipi então se apaixonou pelo bravo guerreiro Tarobá e M'boi se zangou, pois queria Naipi e se não a tivesse, não daria mais peixes. Temerosos, os índios levaram Naipi à noite, escondidos. Tarobá, esperto, acordou e como o amor que tinha por Naipi era tão grande a ponto de desafiar os deuses, salvou Naipi das águas de M'boi. Na perseguição ao casal, M'boi serpenteava, fazia ágeis curvas, descia penhascos e os dois sempre escapavam. Por último M'Boi fez um despenhadeiro tão grande que ali fez tombar os apaixonados. Desta forma, transformou Tarobá em árvore e Naipi em penhascos, sendo que seus cabelos são as espumas do rio que banham a árvore para sempre.

turística é feita pela empresa concessionária, a Cataratas S/A., sendo esta concessão a pioneira nos parques nacionais brasileiros.

O maior atrativo do PNI são sem dúvida as Cataratas. Três quartos das 275 quedas que integram o conjunto estão do lado argentino, o que faz com que o lado brasileiro seja mais adequado para a observação. Do Centro de Visitantes partem os ônibus até o início da Trilha das Cataratas, que possui 1200 metros, é pavimentada e possui escadas que inviabilizam seu acesso por portadores de deficiências. Durante o percurso há pontos de parada para descanso e mirantes e o término da trilha é na passarela que dá acesso ao mirante onde se pode observar a Garganta do Diabo.

Outros atrativos são os concessionados:

Macuco Safári: Localizado na primeira parada do ônibus dentro do Parque. Grupos de até 25 pessoas realizam um passeio de três quilômetros conduzido por jipes elétricos. Os guias repassam informações sobre fauna e flora, até chegar ao ponto da caminhada opcional, de 600 metros. Após, é realizado o passeio em botes infláveis, onde é percorrido um trecho de aproximadamente cinco quilômetros pelo rio Iguaçu, até chegar próximo ao mirante das Cataratas.

Macuco Ecoaventura: Oferece um percurso pela Trilha do Poço Preto, que inclui uma trilha suspensa curta e um passeio de bicicleta por nove quilômetros. Chega-se a um mirante onde é possível observar a fauna da Lagoa do Jacaré e em seguida é feito um passeio de barco a motor até as Ilhas da Taquara, onde se pode remar em pequenos barcos infláveis até a Trilha das Bananeiras.

Canyon Iguaçu Aventuras: Oferece atividades de arborismo, *rafting*, rapel, escaladas em rocha e escaladas indoor. O rapel é realizado a partir de uma plataforma suspensa no *canyon* e possui 55 metros de altura. A escalada em rocha é realizada em uma das mais de vinte vias abertas no cânion do Rio Iguaçu, e que possuem diferentes níveis de dificuldade.

Sobrevôo de Helicóptero: O local de partida para o sobrevôo em helicóptero está fora dos limites do Parque, em frente ao Parque das Aves. O sobrevôo tem

duração média de dez minutos, voam somente do lado brasileiro e os helicópteros comportam até quatro pessoas.

O Parque funciona de segunda a segunda das 9 às 17 horas e o valor do ingresso para brasileiros é de R\$ 11,85 por pessoa¹³⁷. O tempo médio para a visita somente às Cataratas é de aproximadamente duas horas, sendo que se outros passeios opcionais forem realizados esse tempo sobe para pelo menos três horas e meia. Após adquirir o ingresso na bilheteria, o visitante embarca em ônibus¹³⁸ que circulam a cada quinze minutos e conduzem até os pontos de parada.

A infra-estrutura disponível é composta por praça de alimentação com lanchonetes, restaurante e cafeteria, acesso a internet, quiosques com sorvetes e material fotográfico, banheiros, acesso para deficientes, dois elevadores panorâmicos e três lojas de recordações (*souvenirs*) que vendem confecções, artesanato, geodos e pedras preciosas, material informativo, entre outros. Além disso, o Parque abriga o Hotel das Cataratas, primeiro hotel da América do Sul a receber a certificação ISO 14001¹³⁹.

O PNI possui na sede administrativa do ICM-Bio, um auditório, sala para palestras e pequenas exposições. Dentro da UC há laboratório para pesquisas, dois alojamentos para pesquisadores e a Escola Parque, destinada à educação ambiental.

Já o Parque Nacional *del Iguazu*, no lado argentino¹⁴⁰, recebe anualmente ainda mais visitantes que o Parque brasileiro e possui diversas trilhas. Há um trem

¹³⁷ Crianças até 6 anos e idosos a partir de 60 anos pagam R\$ 4,35 (somente o transporte), sendo que esses valores são diferentes para residentes dos municípios do entorno, residentes do Mercosul e outros estrangeiros.

¹³⁸ Esse sistema de transporte interno foi criado com o objetivo de diminuir os veículos na estrada, para reduzir os atropelamentos de animais e cair a emissão de gases poluentes no interior da UC.

¹³⁹ A ISO 14001 é uma norma internacionalmente aceita que define requisitos para estabelecer e operar um Sistema de Gestão Ambiental.

¹⁴⁰ Com a devida autorização da Administração do Parque e da Guarda Florestal Argentina, foi realizada em setembro de 2006 uma visita acompanhada pela Eng. Mirta Garciarena (da Administração dos Parques Nacionais Argentinos), ao CIES (*Centro de Investigaciones Ecológicas Subtropicales*), que não possuía nenhum trabalho realizado até o momento sobre geoturismo ou sobre a interpretação ambiental relacionada ao patrimônio geológico. O CIES, até então, desconhecia os formulários da UNESCO em relação aos Geoparques e não sabia da existência da Rede Mundial de Geoparques. Verificou-se que não é dada importância aos aspectos geológicos e geomorfológicos da área, já que não há nenhum tipo de informação sobre esses assuntos, seja na forma de painéis, sinalização, folhetos, vídeos, palestras ou outros meios interpretativos. No Centro Interpretativo não é feita nenhuma referência a história geológica ou à geomorfologia da UC. Já em outro folder, também

que realiza o percurso entre o Centro de Visitantes, a Estação Cataratas e a Estação Garganta. Na Estação Cataratas é possível fazer o percurso superior, composto por 750 metros de passarelas suspensas que margeiam os saltos *Ramírez, Bossetti, Eva, Adan, Bernabe e Mendez*. Na estação Garganta está o percurso mais visitado do Parque, que conduz o visitante até a *Garganta Del Diablo*. E há o percurso inferior, que dá acesso aos passeios de barco oferecidos opcionalmente e à travessia gratuita até a Ilha San Martin.

Para Cury (2003, p.05), o Parque na Argentina aproveita mais os seus atrativos. Visto que *“A diferença relativa ao aproveitamento dos recursos turísticos é considerável na Argentina, devido à maior extensão de trilhas a serem percorridas na área das Cataratas. Embora o PNI-BR apresente uma reserva maior se comparado com o PNI-AR, a qualidade no atendimento parece ser melhor na Argentina”*.

Realmente o Brasil oferece bem menos opções de trilhas aos visitantes, pois há somente a Trilha das Cataratas e trilhas opcionais, comercializadas pelo Macuco Safári e Macuco Ecoaventura. Mas em relação a interpretação do ambiente nos seus aspectos geológicos e geomorfológicos o lado brasileiro está melhor preparado, pois o PNI possui os painéis interpretativos implantados pela Mineropar e os condutores tiveram a oportunidade de realizar o Curso de Condutor de Geoturismo, um dos resultados desta tese.

4.2.3 ASPECTOS GEOLÓGICOS

Geologicamente, o Parque Nacional do Iguaçu está localizado no terceiro planalto paranaense, na denominada Bacia do Paraná, região fisiográfica muito simples pelas suas formas e estruturas (IBDF, 1981).

distribuído aos visitantes, sobre os serviços disponíveis no Parque e sobre o Centro de Visitantes, são abordados aspectos da biodiversidade e das culturas que habitaram a “Selva Paranaense”. (APN, 2006). Ou seja, tanto no material informativo distribuído, quanto nos painéis do Centro de Visitantes é dada ênfase aos aspectos da flora, fauna, histórico de ocupação humana e conservação da natureza. Nenhum desses painéis comenta sobre a formação das Cataratas.

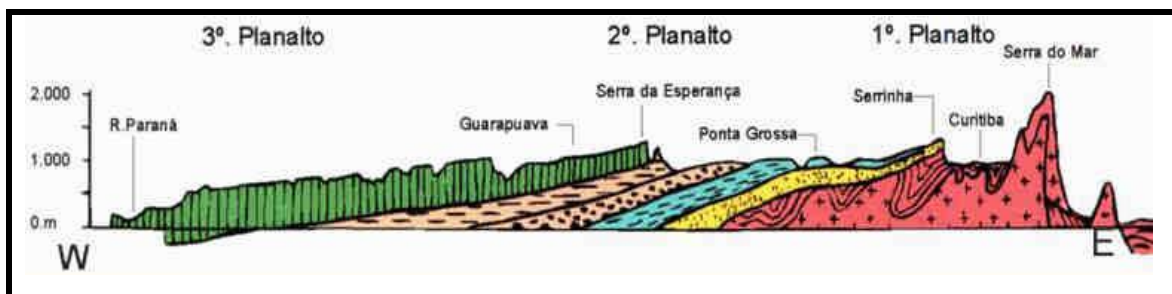


FIGURA 63 - Esboço do Perfil Geológico do Estado do Paraná.

Fonte: Baseado em Maack. Bigarella, 1954 B.

4.2.3.1 Grupo São Bento

Este Grupo recebeu este nome de White, em 1908. Fazem parte deste grupo as Formações Botucatu (abaixo) e Serra Geral (acima). Salamuni *et al* comentam que (2002, p.318),

A região, compreendida pelo Parque, está inserida em uma das maiores e mais importantes reservas mundiais de água subterrânea que é o Grupo São Bento, principalmente no que concerne à Formação Botucatu (Aqüífero Guarany). Os derrames basálticos constituem um bom aqüífero fraturado, representados pelas tramas estruturais, configuradas pelos sistemas de fraturas tanto tectônicas como atectônicas.

Entretanto, na área das Cataratas afloram rochas somente da Formação Serra Geral.

4.2.3.1.1 Formação Serra Geral

A Formação Serra Geral é composta por derrames de lavas basálticas (basalto), que abrangem a Bacia do Paraná. O vulcanismo que ocorreu na Bacia do Paraná é considerado um dos maiores eventos vulcânicos da Terra (cobrindo 1.200.000 km²), que além da porção oeste do Paraná, inclui ainda parte dos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Mato Grosso, além de parte do Uruguai, Argentina e Paraguai na América do Sul. Foi um vulcanismo de fissura, ou seja, o magma era extravasado por meio de fendas. (Figura 64.)

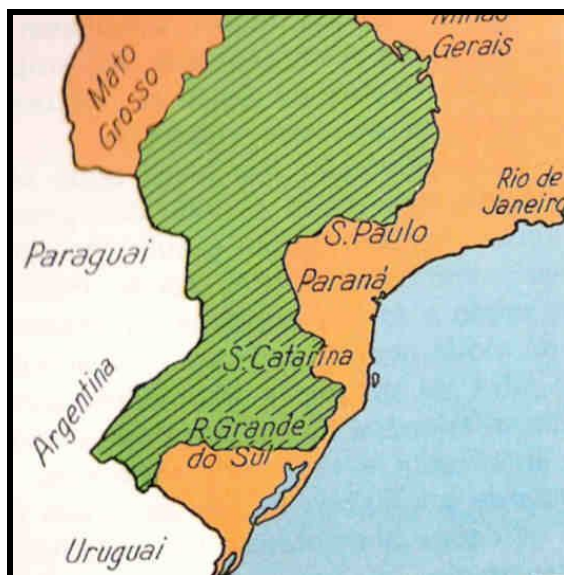


FIGURA 64 - A Bacia do Paraná e a extensão de seus derrames no Brasil (em verde)

Fonte: Bigarella *et al* (1985)

No Estado do Paraná esses derrames, ocupam aproximadamente 2/3 do território (MAACK, 1947) e podem ser observados no PNI. Em outros Estados, Caravaca (2004) cita também o Parque Nacional dos Aparados da Serra, o litoral de Torres (RS), e as diversas estradas que percorrem as escarpas da serra gaúcha e catarinense. Salamuni *et al* (2002, p. 314) afirmam que ao longo dessas fraturas, o material vulcânico se derramava e espalhava por grandes áreas, facilitada pela fluidez das lavas básicas, sendo *“imediatamente anterior à abertura sul-atlantiana, posicionando-se entre o Jurássico superior e o Cretáceo Inferior (entre 145 e 120 Ma.)”*.

Em alguns pontos, os derrames podem chegar a 1500 m (MAACK, 1968). Eram compostos de material fundido formado em altas temperaturas. Na época desses derrames existia muito calor no subsolo por causa da atividade vulcânica e o clima era muito seco. Em algumas rochas podem ser observados vários derrames, e certa diferenciação entre eles, ou seja, o derrame deve ser da mesma época, mas com um pequeno intervalo de tempo entre eles. Salamuni *et al* (2002, p. 314) afirmam que no Parque os derrames possuem entre 750 e 800 metros, e que sob essa capa são encontradas as seqüências sedimentares da Bacia do Paraná.

Imediatamente abaixo e em parte intercalados nos derrames, posiciona-se a Formação Botucatu, também do Grupo São Bento. Sotopostas a este conjunto ocorrem as unidades do Grupo Passa Dois, respectivamente, formações Rio do Rasto, Teresina, Serra Alta e Irati, cujas idades são variáveis entre o Permiano e o Triássico inferior.

No PNI Maack (1968) afirma que podem ser reconhecidos oito derrames de *trapp*¹⁴¹ (figura 65).

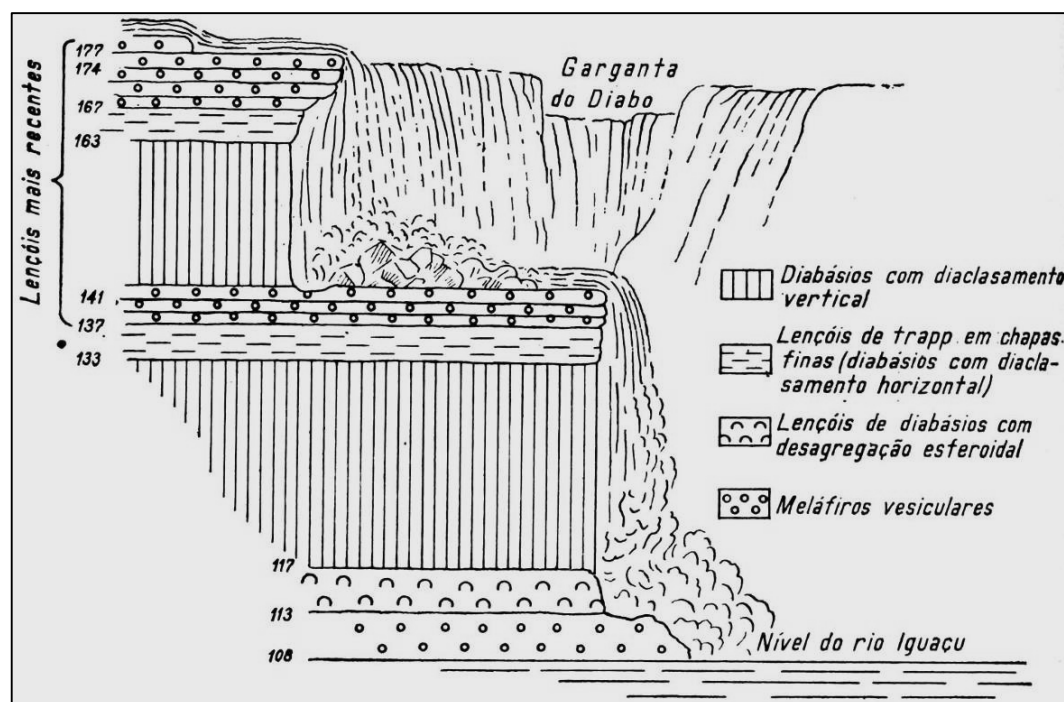


FIGURA 65- Derrames observados nas Cataratas.

Legenda: Atualizar diabásio para basalto.

Fonte: Maack (1968).

E esses derrames propiciaram a formação de patamares, também chamados de degraus ou plataformas. Assim, catarata, segundo Guerra (2003, p. 131) é um “degrau no perfil longitudinal de um rio, produzindo grande queda d’água”. Maack (1981) explica que a retro-erosão linear do Rio Iguaçu acompanha as inúmeras diáclase dos diversos saltos. Consequentemente originou-se uma plataforma entre a

¹⁴¹ Salamuni *et al* (2002, p. 315) comentam que uma das características marcantes das efusivas basálticas é o seu modo de ocorrência, constituindo empilhamentos sucessivos de lavas em unidades tabulares bem definidas, “e que a essa particularidade deve-se, provavelmente, a designação alemã *trapp* em alusão à sua disposição escalonada”.

parte superior dos saltos e uma camada inferior mais antiga de derrames de lava, delimitada por uma diáclase rumo N 320 ° W para N 140° E. Atualmente podem ser observados três patamares: Um que está no nível do *canyon*, outro no nível de base do Salto Floriano (que já esteve um dia no local onde está a passarela e continua regredindo) e quando a vazão das Cataratas é baixa, pode-se observar que um novo patamar, ainda embrionário, está se formando, podendo ser observado também próximo á Garganta do Diabo (Figura 66).



FIGURA 66 - Patamares antigos e indicação de patamar embrionário próximo a Garganta do Diabo.

O basalto que compõe esses derrames é uma rocha vulcânica extrusiva. É básica e apresenta aproximadamente 48% de minerais ferro-magnesianos. Na área do PNI encontramos o basalto vesicular, essa estrutura contém cavidades produzidas pela expansão e escape de gases, sendo que essas vesículas podem ser esféricas, elípticas ou tubulares, muito comuns nas lavas.

Meláfiro é um termo antigo e para Guerra (2003) é a denominação dada por alguns geólogos aos basaltos vacuolares (ou vesiculares).



FIGURA 67 - Meláfiro com amígdalas preenchidas por minerais.

Em algumas áreas no PNI os meláfiro (Figura 67) estão bem visíveis, como nas proximidades do Salto Macuco e na base da plataforma de rapel da empresa Campo de Desafios. São rochas que possuem as chamadas amígdalas. Para facilitar a sua explicação podemos usar a comparação com uma garrafa de água mineral com gás. Assim, quando a rocha estava fundida e veio do interior da terra até a superfície para derramar, é como se na hora se abrisse uma imaginária garrafa que continha o magma sob pressão. Quando abriu, foi como na garrafa de água, onde observamos as bolhas subindo. Essas bolhas se solidificaram, juntamente com os minerais em seu interior (zeólitas, quartzo, ágata, calcita, calcedônia, entre outros) formando essas amígdalas.

4.2.4 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

No desenvolvimento das formas topográficas de relevo, intervieram principalmente a estrutura geológica, o tipo climático vigente e a cobertura florística. As formas da paisagem foram originadas pela alternância de dois grupos de diferentes processos (um durante a vigência de climas semi-áridos, com chuvas concentradas e outro durante épocas climáticas úmidas). Assim, durante a grande instabilidade climática do Quaternário, a paisagem atual não representa um único

processo de morfogênese, sendo que os processos que operaram no passado ou em épocas sub-atuais foram diferentes dos de hoje (BIGARELLA, 1974).

Deste modo, no PNI, no caso da interpretação do ambiente relacionado aos aspectos geomorfológicos, foram selecionados os seguintes assuntos:

4.2.4.1 Intemperismo químico, mecânico e biológico;

A decomposição da rocha constitui um processo muito lento, complexo e variado. Depende de composição mineralógica e química da rocha, da forma e estrutura de jazimento, e das condições climáticas. Além disso, resulta da ação da percolação das águas contendo em solução diluída várias substâncias ácidas de origem inorgânica ou orgânica, que penetram nas rochas e atacam de maneira diversa os seus constituintes minerais. (BIGARELLA *et al* 1985)

As alterações nas rochas são distintas conforme o tipo de ambiente (úmido, semi-árido, árido, tropical, temperado ou glacial), que fazem com que as rochas sofram um processo de decomposição, que pode ser alteração química, mecânica e biológica.

A alteração química das rochas processa-se através da ação das águas das chuvas que levam para o solo pequenas quantidades de CO². Este gás, dissolvido na água, dá origem ao “ácido carbônico”. Assim, a água que penetra nos interstícios, diáclases e fendas da rocha atua como um ácido fraco e sua ação é reforçada pela presença de vegetação que contribui com a formação de ácidos húmicos. Reações acontecem nas fraturas onde há percolação da água, podendo resultar em decomposição esferoidal da rocha.

Tal fato pode ser observado nas rochas localizadas na base do *Canyon* (principalmente próximas ao cais de embarque do Macuco Safári, figura 68) que possuem um notável arredondamento, ocasionado pela decomposição esferoidal da rocha que ocorre porque em suas diáclases concentram-se mais água com ácidos húmicos e gás carbônico, atacando os minerais, favorecendo o início da alteração. Desta forma essa alteração vai progressivamente avançando pelas fendas, proporcionando o arredondamento.



FIGURA 68 - Decomposição Esferoidal observada próximo ao Cais do Macuco Safári.

O aspecto geral de uma rocha ígnea depende dos seus constituintes e materiais predominantes. No *canyon* observamos que há algumas rochas mais avermelhadas que outras e essa coloração é resultado de intemperização química. O que favorece a aparição dessa cor avermelhada é o óxido de ferro que tem pouca água na sua constituição mineral (ou seja, quanto mais água ele tem, mais ele fica amarelado). Deste modo, a popularmente chamada terra roxa, comum no terceiro planalto paranaense, é decorrente da alteração das rochas do derrame basáltico, originando solos famosos por sua fertilidade.

Em certos locais do Parque, a superfície da rocha possui vegetação iniciada com os líquens, e que evoluem para muscíneas e outras plantas. Essa vegetação começa a se apoiar, enraizando-se. Essas raízes penetram na rocha e com a produção de ácidos húmicos inicia a sua alteração e a decomposição química que vai levar a formação do solo, permitindo o crescimento de vegetação de porte maior.

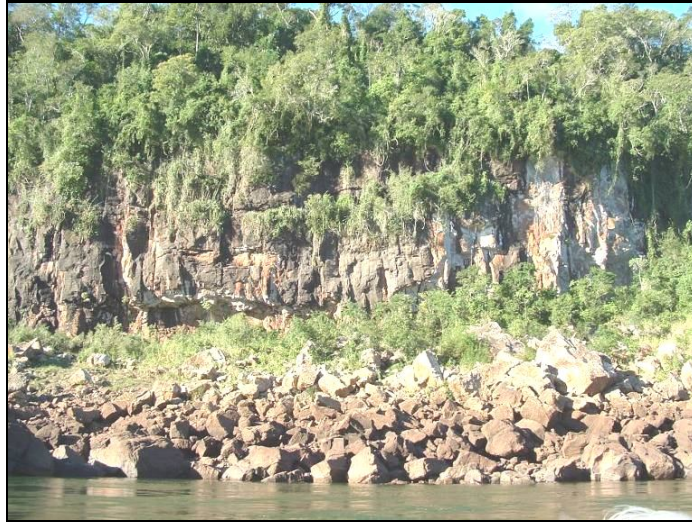


FIGURA 69 - Desagregação das rochas e o papel da vegetação.

Assim, o diaclasamento mais frágil de muitas rochas, juntamente com a alteração, o crescimento de plantas e as raízes que fazem pressão nos diaclasamentos favorecem a instabilidade dos blocos, propiciando a sua desagregação no *canyon* (Figura 69).

De acordo com Bigarella et al (2003, p. 1027) “ *O intemperismo é mais rápido e mais profundo onde o sistema de diáclases é mais concentrado ou onde a rocha é menos resistente*”. Portanto as rochas ricas em planos de diaclasamento tendem a apresentar uma intensificação das reações químicas pela presença de maior número de planos de ataque.

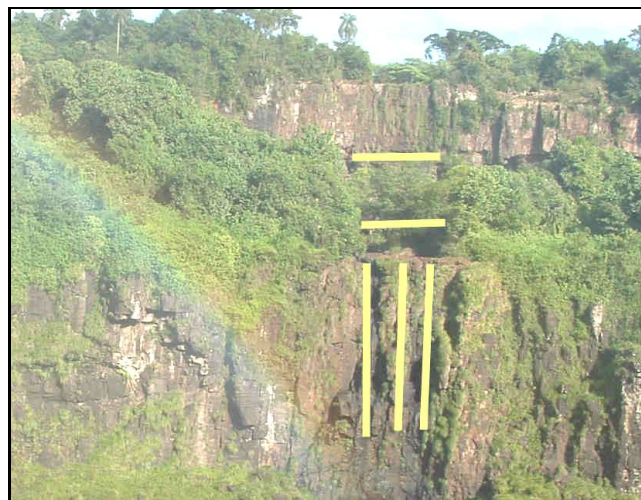


FIGURA 70 - As linhas amarelas indicam diáclases verticais e horizontais.

Deste modo, alguns diaclasamentos podem estar relacionados a padrões estruturais herdados dos eventos tectônicos antigos, copiados pelas formações sobrejacentes. São planos de fraqueza que surgem nas rochas, pois o magma quando resfria e se solidifica, diminui de volume. Elas tendem a ser paralelas às linhas de igual resfriamento. Outras diáclases resultam de esforços tectônicos de compressão ou de tensão. No Canyon do Rio Iguaçu percebemos diaclasamentos verticais e horizontais (Figura 70).

4.2.4.2 As Cataratas e sua origem

A água corrente tem a habilidade de realizar duas modificações na paisagem: genericamente carregar sedimentos e especificamente escavar um *canyon* na rocha. A intensidade desses processos depende de alguns fatores, como a velocidade da água, a quantia de água e a periodicidade deste fluxo. Penteado (1983) afirma que a água em seu percurso para o mar é o agente mais efetivo da esculturação das paisagens. E a carga sólida dos rios é a ferramenta de erosão, sendo fornecida através do intemperismo e dos processos de denudação sobre as vertentes dos vales.

Entretanto, o Rio Iguaçu não corre para o mar. Tal fato acontece porque este é um rio antecedente, ou seja, possui ainda a drenagem antiga. Todos os rios da região onde estava a América do Sul antes da separação dos continentes corriam para o Oceano Pacífico, antes da existência da Cordilheira dos Andes. Depois da ruptura do Gondwana e com o surgimento dessa Cordilheira, esses rios não puderam mais seguir seu antigo curso, sendo desviados para o sul, desembocando no rio da Prata.

A Mineropar (2005) afirma que *“há alguns milhões de anos atrás, no fim do Plioceno e no início do Pleistoceno, as Cataratas situavam-se na foz do Rio Iguaçu, junto ao Rio Paraná”* assim, devido à erosão, Maack (2002, p. 363) explica que o Rio Iguaçu *“acompanha neste lugar uma linha tectônica (diáclase) entalhada rio acima pela erosão retrocedente, semelhante ao Rio Paraná no salto das Sete Quedas*¹⁴²*”*.

¹⁴² O *canyon* escavado pelo Rio Paraná foi inundado pela represa de Itaipu, alagando toda a área onde antes existia o Parque Nacional Sete Quedas.

Sabe-se que quando estava ocorrendo o vulcanismo as Cataratas ainda não existiam. Foi somente após a separação dos continentes e a formação do Oceano Atlântico que a borda leste do Brasil passou a subir lentamente (durante o Cretáceo e o Terciário) e o Rio Iguaçu iniciou a sua erosão regressiva. Portanto, as Cataratas que vemos hoje em dia no PNI têm alguns milhões de anos, podendo-se estimar na sua superfície mais alta aproximadamente a idade de 3 a 5 milhões de anos.

Porém, infelizmente não se sabe qual a taxa de regressão anual das Cataratas, pois não foram feitas medições até hoje, não sendo possível ainda datar o momento que as Cataratas estavam próximas ao Rio Paraná. Se soubéssemos seria possível saber a quanto tempo ela vem regredindo, calculando uma taxa anual de recuo¹⁴³.

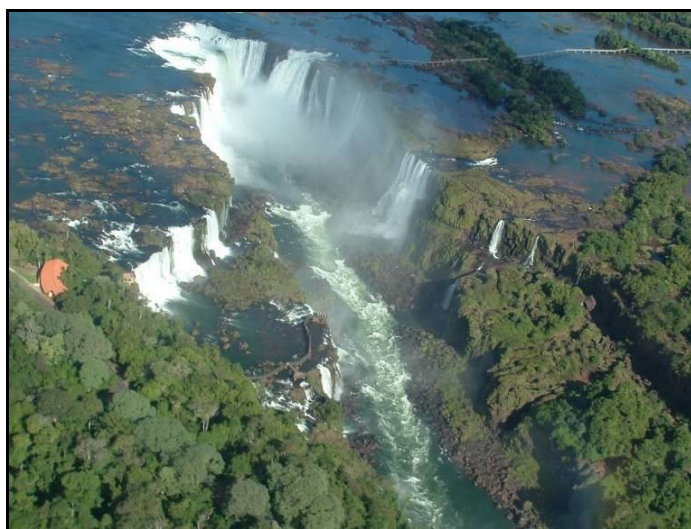


FIGURA 71 - As Cataratas e *canyon* do Rio Iguaçu, que se precipita lateralmente numa fenda tectônica.

O canyon do Rio Iguaçu é estreito, com largura entre 65 e 100 metros. (Figura 72) Conforme Bigarella (2003) “o Rio Iguaçu sofre um desnível de cerca de 70 metros, originando um conjunto de saltos dos mais belos e famosos do mundo”, sendo esses aspectos que atraem tantos visitantes à essa UC. Em sua vazão normal observam-se 272 quedas isoladas (todas as faixas e fios d’água possuem designações) , sendo a largura dos saltos no território brasileiro de 800m e no lado argentino de 1.900m, num total de 2.700m. (MAACK, 1968) Estudos mais recentes

¹⁴³ Que provavelmente traria resultados dúbios devido ao posicionamento dos marcos e curto intervalo de tempo.

realizados por Salamuni *et al* (2002) indicam a quantia de 275 quedas, com altura média de 75 m, permitindo a vazão média de 1800 m³/s. situadas a 15 km do encontro entre os rios Iguaçu e Paraná.

Portanto, devido a todas essas características o PNI, é tão interessante em termos geológicos e geomorfológicos, potencial este que pode ser utilizado pelo geoturismo e que deve ser incluído nas atividades interpretativas a serem realizadas com os visitantes e com a comunidade.

4.3 ARQUIPÉLAGO DE FERNANDO DE NORONHA – PE

Ilhas normalmente criam uma imagem positiva no turista, pois em contraste com muitas regiões continentais, possuem uma identidade distinta e imediatamente reconhecível (PEARCE, 2003). Este é o caso do Arquipélago de Fernando de Noronha, onde o isolamento contribui para a sensação de quebra da rotina, e os seus atributos geológicos e geomorfológicos reforçam ainda mais a sua vocação para o geoturismo.

Do ponto de vista da Petrologia, o Arquipélago possui grande valor educacional e científico, onde entre outros atrativos, numa área reduzida de 1,5 km² é possível encontrar catorze tipos diferentes de rochas eruptivas, cuja composição varia de ultrabásica a intermediária, sendo um dos mais belos exemplos mundiais do fenômeno da diferenciação magmática. (SANTOS *et al*, 1999). E para a UNESCO (2002), do ponto de vista ambiental, sua posição geográfica, as peculiaridades da porção emersa e a complexa conformação subaquática que a caracteriza, associadas á recifes de coral, são alguns dos fatores que contribuíram para seu reconhecimento como Patrimônio Mundial.

Deste modo, no sentido de caracterizar o Arquipélago, são apresentadas suas principais características e em seguida seus aspectos geológicos e geomorfológicos.

4.3.1 LOCALIZAÇÃO, ÁREA E ACESSOS:

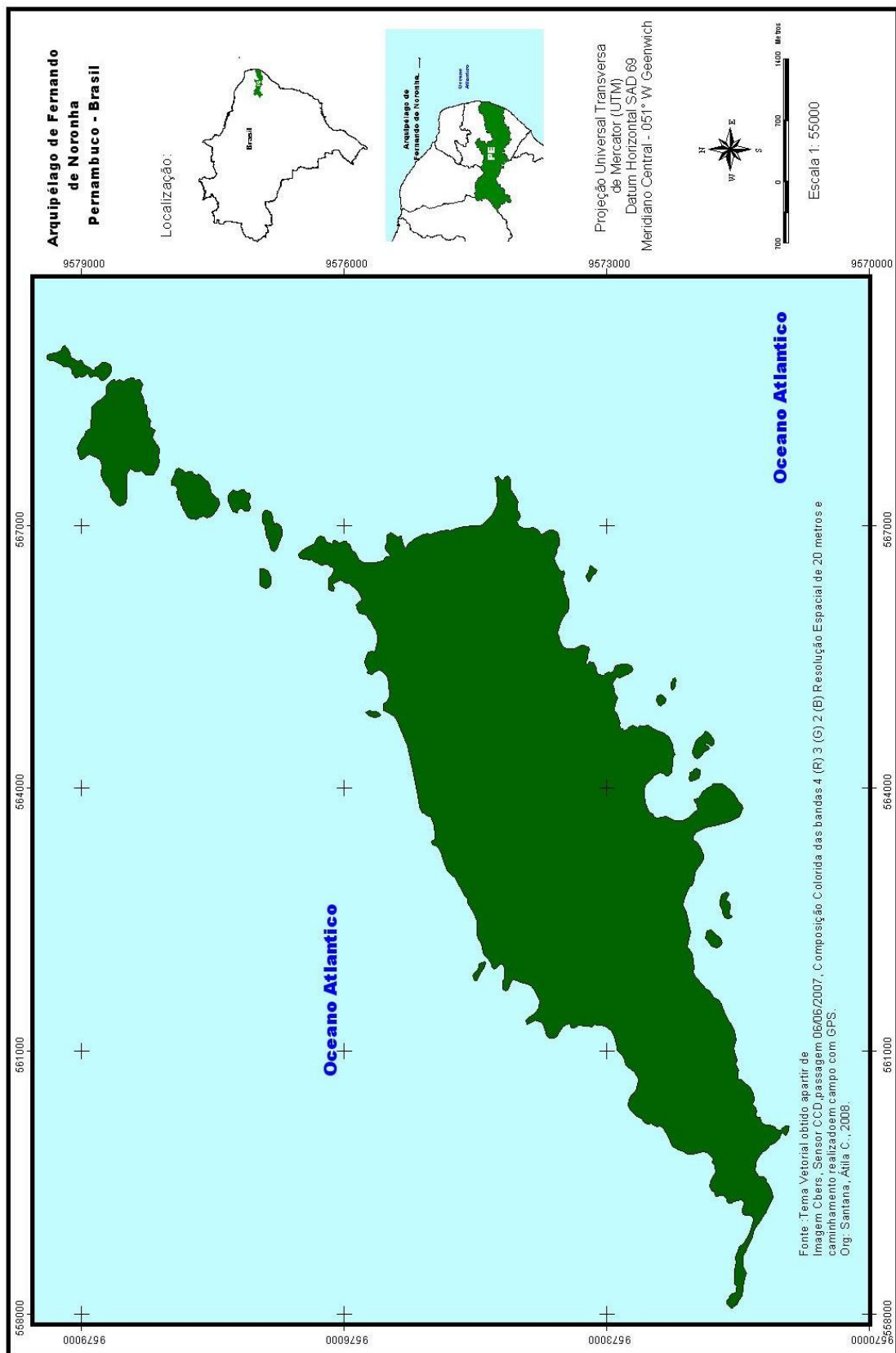
Fernando de Noronha é um Distrito Estadual que pertence ao Estado de Pernambuco, distando 545 km de Recife e 360 km de Natal. O acesso é feito somente via marítima¹⁴⁴ ou aérea¹⁴⁵, e há somente uma rodovia¹⁴⁶ na Ilha.

O arquipélago é constituído por 21 ilhas e rochedos, e possui área total de 26 km², sendo a ilha principal (com onze quilômetros de comprimento e três

¹⁴⁴ Pelo mar há um cruzeiro da Operadora CVC que chega á ilha uma vez por semana durante a temporada de verão.

¹⁴⁵ Por via aérea há dois vôos diários pela empresa Trip (saindo de Recife e Natal) e um pela Varig, (saindo de São Paulo, com escala em Recife)

¹⁴⁶ A BR-363 é considerada a menor do Brasil, com aproximadamente sete quilômetros de extensão.



São duas as UC's que integram o Arquipélago de Fernando de Noronha, o Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha (PNMFN) e a Área de Preservação Ambiental (APA) de Fernando de Noronha – Rocas - São Pedro e São Paulo.

Em 1986, foi instituída primeiramente a APA e com a nomeação do primeiro governador civil do arquipélago, iniciaram-se os primeiros estudos e pesquisas para a viabilização do desenvolvimento da ilha como destino turístico, surgindo a idéia da criação de mais uma Unidade de Conservação. Na APA (aproximadamente 30% da área total da ilha principal), o uso sustentável de seus recursos é permitido, portanto nesta UC estão localizadas as moradias, agricultura, e a infra-estrutura turística (pousadas, restaurantes, agencias de turismo, locadoras, etc...), praias como a do Cachorro, do Meio, Conceição, Boldró, o Porto de Santo Antonio e o Morro do Pico.

Em 1988, após a reanexação do território ao Estado de Pernambuco foi criado o Parque, através do Decreto-Lei no 96.693. Possui uma superfície total de 112,7 km², ou seja, 70% da área total do arquipélago e tem como principal objetivo proteger as amostras representativas dos ecossistemas terrestre e marinho, preservar a fauna, a flora, controlar as atividades de visitação, lazer, educação ambiental e pesquisa científica, assim como contribuir para a preservação dos sítios históricos.

4.3.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS UCS INTEGRANTES DO ARQUIPÉLAGO DE FERNANDO DE NORONHA

Em relação aos atrativos turísticos, Fernando de Noronha conta com diversas praias, fortes e monumentos históricos, inúmeras belezas naturais e diversos monumentos geológicos, sendo difícil estabelecer o que não é considerado atrativo em Noronha. O tempo médio para a visitação do Arquipélago e de seus principais atrativos é de aproximadamente quatro dias, sendo que em todos os passeios que podem ser realizados os aspectos geológicos sempre estão evidentes na paisagem, seja na área do Parque Nacional ou na área da APA.

Segundo Soares (2005), o turismo na ilha iniciou em 1974 quando a aeronáutica autorizou um voo regular da companhia Transbrasil. Entre 1982 a 1987

os turistas que visitavam o Arquipélago tinham somente duas opções de hospedagem¹⁴⁷ e havia um único voo de Recife pela VASP, semanalmente. Por não possuir ainda as UCs, não existiam regras e os turistas podiam mergulhar, pescar e nadar em qualquer praia, e a situação no Arquipélago era bem diferente¹⁴⁸.

Em relação à frequência de visitantes, em 1992, primeiro ano em que o Departamento de Controle Migratório da Administração do Distrito de Fernando de Noronha obteve dados precisos sobre a entrada de visitantes na ilha, foram contabilizados 10.094. Dez anos depois, em 2002, esse número sofreu um aumento de 520%, ou seja, 62.551. Esse aumento faz com que Noronha sofra com o crescimento do turismo e com o fluxo de pessoas que vem ocupar os postos de serviços gerados pelo turismo. Esse crescimento só não causa maiores impactos devido a uma das UCs ser Parque Nacional, que resguarda a maior parte do Arquipélago e ao enfoque ecológico do turismo, que tem um caráter educativo, ambiental e é a principal fonte de renda dos ilhéus. (SILVA, 2003)

De qualquer maneira, o crescimento econômico do distrito está diretamente relacionado ao crescimento do turismo. Como esta é a principal atividade econômica desenvolvida atualmente, percebe-se também que é a que mais cresce, sendo notado nos aspectos relativos ao alojamento, alimentação, transporte e prestação de serviços. Assim, o turismo fez de Fernando de Noronha um distrito privilegiado com um PIB de US\$ 2.885.312,00, muito acima da média nacional. (IBGE, 2006).

As ilhas integrantes do Arquipélago de Fernando de Noronha já são conhecidas há muito tempo, e sofreram diversas invasões estrangeiras¹⁴⁹. Segundo a UNESCO (2002) a paisagem da ilha principal registra claramente o tipo de

¹⁴⁷ O Hotel Esmeralda, adaptado nas antigas instalações do exército americano, e a Pousada da Dona Pituca, ao lado da Igreja Nossa Senhora dos Remédios.

¹⁴⁸ Silva (2003) lembra que em 1998, eram três restaurantes, quatro bares e uma loja de souvenirs. Os veículos que conduziam turistas eram apenas dois jipes utilizados como táxis, dois ônibus, dois barcos usados para passeios turísticos e outros dois, para operações de mergulho autônomo. Existiam cinco condutores de visitantes e Fernando de Noronha recebia apenas um voo diário de passageiros, em um avião Bandeirantes com 16 lugares.

¹⁴⁹ O Arquipélago está registrado em cartas náuticas de 1500 e 1502, mas oficialmente só foi descoberto em 1503, por Américo Vespúcio, que devido ao naufrágio de uma de suas embarcações, procurou refúgio na Ilha. Tal descoberta foi financiada pelo fidalgo português Fernão de Loronha. Desde então, a Ilha sofreu diversas invasões, devido a sua localização estratégica, próximo a uma das rotas de navegação da África e da Europa. Essas ocupações foram holandesas, francesas e portuguesas e deixaram um patrimônio arqueológico e cultural edificado bastante grande, como um dos maiores sistemas de defesa do século XVIII, com dez fortificações.

ocupação que sofreu determinada em grande parte por sua localização¹⁵⁰. E algumas lendas são famosas no Arquipélago, estando relacionadas aos aspectos geológicos: uma delas diz respeito ao Morro do Pico e aos Dois Irmãos, os dois monumentos geológicos mais conhecidos e fotografados pelos turistas, e outra lenda é a do Capitão Kid, que teria escondido um tesouro em uma caverna.

Além da exploração que sofreu no passado, a flora do arquipélago é considerada pobre também pelo fato de estar distante e isolada, possuir pequena extensão territorial, clima semi-árido e características geológicas e geomorfológicas peculiares. A vegetação é principalmente arbustiva e herbácea, com muitas espécies invasoras. Entretanto, na ilha há o único mangue encontrado em ilhas oceânicas no Atlântico Sul e plantas endêmicas¹⁵¹. Em relação à fauna, o Arquipélago é considerado uma das mais importantes regiões para a reprodução de aves marinhas dos dois hemisférios do Atlântico e berçário para diversos grupos ameaçados, como é o caso dos cetáceos e quelônios (IBAMA *et al*, 2005). A evolução do ecossistema terrestre foi muito lenta, devido às explosões de magma e suas interrupções, fazendo com que essa colonização fosse processual, em uma sequência envolvendo solo, aves, pequenas ervas, plantas maiores e em seguida animais terrestres¹⁵². (TEIXEIRA *et al*, 2003). O clima nesses casos também pode ter influenciado. De acordo com a classificação de Koppen é do tipo Aw com duas estações bem nítidas, coincidindo a úmida com os meses de março a maio e a seca de agosto a janeiro. (ROCHA, 1995) Em relação à fauna marinha, também está associada aos aspectos geológicos da Ilha. O edifício vulcânico submarino (que pode ser considerado um obstáculo físico no assoalho oceânico para a passagem de correntes profundas que são ricas em nutrientes) provoca a ascensão destas correntes. Assim a produtividade orgânica e a quantidade de peixes é maior, ampliando a fixação dessas espécies nesse novo ambiente insular (TEIXEIRA, 2003).

¹⁵⁰ Muitos desses ocupantes estrangeiros exploravam predatoriamente os recursos naturais, principalmente cortando madeira. Além disso, durante mais de duzentos anos a ilha principal abrigou a Colônia Correcional de Pernambuco, mais tarde transformada em presídio político.

¹⁵¹ Como o *Ficus noronhae*, *Erythrina velutina* e *Apium escleratum*

¹⁵² Como lagartos (a mabuia, *Mabuya atlantica*) e roedores (um grande rato já extinto, o *Noronhomys vespucci*)

O Arquipélago de Fernando de Noronha por ser um Distrito Estadual, é uma região geoeconômica, social e cultural do Estado de Pernambuco. Possui natureza de autarquia territorial¹⁵³, e não é cobrada entrada na área do PNMFN, entretanto, todos os visitantes que chegam à ilha devem pagar a TPA - Taxa de Preservação Ambiental¹⁵⁴. Com esta taxa o crescimento populacional¹⁵⁵ em Fernando de Noronha é de certa forma controlado e a entrada de visitantes é limitada, e principalmente a sua permanência¹⁵⁶. Se não fosse realizado esse controle populacional e a cobrança da TPA, a comunidade teria ainda mais problemas com os serviços básicos, como água¹⁵⁷ e luz¹⁵⁸.

Algumas ONGs e Projetos são bem atuantes no Arquipélago. É o caso do Projeto TAMAR/Ibama, sediado no Arquipélago desde 1984, sendo a base de Fernando de Noronha uma das principais, tanto pelas ótimas condições para pesquisas sobre o comportamento das tartarugas marinhas, quanto pelo grande fluxo turístico. Assim, por ser um local estratégico para a educação ambiental dos

¹⁵³ É regido por estatuto próprio, com personalidade jurídica de direito público interno e dotado de autonomia administrativa e financeira. (Artigo 96 da Constituição Estadual - PE), e conta com um Conselho Distrital, que tem a principal função de fiscalizar o poder executivo, sendo um fórum de representatividade dos ilhéus junto ao poder público estadual, composto por sete pessoas, eleitas pela comunidade.

¹⁵⁴ Essa taxa, instituída através da Lei Estadual nº 10.403, em 29 de dezembro de 1989, é "*Destinada a assegurar a manutenção das condições ambientais e ecológicas do Arquipélago de Fernando de Noronha, e incide sobre o trânsito de pessoas na área sob jurisdição do Distrito Estadual*". Criada devido as peculiaridades ecológicas do Distrito e suas respectivas limitações ambientais, de superfície, operacionais, financeiras e de disponibilidade de serviços de infra-estrutura, o objetivo institucional de promover e preservar condições de segurança, qualidade e conforto no território distrital, adequadas e satisfatórias para o convívio e bem-estar da população insular, bem como de turistas e visitantes; a necessidade de garantir o normal abastecimento dessa população, em face das limitações e restrições locais de natureza geográfica e da logística de transporte; e a responsabilidade fundamental de estabelecer mecanismos e procedimentos de controle do acesso e da permanência de pessoas no território do Distrito Estadual;

¹⁵⁵ Para Soares (2005), se por um lado à taxa serve para arrecadar e gerar benefícios, como é o caso da limpeza urbana, por outro lado ela serviu nestes 15 anos para frear a explosão populacional em Fernando de Noronha. De acordo com os dados do IBGE no Censo Demográfico de 2000, o Arquipélago contava com 2.051 habitantes, e em julho de 2005 a população estimada era de 2.280 pessoas (IBGE, 2006). Atualmente, estima-se que a população já esteja por volta de 4.000 pessoas, um número considerado excessivo para o espaço disponível.

¹⁵⁶ Desta forma, quem não possui a carteirinha de residente permanente, é alguém que se enquadra nas normas estabelecidas para a isenção da TPA (Instrução Normativa 001/2004 FN) ou é visitante. Como visitante, a taxa diária atualmente é de R\$ 32,12. Quanto mais tempo na ilha, maior a taxa, podendo chegar a R\$ 2.652,80 por um mês. Esta taxa é paga no desembarque no Aeroporto, antecipadamente pela internet ou já é incluída no pacote no caso de alguns cruzeiros marítimos.

¹⁵⁷ Atualmente, juntando-se todas as fontes de abastecimento de água (açudes e dessalinizador), o volume máximo diário capaz de ser ofertado é de aproximadamente 800.000 litros. Apesar de ser um valor muito maior do que era oferecido nos últimos anos, a comunidade tem que se conscientizar de que o desperdício deve ser evitado.

¹⁵⁸ O sistema de produção de energia elétrica de Fernando de Noronha possui geradores a óleo diesel e um gerador de energia eólica, que não funciona regularmente.

visitantes, o TAMAR/IBAMA promove gratuitamente palestras diárias temáticas e informativas no Centro de Visitantes do Projeto Tamar – Museu Aberto da Tartaruga, inaugurado em 1996. Essas palestras são extremamente importantes para a conscientização e sensibilização dos visitantes e da comunidade, pois abordam temas pertinentes ao Arquipélago, como tubarões, tartarugas, golfinhos, Parque Nacional, ecoturismo, entre outros.

Outra ONG que se destaca por sua atuação é o Centro do Golfinho Rotador-CGR¹⁵⁹, que em âmbito social possui o Projeto Cidadão Golfinho, um dos maiores contribuidores no que diz respeito à capacitação dos ilhéus. Nos últimos anos ofereceu gratuitamente à comunidade diversos cursos¹⁶⁰ e por intermédio deste projeto é que foi possível entrevistar moradores, condutores e a realização do Curso de Conductor de Geoturismo, a ser comentado nos resultados.

4.3.3 PLANO DE MANEJO, ATRATIVOS E OUTRAS INFORMAÇÕES:

As duas UCs que integram o Arquipélago possuem Plano de Manejo. O do Parque Nacional foi elaborado em 1990 e encontra-se defasado, sendo que o seu Plano de Uso Público estava previsto para ser elaborado em 2001, o que não aconteceu, sendo substituído por um Programa de Ações Emergenciais, que ainda não foi aprovado. Já o Plano de Manejo da APA foi elaborado em 2005 e vem sendo gradativamente colocado em prática.

Tanto o PNMFN, quanto a APA de FN contam com diversas trilhas, mirantes naturais, postos de informação e controle. No sentido de conservar o Parque, muitas são as diretrizes que devem ser seguidas, como a restrição de mergulhos em certas áreas, acompanhamento obrigatório de condutores em algumas trilhas, horários de visita, e a restrição na visita a alguns monumentos geológicos.

Segundo Lima (2002 *apud* SOARES 2005), é possível afirmar que o Parque Nacional de Fernando de Noronha se encontra em vantagem em relação às demais

¹⁵⁹ Por delegação do Centro Mamíferos Aquáticos/IBAMA/MMA é o responsável pela execução das atividades de pesquisa, conservação e manejo de cetáceos na região de Fernando de Noronha.

¹⁶⁰ Informática, inglês, primeiros socorros, técnicas em ecoturismo, gestão em ecoturismo, gestão em pousadas, produção de artesanato, condutor de mergulho autônomo, condutor de observação de ecossistemas recifais, condutor de observação de aves e condutor de observação de golfinhos

Unidades de Conservação, por possuir, particularmente, as seguintes características e instrumentos de manejo: é pequeno, está distante do continente, possui normas de controle migratório, uso do solo, APA em seu entorno, plano de manejo e zoneamento, número considerado razoável de fiscais, dos quais a maior parte é composta por nativos, competente sistema de fiscalização e orientação e por fim interação e apoio de boa parte da comunidade local.

Entretanto, em relação à educação ambiental realizada na UC, a mesma ainda é deficitária. Segundo o Plano de Manejo da APA (IBAMA, 2005, encarte 3, p. 224)

O enorme potencial ambiental de Fernando de Noronha, aliado às ameaças de perda de seus patrimônios naturais e culturais geradas tanto pelo excesso de visitação, como pelo choque cultural e também pela desarticulação das iniciativas de educação ambiental existentes, justifica a necessidade de se criar e monitorar continuamente um programa de ação em Educação Ambiental para as esferas escolares, sociais e comunitárias (formal e informal).

Desta forma, são realizadas ações voltadas para a educação ambiental da comunidade, mas há a necessidade de programas mais elaborados, levando em consideração os fatores de sustentabilidade e o envolvimento dos ilhéus. Importante também é que esses programas sejam contínuos, pois diversas ações educacionais vêm sendo executadas em Fernando de Noronha pelos mais variados atores, e visando atingir públicos específicos: estudantes, professores, turistas e profissionais ligados ao turismo. No entanto, a maioria das atividades é pontual e informativa e não visa a formação de valores e atitudes cidadãos voltados para a melhoria da qualidade de vida da população do arquipélago. (Id., 2005).

No que diz respeito à interpretação do ambiente, o Parque conta com um Centro de Visitantes (localizado ao lado do Centro de Visitantes do Projeto Tamar – Museu Aberto da Tartaruga), mas que ainda não foi estruturado, apesar de possuir desde 2001 um Projeto para a instalação de uma exposição interpretativa.

E em relação à capacitação da comunidade relativa aos aspectos geológicos e a divulgação desses aspectos aos visitantes, tanto o Parque quanto a APA apresentam muitas deficiências. Foi verificado que uma das iniciativas voltadas para a capacitação da comunidade, o Programa de Uso Recreativo do Parnamar de

Fernando de Noronha - PUR, que vem desde 2003 capacitando condutores para atuar no Arquipélago, nunca havia tratado dos aspectos geológicos em seus cursos¹⁶¹, o que ficou evidente nas capacitações realizadas, pois em todas as apostilas consultadas não são mencionados esses aspectos. Cursos ligados à geologia nunca haviam sido ministrados pelo PUR e em seu projeto de reestruturação, o PUR nem mesmo cogitou a possibilidade de oferecer a especialidade ligada aos aspectos geológicos.

Assim, ainda que um dos objetivos principais da UC, citado em seu Plano de Manejo, seja o de “*fomentar atividades de investigação científica e interpretação e educação ambientais, compatíveis com os objetivos do Parque*” (IBAMA; FUNATURA, 1990, p. 125), e uma das ações prioritárias para a conservação das zonas costeiras e marinhas (MMA, 2002, p.12) seja a de “*aumentar esforços no sentido de se promover a educação ambiental em ecossistemas costeiros e oceânicos, e em particular em recifes e de ilhas que mais atraem turisticamente*” o que se percebeu é que apesar da UC possuir a infra-estrutura necessária para a realização de atividades educativas e interpretativas, isso não vem ocorrendo em relação aos aspectos geológicos e geomorfológicos, potencial este que precisa ser aproveitado.

4.3.4 ASPECTOS GEOLÓGICOS

O Arquipélago há muito tempo vem despertando interesse na realização de estudos científicos devido as suas particularidades. Em 1832, Charles Darwin em sua expedição no navio *Beagle* reconheceu a origem vulcânica das suas rochas, destacando o Morro do Pico, citando-o como um fonólito dividido em colunas irregulares. (DARWIN, 1839 *apud* ALMEIDA, 1955 p.50)

Almeida era e continua sendo o maior conhecedor da geologia dessas ilhas (CORDANI, 2004) e seus trabalhos são certamente a referência essencial para qualquer estudo geológico tanto de Fernando de Noronha quanto de Trindade, até

¹⁶¹ Segundo Enadja Barros, coordenadora do PUR, 270 condutores realizaram sete módulos, intitulados: Ambiente Marinho, Flora e Fauna, Primeiros Socorros, Ecoturismo, Histórico Cultural, Técnicas de Condução de Visitantes e Unidades de Conservação. Além desses, também foram ministrados os cursos de turismo equestre, associativismo, qualidade no atendimento, gestão da qualidade (em cinco módulos) e mergulho livre.

mesmo nos dias de hoje. (ULBRICH *et al*, 2004). Em seus estudos efetuados em 1954 realizou um levantamento geológico detalhado do arquipélago, objetivando situar seus numerosos corpos rochosos, para determinar suas relações no tempo e espaço e seu modo de formação. Definiu Fernando de Noronha como sendo um Arquipélago vulcânico em que se expõem rochas vulcânicas de idades miocênica e pliocênica, constituído por um substrato de rochas piroclásticas¹⁶² penetradas por grande variedade de rochas eruptivas¹⁶³ alcalinas que após conspícuo hiato foram recobertas por derrames de lavas basáltico-alcalinas, de dois tipos fundamentais (rochas ultrabásicas nefelinícas (ankaratritos) e seus piroclastos)¹⁶⁴. Como sedimentos ocorrem nas ilhas áreas reduzidas de depósitos litorâneos, eólicos e marinhos, pertencentes ao ciclo atual e à outros, do Quaternário (ALMEIDA, 2002)

Segundo o Plano de Manejo da APA, Fernando de Noronha possui certas características por estar localizada em uma Zona de Fratura. (IBAMA, 2005, p.4)

As zonas de fratura são contínuas por toda a largura do Oceano Atlântico. Caracterizam-se por uma alternância de cristas e depressões alinhadas segundo a direção E-W, delineando faixas com até 400 km de largura. Estas, por sua vez, sobressaem-se do assoalho oceânico, situado a profundidades da ordem de 4.000 m. A elas associam-se intrusões dômicas de rochas ultrabásicas do manto e epicentros de terremotos, testemunhando atividade tectônica ligada à movimentação de blocos do piso oceânico ao longo das zonas de fratura.

Assim sendo, a Zona de Fratura de Fernando de Noronha está delineada a partir da margem continental através de montes submarinos alinhados na direção E-W, até a Dorsal Meso-Atlântica¹⁶⁵, localizada entre os continentes Sul-Americano e Africano. Desta forma, o Arquipélago de Fernando de Noronha, o Atol das Rocas e o

¹⁶² A palavra “piroclástico” vem do grego *pyros* (fogo) e *klastos* (fragmentos). Designa material solto ou mistura de cinzas vulcânicas, bombas e blocos ejetados pelos vulcões. São também tufo, tufo-brechas, lapilli-tufo e aglomerados, constituídos de componentes provenientes dos derrames.

¹⁶³ As rochas eruptivas são produzidas pelo resfriamento do material ígneo existente no interior do vulcão ao deslocar-se em direção a superfície.

¹⁶⁴ Ulbrich *et al* (2004) afirmam que o magmatismo é totalmente de natureza alcalina, caracterizada nas rochas pela ausência de quartzo, pela presença de feldspatóides entre os minerais fêlsicos e por possuir clinopiroxênios e/ou anfibólios alcalinos. Os tipos litológicos variam de ultrabásicos (SiO₂ < 45% em peso) e básicos (SiO₂ entre 45 - 52% em peso) até intermediários (SiO₂ entre 52 e 62% em peso).

¹⁶⁵ Essa Dorsal (ou Cadeia) Atlântica constitui um sistema contínuo ao longo de toda a Terra, estendendo-se por 84.000 km e apresentando uma largura de 1000 km, sendo que no eixo dessas montanhas há a presença de vales de 1 a 3 km, associados a um sistema de riftes, indicando a presença de um regime tensional. (TASSINARI, 2000).

Arquipélago de São Pedro e São Paulo são as cadeias mais elevadas que emergem das águas oceânicas.

Geologicamente, situa-se ao longo de estruturas alinhadas de diversos montes vulcânicos submarinos e altos fundos do pavimento oceânico. Deste modo, acredita-se que esses montes, podem ter se originado pela atividade de um *hot spot*¹⁶⁶, e estendem-se até próximo à costa do Ceará, sendo que a parte atlântica da placa Sul-Americana onde está localizado esse *hot spot* viajou lentamente para oeste por aproximadamente 32 milhões de anos. (TEIXEIRA *et al*, 2003).

Para Ulbrich *et al* (2004), a formação dos edifícios vulcânicos ainda é assunto em discussão. Duas hipóteses foram formuladas, sendo uma delas a que concorda com a atividade dos *hot spots* (p. 558),

[...] formulada no contexto da Tectônica de Placas, o arquipélago representaria as últimas fases de evolução de uma pluma mantélica ou *hot spot* (ponto quente) do mesmo nome. O deslocamento da placa Sul-Americana por essa anomalia térmica teria sido responsável pela formação da Cadeia Submarina de Fernando de Noronha e pelo magmatismo terciário que ocorre no norte do Ceará (Mizusaki *et al.*, 2002). Fodor *et al.* (1998) atribuem a essa mesma pluma o magmatismo alcalino dos estados do Rio Grande do Norte e Pernambuco.

E a outra hipótese, a primeira a ser formulada em 1955 por Almeida e retomada em 1986 e 1988, foi baseada no fato de que o Arquipélago está situado em uma área na qual há ocorrência de um grande número de fraturas no assoalho oceânico, formando a Zona de Fratura de Fernando de Noronha. Nessa região, desenvolver-se-ia um extenso vulcanismo alcalino que, progredindo de oeste para leste, daria origem, no continente, a Formação Mecejana, de idade terciária (em torno de 30 Ma), estendendo-se até culminar na Ilha de Fernando de Noronha. Essa zona de fratura provavelmente resultou da evolução de falhas transformantes, que ligam segmentos da Dorsal Meso-Atlântica. Pequenos deslocamentos nessas zonas

¹⁶⁶ Os *hot spots*, também conhecidos como “pontos quentes”, são colunas de material superaquecido que ascendem lentamente à superfície a partir de profundidades diversas a partir do limite manto-núcleo. A porção superior da coluna funde-se parcialmente, dando origem a uma grande quantidade de magma e se mantém estacionária durante milhões de anos, alimentando sucessivos processos vulcânicos na superfície. Assim, à medida que a placa tectônica, em seu movimento horizontal, se afasta do *hot spot*, transporta o edifício vulcânico, tornando-o inativo, ao mesmo tempo em que cria um novo edifício vulcânico. Um exemplo é o Havaí. (TEIXEIRA *et al*, 2003)

de fraturas, resultantes da acomodação da litosfera oceânica constantemente criada na dorsal, poderiam ser suficientes para, por alívio de pressão, causar fusão de baixo grau no manto, explicando assim a formação do arquipélago.

Mas, independentemente da hipótese a ser levada em consideração, as diversas ilhas do arquipélago possuem aspectos conforme a sua constituição geológica. Segundo Almeida (2002), as ilhas fonolíticas são ilhas formadas por rochedos elevados, de paredes abruptas, sem praias arenosas a sua volta, são as Ilhas do Frade, Ovos, Viúva, Leão, Sela Ginete e Cabeluda e apresentam-se como picos destacados. Já as de derrames de lava são tabulares, como é o caso da Ilha Rata e São José, Lucena, de Fora e Cuscuz, ou são rochedos escarpados, como os Dois Irmãos. E por fim, as ilhas formadas por calcarenitos (Arenito Caracas) são baixas e de relevo tabular (ilhas do Meio, Rasa, Chapéu do Nordeste e Chapéu do Sueste).

Deste modo, as unidades litológicas de Fernando de Noronha enquadram-se em dois grandes grupos de 1ª ordem, de acordo com sua origem, que correspondem ao das rochas vulcânicas (Formação Remédios e Formação Quixaba) e ao das rochas sedimentares (Arenito das Caracas). (Figura 74)

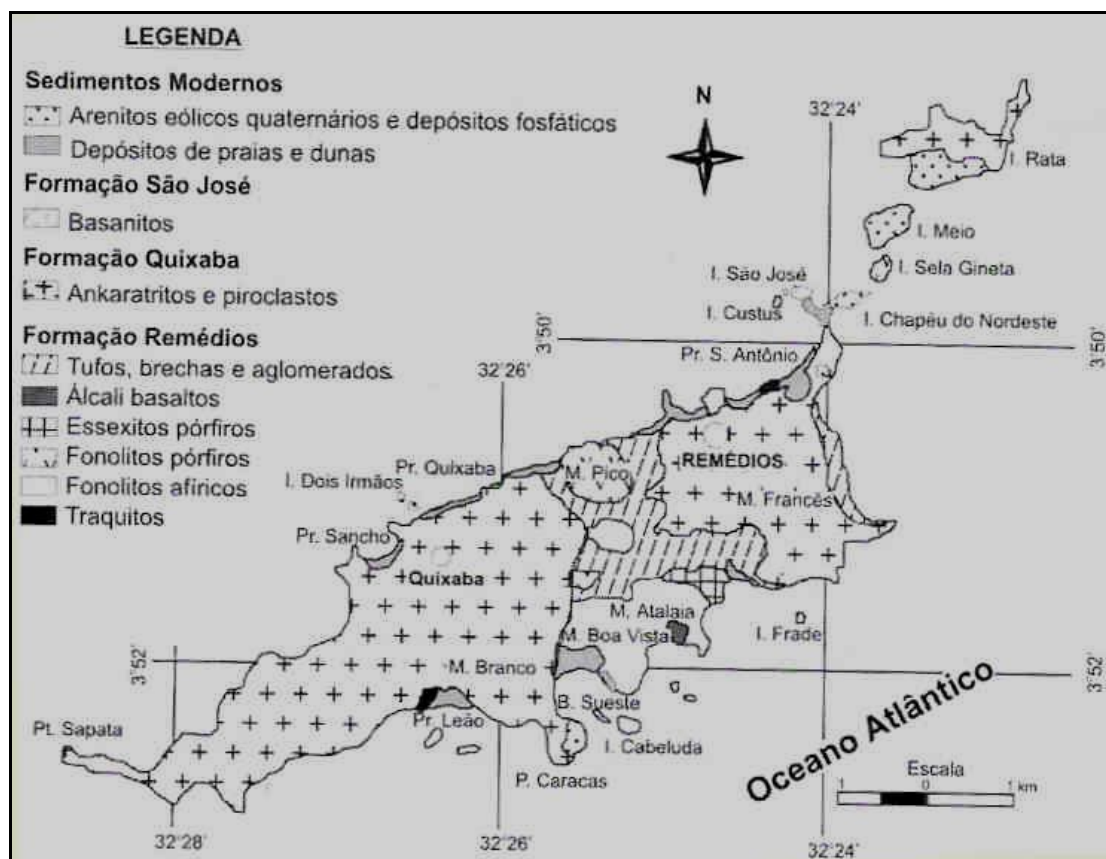


FIGURA 74- Mapa geológico de Almeida (1955) simplificado por M.C.N. Ulbrich (1994)

Observação: A Formação São José não é mais considerada uma formação.

Fonte: Almeida (2002).

4.3.4.1 Formação Remédios

Esta Formação, segundo Almeida (1955), é a mais antiga do Arquipélago, corresponde à atividade vulcânica da época miocênica, ocorrida há mais de 12 milhões de anos, onde se destacam rochas fonolíticas, traquíticas e essexíticas. De acordo com o Plano de Manejo da APA (2005), são rochas eruptivas alcalinas e material piroclástico encaixante. Esse material piroclástico é formado por aglomerados, brechas, tufo-brechas e tufos vulcânicos, contendo também lápillis, lápili-tufos e bombas vulcânicas. Muitas dessas rochas piroclásticas atualmente estão alteradas, ou cobertas por solo e vegetação. Na maioria das vezes possui cor cinza e leve tom esverdeado e normalmente possuem estrutura granular grosseira.

Segundo Ulbrich *et al* (2004), essa Formação consiste num complexo subvulcânico, formado por domos, *plugs* e diques subverticais compostos por uma ampla variedade de rochas alcalinas que incluem, entre outras, basanitos, tefritos, basaltos alcalinos, álcali latitos, traquitos e fonólitos.

Os melhores exemplos para a sua observação são os encontrados na Enseada da Caieira e Enseada do Abreu (rochas piroclásticas cortadas por um grande dique de fonólito), praias do Boldró e Cachorro.

Essa Formação apresenta também rochas intrusivas alcalinas, representadas por fonólitos¹⁶⁷ porfíricos e afíricos, como por exemplo, o Morro do Pico.

4.3.4.2. Formação Quixaba:

Após a Formação Remédios, houve um longo período erosivo. Só entre 4,2 e 1,5 milhões de anos atrás é que ocorreu uma nova atividade magmática, as lavas ankaratríticas da Formação Quixaba (CORDANI, 2003). Como houve esse grande período erosivo, essas lavas se assentaram em superfícies irregulares, preenchendo diversas depressões e apresentando espessuras variadas (de poucos centímetros a mais de quarenta metros). As rochas efusivas (que vem em estado de fusão até a superfície) pertencentes à Formação Quixaba têm aparência de rocha negra, grande uniformidade textural e mineralógica, e granulação muito fina. (IBAMA *et al*, 2005)

Almeida (1955), denominou essa formação com o nome de Quixaba pois nas bordas do planalto da Quixaba, principalmente nas escarpas marítimas, ela está bem exposta e é facilmente acessível. Em seus estudos concluiu que esta formação é um empilhamento de negros derrames de lava ankaratrítica alternados com piroclastos de componentes da própria lava. Esses ankaratritos são rochas eruptivas, derrames, lavas que em seu estado não alterado são pretas. Sua alteração é esferoidal (figura 75a), originando um solo castanho ou partindo-se em blocos irregulares. Possui abundantes estruturas vesiculares, amigdaloidais ou fluidais. Essas estruturas permitem determinar a direção do escoamento de lava, levando a concluir sobre o seu sentido.

¹⁶⁷ Rocha ígnea efusiva intermediária (insaturada). Parte superior dos complexos tectônico-vulcânico, formada a pequenas profundidades.

Essa formação constitui também outras ilhas, como a ilha Rata, fechada para visitação, mas muito utilizada nas atividades de mergulho autônomo.



FIGURA 75- Rocha da Formação Quixaba que apresenta decomposição esferoidal (a) e ao lado o Arenito Caracas próximo a Ilha do Meio (b).

4.3.4.3 Formação Caracas:

Nesta formação, os depósitos sedimentares são produtos resultantes de processos pleistocênicos e modernos, envolvendo o Arenito das Caracas (ou Calcarenito Caracas). São sedimentos de origem predominantemente eólica (eolianitos), com coloração bege clara ou cinzenta, com textura arenosa granular fina e estratificação cruzada. São antigas dunas móveis tangidas por ventos dominantes provindos de SE. Neste caso, os grãos de areia são constituídos inteiramente por restos de organismos marinhos, principalmente algas calcárias, moluscos, corais e também minerais essenciais das rochas vulcânicas. Entre esses grãos encontra-se a calcita microcristalina, que serve como um cimento, dando consistência aos arenitos. (IBAMA *et al*, 2005; ALMEIDA, 2002; CORDANI *et al*, 2003). Podem ser encontrados na ponta das Caracas, Baía do Sueste, Ilhas Rata, do Meio e Rasa e também pequenas áreas nas ilhotas do Chapéu de Sueste, Chapéu de Nordeste e São José. (Figura 75b)

Os eolianitos caracterizam-se por serem cimentados por carbonato de cálcio. As dunas arenosas constituem a mais importante feição de deposição sedimentar.

Sendo assim, os eolianitos são um tipo distinto de paleodunas¹⁶⁸, com características peculiares, como a preservação de estruturas sedimentares e a ausência de vegetação. Os eolianitos de Fernando de Noronha são distintos, pois foram depositados em um território insular pela ação do vento e não pela ação hidrodinâmica das águas. Podem ser encontrado na Ponta das Caracas, Chapéu de Sueste e Atalaia.

4.3.5 GEOMORFOLÓGICOS

O arquipélago é o que resta de um grande edifício vulcânico, com uma base a quatro mil metros de profundidade (Figura 78). Possui cerca de setenta quilômetros de diâmetro sentido NNE-SSW e é uma vez e meio maior que o Etna. (ALMEIDA, 1955; CORDANI *et al*, 2003). Vários desses montes tiveram seus cimos arrasados pela erosão subaérea e abrasão marinha, sendo que hoje se apresentam como *guyots*¹⁶⁹ cobertos de calcários biogênicos, achando-se a menos de 100 m de profundidade. (ALMEIDA, 2006)

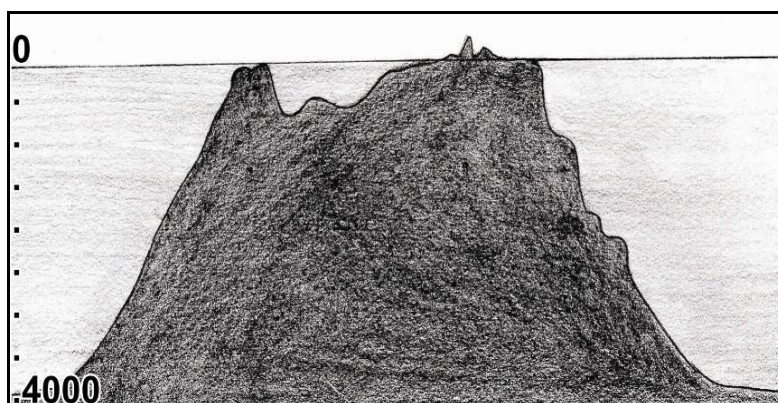


FIGURA 76- Esboço de Perfil leste-oeste do edifício vulcânico de Fernando de Noronha, com base a 4.000 metros de profundidade.

¹⁶⁸ Quando o nível do mar estava mais baixo, no início do Holoceno, as atuais ilhas do sul e sueste do Arquipélago estavam todas unidas por intermédio de dunas calcárias. Atualmente, como o nível do mar subiu, as ilhas estão separadas, mas ainda podem ser observados fragmentos do Arenito Caracas, resquícios consolidados dessas antigas dunas. Entretanto, os sedimentos e rochas sedimentares são os que possuem menor expressividade, pois segundo Ulbrich *et al* (2004) ocupam apenas 7,5% do Arquipélago

¹⁶⁹ *Guyots* são montes submarinos de topo truncado pela erosão. (HESS, 1946 apud ALMEIDA, 2006)

Baseado em Teixeira *et al*, 2003.

Essas feições de aplainamento devido à ação da erosão marinha, principalmente na última grande glaciação, há cerca de 18.000 anos atrás, originaram uma verdadeira plataforma marinha, que possui aproximadamente 20 km de diâmetro e circunda o arquipélago, originando elevações secundárias, como a conhecida pelo nome de “Alto Fundo Drina”, situada a 15 km da ilha principal e com o topo a oitenta metros de profundidade. A base da elevação submarina tem uma circunferência com perto de duzentos quilômetros adquirindo nítida orientação E-W a partir de 2.500 m de profundidade (IBAMA *et al*, 2005).

O traçado da costa do Arquipélago apresenta paredões íngremes, pontas, reentrâncias, platôs, costões rochosos e praias de seixos rolados ou areia¹⁷⁰. No chamado Mar de Fora (sul e sudeste) estão os costões rochosos e extensas barreiras de recifes formadas por concreções de algas, dando origem a plataformas, franjas e terraços, que delimitam piscinas e lagunas (LEITE, TS; HAIMOVICI, M. 2006 *apud* ESTON *et al* 1986).

De acordo com Gorini e Carvalho (1984), o Arquipélago é constituído por áreas planas de baixa altitude, picos isolados e uma concentração de áreas montanhosas. Falésias íngremes, algumas constituindo flancos de montes, contrastam com faixas lineares arenosas e com seixos que são ocasionalmente encontrados no lado protegido das ondas nos recifes de franja. Desta forma os planaltos são constituídos pelas lavas ankaratriticas, as planícies pelas rochas piroclásticas e os altos topográficos pelas rochas intrusivas que cortam as lavas (IBAMA E FUNATURA, 1990). Almeida (1955) reconhece que o relevo da ilha principal é moderado e, em grande parte, controlado pelos diferentes corpos rochosos, pois não se observa o desenvolver de uma morfologia dominada por fatores climáticos, sendo a estrutura que se impõe no relevo.

A respeito das erupções que ocorreram na região, Almeida (1955) também explica que cada erupção se iniciava com violentas explosões que desobstruíam o

¹⁷⁰ Este traçado depende de três fatores, a orientação em relação aos ventos alísios, estrutura geológica e evolução pretérita. (IBAMA E FUNATURA, 1990)

conduto vulcânico, lançando no espaço grande quantia de blocos de rochas. Essas explosões continuavam por algum tempo na massa de lava que então se erguia no conduto, projetando-a sob forma de bombas, lápili e cinzas, para depois de aliviada a tensão dos gases, começarem os derrames de lava. Essas lavas eram extremamente fluidas, a ponto de formar pequenos derrames com dois a três centímetros de espessura.

Como não há sedimentos associados às rochas vulcânicas do arquipélago, não é possível o estabelecimento da idade exata do vulcanismo, assim, essas idades foram estabelecidas por processos isotópicos radiométricos¹⁷¹ onde as rochas da Formação Remédios possuem 12 milhões de anos (Período Mioceno) e as da Formação Quixaba variam entre 4,2 Ma e 1,5 Ma (Período Pleistoceno). (Quadro 14)

¹⁷¹ Cordani *et al*, (2003) utilizaram o método Ar-Ar onde foram adotadas as técnicas modernas de aquecimento por etapas, em minerais isolados ou em rocha total

QUADRO 14 – Evolução da paisagem do Arquipélago

Holoceno	Nível do Mar atual	Erosão das praias e tômbolos e de parte das dunas do ciclo anterior. Consolidação das dunas antigas. Entalhe do alto batente litorâneo e estabelecimento de recifes a sua borda. Separação das ilhas.
Pleistoceno	Nível do mar a menos 6 metros	Extensas praias de areia a sul e sueste do arquipélago. Dunas calcárias unindo as dunas atuais
	Nível do mar a um metro	Acumulo de grossos cascalhos e areias de praia
	Nível do mar a mais 12 metros	Praias de areia e cascalho, e areias de fundo de mar. Inundação parcial do relevo
	Destruição superficial de erosão do planalto central	Entalhe dos principais vales atuais
	Nível do mar a mais 40 metros	Estabelecimento da superfície de erosão do planalto central, em clima semi-árido
	Erosão	Longo ciclo erosivo, que destrói os aparelhos externos das formações Quixaba e São José.
Terciário	Formação São José ¹⁷²	Derrames de nefelina basanito
	Formação Quixaba	Vulcanismo explosivo, acompanhado de derrames de ankartrito e intrusão de nefelinitos
	Erosão	Destruição dos aparelhos vulcânicos externos da Formação Remédios
	Formação Remédios	Vulcanismo fonolítico e traquitico, com intrusão de eruptivas ultra-básicas.
Neo-cretaceo???		

Fonte: Almeida (1955)

Em relação aos sedimentos modernos, os processos sedimentares atuais que podem ser observados são depósitos das praias¹⁷³, dos taludes¹⁷⁴, dunas ativas¹⁷⁵, recifes fitógenos¹⁷⁶ e fosfatos zoógenos.

¹⁷² Citada por Almeida em 1955, a Formação São José seria posterior a Formação Quixaba, caracterizando os derrames de basanitos portadores de xenólitos mantélicos que formam as ilhas São José, Cuscuz e de Fora. Entretanto, para Ulbrich et al (2004, p. 558) “considerando que esses basanitos são petrograficamente semelhantes aos que ocorrem na ilha principal, (e.g. Baía do Sancho; Ulbrich & Ruberti, 1992) é provável que representem os estágios finais do vulcanismo Quixaba (Ulbrich, 1994; Almeida, 2000)”. Ou seja, a Formação São José não é mais considerada uma formação.

¹⁷³ No caso dos depósitos de praias, um dos fatos que chama a atenção é a areia das praias, pois em nenhuma delas é possível encontrar o quartzo, sendo constituída unicamente por grãos calcários. Esses grãos são originários de algas calcárias, tubos de vermes, crustáceos, equinodermos, moluscos, etc. E em relação aos cascalhos e matações encontrados nas praias, estes são constituídos por fragmentos de rochas de naturezas diversas, como fonólitos maciços (Praia da

Diversos são os domos¹⁷⁷ que podem ser reconhecidos no Arquipélago. Domos fonolíticos são o da Atalaia Grande (com 223 metros de altitude), Boa Vista (possui a maior extensão exposta) e Medeira, além das Ilhotas da Viúva, Leão, Cabeluda e dos Ovos. No caso das Ilhotas do Frade e Sela Gineta, as duas também são domos fonolíticos, que possuem essa forma atual devido a processos erosivos e intempéricos que atuaram na superfície de fraqueza da rocha. Já o Morro Branco, um domo traquítico, é citado por Almeida (1955) como a mais bela estrutura intrusiva do Arquipélago.

Outra característica em Fernando de Noronha são os diques. Almeida (1955) encontrou mais de cem diques que aparentemente orientam-se desordenadamente (existem diques em todas as direções), mas análises estatísticas mostraram um predomínio na direção Nordeste. Correspondem às últimas injeções de magma, que se infiltraram em rupturas de rochas já consolidadas e possuem forma tabular vertical, lembrando uma parede. Estão visíveis: Diques simples¹⁷⁸, Diques múltiplos¹⁷⁹ Diques compostos¹⁸⁰ e Diques em anéis¹⁸¹. Deste modo, com base na observação desses diques, Almeida (1955) conseguiu definir a ordem cronológica das intrusões, ou seja, os fonólitos e traquitos são os mais antigos, pois neles foram vistos diques de outras rochas. E as rochas melanocráticas (que possuem na sua

Conceição), nefelina-basanitos e ankaratritos, que originam seixos arredondados. Traquitos, que são rochas fortemente fraturadas, fornecem fragmentos pequenos e poliedros (como os encontrados na Praia da Biboca), conservando indícios da forma original mesmo depois de bem retrabalhados.

¹⁷⁴ Os depósitos de talude observados na Ilha principal são depósitos acumulados nas vertentes mais ou menos íngremes, sendo que o material é depositado pela ação da gravidade. No caso de Noronha esses depósitos estão ligados principalmente a escarpas ankaratríticas e sua origem encontra-se na queda de blocos rochosos de tamanhos variados.

¹⁷⁵ Na Ilha principal dunas ativas podem ser observadas, sendo constituídas de grãos calcários de origem marinha (procedentes da Praia do Leão, Sueste e Atalaia) e em Santo Antonio decorrem da desagregação do arenito das Caracas. Seu sentido de orientação predominante é o dos ventos alísios que sopram constantemente na região (BIGARELLA, 1975) No caso dos calcarenitos, cabe ressaltar que os mesmos foram gerados a partir de dunas das últimas glaciações do Quaternário, quando extensas superfícies de praias eram expostas ao vento, devido à descida do nível do mar. (VALENÇA *et al*, 2005) Atualmente o nível médio do mar está acima do que no período em que existiram essas paleodunas.

¹⁷⁶ A respeito dos recifes, não existem recifes de corais no Arquipélago, mas algas calcárias, como os recifes de algas *Lithothamnium* que podem ser encontrados ao longo da Enseada da Caieira. (ALMEIDA, 1955; ALMEIDA 2000).

¹⁷⁷ Elevações acentuadas do solo que possuem a forma de meia esfera.

¹⁷⁸ São rochas lamprofíricas. Observados em vários locais da ilha.

¹⁷⁹ Injeções sucessivas do mesmo tipo de rocha numa única fratura (extremidade ocidental da Praia da Biboca)

¹⁸⁰ Associação de dois ou mais tipos de rocha no mesmo dique. (falésia vertente para a Enseada da Caieira, Praia do Cachorro)

¹⁸¹ Dispostos concêntricamente, atravessados por outros radiais (Enseada da Caieira).

composição minerais de coloração escura) ou seja, augititos, olivina teschenitos, tambuschitos, limburgitos, são mais novas.



FIGURA 77- Dique na Enseada da Caieira (a) e a Baía dos Porcos e a tonalidade de suas águas durante a maior parte do ano (b).

Outra característica marcante no Arquipélago diz respeito à tonalidade de suas águas, pois o mar do lado oriental da Ilha possui tonalidade azul-escura e superfície encrespada porque ali sopram constantemente os ventos de leste e sudeste. Já no lado ocidental a cor da água é azul-esmeralda e o mar é calmo na maior parte do ano. Essas características distintas fizeram com que os ilhéus denominassem “Mar de Dentro” o lado setentrional da ilha, voltado para o Atlântico norte e “Mar de Fora” o lado meridional da ilha, voltado para o continente africano. (TEIXEIRA *et al*, 2003)

Assim, em relação aos aspectos geológicos e geomorfológicos do Arquipélago, cabe aqui ressaltar que a intenção não foi a de esgotar o assunto, e sim somente uma breve caracterização, apresentando dados geológicos e geomorfológicos de pesquisadores que vem trabalhando na região nos últimos 50 anos, no sentido de favorecer a compreensão do patrimônio geológico que será tratado a seguir.

4.3.5.1 Características de praias e monumentos geológicos

Para o Ibama e Funatura (1990, p.110)

De acordo com especialistas, Fernando de Noronha é o mais didático e único exemplo observável do resultado de fenômenos ligados ao vulcanismo, pois as outras áreas brasileiras sofreram evolução ou ocupação diferenciada.

Constitui-se, o local, em um laboratório natural para o estudo da vulcanologia, com grande riqueza de rochas produzidas pelo magma e pela movimentação do fundo do Oceano Atlântico... Os diferentes tipos de rochas são importantes referências para os petrógrafos especialistas e os ambientes sedimentares são, em alguns casos, únicos no Brasil, como o manguezal e as dunas em ambientes oceânicos.

Assim, com base na pesquisa de campo e bibliográfica realizada na elaboração deste capítulo, foram selecionados alguns Pontos de Interesse GeoDidático – PIGD, utilizados no Curso de Condutor de Geoturismo. Deste modo, a seguir são feitas considerações a respeito dos principais monumentos geológicos e principais atrativos do Arquipélago, sendo que os PIGDs serão listados no capítulo correspondente.

4.3.5.1.1 Praias

* **Air France** (Formação: Quixaba): Nesta praia podem ser observados muitos seixos rolados da Formação Quixaba, sendo o melhor exemplo em termos didáticos e facilidade de acesso, do processo da decomposição esferoidal (Figura 78 a). Neste local também podem ser observadas outras ilhas secundárias, percebendo-se a importância dos ventos alísios no processo de separação das mesmas.



FIGURA 78- Praia do *Air France* (a) e a Baía de Santo Antonio e Praia da Biboca (b).

* **Baía de Santo Antônio** (Formação Quixaba): Em uma parte da enseada desta praia existem paredões ankaratríticos e calcários marinhos afloram sob a forma de pequena mancha nesta área, estes constituem camadas delgadas assentadas sobre uma base irregular de derrames de lavas e rochas piroclásticas, acumulando no máximo seis metros de espessura. Sua estratificação horizontal é

plano-paralela e está bem consolidada por forte cimento calcário. A coloração é creme, podendo ser também avermelhada e correspondem a registros de deposição subaquática, marinha. O fundo observado nessa área em boa parte é arenoso e os seixos encontrados são fortemente cimentados (ALMEIDA, 1955). (Figura 78b)

* **Praia do Boldró** (Formação Remédios e Quixaba): Nesta praia podem-se observar falésias de rochas piroclásticas, álcali-traquitos, rochas tufáceas e derrames ankaratríticos e a leste o Morro do Pico (Figura 79a). Tem aproximadamente 600 m de extensão e 110 m de largura. As profundidades nesta praia variam entre um e vinte metros e segundo o mapa geomorfológico da APA os recifes são de *Lithothamnium* (BATISTELLA, 1993 *apud* IBAMA *et al*, 2005). Seu nome possui relação com os aspectos geológicos que podem ser observados, pois possivelmente vem da época da ocupação do Boldró pelo exercito americano, que utilizava a palavra “*Boulder*” para designar a praia com abundancia de rochas (pedregulhos, *boulder* em inglês) e a sua utilização em atividades de escalada, num claro exemplo de como a geologia se integrou até na nomenclatura de alguns lugares do Arquipélago.



FIGURA 79- Rochas da Formação Remédios, na base do Morro do Pico e esquerda da Praia do Boldró (a) e rochas na Praia do Bode (b).

* **Praia do Bode** (Formação Quixaba): Localizada entre as praias do Americano e Cacimba do Padre, nesta praia podem ser observados um “Mar de blocos” resultantes da alteração das rochas magmáticas. As manchas arredondadas representam líquens que estão colonizando a superfície dos blocos (Figura 79b). Boa praia também para a observação dos derrames de lavas vesiculares e depósitos de aglomerados e lava.



FIGURA 80- Baía dos Porcos.

* **Baía dos Porcos** (Formação: Quixaba): Nesta Baía também são observadas lavas ankaratriticas da Formação Quixaba, com intercalação piroclástica (CORDANI *et al*, 2003). É uma baía bem fechada, com águas tranqüilas e grande visibilidade para a prática do mergulho livre. A transparência da água mistura o reflexo do azul do céu com o amarelo da areia do fundo, dando ao mar uma coloração verde esmeralda (TEIXEIRA *et al*, 2003). (Figura 80)



FIGURA 81- Vista aérea da Praia do Sancho e ao lado a Baía dos Golfinhos.

* **Praia do Sancho** (Formação Quixaba): Considerada uma das praias mais bonitas do Brasil, possui em toda a sua extensão um penhasco de basanita de aproximadamente 50 metros de altura. O acesso é feito somente por mar ou por

uma pequena fenda na rocha, por onde se desce com o auxílio de escadas de ferro. O fundo do Sancho é de areia, com dois grandes aglomerados rochosos submersos. O aglomerado mais próximo à praia, com profundidade de até cinco metros, é o mais indicado para o mergulho livre e apnéia. O segundo aglomerado, localizado na boca da baía, é conhecido como Laje do Sancho e chega a atingir vinte metros de profundidade. A baía possui uma abertura de aproximadamente 500 metros de largura e recuo de 300 metros. (TEIXEIRA *et al*, 2003). Figura 81.

* **Praia do Leão** (Formação Quixaba e Remédios): A Praia do Leão também está entre as tres praias mais bonitas do Brasil. Seu nome vem de uma de suas ilhas, a Ilha do Morro do Leão, que se assemelha a um leão marinho deitado (Figura 82). Ao lado, encontra-se a Ilha do Morro da Viuvinha. As duas são ilhas fonolíticas da Formação Remédios (semelhante a Ilha do Frade e Ilha Sela Gineta) e são locais onde muitas aves fazem ninhos. Além disso, a Praia do Leão é a mais procurada em Fernando de Noronha pelas tartarugas-verdes, para a sua desova. Por ser área do Parque Nacional, na época da desova é proibido o acesso á praia entre as 18 horas e 06 horas da manhã.

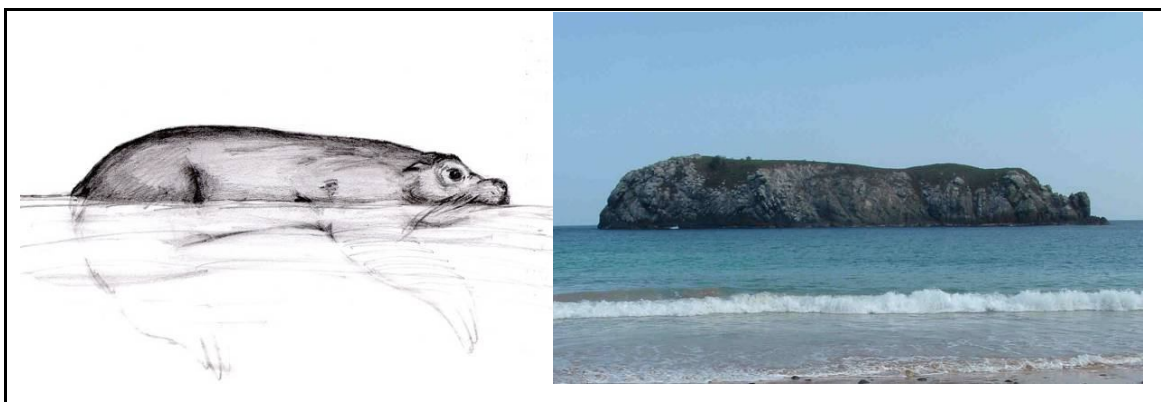


FIGURA 82- Representação e figura da Ilha Morro do Leão, na Praia do Leão

* **Ponta das Caracas** (Formação Caracas): Neste local pode ser observado o perfil das antigas dunas que hoje compõem a formação de mesmo nome, apresentando suas estratificações típicas. Entre a Ponta das Caracas e a Praia do Leão podem ser observados paredões abruptos da Formação Quixaba. (IBAMA e FUNATURA, 1990). (Figura 83 a).



FIGURA 83-Ponta das Caracas (a) e ao lado a Baía do Sueste vista da Pousada Maravilha (b).

* **Baía do Sueste** (Formação Remédios, Quixaba e Caracas): Em termos geológicos e geomorfológicos, esta baía é muito interessante, pois nela estão reunidas todas as formações do arquipélago, podendo-se inclusive observar o contraste geomorfológico entre elas. A esquerda está a Formação Remédios, evidenciada pelos morros de fonólitos e traquitos, circundada por rochas piroclásticas intemperizadas já erodidas, a Ilha Cabeluda (fonolítica), e alguns diques. Do lado direito (onde os mergulhos são permitidos) está a Formação Quixaba, suas lavas ankaratriticas, paredões negros e colunares. Na Ilha Chapéu do Sueste (Figura 83b) podem ser observados os calcarenitos da Formação Caracas. Além disso, a areia é carbonática, seixos estão presentes no lado esquerdo da praia, e ainda existem as dunas e o manguezal.

* **Praia da Atalaia** (Formação Remédios e Quixaba (contato) e Caracas): Praia que possui aproximadamente cem metros de comprimento por vinte metros de largura e com menos de 1,5 metros de profundidade, sendo que o seu acesso turístico é controlado¹⁸². No lado esquerdo desta praia observa-se o contato entre as formações Remédios e Quixaba, e na parte emersa um pequeno trecho de areia e a predominância de muitos seixos. A formação Remédios é a que predomina sendo observada na maré baixa através dos diques. Entretanto, no canto direito da praia, podem ser observados grandes blocos de calcarenitos da Formação Caracas. Em frente à Praia da Atalaia encontra-se a Ilha do Frade (Figura 84a), domo de

¹⁸² Há uma capacidade de carga de cem pessoas por dia, que podem entrar em suas piscinas naturais vinte de cada vez, durante trinta minutos. Tal rigor deve-se ao fato de que as piscinas naturais são ambientes importantes para a vida e crescimento de peixes recifais.

fonólito da Formação Remédios com fortes evidências de erosão, possivelmente por quedas de blocos.



FIGURA 84- Praia da Atalaia, com a Ilha do Frade ao fundo (a) e a Enseada da Caieira (b).

* Enseada da Caieira (Formação Remédios e Quixaba): Esta enseada possui especial valor educacional e científico, pois em uma pequena área podem ser encontradas mais de catorze tipos de rochas eruptivas diferentes, entre ultrabásicas e intermediárias, sendo um dos melhores exemplos mundiais do fenômeno de fracionamento magmático. (SANTOS *et al*, 1999) e também da relação do clima com a geologia (IBAMA; FUNATURA, 1990). Nesta área podem ser observados também blocos e seixos rolados procedentes da Formação Quixaba, álcali-traquitos e diversos diques da Formação Remédios, com orientações variadas, cortando rochas piroclásticas da mesma formação. (Figura 84b)

* Ilha Rata (Formação Quixaba e Caracas): A Ilha Rata é caracterizada por derrames de lava tabulares, rochas escuras integrantes da Formação Quixaba. É uma plataforma ankaratritica parcialmente coberta por sedimentos modernos. Entretanto, esta ilha também apresenta a particularidade de possuir áreas com formações de calcarenitos e também os depósitos de fosfatos de cálcio, que tem sua origem nos excrementos de aves marinhas (zoógenos) (ALMEIDA, 1955). Sua origem, como a das Ilhas Sela Gineta, Meio e Rasa, foi favorecida pela estrutura geológica e pela ação das ondas decorrentes dos ventos alísios, que favoreceram a sua separação da ilha principal e principalmente o controle do substrato. Nesta Ilha, a segunda maior do arquipélago, com 81 ha., a ação da corrente na encosta cavou

grutas marinhas. A visitação é proibida, entretanto, alguns pontos são autorizados para o mergulho autônomo, entre eles destacam-se:

- Buraco do Inferno (Figura 85): local onde há muitos fragmentos rochosos rolados, e uma pequena gruta marinha, de aproximadamente sete metros de extensão e quatro de altura, originária da ação erosiva. Em seu teto forma-se uma bolha de ar, sendo possível respirar sem regulador.

- Ressurreta: Na área emersa, pode ser observado que os calcarenitos continuam em desagregação, alguns já caídos (observados em mergulhos) e outros vêm sofrendo a ação do solapamento das ondas. Esses arenitos possuem estratificação cruzada de grande porte e granulometria fina e bem selecionada, indicando características de antigas dunas.



FIGURA 85- Detalhe da Ilha Rata, próximo ao ponto de mergulho denominado Buraco do Inferno (a), e ao lado a Ilha do Meio, formada por calcarenitos (b).

* **Ilha do Meio** (Formação Caracas): A Ilha do Meio é inteiramente constituída por calcarenitos (Figura 85), sendo baixa e de relevo tabular, (outras ilhotas calcárias do arquipélago, que também possuem relevo pouco acentuado, são a Rasa e a Chapéu do Sueste). Sua espessura nessa área é de mais de 20 metros e apresenta inclinação para SE, com nítida estratificação cruzada de grande porte e granulometria fina e bem selecionada, indicando características de antigas dunas. Esses grãos estão fortemente cimentados, sendo seus interstícios preenchidos por calcita microcristalina. (ALMEIDA, 1955) Em atividades de mergulho autônomo realizado neste ponto, podem ser observados esses calcarenitos e inúmeros túneis

escavados pelo solapamento das ondas, o que favorece ainda mais o abrigo de certas espécies, como moréias, lagostas e tubarões.

4.3.5.1.2 Monumentos geológicos

De acordo com o Ibama *et al* (2005, p.20) “Os monumentos geológicos existentes nos domínios da APA de Fernando de Noronha são diversificados e sem igual na costa continental brasileira...”. Além dos monumentos da APA, há alguns também localizados na área do Parque, como o Portal da Sapata, Buraco da Raquel e Caverna do Capitão Kid.

A seguir são feitas considerações a respeito de cada um desses monumentos, no sentido de caracterizá-los visando a sua adequada interpretação.

* **Buraco da Raquel** (Formação Quixaba): O Buraco da Raquel¹⁸³ é um monumento geológico onde se observam as formas de erosão, resultado da ação marinha. Esta praia também é exemplo de uma praia de cascalho. (Figura 86 a)

* **Portal da Sapata** (Formação: Quixaba): Esta área possui relevo acidentado, desenvolvido principalmente sobre derrames de ankaratritos ou tufos e brechas vulcânicas. As escarpas chegam a atingir oitenta metros de altura. No Portal (ou portão) da Sapata há uma forma conhecida como Mapa do Brasil (Figura 86b), resultado de erosão diferencial marinha e presença de colunas verticais nos derrames que cobrem as rochas piroclásticas. (TEIXEIRA *et al*, 2003). Neste local, a alternância de lavas e os depósitos piroclásticos da Formação Quixaba favoreceram a abertura do “Portal”. Observa-se também material piroclástico, como as cinzas vulcânicas. Na península da Sapata, onde se situa o Portal da Sapata, há um ponto utilizado para mergulho denominado “Caverna da Sapata” (gruta marinha¹⁸⁴ que possui fundo arenoso, localizada a quinze metros de profundidade com aproximadamente quinze metros de comprimento).

¹⁸³ Seu nome vem de uma história onde a filha de um militar, chamada Raquel, utilizava o local como esconderijo para reflexões.

¹⁸⁴ Essas grutas marinhas são cavidades produzidas pelo trabalho do mar que possuem grande importância pois provam indiscutivelmente uma variação de nível entre terras e águas. São também provas geomorfológicas e geológicas quando há seixos e areias depositadas pelo mar, como é o caso da Caverna da Sapata. (GUERRA, 1997)



FIGURA 86- Buraco da Raquel (a) e detalhe do Portal da Sapata (b).

* **Pedra do Pião** (Formação Remédios): A Pedra do Pião é um grande monólito ¹⁸⁵, bloco rochoso quadrangular cuja base foi solapada pela ação abrasiva das ondas, comprometendo seu equilíbrio natural. Demonstra também que nos últimos milhares de anos o arquipélago apresenta estabilidade sísmica. Para alguns, o monumento assemelha-se a um “Moai¹⁸⁶” natural. (Figura 87)

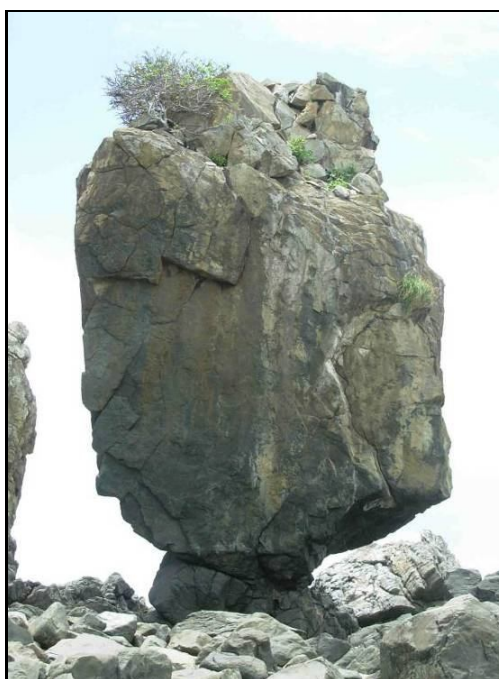


FIGURA 87- Pedra do Pião, localizada entre as Praias do Meio e Conceição.

¹⁸⁵ Forma constituída por uma única rocha.

¹⁸⁶ Grandes esculturas em rocha, encontradas na Ilha de Páscoa, no Chile.

* **Morro do Pico** (Formação Remédios): Ponto mais alto da Ilha, com 321 metros de altura e diâmetro exposto de 950 metros. A rocha que vemos é um domo de fonólito porfirítico, o maior do arquipélago, produto de atividades magmáticas de 9 milhões de anos atrás (ALMEIDA, 1955). Possui esta forma (*plug*) decorrente de processos erosivos e intempéricos que vem agindo há milhões de anos e que atuaram em superfícies de fraqueza da rocha, influenciando a queda de grandes blocos que ainda vem ocorrendo e que podem ser vistos próximos à praia. Os fonólitos que estão entre as praias da Conceição e do Cachorro inclusive indicam que provavelmente todas elas faziam parte do mesmo grande fonólito do Morro do Pico, já parcialmente destruído pelo mar.

São muitas as interpretações visuais para o Morro do Pico. Conforme o ângulo em que é observado, para alguns as rochas assemelham-se a uma grande sereia (Figura 88), para outros um macaco, um chefe indígena, entre outras interpretações.

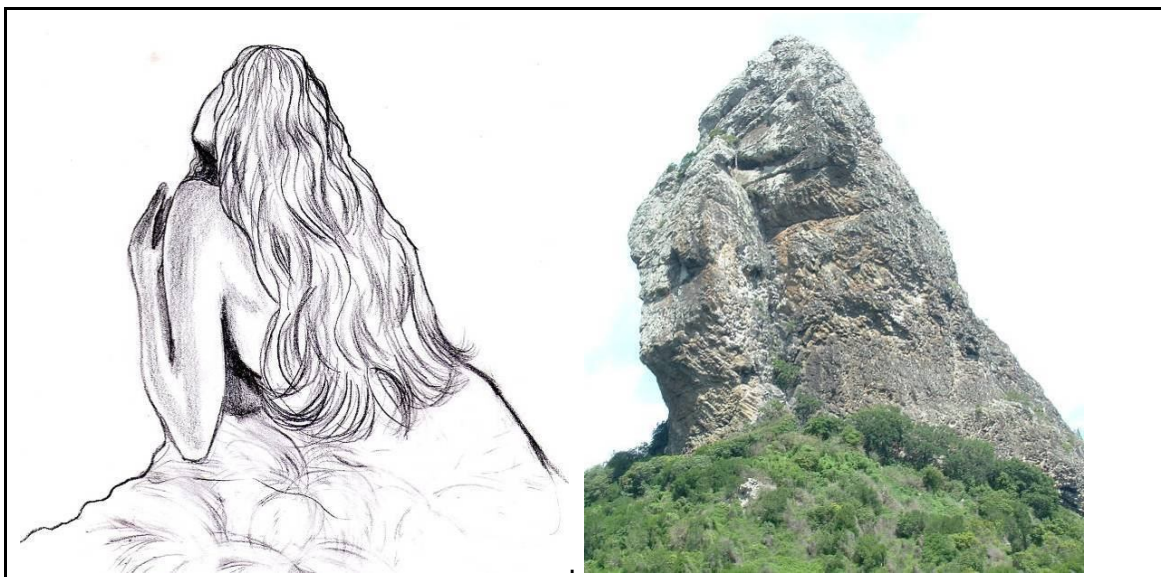


FIGURA 88 - Morro do Pico, o maior fonólito da Formação Remédios. Para muitos o Morro se assemelha a uma sereia.

* **Gruta do Capitão Kid** (Formação Quixaba): Entre esta Gruta e a falésia da Pontinha pode ser observado um dique de granulação grosseira, composto por nefelinito (rochas de composição não ankaratritica). Este local é acessado somente pela Trilha da Caieira – Atalaia, realizada obrigatoriamente com o acompanhamento

de condutores credenciados (Figura 89a). Possui uma lenda, onde piratas teriam escondido um tesouro em seu interior.



FIGURA 89- Gruta do Capitão Kid (a) e a Pedra da Bigorna e ao fundo Ilha São José (b)

* **Pedra da Bigorna** (Formação Caracas): Formada por calcarenitos, demonstra feição eólica e também erosão marinha (Figura 89b). Durante a maré baixa, a Pedra da Bigorna é acessível.



FIGURA 90- Ilhas Dois Irmãos, vistas do alto da Baía dos Porcos.

* **Dois Irmãos** (Formação Quixaba): Nessas ilhas podem ser observadas rochas vulcânicas ankaratríticas, de cor escura, com grandes colunas formadas devido ao diaclasamento das rochas, e que demonstram o resfriamento das lavas

vulcânicas basálticas (Figura 90). Importante observar no local a disjunção colunar¹⁸⁷, neste que é o melhor exemplo encontrado no Arquipélago.

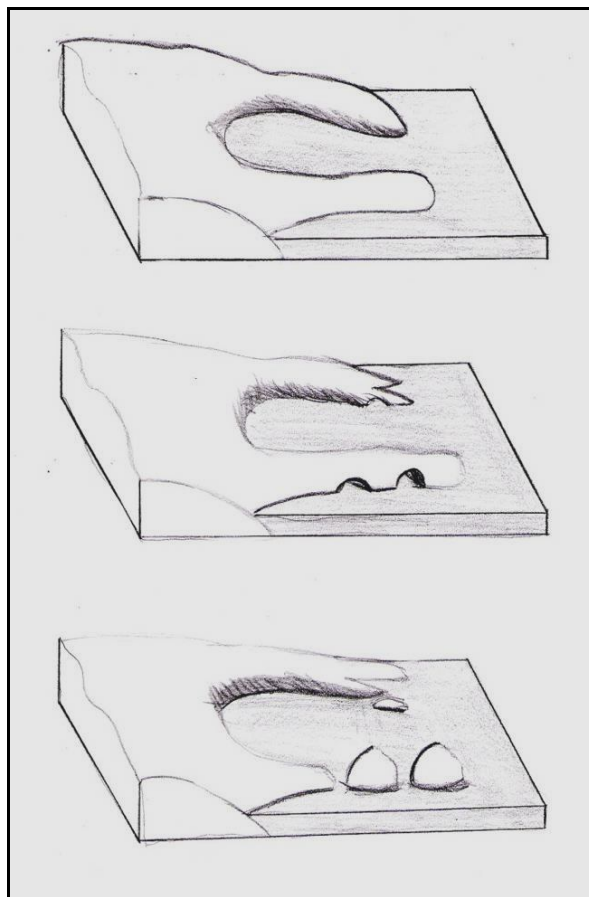


FIGURA 91- Três estágios representando a erosão na região dos Dois Irmãos

E se há uma paisagem que lembra Fernando de Noronha, essa paisagem inclui os Morros Dois Irmãos. As ilhas, resultado da erosão (Figura 91) são um dos cartões postais da ilha, muito fotografadas e divulgadas em reportagens e ações promocionais. Podem ser observadas de diversos pontos, sendo o mais popular deles durante o pôr do sol, no mirante do Forte do Boldró.

Desta forma, devido a todas essas características e monumentos, o Arquipélago é tão interessante em termos geológicos e geomorfológicos, potencial

¹⁸⁷ Estrutura de disjunção em prismas ou colunas desenvolvida por processos atectônicos, mais comum em rochas ígneas. O resfriamento mais lento e tranquilo, sem novos afluxos de magma, faz com que a contração devida à consolidação do magma provoque disjunção (diáclases) na forma de prismas de tendência hexagonal devido à distribuição regular das tensões segundo direções preferenciais relacionadas ao gradiente térmico de resfriamento. (WINGE, 2001).

este que pode ser utilizado pelo geoturismo e que deve ser incluído nas atividades interpretativas a serem realizadas com os visitantes e com a comunidade.