

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro (SP)

MAPEAMENTO DA ILHA DA TRINDADE, ATLÂNTICO SUL.

RAMON LOURENÇO PATRICIO

Orientador: Prof^o. Dr^o. Peter Christian Hackspacher

CO-ORIENTADOR: PROF^o. DR^o. Antenor Zanardo

“Monografia apresentada à Comissão do Trabalho de Conclusão do Curso de Geologia do Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP, campus de Rio Claro, como parte das exigências para o cumprimento da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso no ano letivo de 2012.”

Rio Claro – SP

2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

RAMON LOURENÇO PATRÍCIO

MAPEAMENTO DA ILHA DA TRINDADE, ATLÂNTICO SUL.

Trabalho de Formatura apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Geólogo.

Rio Claro - SP

2012

Ramon lourenço Patricio

Mapeamento da ilha da Trindade, Atlântico Sul.

Trabalho de Formatura apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Geólogo.

Comissão Examinadora

Peter Christian Hackspacher (Orientador)

Antonio José Nardy

Daniel Godoy

Rio Claro, 12 de Dezembro de 2012.

Assinatura do(a) aluno(a)

assinatura do(a) orientador(a)

Dedico este trabalho a minha mãe,
que sempre batalhou muito para eu poder
chegar aonde eu cheguei, e sempre esteve
presente nos momentos bons e ruins da
minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha mãe, que sempre foi forte em todos os momentos da sua vida, e me ajudou do jeito que pode e do jeito que não pode.

Agradeço de coração ao Capitão de Fragata Rodrigo Otoch Chaves, por administrar tão bem o programa de pesquisas científicas da ilha da Trindade, e nos ter dado a oportunidade de fazer a pesquisa na ilha, sendo sempre uma pessoa simpática e com tempo disponível para resolver qualquer problema que os pesquisadores tinham. Muito obrigado Otoch, a você e todo pessoal da marinha.

Professor Peter, você é uma pessoa que pensa a frente, que vê possibilidades, eu devo muito a você por ter me dado a oportunidade de conhecer esse lugar maravilhoso que é a ilha da Trindade, e serei sempre grato por isso.

Agradeço imensamente ao Profº. Drº Antenor Zanardo, que sempre foi um amigo, sempre disponibilizando tempo pra ajudar os alunos a entender um pouco mais essa coisa louca que é a geologia. Antenor, você é o CARA!

Ao Profº. Drº Alexandre Perinotto, que no momento mais crítico desses meus anos na faculdade, quando eu achava que nada mais tinha solução e iria trancar a faculdade, me ajudou da forma que pode, como poucas pessoas fariam.

Bruno (lagarto), você é uma pessoa abençoada, e sua luz deve iluminar muitas pessoas ainda, eu não tenho palavras pra descrever como você é uma pessoa querida para mim.

Profº. Drº Guilherme Navarro (pepita), pela ajuda e discussões geológicas, e por sempre estar disposto a ir tomar uma cerveja comigo no sujinhos.

Rafael Caixeta te agradeço por todos esses anos morando juntos, e dividindo histórias, para você eu não medirei esforços se algum dia você precisar de mim. Você é meu Brother.

Danilo (maisena), você me mostrou como é ter paciência, obrigado por dividir o mesmo teto que eu, por sempre ser amigo, e por me viciar em *house*.

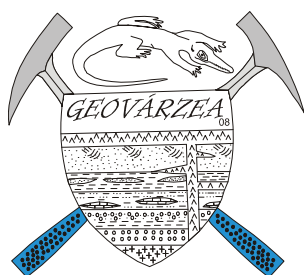
Camila Amélia, por ser minha amiga e sempre me ajudar nas horas difíceis, e por sempre ajudar todo mundo da sala com seus cadernos.

Rogério Sutilo, que me acompanha nessa vida desde criança, com tantas histórias juntos, me ajudando nos momentos difíceis, te agradeço por fazer parte da minha vida! Irmão não precisa ter conta sanguínea, e sim, sempre um pouco mais de sintonia!

A minha namorada Juliana, pelo carinho e compreensão que sempre me deu, principalmente nesses momentos finais do meu TCC, e por ser essa pessoa maravilhosa que você é.

Agradeço as pessoas da minha família, que de algum modo contribuíram para eu poder me manter na faculdade.

Agradeço também a minha turma, GEOVÁRZEA, campeã do futebol de salão de 2011, por todos esses anos juntos, e pelas histórias que tenho certeza, ainda vão estar vivas na memória de todos nós por muitos e muitos anos.



***“A estupidez coloca-se na primeira fila para ser vista,
a inteligência coloca-se na retaguarda para ver”.***

Bertrand Russell

SUMÁRIO

ÍNDICE DE FIGURAS	II
ÍNDICE DE ANEXOS	V
RESUMO	V
ABSTRACT	VI
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS	1
1.2 JUSTIFICATIVA	1
1.3 LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO.....	2
2 MÉTODO E ETAPAS DE TRABALHO	4
2.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	5
2.2 FOTOINTERPRETAÇÃO	5
2.3 ETAPA DE CAMPO	5
2.4 ETAPA DE LABORATÓRIO	6
2.5 ETAPA DE ESCRITÓRIO.....	6
3 GEOLOGIA REGIONAL	6
3.1 LINEAMENTO VITÓRIA-TRINDADE.....	7
3.2 GEOLOGIA DE TRINDADE	8
4 GEOMORFOLOGIA.....	12
4.1 DOMÍNIO PLANALTO AXIAL	12
4.2 DOMÍNIO DE VERTENTES COSTEIRAS.....	12
4.3 DOMÍNIO LITORÂNEO	13
5 GEOLOGIA LOCAL.....	13
5.1 COMPLEXO TRINDADE	15
5.1.1 PIROCLÁSTOS DE FONÓLITO – pf.....	15
5.1.2 FONÓLITOS –.....	18
5.1.3 PIROCLASTOS DE TANNBUSCHITO - PT	30
5.1.4 FRATURAS.....	32
5.2 SEQUÊNCIA DESEJADO.....	33
5.2.1 ROCHAS PIROCLÁSTICAS DIVERSAS - PD	33
5.2.2 DERRAMES E DOMOS DE FONÓLITO – DDF.....	36
5.2.3 DERRAMES E PIROCLÁSTOS DE NEFELINITO – DPN	37
5.3 FORMAÇÃO MORRO VERMELHO	38
5.3.1 PIROCLÁSTOS – PAA	39
5.3.2 DERRAMES DE ANALCITA ANKARATRITO	40

5.4	FORMAÇÃO VALADO	43
5.4.1	AGLUTINADO DE TANNBUSCHITO – AT	43
5.4.2	DERRAME DE TANNBUSCHITO – DT	43
5.4.3	TUFOS - TT	44
5.5	VULCÃO DO PAREDÃO	45
5.5.1	PIROCLÁSTOS - TAK	45
5.5.2	DERRAME DE ANKARATRITO - DAK	49
5.6	DEPÓSITOS DE TALUDE	51
5.6.1	CONES E AVENTAIS DE TALUDE – CT	51
5.7	ALUVIÕES	52
5.7.1	CONES ALUVIAIS – CA	52
5.8	PRAIAS MODERNAS	53
5.8.1	AREIAS E CALCARENITOS – AC	53
5.8.2	CASCALHOS E CONGLOMERADOS – CC	54
5.8.3	AREIAS EÓLICAS – AE	55
6	CONCLUSÕES.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.1 Distância da Ilha da Trindade ao Continente Brasileiro, e perfil batimétrico da cadeia Vitória Trindade (Almeida 2006).</i>	2
<i>Figura 1.2 Mapa de Trilhas da Ilha da Trindade segundo Alves (1998).</i>	3
<i>Figura 1.3 Mapa mostrando a altitude dos maiores picos da ilha e seus respectivos nomes. Fonte: www.folhaonline.com.br</i>	4
<i>Figura 1.4 Vista do relevo acidentado da Ilha, no canto esquerdo o Pico Pão de Açúcar.</i>	4
<i>Figura 3.1 Mapa geológico simplificado, segundo Almeida (1961). M, morro; Pi, pico; Pr, praia; Pt, ponta</i>	11
<i>Figura 5.1 Escalada para se ter acesso as partes altas dos morros, proximidades da praia do Eme</i>	15
<i>Figura 5.2 Rocha piroclástica com fragmentos de até 20 cm. Ponto 14.</i>	16
<i>Figura 5.3 Difratoograma da amostra 14 mostrando a ocorrência dos minerais.</i>	16
<i>Figura 5.4 Exposição com aproximadamente 200 metros de rochas piroclásticas do Complexo Trindade, vista do mar para a praia de Orelhas. Notar os aventais de talude.</i>	17
<i>Figura 5.5 Intercalações de bandas avermelhadas com bandas arroxeadas, rocha bem alterada na descida para Farilhões, de composição piroclástica. Notar os fragmentos angulosos.</i>	18
<i>Figura 5.6 Cristal de augita salpicado de magnetita, em matriz composta por pseudomorfos de nefelina e augita, com estrutura de fluxo. A nicóis cruzados, B nicóis descruzados. Ponto 13.</i>	19
<i>Figura 5.7 Cristal de nefelina com aproximadamente 5 cm x 4cm, bloco rolado no ponto 2</i>	20
<i>Figura 5.8 Difratoograma mostrando ocorrência de sodalita nos fonólitos.</i>	20
<i>Figura 5.9 Sanidina (Sn) zonada e geminada com matriz microlítica; foto C, nicóis descruzados e D nicóis cruzados. A e B associação de magnetita (Mg) com augita (Au) e sanidina. Foto A nicóis cruzados e B nicóis descruzados. Aumento de 12x.</i>	21
<i>Figura 5.10 Nefelina púrpura, com inclusões de augita e magnetita, apresentando geminação carlsbad em C e D. Biotita sendo consumida e titanita com aproximadamente 20 micras, foto A e B. Ponto 1.</i>	22
<i>Figura 5.11 Xenólito com 2,5 cm, englobado pelo magma fonolítico durante sua ascensão. Ponto 13, Pico do Monumento.</i>	22
<i>Figura 5.12 Três domos fonolíticos, a direita o Pico da bandeira, a esquerda o pico Nossa Senhora de Lourdes, e no centro o pão de açúcar, com mais de 400 metros de altura.</i>	23
<i>Figura 5.13 Domo de Fonólito do Pico Branco, com aproximadamente 400 metros de altura</i>	24
<i>Figura 5.14 A: Fonólito da pedra da Racha, coleta de amostra feita através de mergulho, ponto 53. B: Neck fonolítico do Pico do Monumento, com aproximadamente 270 metros de altura</i>	24
<i>Figura 5.15 Cristais de augita numa matriz contendo biotita, nicóis cruzados. B: Nicóis descruzados. C: Zonamento no cristal de titanoaugita, nicóis descruzados. D: Nicóis cruzados. Aumento de 12x.</i>	25
<i>Figura 5.16 Dique de mugearito do ponto 8, com aproximadamente 20 cm de espessura, cortando rocha piroclástica do Complexo Trindade.</i>	26
<i>Figura 5.17 Hornblenda basáltica e augita em matriz de nefelina com cristaltos de augita, com poucos grãos de magnetita, A nicóis cruzados, B nicóis descruzados.</i>	26
<i>Figura 5.18 augita (verde) e nefelina (incolor) em matriz vítrea: A nicóis descruzados e B nicóis cruzados. C nicóis descruzados com nefelina sendo consumida virando augita e matriz muito fina e D nicóis cruzados.</i>	27
<i>5.19 Difratoograma da amostra 10, com analcima.</i>	28
<i>Figura 5.20 Dique de Fonólito da praia do Eme, com aproximadamente 70 m de extensão e 10 m de largura</i> ...	28
<i>Figura 5.21 Dique de fonólito na Crista do Galo, com aproximadamente 100 m de comprimento.</i>	29

Figura 5.22 Nefelina sendo consumida em matriz vítrea, junto com augita, Nicóis descruzados. B: Nicóis descruzados. C: Sanidina apresentando geminação Baveno, nicóis descruzados. D: Nicóis cruzados. Aumento de 12x.	30
Figura 5.23 Descida da trilha do Eme, onde se ve ao fundo o dique de Fonólito, e os piroclastos de Tannbuschito, onde se forma a estranha estrutura em “Eme”.....	31
Figura 5.24 Cobertura com muitos blocos rolados e cascalhos da praia do Eme.....	32
Figura 5.25 Estereograma dos pólos dos planos de fraturas, com 51 fraturas medidas nos pontos 3, 6 e 30 mostrando suas direções preferenciais N-S e E-W	33
Figura 5.26 Derrame de nefelinito proximo ao topo do pico do Saõ Bonifácio,estratificados como visto na foto A, onde os piroclastos gradam para uma maior granulometria da base para o topo como visto na foto B, ponto 39.	34
Figura 5.27 Rochas Piroclásticas Diversas da Sequência Desejado mostrando Piroxênio (Pi) zonado visto perpendicular ao eixo b, associado com magnetita (Mg). C nicóis descruzados e D nicóis cruzados. A e B associação de magnetita com piroxênio, notar o salpicamento das magnetitas dentro dos piroxênios e biotita (Bi) sendo consumida.	35
Figura 5.28 Piroclastos Diversos na subida do Pico do desejado com coloração acinzentada e granulometria fina.....	36
5.29 Fonólito alterados do Pico do Desejado, notar as fraturas preenchidas na foto B e a coloração amarelada que essa rocha adquire quando alterada na foto A.	37
5.30 Difratograma do ponto 44, mostrando uma associação de sanidina, nefelina, augita e biotita.....	37
Figura 5.31 Piroclastos diversos no topo em contato com derrame de piroclastos e nefelinitos, rocha em corte do ponto 40.	38
Figura 5.32 Piroclastos basais da formação Morro Vermelho em contato com um domo de fonólito.....	39
Figura 5.33 Subida do morro do Desejado, onde se ve a estratificação dos piroclastos.....	40
Figura 5.34 Derrame de Analcita Ankaratrito com coloração acinzentada, subida do Pico do Desejado.....	41
Figura 5.35 Subida do morro do Desejado, mostrando o derrame de analcita encoberto pela vegetação.....	41
Figura 5.36 Derrames de Analcita nkaratrito visto do Pico Nossa Senhora de Lourdes, mostrando como essa rocha está coberta pela vegetação.	42
Figura 5.37 Vista frontal do Derrame, com a estação científica logo a frente.....	42
Figura 5.38 Cristais de olivina em matriz microfirica, notar a grande quantidade desse mineral. A e C nicóis cruzados, B e D nicóis descruzados. Ponto 49.	44
Figura 5.39 Tufos na encosta da praia do Príncipe, camada com 3 metros de espessura.	45
Figura 5.40 Olivinas submilimétricas coloridas, formação de argilo mineral de coloração alaranjada/avermelhada , e zeólita preenchendo as cavidades intergranulares, com textura intergranular. Foto A e C nicóis cruzados, e foto B e D nicóis descruzados.	46
Figura 5.41 Fragmentos piroclásticos com pequena bomba com 10 cm de comprimento. Entrada do túnel do Vulcão do Paredão.	47
Figura 5.42 Parte lateral do Vulcão, onde se nota as camadas inclinadas e estratificadas.....	47
Figura 5.43 Fraturas na entrada do túnel, causadas pela acomodação de blocos após o resfriamento, mostrando o alto ângulo da inclinação.....	48
Figura 5.44 Estereograma mostrando os pólos dos planos das fraturas, com direção preferencial NE-SW	48
Figura 5.45 Topo do Morro das Grazinas recoberto com Tufos do Vulcão do Paredão, visto ao fundo na figura.49	
5.46 Derrame de ankaratrito com blocos com ação esferoidal. Ponto 37.	50
5.47 Difratograma do ponto 37, proximidades do Vulcão do Paredão.	50

<i>5.48 Derrames visto do Túnel para a praia das Tartarugas, com as típicas esfoliações esferoidais. Ponto 37.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 5.49 Encosta de Farilhões, com muitos blocos aglomerados.</i>	<i>52</i>
<i>Figura 5.50 Calcarenitos da praia das Tartarugas, notar os blocos fragmentados.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 5.51 Conglomerados próximo ao naufrágio do veleiro Le roi des harengs, trilha para a Crista do Galo. ...</i>	<i>54</i>
<i>Figura 5.52 Cascalhos ao longo da praia de Orelhas, com um grande corpo fonolítico ao fundo.</i>	<i>55</i>
<i>Figura 5.53 Praia das Tartarugas, onde se nota ao fundo as dunas eólicas.</i>	<i>56</i>

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo I: Mapa Geológico da ilha da Trindade.

Anexo II: Mapa de Pontos.

Anexo III: Mapa de Pontos com análises.

Anexo IV: Lista de litotipos.

RESUMO

A área escolhida para o presente trabalho é a Ilha da Trindade, que está localizada a 1.167 km da costa brasileira, no paralelo de Vitória, a 20° 30'S e 29° 19'W, sendo o ponto mais a leste do nosso continente. O isolamento oceânico da Ilha da Trindade não deixa perceptível que ela é parte de uma grande cadeia vulcânica submarina orientada leste-oeste, conhecido como lineamento Vitória-Trindade. Junto com a ilha de Martin Vaz, constitui Território Federal que é administrado pela Marinha do Brasil. Ambas correspondem a ilhas vulcânicas de origem alcalina. A área da ilha da Trindade possui aproximadamente 10 km². Geologicamente constituída por derrames ankaratriticos, derrames tannbuschiticos, tufos vulcânicos, derrames de analcita-ankaratrito, derrames de fonólito, derrames de nefelinito, piroclastos, derrames de grazinito, tinguaitos, olivina-analcitito, calcarenitos e dunas eólicas segundo Almeida (1961).

A ilha tem sua base sobre o assoalho oceânico, a 5.800 m de profundidade. É o único lugar aonde ainda se reconhecem *necks* e *plugs* vulcânicos preservados, bem como resquícios de um vulcão no Brasil. Ocorreu aqui um magmatismo sódico-alcalino subsaturado em sílica, onde seu ultimo pulso foi há 50.000 anos segundo Almeida (1961). É um lugar de acesso restrito, devido a sua distância da costa, seu difícil aporte e ser uma área exclusiva da Marinha. Na ilha ocorrem picos com até 620 metros de altura, e seu relevo montanhoso e acidentado dificulta muito o acesso a pontos específicos, como o pico do Desejado, pico da Fazendinha, Monumento e a outros pontos da ilha. Devido sua localização muito longe da costa, sua pequena infraestrutura, dificuldade de desembarque e acesso restrito por mar, a Ilha da Trindade não oferece possibilidade de turismo, sendo um posto militar avançado, e uma base científica de grande importância, onde se realizam pesquisas na área de biologia marinha, oceanografia, geologia entre outros.

ABSTRACT

The area chosen for this study is the island of Trindade, which is located 1167 km off the Brazilian coast, in parallel Victory at $20^{\circ} 30'S$ and $29^{\circ} 19'W$, being the most easterly point of our continent. The isolation of oceanic island of Trindade leaves no noticeable that she is part of a large submarine volcanic chain oriented east-west lineament known as Vitória-Trindade. Along with the island of Martin Vaz, who is Federal Territory is administered by the Navy of Brazil. Both correspond to Source alkaline volcanic islands. The area of the island of Trinidad has approximately 10 km². Geologically consisting ankaratritic spills, spills tannbuschiticos, volcanic tuff spills analcite-ankaratrite, phonolite spills, spills nefelinite, pyroclastics, spills grazinite, tinguaitos, olivine-analcitito, calcarenite dunes and wind according to Almeida (1961).

The island has its base on the ocean floor, at 5,800 m depth. It is the only place still recognizes preserved volcanic necks and plugs, as well as remnants of a volcano in Brazil. Magmatism occurred here a sodium alkali-silica subsaturated where his wrist was last 50,000 years according to Almeida (1961). It is a place with restricted access due to their distance from the coast, his contribution and hard to be an exclusive area of the Navy. On the island with peaks occur up to 620 meters high, and its rugged mountainous terrain and difficult access to very specific points, as the peak of Desire, peak Fazendinha, Monument and other points on the island. Because of its location far from the coast, its small infrastructure, difficulty of landing and restricted access by sea, the island of Trinidad offers no possibility of tourism, being a military outpost, and scientific basis of great importance, which conduct research in area of marine biology, oceanography, geology and others.

1 INTRODUÇÃO

O referente trabalho se presta ao cumprimento parcial dos requisitos da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), referente à etapa final do curso de graduação em Geologia do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), tendo sido realizado entre os meses de dezembro e janeiro de 2010/2011, e setembro a outubro de 2012 e apresenta uma síntese dos resultados obtidos no mapeamento geológico de semidetalhe, na escala 1:10.000, da Ilha da Trindade (ES).

1.1 Objetivos

O presente trabalho tem como foco principal o mapeamento geológico da Ilha da Trindade em escala 1:10.000 perfazendo uma área de cerca de 10 km², visando o refinamento cartográfico das unidades litológicas presentes, e para isso foi feito estudo petrográfico visando a caracterização textural, estrutural e mineralógica das rochas que afloram na ilha. Os estudos petrográficos, estruturais e o levantamento de campo permitirão ter um amplo avanço no conhecimento e entendimento da evolução da cadeia Vitória-Trindade, e nas relações petrológicas e mineralógicas que compõem as rochas da ilha. A produção de um mapa atual é de suma importância para gerar um mapa de consulta virtual, uma vez que não existem mapas precisos disponíveis em nenhum meio de pesquisa virtual.

1.2 Justificativa

Por ser o único lugar do Brasil onde se reconhecem *necks*, *plugs* e um vulcão parcialmente erodido, mostrando ainda estruturas primárias bem preservadas, como derrames e fluxos piroclásticos. A Ilha da Trindade pode proporcionar um conhecimento único devido ao seu peculiar processo de formação, sendo um dos únicos registros de magmatismo alcalino no Atlântico Sul brasileiro, além da ilha de Fernando de Noronha, e ser um lugar muito pouco estudado e com muita carência de dados, além de ser uma oportunidade única para conhecer a geologia dessa ilha, uma vez que a viagem e a permanência na ilha só podem ser feitos através de aprovação prévio pelo Protrindade, que é administrado pela Marinha do Brasil.

1.3 Localização e vias de acesso

A Ilha da Trindade está localizada a 1.167 km da costa brasileira (Figura 1.1), no paralelo de Vitória, a 20° 30'S e 29° 18'W, sendo o ponto mais a leste do nosso continente. Junto com a ilha de Martin Vaz, constitui Território Federal que é administrado pela Marinha do Brasil. Como é administrada pela Marinha, não se pode apenas chegar lá de barco e desembarcar, primeiramente deve-se ter a aprovação do Protrindade e fazer a viagem junto dos militares que guarnecerão a ilha.

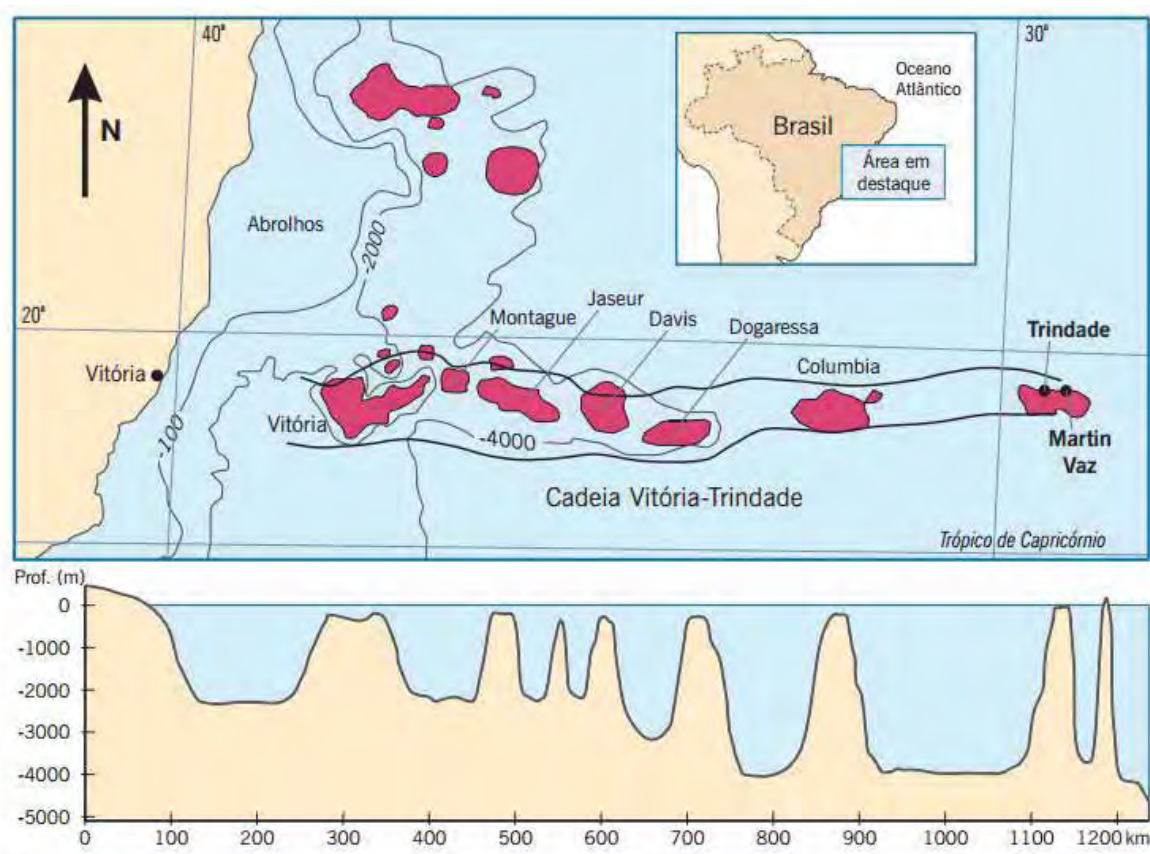


Figura 1.1 Distância da Ilha da Trindade ao Continente Brasileiro, e perfil batimétrico da cadeia Vitória Trindade (Almeida 2006).

Tendo um projeto fomentado pelo CNPq, e após submetê-lo à aprovação da Secirm, começou a bateria de exames médicos e odontológicos, para evitar qualquer tipo de problema que se possa ter, uma vez que as trilhas da ilha são muito perigosas (Figura 1.2), e o relevo muito acidentado (Figuras 1.3 e 1.4).

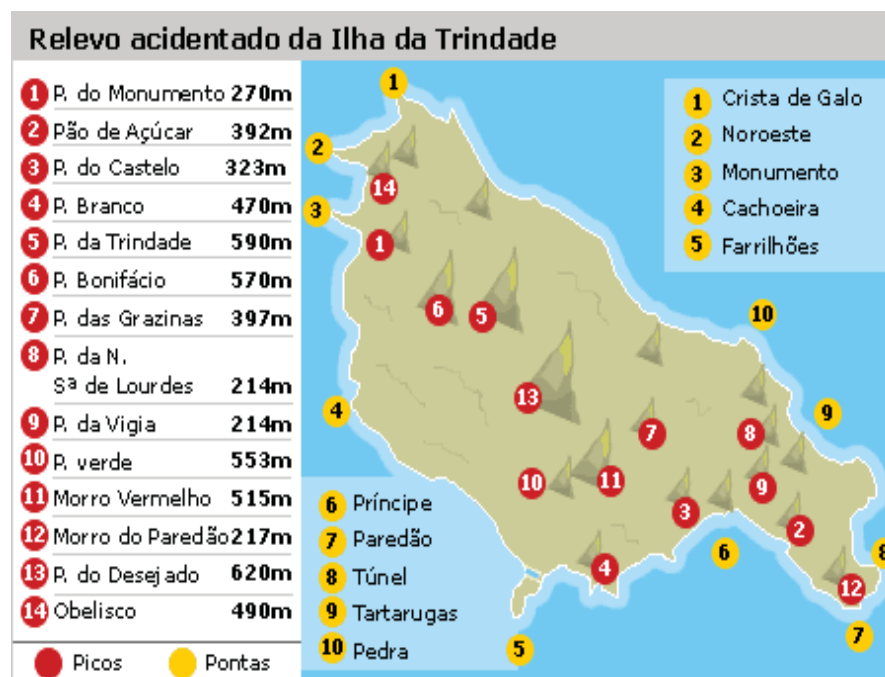


Figura 1.3 Mapa mostrando a altitude dos maiores picos da ilha e seus respectivos nomes. Fonte: www.folhaonline.com.br



Figura 1.4 Vista do relevo acidentado da Ilha, no canto esquerdo o Pico Pão de Açúcar.

2 MÉTODO E ETAPAS DE TRABALHO

2.1 Levantamento Bibliográfico

A metodologia e as etapas de trabalho adotado foram inicialmente fazer uma pesquisa bibliográfica da área que abordou textos, artigos, teses e monografias já realizadas na ilha. A pesquisa bibliográfica também abordou temas relacionados ao magmatismo alcalino de outras ilhas brasileiras e outras áreas do território brasileiro (como exemplo Fernando de Noronha e Poços de Caldas), geologia estrutural de Cabo Frio (lineamento Vitória-Trindade) e geotectônica do Atlântico Sul. A carta topográfica foi obtida através do *site* da Marinha, disponibilizada em:

10/09/2012: https://www.mar.mil.br/dhn/chm/cartas/download/cartasbsb/cartas_eletronicas_Internet.htm.

2.2 Fotointerpretação

Para a fotointerpretação, foram utilizadas imagens do programa *Google Earth*, que se mostraram com uma ótima resolução e com possibilidade igual de interpretação, utilizando os métodos descritos em Grabler *et al.* (2011).

2.3 Etapa de Campo

Foram executadas duas viagens para a ilha, a primeira de dois meses, entre dezembro de 2011 a fevereiro de 2012 e a segunda, de um mês, compreendida entre os meses de setembro de 2012 e outubro de 2012. Durante este período foi realizado um levantamento geológico na escala 1:10.000, visando o levantamento cartográfico das unidades presentes. Foram coletadas 90 amostras, gerando aproximadamente 400 kilos e descritos 69 afloramentos com base na mineralogia macroscópica (essencial e acessória), texturas e estruturas, possibilitando o reconhecimento geológico geral da área. Os dados das amostras estão exemplificados no Anexo IV.

Sem dúvida, o trabalho de mapeamento foi uma das etapas de maior importância na realização deste projeto, tendo sido reconhecidos em campo os diferentes tipos litológicos, o

que contribui ativamente na elaboração do mapa geológico (Anexo I), bem como na formação do aluno.

2.4 Etapa de laboratório

Esta fase consistiu em uma análise de caracterização dos dados petrográficos e estruturais levantados durante a campanha de campo, relacionando-os com as informações extraídas na literatura e na fotointerpretação.

A caracterização petrográfica foi realizada a partir de amostras representativas das diversas litologias descritas, da confecção de 40 lâminas de seção delgadas analisadas através de microscopia de luz polarizada e análises de 39 difrações de Raios X, analisando os valores da distância interplanar dos minerais segundo tabelas de Chen (1977), no laboratório de microscopia do Departamento de Petrologia e Metalogênia IGCE / Unesp, Campus Rio Claro (SP), visando à descrição mineralógica, microscópica, aspectos texturais, relação de contatos, grau de alteração, entendimento das fases minerais que compõem as rochas da ilha e quando possível os indicadores cinemáticos.

2.5 Etapa de Escritório

Neste item enquadram-se as atividades de confecção de diagramas, tabelas, mapas na escala 1:10.000, e a elaboração da monografia. No tratamento das análises de difração de raios X, foi utilizado o software *X'pert High Score Plus*. No desenvolvimento dos mapas de ponto e geológico utilizou-se o programa *ArcGis®*. Na confecção do relatório foi utilizado o programa *Microsoft Word* para confeccionar o texto e do *CorelDraw®* para o tratamento das fotos, finalização dos mapas e digitalização das figuras.

3 GEOLOGIA REGIONAL

3.1 Lineamento Vitória-Trindade

A Cadeia Vitória-Trindade se inicia no talude continental a partir de Vitória (ES), a 175 quilômetros da costa brasileira. É constituída por uma série linear de guyots e descontínua de montes submarinos, dispostos entre os paralelos 20° e 21° S.

Almeida (1960) foi o primeiro a identificar a ilha como sendo de origem vulcânica, e posteriormente comprovado por Guazelli (1978). A cadeia é formada pelos bancos Besnard, Vitória, Congress, Montague, Champlaine, Columbia, Jaseur, Davies e Dogaressa, além de montes menores sem denominação, tendo seu final na ilha de Trindade e arquipélago Martin Vaz. Vários desses relevos submarinos têm formas alongadas próxima da direção geral leste-oeste da cadeia, decorrente da intrusão do magma na zona de fratura assim orientada, com segmentação e desvios locais devidos a esforços que deformaram a placa, analisados por Ferrari e Riccomini (1999). Seus cimos submersos mais elevados foram aplainados pela erosão marinha durante milhares de anos, cobertos por calcários biogênicos e hoje se apresentam em profundidades inferiores a 100 m. Os bancos Vitória, Jaseur, Davis e Congress têm profundidade de 55-70 m. (Gorini 1969). A cadeia, com várias interrupções e reduzidos relevos locais, tem cerca de 1000 km de extensão, alcançando o meridiano 29° W. Foi proposto por Guazelli & Carvalho (1978), com base em perfis sísmicos transversais, que a cadeia se inclui na Zona de Fratura de Vitória-Trindade, que se estende pelo menos ao meridiano de 19° W, já no flanco da Dorsal Médio-Atlântica, até onde esses pesquisadores dispunham de levantamentos sísmicos. Sua extensão para leste de Trindade foi recentemente mapeada por Alves et al. (2002) que referem ter ela prosseguimento para a costa africana após atravessar a Dorsal Médio-Atlântica e nela produzir pequeno deslocamento de seu eixo em torno de 6 quilômetros. Essas pesquisadoras usaram a denominação Zona de Fratura Trindade-Hotspur. Segundo Guazelli & Carvalho (1978) o denominado Alto de Vitória, que na plataforma continental separa por falhas verticais as bacias sedimentares de Espírito Santo e Campos (Bacoccoli e Morales 1973), acha-se incluído nessa zona de fratura. É muito perceptiva a semelhança com o Alto de Fortaleza na Zona de Fratura Fernando de Noronha separando na plataforma continental as bacias do Ceará e Potiguar. Examinando imagens de satélite da margem continental emersa adjacente ao Alto de Vitória, Guazelli e Carvalho (1978) reconheceram fraturas orientadas em direção leste-oeste e delas vizinhas, portanto discordantes das direções estruturais orientadas a NNE-SSW observadas no embasamento pré-cambriano, e que se equiparam às que Costa et al. (2002) identificaram na região de

Fortaleza. Admitiram que tais orientações refletem a associação desse alto à Zona de Fratura de Vitória-Trindade. Sua extensão mais para o interior do continente além de uma centena de quilômetros foi por Guazelli e Carvalho (1978) considerada como difícil de comprovar e altamente especulativa.

3.2 Geologia de Trindade

Segundo Almeida (1961), em Trindade são reconhecidos cinco episódios vulcânicos sendo os quatro mais novos claramente discerníveis, porém o mais antigo é um complexo denominado Complexo de Trindade. Ele é constituído de rochas piroclásticas e intrusivas que se expõem nas vertentes da maior parte da ilha, representando a mais antiga manifestação vulcânica da ilha. As rochas mais antigas do complexo acham-se visíveis nas partes baixas da encosta da enseada da Cachoeira e na face nordeste, próximos a praia dos Cabritos. São tufos lapilíticos com blocos de rocha tannbuschítica (uma variedade de olivina nefelinito constituída largamente de cristais de piroxênio com pequena quantidade de nefelina e olivina). A maior parte do complexo é formada por piroclastos variados associados ao vulcanismo fonolítico, em camadas inclinadas de até 30°. Na região ocidental da ilha alcança espessura próxima de 400 m. Recortam os piroclastos numerosos diques, sobretudo de nefelinito e fonólito, mas também de olivina analcítico, analcita basanita, gauteíta e outros. Diques de fonólitos da região sudoeste da ilha atingem cerca de 50 m de espessura. Sobressaem no complexo, 16 grandes corpos fonolíticos de contornos subcirculares a elípticos representando domos endógenos, plugs e necks com até 400 m de diâmetro no morro do Pico Branco. O complexo é muito recortado por diáclases, destacando-se as orientadas entre NW e NNW nas encostas norte da ilha, e NNE nas encostas meridionais. Elas, em grande parte, determinam a orientação dos diques. Os pináculos fonolíticos de Trindade aparentam mais de uma origem. Uns correspondem a intrusões monolíticas cilíndricas de lava viscosa, e o Monumento é um deles. Outros são corpos tolóides crescidos nos orifícios afunilados dos cones vulcânicos. Tais seriam os dos morros Vigia e Desconhecido. A idade mais antiga obtida por Cordani (1970) para rochas da ilha foi de 3,6 Ma, num dique de rocha ultrabásica em tufos da praia dos Cabritos. As grandes intrusões fonolíticas acusaram idades de 2,3 a 2,9 Ma.

A Sequência Desejado constitui-se de derrames de fonólito, nefelinito e grazinito (uma variedade de nefelinito fonolítico contendo analcima, porém não olivina) com intercalações

de piroclastos de composição equivalente, alguns deles de nítida deposição subaquosa mas não marinha. Chega a alcançar cerca de 400 m de espessura na seção entre a praia dos Portugueses e o Pico do Desejado. Sua base encontra-se aproximadamente a 360 m de altitude, correspondendo claramente a uma superfície de erosão que trunca o Complexo de Trindade. Sua expressão topográfica corresponde a um planalto estrutural de relevo irregular, o platô axial, do qual se erguem os picos culminantes da ilha, entre eles o mais alto, Desejado, que é um *Staukuppen* com base exposta e espessura máxima visível aproximada de 170 m. A sequência representa uma atividade vulcânica mista, com a extrusão explosiva de lavas fonolíticas mais viscosas entremeadas com a efusão de derrames mais fluidos de grazinito e nefelinito. É Suposto que os fonólitos que sustentam os picos São Bonifácio e Trindade também sejam *Staukuppen*, o que requer mais investigação. As idades obtidas para os derrames da Formação Desejado compreendem-se entre 1,60 e 2,63 Ma (Cordani 1970), e não diferem essencialmente das intrusões mais novas do Complexo e a discordância entre este e a formação não seria tão importante segundo Almeida (1961).

A Formação Morro Vermelho resulta de uma erupção explosiva com derrames de lava ankaratrítica, uma variedade melanocrática de olivina nefelinito contendo biotita. O vulcanismo manifestou-se no alto vale da região central da ilha, que foi preenchido por espessura superior a 200m de lavas e piroclastos. As lavas escoaram para a plataforma insular do lado norte da ilha e sustentam um baixo planalto inclinado para o litoral. Os piroclastos, de estrutura muito variada, resultaram da emissão do piromagma muito fluido, sobretudo por processo de *fire fountaining*. As lavas constituem derrames sucessivos de analcita ankaratrítico, sendo vesiculadas e escoriáceas no topo e às vezes na base. Eram, sobretudo, do tipo *block lava*, sua espessura individual variando de menos de 0,5m a 40m ou 50m, como vistas no *canyon* do córrego Vermelho. Ali a espessura total da formação ultrapassa 230m, sendo a maior parte constituída de derrames. O centro de emissão dos produtos vulcânicos localizou-se nas proximidades do Morro Vermelho onde há diques de ankaratrítico, tendo o vulcanismo se realizado quando o nível do mar se achava mais baixo que o atual, expondo a plataforma. A Formação Morro Vermelho, de acordo com Cordani (1970) não seria mais antiga que 170.000 anos.

A Formação Valado compreende os depósitos do grande cone aluvial do córrego existente entre as praias dos Cabritos e dos Portugueses no litoral norte da ilha. Eles intercalam piroclastos e derrame de lavas tannbuschíticas provenientes de um centro emissivo

situado vale acima. Nele ocorrem piroclastos constituídos de corpos discóides lembrando emplastos, filamentos de lava, bombas rotacionais e massas de lava caídas ao solo em estado ainda pastoso, formando aglutinado, único visto na ilha. A erupção aparentemente se processou a partir de uma fenda situada a meia encosta, paralela à costa atual, em sítio onde existem diversos diques de tannbuschito de estrutura escoriácea. Os cones de talude às faldas de dois morros fonolíticos encobrem o possível foco. O cone aluvial do Valado já então se achava em formação, atestando a pouca idade do vulcanismo, que por muito novo não pôde ser datado por Cordani em 1970. Outras acumulações detríticas em cones e aventais de talude e cones aluviais também incluem camada única de tufos lapilíticos e cineritos certamente posteriores ao vulcanismo Morro Vermelho, como bem se observa no cone do córrego Vermelho. Consideramo-los relacionados ao vulcanismo Valado. Junto ao referido cone, já então sendo erodido à beira-mar, e foi observado que os tufos horizontais do Valado foram cobertos em discordância angular pelos tufos inclinados do vulcão do Paredão. Tendo em vista a geomorfologia da ilha, adotou-se como sendo pós-glacial o vulcanismo Valado.

O Morro do Paredão, situado na extremidade oriental da ilha, representa as ruínas de um cone vulcânico que vem sendo destruído pelo mar, mas em que ainda se percebem claros restos da superfície das vertentes originais assim como da borda de sua cratera. Era um cone formado por piroclastos com poucas intercalações de lava ankaratrítica. Próximo à entrada do túnel aberto no morro pelo mar existem restos de lava que parecem preenchimento da chaminé. O maior volume do morro é formado por tufos lapilíticos contendo blocos, bombas rotacionais e *driblets*. Formam camadas inclinadas para a periferia no flanco do morro, e para o interior da cratera, onde subsistem localmente. Cristais de olivina, piroxênio e biotita isolada da matriz são abundantes nos piroclastos expostos no túnel e componentes da areia de pequena praia junto a ele. O relevo afastado do vulcão ainda apresenta restos de coberturas de tufos e cinzas levadas pelo vento de leste. Atingem 3m de espessura no alto do Morro Vermelho e do Pico Verde e 5m no das Grazinhas, distante 2.000m do vulcão. Os derrames de lava escoaram, sobretudo, para norte, onde seus restos podem ser vistos no parcel das Tartarugas e na falésia fóssil junto à mesma praia. Têm espessura individual de até 2m, são escoriáceos em sua parte superior e intercalam-se nos piroclastos. O vulcão surgiu na plataforma insular então parcialmente emersa, como um cone de até 200 m de altura crescido sobretudo, por processo de *fire fountaining*, em magma fortemente carregado de gases, escoando a lava para norte. Constitui um pequeno *mound*, como tantos vulcões modernos de lava muito básica. Teve atividade continuada, porém muito breve. Surgiu tardiamente no cimo

do grande edifício vulcânico quando seu topo já se achava grandemente erodido para constituir a plataforma insular. É o único resto reconhecível de um vulcão em território brasileiro. Por sua reduzida idade não pode ser datado pelo método K-Ar. Recorreu-se à geomorfologia para estimar sua idade, que então parece ser pós-gracial, mas anterior ao chamado ótimo climático, ao qual parece atribuível o mais recente terraço marinho reconhecível na ilha. Teria então idade de uns poucos milhares de anos somente. Tal como Fernando de Noronha também a série vulcânica de Trindade caracteriza-se por ser altamente subsaturada em SiO₂ e acentuadamente sódico-alcalina, mais mesmo que Fernando de Noronha. O teor em SiO₂ em 33 análises apresentadas por Almeida (1961) e Weave (1990) varia entre 37,12% (analcita ankaratrito) e 52,91% (fonólito). A variação de Na₂O acusou valores entre 2,45% (basanita) e 13,00% (noseana fonólito). São as duas séries vulcânicas oceânicas mais subsaturadas em sílica e mais sódico-alcalinhas do Atlântico. Trindade constitui uma das séries oceânicas mais sódicas senão a mais sódica do mundo. Tal como em Fernando de Noronha, as rochas ultrabásicas, frações mais densas dos diferenciados magmáticos foram expelidas tardiamente, a julgar pelo que está exposto na ilha. O mapa gerado por Almeida (1961) mostra bem todas as cinco manifestações vulcânicas (Figura 3.1).

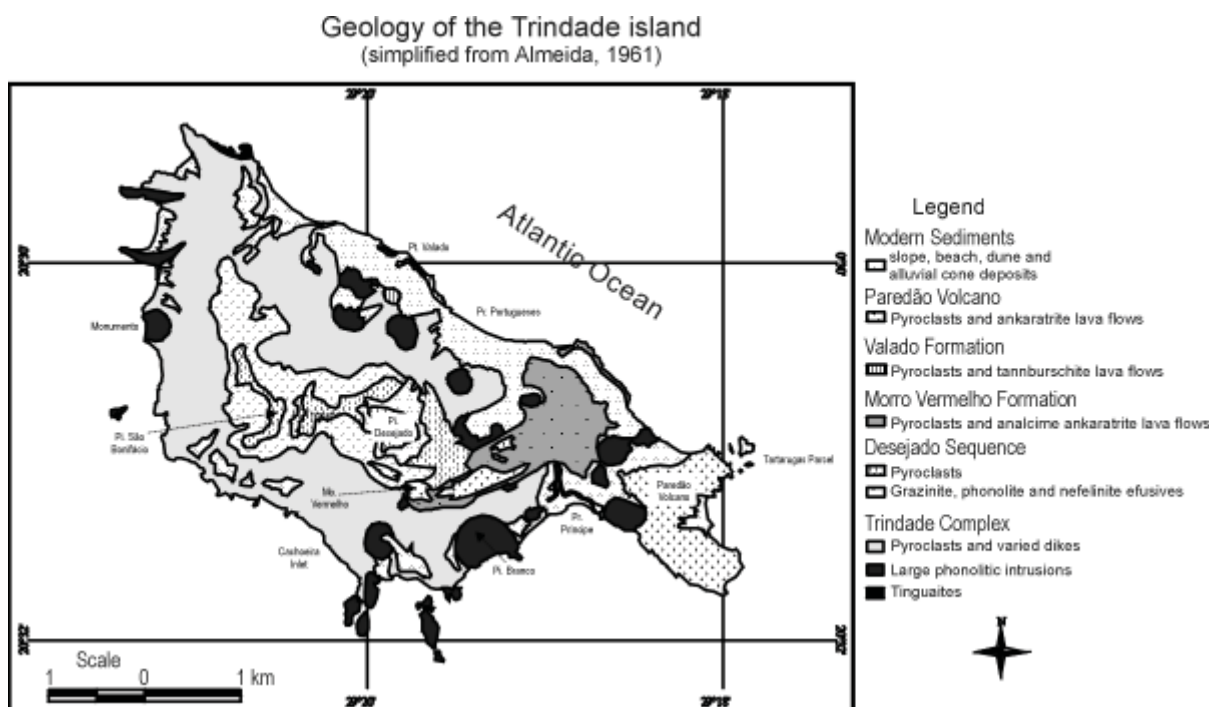


Figura 3.1 Mapa geológico simplificado, segundo Almeida (1961). M, morro; Pi, pico; Pr, praia; Pt, ponta.

4 GEOMORFOLOGIA

A estrutura geológica do edifício vulcânico da ilha da Trindade apresenta uma gama de conjuntos, com formas diferenciadas caracterizadas por: a) Domínio Planalto Axial (Almeida, 1961); b) Domínio de Vertentes Costeiras (Almeida, 1961 apud Castro & Antonello, 2006) e; c) Domínio Litorâneo (Castro & Antonello, 2006). Grandes intrusões fonolíticas, diques, derrames de diversos tipos de lavas, massas de piroclastos e depósitos holocênicos caracterizam as formas de relevo.

4.1 Domínio Planalto Axial

Representa as maiores elevações da ilha, onde dali se origina todos os cursos de água importantes que são utilizadas para abastecimento da ilha, assim como muitas incisões que drenam as escarpadas vertentes. Fazem parte da estrutura do planalto, derrames graziníticos, fonolítico e nefeliníticos, que se mostram intercalados em tufos do Complexo Trindade.

O planalto ergue-se acima de 360 m e caracteriza-se por um relevo de morros separados por profundos vales com numerosas cicatrizes. Destacam-se, no centro da ilha, cristas elevadas, principais divisoras de águas, sustentadas em derrames fonolíticos constituídas pelos picos do Desejado (600 m), Trindade (590 m), Verde (553 m), São Bonifácio (570 m) e Grazinas (477 m).

4.2 Domínio de Vertentes Costeiras

Caracteriza-se por superfícies rochosas abruptas que descem ao mar, das quais se erguem os grandes picos fonolíticos que dão a ilha da Trindade notáveis paisagens geomorfológicas (Almeida, 1961 apud Castro & Antonello, 2006).

O vulcão do Paredão é outra grande notável feição morfoestrutural da ilha, constituindo-se nas ruínas de um edifício vulcânico alto, de pouco mais de 210 m, com uma parte da sua cratera destruída pelo mar. A sul, há restos da antiga superfície do alto do cone, caracterizados por paredões de tufos, falésias verticais com altura de aproximadamente 200

m; a oeste, as vertentes voltadas para os morros fonolíticos caem suavemente, em quase perfeita coincidência com a superfície original do cone vulcânico.

Os declives caracterizam-se, em geral, por escarpas abruptas, principalmente na face voltada para o quadrante sudoeste e sul. A rede de drenagem caracteriza-se por caráter torrencial de mediana competência. A periodicidade do fluxo é limitada ao período chuvoso, onde geralmente chovem durante 5 a 10 minutos por dia. Na estação seca, as vazões dos córregos são pouco expressivas.

4.3 Domínio Litorâneo

Segundo Almeida (1961) o domínio litorâneo reflete de certa forma, a resistência da estrutura em que se estabeleceu. As saliências, geralmente, acham-se suportadas por rochas eruptivas que se destacam no traçado geomorfológico. As mais proeminentes pontas são caracterizadas por grandes corpos fonolíticos, diques, como ocorrem nas pontas da Crista do Galo, Cinco Farilhões, Sul e Noroeste. Destacam-se também antigos condutos vulcânicos (necks) constituídos pelo morro Pão de Açúcar (392 m) e as pontas do Príncipe e Monumento (Castro & Antonello, 2006). A plataforma de abrasão esculpida pela ação marinha é relativamente estreita e descontínua, destacando o baixo Sueste como a mais expressiva. As pontas do Túnel e Paredão participam da mais destacada saliência do litoral da Trindade.

5 GEOLOGIA LOCAL

As descrições das litologias basearam-se em 69 afloramentos descritos, além das descrições antes feitas por Almeida (1961). A divisão das unidades não mudou nada, continuam sendo considerados cinco episódios vulcânicos, porém a classificação de algumas rochas mudou como é o caso do dique de fonólito que foi classificado como mugarito (ponto 8), e os contatos foram melhorados a partir de uma extensa comissão de campo que durou aproximadamente 3 meses, em duas etapas de campo, percorrendo todas as trilhas no mínimo duas vezes e chegando a lugares onde não existem trilhas através de escalada, como visto na Figura 5.1, ou mergulho através do bote de apoio cedido pela Marinha do Brasil.

A petrografia das rochas aflorantes da ilha foram analisadas para diferenciar os litotipos que predominam na ilha, e foram descritas 40 lâminas de seção delgada e utilizadas aqui nesse texto apenas a representativa de cada litotipo, assim como os difratogramas só foram utilizados os representativos de cada litotipo. As dificuldades em classificar uma rocha alcalina são muito grandes, principalmente de caráter vulcânico, onde na matriz vítrea que contem cristalitos e processos de desvitrificação, é quase impossível de se distinguir e analisar os minerais, fazendo sua contagem percentativa, além dos feldspatóides que em sua grande maioria se encontram zeolitizados, o que dificulta a identificação entre um e outro, utilizando-se então apenas a porcentagem dos minerais com tamanho para serem analisados. Devido o fato dessas rochas serem deficientes em sílica, faz com que ocorram uma gama de tipos petrográficos ricos em feldspatóides, como a nefelina e seus característicos acessórios, além de ausência de plagioclásio, o que tornou difícil de enquadrar nas classificações de rochas segundo o gráfico QAPF. Os feldspatos potássicos que estão sempre presentes são as variedades de sanidina-anortoclásio. Um exemplo da dificuldade seria a classificação ora denominada por Almeida (1961) de grazinitos, que são rochas intermediárias em relação aos fonólitos, e têm as mesmas características piroclásticas dos piroclastos diversos da formação Desejado, mais básicos e os nefelinitos. Ela é do tipo fonólito mesocrática, rico em analcita e nefelina, porem esse caráter não foi observado, sendo essas rochas classificadas como piroclastos diversos. As difrações ajudaram a corroborar os minerais descritos em seções delgadas, e também foram utilizadas apenas as análises representativas. A coleta de material não pode ter sido feita em todos os cantos da ilha, porém tentou-se aproveitar ao máximo cada lugar andado, coletando amostra ou apenas descrevendo o afloramento.



Figura 5.1 Escalada para se ter acesso as partes altas dos morros, proximidades da praia do Eme

5.1 Complexo Trindade

O chamado Complexo Trindade ocupa uma área que perfaz aproximadamente 70% da ilha, é composto por rochas heterogêneas eruptivas e corpos piroclásticos. Representam as mais antigas manifestações vulcânicas da ilha, por isso suas rochas sustentam os morros mais altos, onde o acesso foi muito difícil, e algumas vezes impossível, devido à transposição ou a chegada aos cumes só serem possíveis através de escalada ou rapel. Fica mais explícito na geomorfologia da ilha, os *necks* fonolíticos devido seu formato e tamanho ele salta aos olhos e se sobressai em relação às outras formações.

5.1.1 PIROCLÁSTOS DE FONÓLITO – pf

Os piroclastos de fonólito são as rochas que ocupam a maior porção da ilha, ocorrendo em todas as extremidades e no entorno dos grandes picos centrais. Os tufos tem caracteristicamente coloração vermelha por estarem sofrendo ação de intemperismo, e tem composição piroclástica, com fragmentos idênticos as rochas da praia do Eme, de composição

tufácea, cheias de bombas *tannbuschitic* que atingem desde 2mm até 1 metro de diâmetro, bem angulosos, que por isso foram chamados de brechas, e um exemplo dessa rocha está na Figura 5.2. A análise dos difratogramas das amostras mostrou que essas rochas contêm saponita, biotita, caolinita, sanidina, titanita e augita, como visto na Figura 5.3. São formadas por acumulação de fragmentos provenientes das explosões que ocorriam nos edifícios vulcânicos primários, que hoje não existem mais, e sua espessura chega a ter mais de 400 metros como é observado nas proximidades do Monumento, 200 metros como é visto na praia de Orelhas (Figura 5.4), mas geralmente 150 metros, como é observado ao descer o córrego da cachoeira e fazer observações ao redor da ilha com o bote de apoio e ainda observando o Pico do Desejado da praia da Calheta.



Figura 5.2 Rocha piroclástica com fragmentos de até 20 cm. Ponto 14.

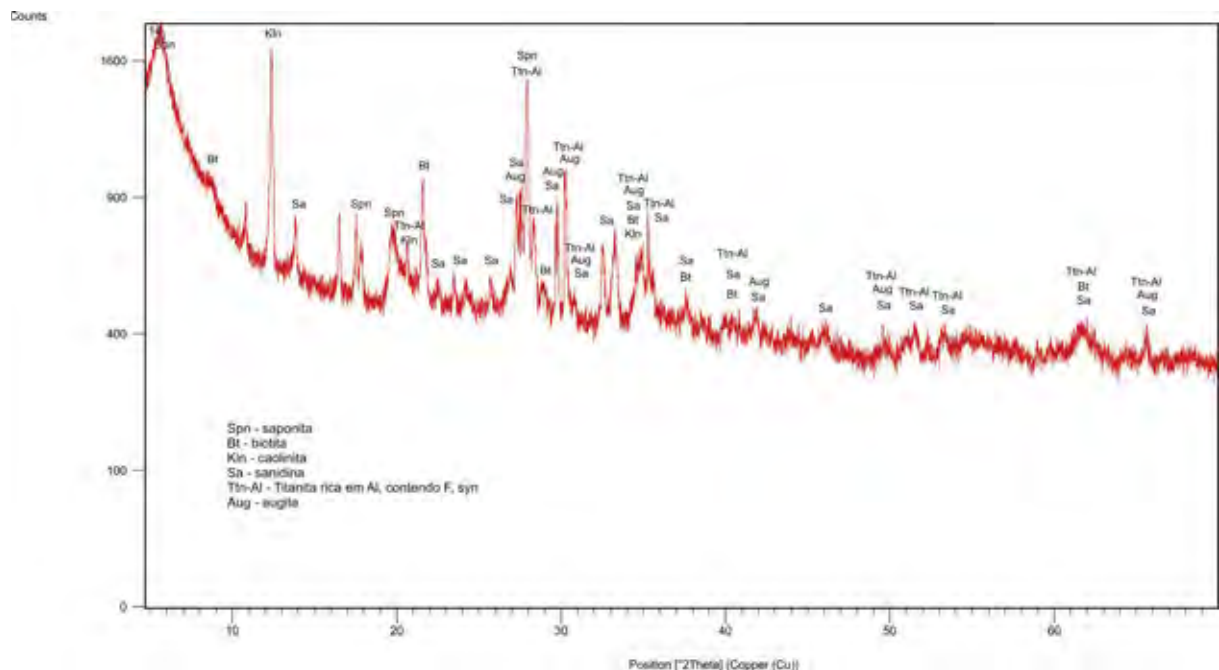


Figura 5.3 Difratograma da amostra 14 mostrando a ocorrência dos minerais.



Figura 5.4 Exposição com aproximadamente 200 metros de rochas piroclásticas do Complexo Trindade, vista do mar para a praia de Orelhas. Notar os aventais de talude.

Apresentam uma estratificação plana paralela bem observada quando se faz a trilha para chegar ao Desejado, onde suas camadas tem um ângulo de mergulho que varia entre 25 e 35°, e em outros lugares apresentam uma estratificação quase plano paralela, tendo a rocha uma coloração avermelhada, cheia de fragmentos com intercalações frequentes, mudando rapidamente a granulometria desses tufos-brechas como é visto na descida para Farilhões (Figura 5.5).



Figura 5.5 Intercalações de bandas avermelhadas com bandas arroxeadas, rocha bem alterada na descida para Farilhões, de composição piroclástica. Notar os fragmentos angulosos.

5.1.2 FONÓLITOS –

5.1.2.1 Domos e necks de fonólito - dnf

As análises macroscópicas revelaram que os fonólitos são constituídos por cristais de até 3cm de comprimento de augita (Figura 5.6) e nefelina, além de cristais milimétricos de feldspato, ainda foi observado pequenos cristais de hornblenda e biotita só visíveis em seção delgada, e os piroclastos de fonólito são constituídos por cristais de nefelina com até 5 cm de comprimento (Figura 5.7), e nas difrações mostrou conter também sodalita, como mostra a Figura 5.8. A rocha tem coloração esverdeada, e em quase todos os domos e necks, apresentavam magnetismo, devido à presença de magnetita. Todos os fonólitos se apresentavam com um alto padrão de fraturamento, e formação de grandes disjunções colunares, devido o caráter de resfriamento rápido desses condutos subvulcânicos. A sanidina quando compõe a matriz, fica sobre a forma de cristalitos, ora ripiforme, ora em agregados, ocorrendo também como grãos prismáticos, frequentemente zonados como mostra a Figura 5.9.

A nefelina (Figura 5.10) comumente se transforma em zeólita, junto com a noseana, que é uma variedade da sodalita que ocorreu em todas as lâminas, quase sempre associados a calcita. Titanita estava sempre presente nas lâminas, como mineral acessório, sempre com tamanhos variando entre submilimétrico, até cristais com 2 mm de comprimento. A apatita também ocorre como mineral acessório e chega a medir 2,4 mm de comprimento está sempre com inclusões dentro de si. A textura dessa rocha devida sua granulometria muito fina e sua disposição espacial são caracterizadas como traquítica, e a composição modal da média das lâminas caracterizadas como fónolito é:

Matriz vitrea: 70-78% Nefelina: 8-12% Noseana (sodalita): 5%

Sanidina: 4-6% Hornblenda 1% Titanita e Augita: Traços.

Em quase todos os corpos foi observado xenólitos de coloração negra, que variam de microscópicas até algumas dezenas de centímetros (figura 5.11). O caráter anguloso desses xenólitos indica que eles foram fragmentados e englobados pelo magma, que possivelmente chegou a absorvê-los em pequena quantidade, e não obedece nenhum tipo de arranjo que os fonolitos às vezes adquirem por causa da orientação dos feldspatos ou das nefelinas, e estão dispostos de forma caótica. As Figuras 5.12, 5.13 e 5.14 mostram bem como se são esses *necks* e sua relação espacial com as outras rochas.

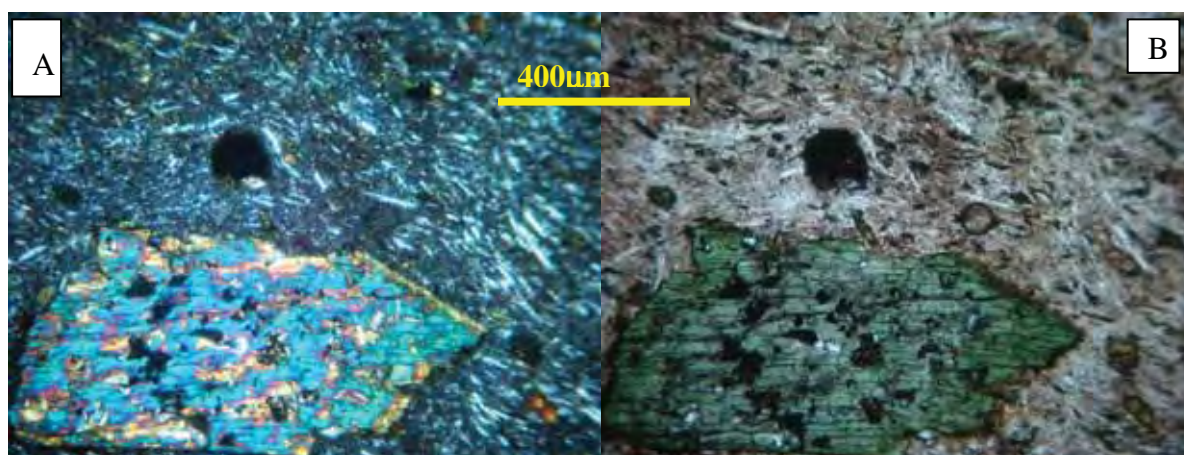


Figura 5.6 Cristal de augita salpicado de magnetita, em matriz composta por pseudomorfos de nefelina e augita, com estrutura de fluxo. A nicóis cruzados, B nicóis descruzados. Ponto 13.



Figura 5.7 Cristal de nefelina com aproximadamente 5 cm x 4cm, bloco rolado no ponto 2.

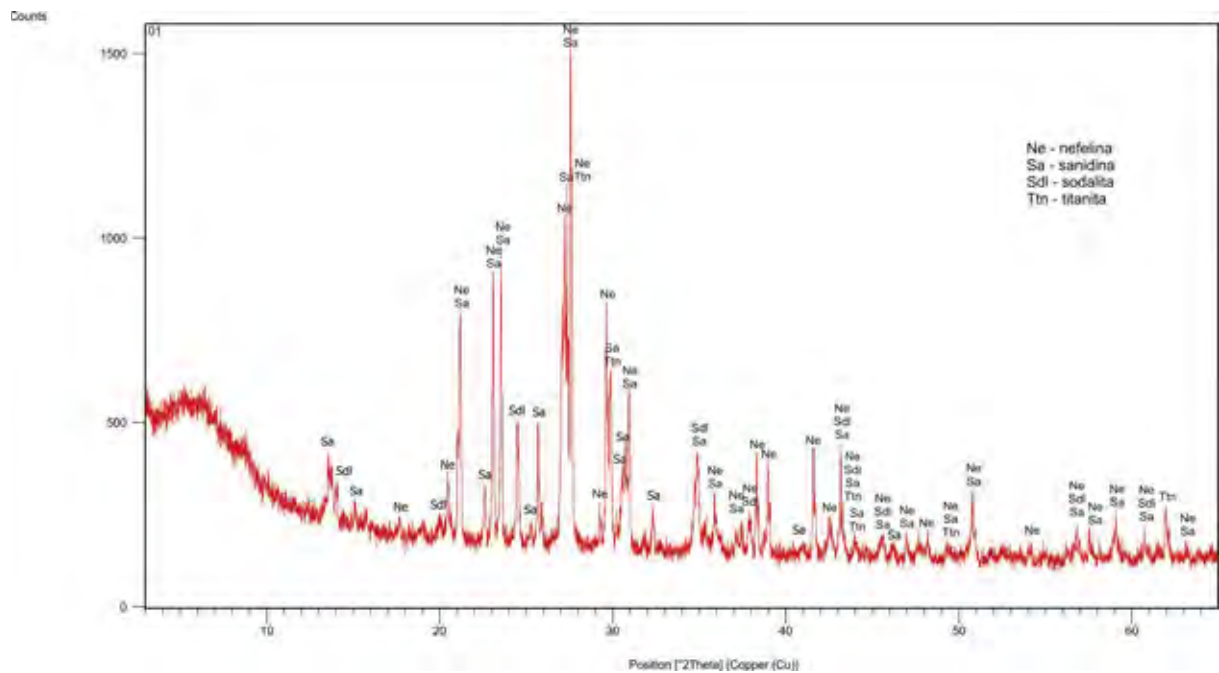


Figura 5.8 Difratoograma mostrando ocorrencia de sodalita nos fonólitos.

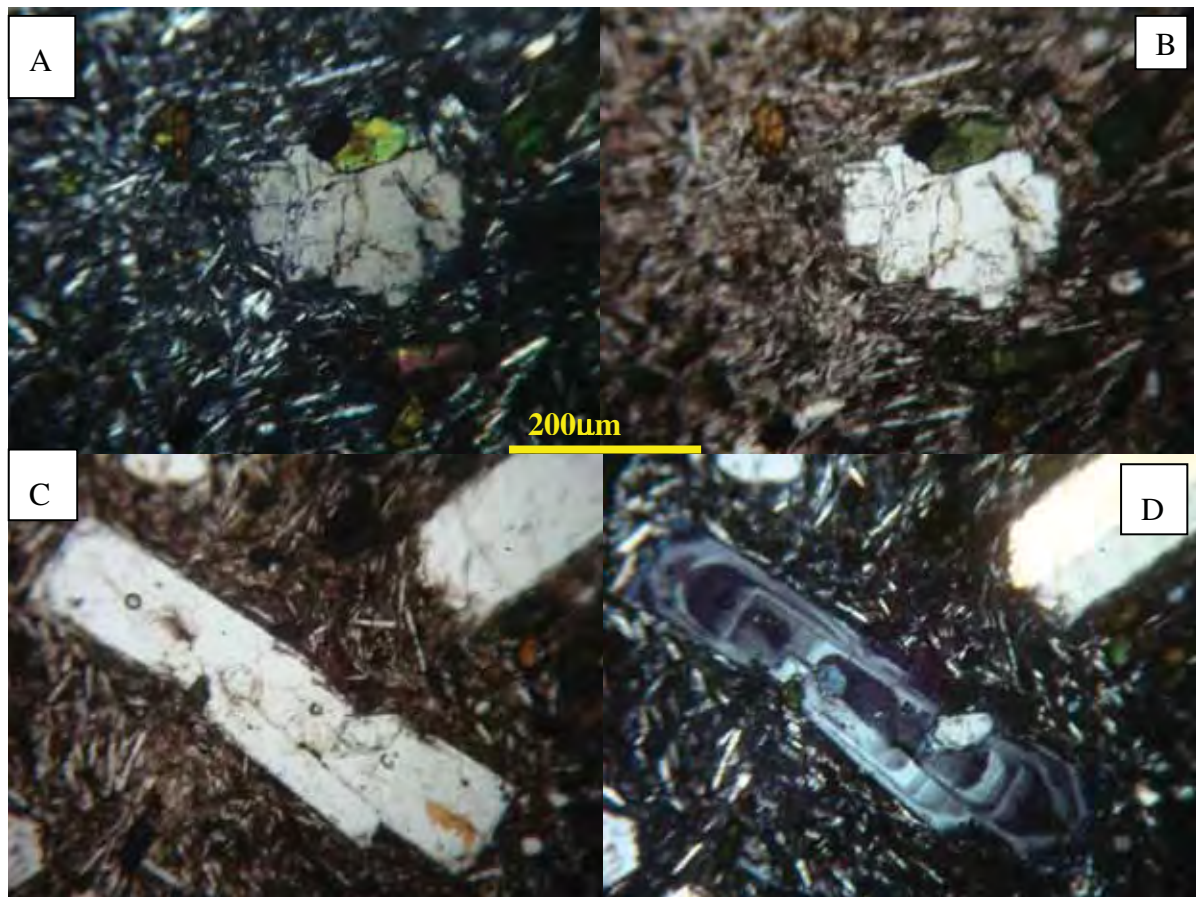


Figura 5.9 Sanidina (Sn) zonada e geminada com matriz microlítica; foto C, nicóis descruzados e D nicóis cruzados. A e B associação de magnetita (Mg) com augita (Au) e sanidina. Foto A nicóis cruzados e B nicóis descruzados. Aumento de 12x.

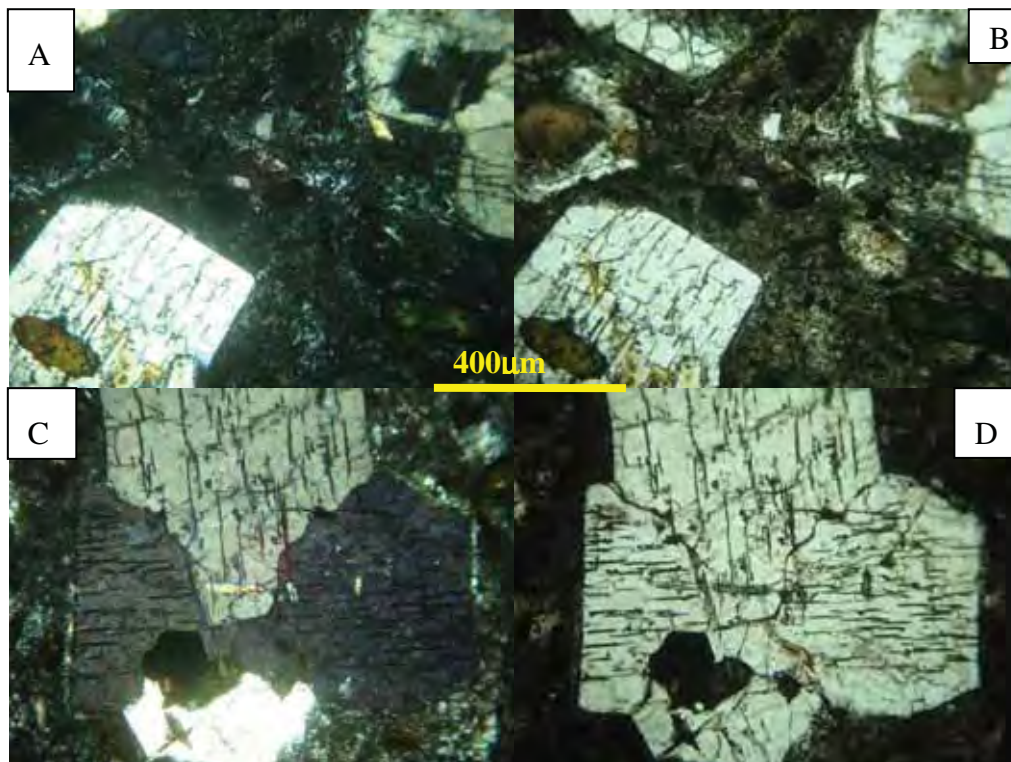


Figura 5.10 Nefelina pórfira, com inclusões de augita e magnetita, apresentando geminação carlsbad em C e D. Biotita sendo consumida e titanita com aproximadamente 20 micras, foto A e B. Ponto 1.



Figura 5.11 Xenólito com 2,5 cm, englobado pelo magma fonolítico durante sua ascensão. Ponto 13, Pico do Monumento.



Figura 5.12 Três domos fonolíticos, a direita o Pico da bandeira, a esquerda o pico Nossa Senhora de Lourdes, e no centro o pão de açúcar, com mais de 400 metros de altura.



Figura 5.13 Domo de Fonólito do Pico Branco, com aproximadamente 400 metros de altura.

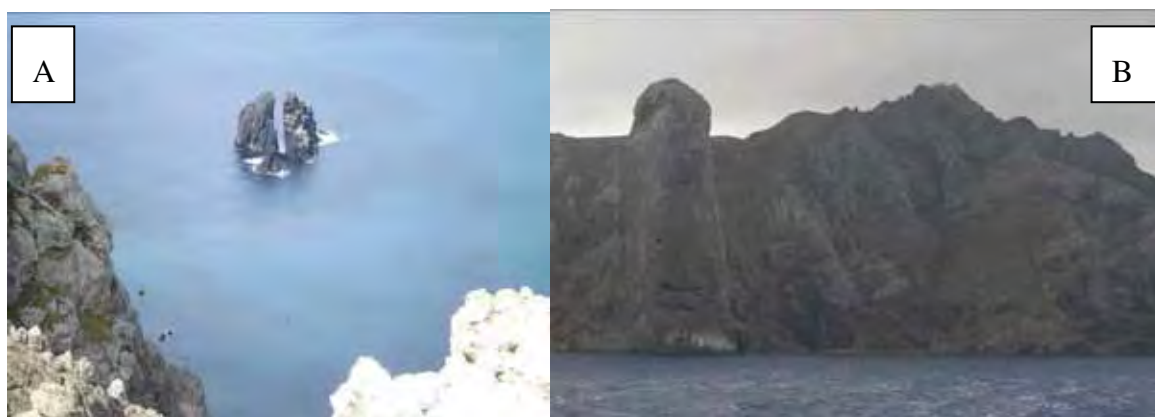


Figura 5.14 A: Fonólito da pedra da Racha, coleta de amostra feita através de mergulho, ponto 53. B: Neck fonolítico do Pico do Monumento, com aproximadamente 270 metros de altura.

5.1.2.2 Fonólitos - *f*

Essas rochas são representadas pelos diques de fonólitos, tão abundantes na ilha, além de outros diques, como nefelinitos – n (pontos 22 e 32 Figura 5.15) direção dos diques 45/88, mugaritos – m (Figura 5.16), que é uma rocha rica em hornblenda basáltica, de textura

porfírica e carbonato disseminado na matriz (Figura 5.17, ponto 46) direção dos diques 40\90, basanitos – b (pt 14) direção do dique 300/87 e analcitos – a. Esses diques foram encontrados por todo o complexo, sendo que a maioria tinha uma espessura muito pequena, da ordem de 0,3 m e os maiores eram os fonólitos, que chegavam a medir até 55 metros de espessura, como os diques da ponta Noroeste onde é intitulado Orelhas. As análises microscópicas revelaram que os diques de fonólito em geral são holocristalinos, com muitos fenocristais reunidos em agregados, de textura porfírica, onde a matriz quando contém certa quantidade de feldspato é chamada de traquitóide. Contém bastante nefelina, e geralmente com tamanho aproximado de 400 micras, e em quase todas as lâminas ela está sendo consumida e virando augita, como visto na Figura 5.18 do ponto 11. A presença de analcima nessas rochas só foi comprovada a partir da análise da difração como mostra a figura 5.19. Alguns diques de fonólito resistem a ação do mar como é visto e na praia do Eme e na Crista do Galo (Figura 5.20 e 5.21).

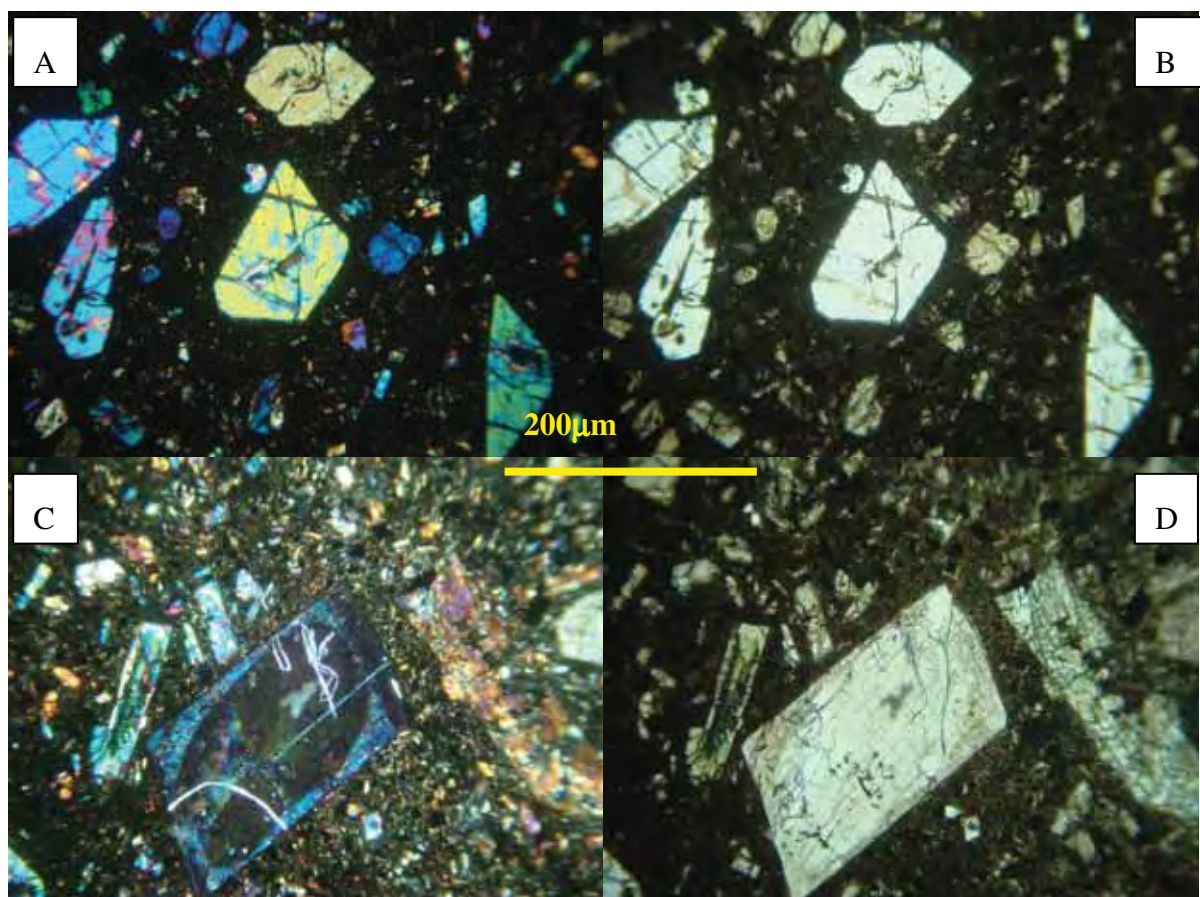


Figura 5.15 Cristais de augita numa matriz contendo biotita, nicóis cruzados. B: Nicóis descruzados. C: Zonamento no cristal de titanoaugita, nicóis descruzados. D: Nicóis cruzados. Aumento de 12x.



Figura 5.16 Dique de mugarito do ponto 8, com aproximadamente 20 cm de espessura, cortando rocha piroclástica do Complexo Trindade.

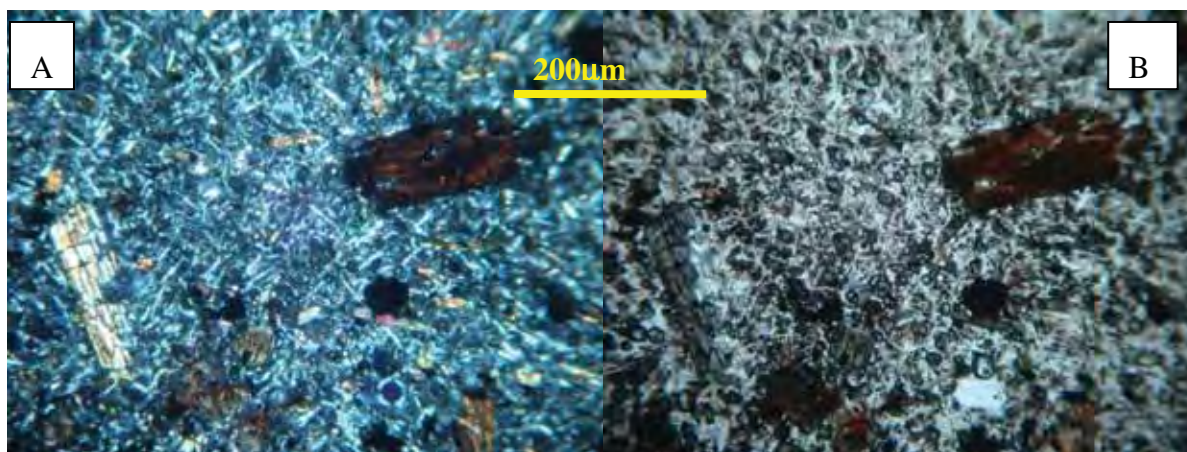


Figura 5.17 Hornblenda basáltica e augita em matriz de nefelina com cristalitos de augita, com poucos grãos de magnetita, A nicóis cruzados, B nicóis descruzados.

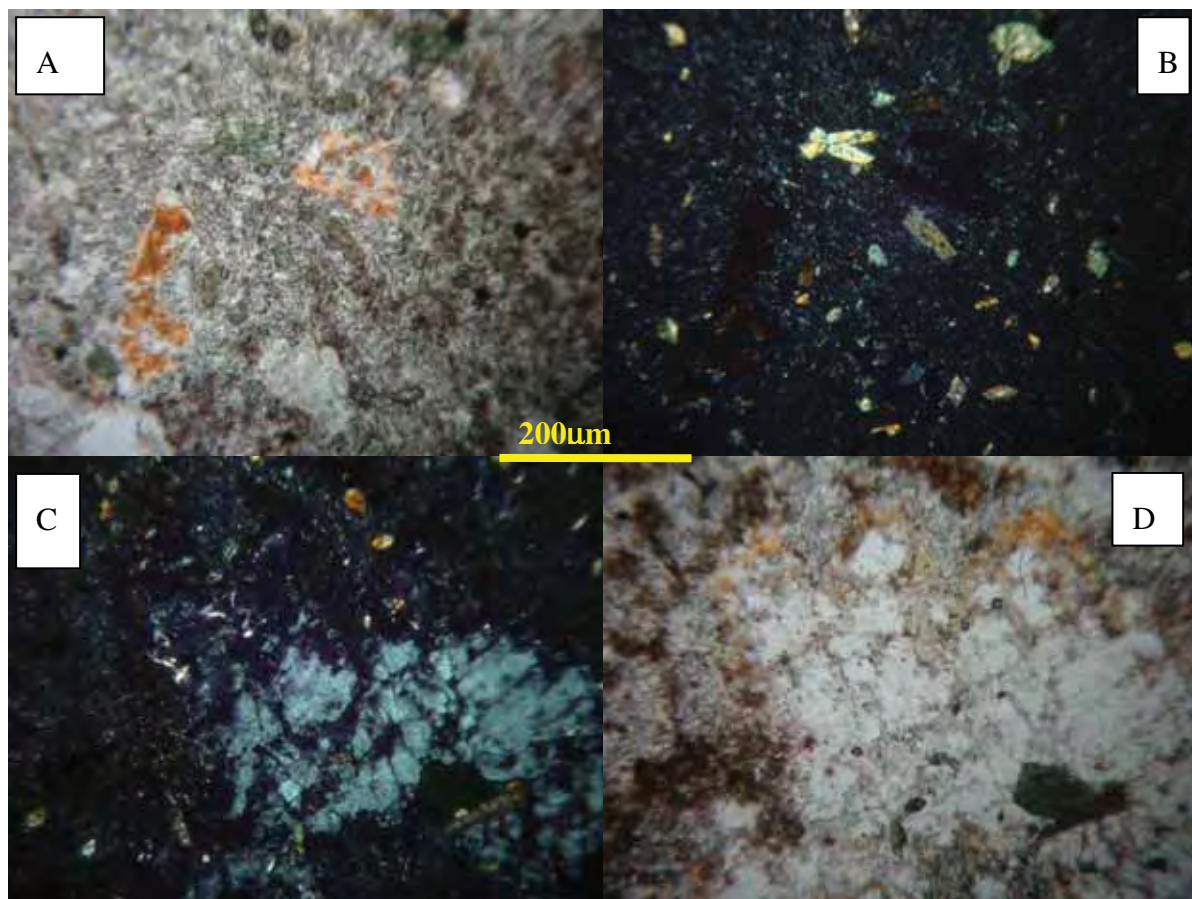
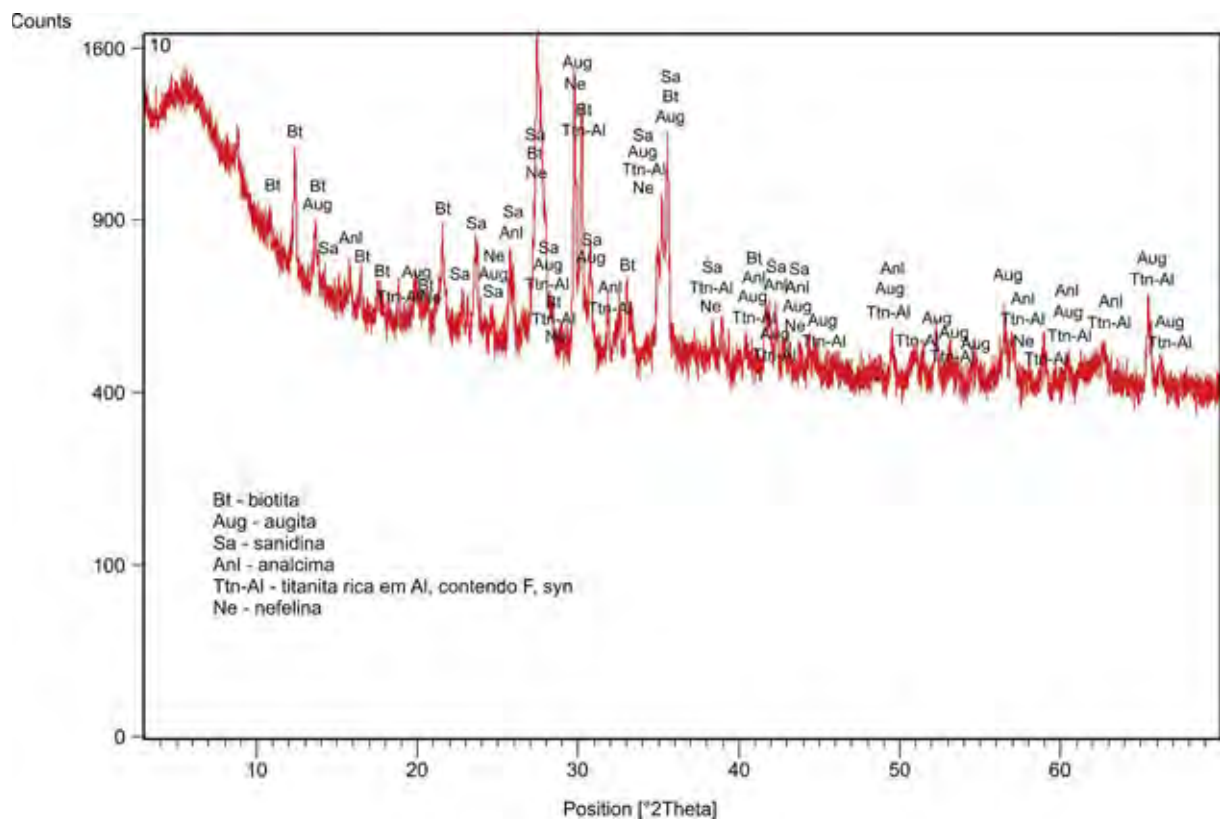


Figura 5.18 augita (verde) e nefelina (incolor) em matriz vítrea: A nicóis descruzados e B nicóis cruzados. C nicóis descruzados com nefelina sendo consumida virando augita e matriz muito fina e D nicóis cruzados.



5.19 Difratoograma da amostra 10, com analcima.



Figura 5.20 Dique de Fonólito da praia do Eme, com aproximadamente 70 m de extensão e 10 m de largura.



Figura 5.21 Dique de fonólito na Crista do Galo, com aproximadamente 100 m de comprimento.

Outra lâmina (Figura 5.22, ponto 52) de dique de fonólito mostram ainda fenocristais de até 500 micras de nefelina e sanidina com geminação *baveno*, caso raro pois geralmente a geminação que geralmente aparece é a *carlsbad*. Apresenta também matriz vítrea e egerina e os contatos são todos corroídos por ação magmática. A biotita também ocorre como mineral acessório em alguns diques, junto com aglomerados de fenocristais de augita e titanoaugitas, classificado como mugaritos (Figura 5.22, pt 32).

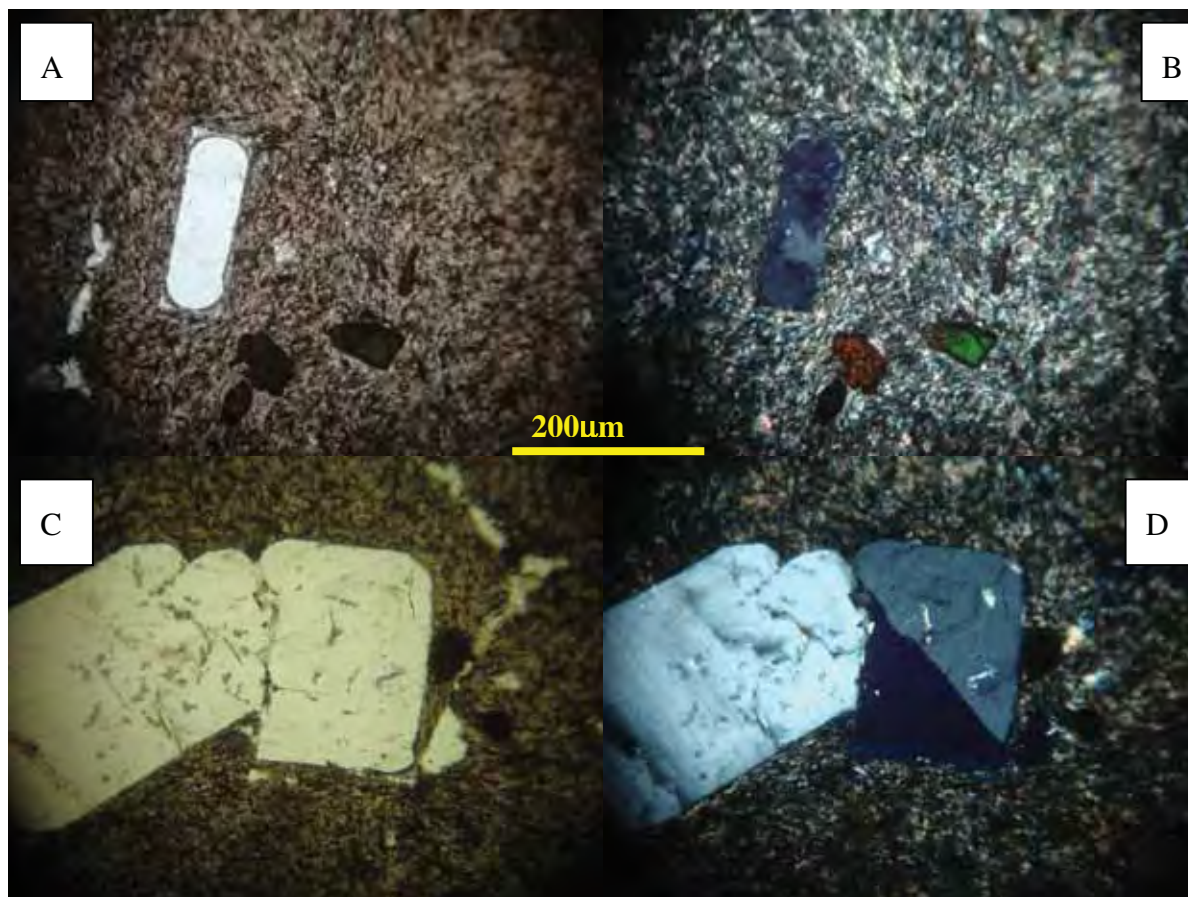


Figura 5.22 Nefelina sendo consumida em matriz vítrea, junto com augita, Nicóis descruzados. B: Nicóis descruzados. C: Sanidina apresentando geminação Baveno, nicóis descruzados. D: Nicóis cruzados. Aumento de 12x.

5.1.3 PIROCLASTOS DE TANNBUSCHITO - PT

Almeida (1961) designou uma rocha que basicamente é uma Nefelina-basalto melanocrática, a partir de Johannsen (1939). Ocorrem na porção sudoeste junto da praia do Eme, são rochas piroclásticas de composição tannbuschitica que é cortada por vários diques que compõem a praia do Eme como visto na Figura 5.23. Nela ocorrem muitas bombas, e os piroclastos são basicamente vítreos. Atualmente se desenvolveu muito a cobertura nessa praia como mostra a Figura 5.24, sendo apenas reconhecível nessa praia essa rocha.



Figura 5.23 Descida da trilha do Eme, onde se ve ao fundo o dique de Fonólito, e os piroclástos de Tannbuschito, onde se forma a estranha estrutura em “Eme”.



Figura 5.24 Cobertura com muitos blocos rolados e cascalhos da praia do Eme.

5.1.4 FRATURAS

As rochas do Complexo Trindade encontram-se muito fraturadas, seja por processo de resfriamento magmático, ou por ação do intemperismo. A grande quantidade de medidas dessas fraturas gerou um padrão, orientado N-S com mergulho sempre superior a 75° , e a concentração na parte central do estereograma mostra claramente que houve colapso da caldeira como mostra o estereograma na Figura 5.25. Provavelmente os fonolitos aproveitaram esse padrão de fraturamento para se alojar, fato que pode ser observado no mapa geológico em anexo.

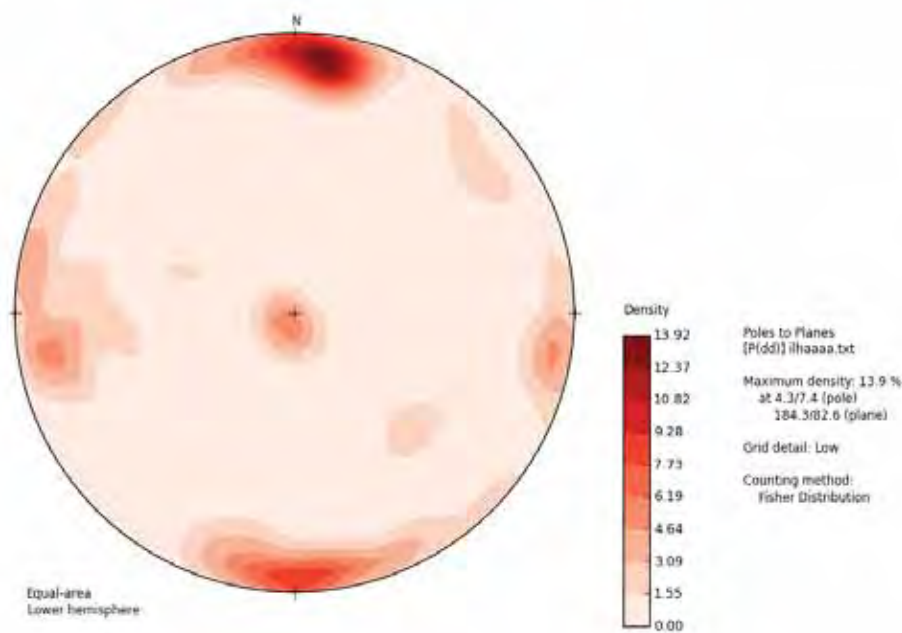


Figura 5.25 Estereograma dos pólos dos planos de fraturas, com 51 fraturas medidas nos pontos 3, 6 e 30 mostrando suas direções preferenciais **N-S** e **E-W**.

5.2 Sequência Desejado

A sequência desejado tem uma espessura aproximada de 400 metros, se encontra na porção centro-noroeste da ilha e ocupa uma área aproximada de 205 do território total, e é composta por uma rápida sucessão de derrames de rochas fonolíticas e nefeliniticas, que se intercalam com as rochas piroclásticas da sequência.

5.2.1 ROCHAS PIROCLÁSTICAS DIVERSAS - PD

Os piroclástos, que no mapa são chamados de piroclástos diversos, geralmente tem coloração acinzentada, porem quando sofrem ação intempérica tendem a se tornarem amareladas/avermelhadas, como é observado próximo ao topo do pico São Bonifácio Figura 5.26. Essas rochas não possuem granulometria grosseira, mas sim muito fina, sem bombas com uma estratificação quase plano paralela e ângulo de mergulho médio de 30°, e em alguns pontos ocorre estratificação cruzada, ocorrido devido a sua deposição subaquosa. Não foi feita

uma caracterização muito grande dessas rochas por terem uma variação entre fonolítica e nefelinitica, gerando uma rocha com diferentes tamanhos de fragmentos e colorações. A análise de uma lâmina desses piroclastos mostrou uma associação de piroxênios, magnetita, augita titanífera, sanidina, zeólita e cristais reliquiares de biotita e hornblenda (Figura 5.27). Na subida do Pico do Desejado essas rochas estão menos alteradas e apresentam uma coloração acinzentada como visto na Figura 5.28.



Figura 5.26 Derrame de nefelinito proximo ao topo do pico do São Bonifácio,estratificados como visto na foto A, onde os piroclastos gradam para uma maior granulometria da base para o topo como visto na foto B, ponto 39.

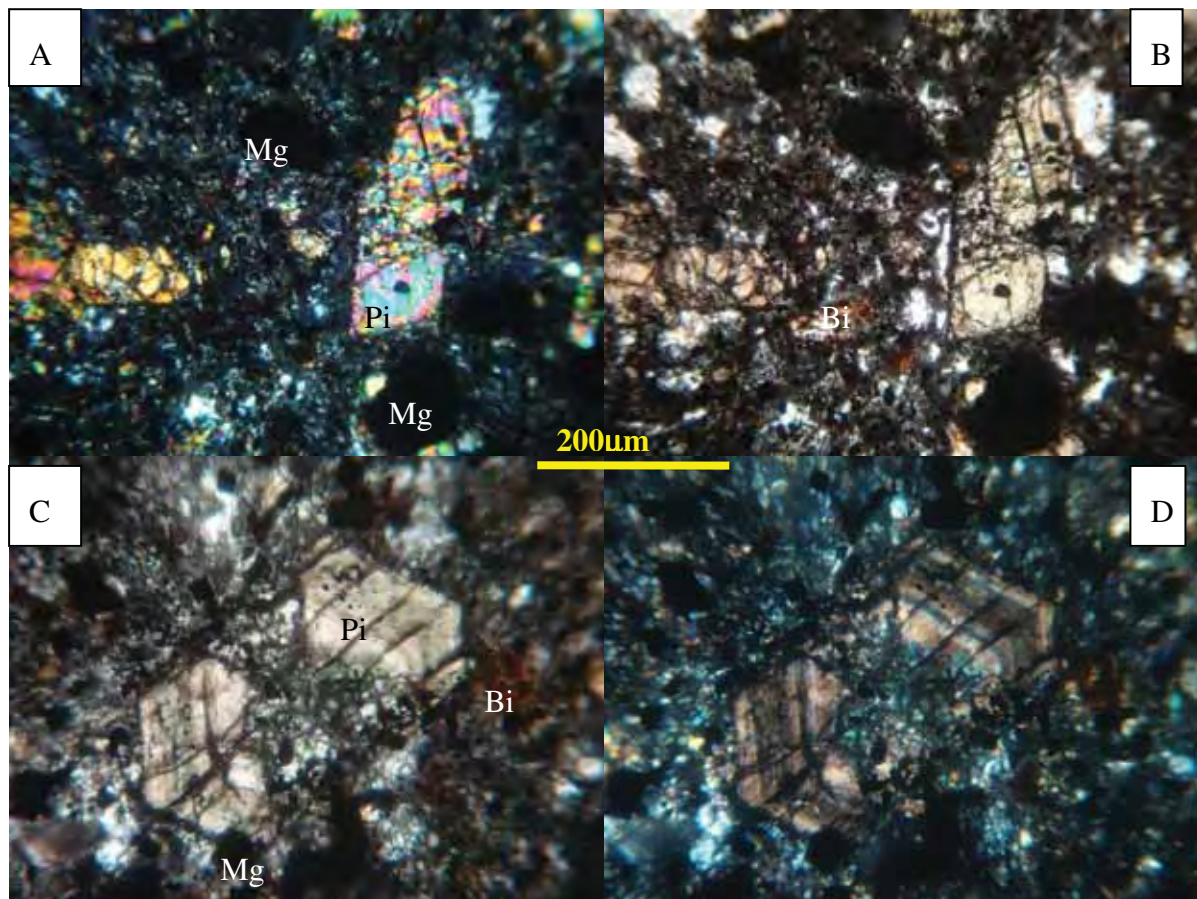


Figura 5.27 Rochas Piroclásticas Diversas da Sequência Desejado mostrando Piroxênio (Pi) zonado visto perpendicular ao eixo b, associado com magnetita (Mg). C nicóis descruzados e D nicóis cruzados. A e B associação de magnetita com piroxênio, notar o salpicamento das magnetitas dentro dos piroxênios e biotita (Bi) sendo consumida.



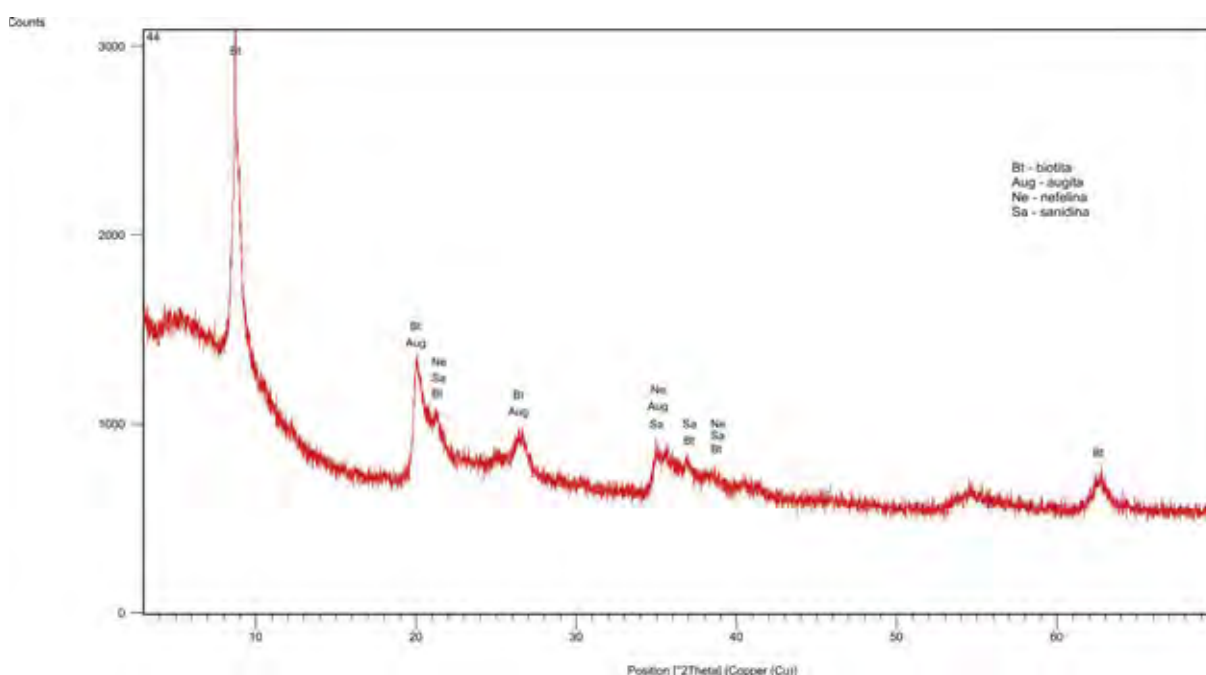
Figura 5.28 Piroclastos Diversos na subida do Pico do desejado com coloração acinzentada e granulometria fina.

5.2.2 DERRAMES E DOMOS DE FONÓLITO – DDF

Essas rochas de coloração cinza escuro são compostas por, augitas titaníferas, biotitas que estavam quase toda absorvida, hornblenda, titanita, apatita, piroxênios, onde se nota uma nítida borda de reação desses minerais e sanidina em algumas amostras, porém a ausência desse feldspato é que dá a característica desses fonólitos da Sequência Desejado Segundo Almeida (1961). As rochas descritas dessa unidade eram maciças com fratura conchoidal e aspecto vítreo, encontradas em bem pouca quantidades, enquanto a maior parte encontrada estava gerando uma cor amarelada quando se alterava, o que impossibilita o exame detalhado das rochas sãs dessa formação. No ponto 43 foi possível observar o padrão fraturado que essa rocha exhibe quando muito alterada, e a quantidade de máculas com pedaços menos alterado que sobrou desse processo (Figura 5.29). O difratograma do ponto 44 (Figura 5.30) mostrou essa rocha ter uma associação de nefelina, sanidina, augita e biotita, bem característicos dos corpos fonolíticos.



5.29 Fonólito alterados do Pico do Desejado, notar as fraturas preenchidas na foto B e a coloração amarelada que essa rocha adquire quando alterada na foto A.



5.30 Difratoograma do ponto 44, mostrando uma associação de sanidina, nefelina, augita e biotita.

5.2.3 DERRAMES E PIROCLÁSTOS DE NEFELINITO – DPN

Intercalado entre os piroclastos diversos e os derrames e domos de fonólito, encontram-se os derrames de nefelinito, tendo coloração cinza esverdeada, com raros cristais de sanidina e augita milimétricas a submilimétricas. Na descida para o pico da fazendinha, a rocha tinha aspecto conglomerático, bem alterada, com formação de caulim, e presença de magnetita oxidada, dando uma coloração avermelhada na rocha, e a medida do acamamento era 245/30, com intercalações de fragmentos milimétricos com fragmentos centimétricos em

bandas alternadas, e no contato dessa rocha com os piroclastos diversos (Figura 5.31) ela também apresentava essa estratificação.



Figura 5.31 Piroclastos diversos no topo em contato com derrame de piroclastos e nefelinitos, rocha em corte do ponto 40.

5.3 Formação Morro Vermelho

A formação Morro Vermelho é composta por dois tipos de rochas, os derrames de Analcita Ankaratrito expostas nas vertentes da praia da Calheta e do Andrada e as rochas piroclásticas sotopostas aos tufos do Vulcão do paredão na parte sul da ilha (Figura 5.32), que tem uma lava semelhante, porém o Vulcão do Paredão tem idade mais nova segundo Cordani (1970).



Figura 5.32 Piroclástos basais da formação Morro Vermelho em contato com um domo de fonólito.

5.3.1 PIROCLÁSTOS – PAA

Os piroclástos encontram-se intercalados com os analcitas ankaratritos, e pode-se observa-los muito bem na subida do Pico do Desejado, onde ele está sempre acompanhando o trajeto do lado esquerdo. Eles se constituem de lápilis com fragmentos de bombas e blocos, que se confundem com brechas vulcânicas, e seus fragmentos são uma intercalação entre grãos finos e grossos, sendo estes últimos muito mais abundantes. Esses piroclástos apresentam um acamamento plano paralelo de direção 50/05 na praia do Andrada, porém no vale do córrego vermelho as camadas se encontram muito inclinadas, e seus mergulhos chegam a ter um pouco mais de 30 graus (Figura 5.33). Essas rochas são altamente porosas, de coloração avermelhada.



Figura 5.33 Subida do morro do Desejado, onde se ve a estratificação dos piroclastos.

5.3.2 DERRAMES DE ANALCITA ANKARATRITO

Essa rocha é responsável por 85% da Formação Morro Vermelho, tem uma coloração cinza médio a escuro (Figura 5.34) e se apresenta escoriácia na parte de topo, cheia de vesículas preenchidas, é afanítica com pequenos cristais de olivina milimétricas, e está alterando, formando argila. Não foi um único derrame, essa rocha é composta de uma sucessão de derrames, onde no *canyon* do morro vermelho observam-se eles com variadas espessuras, algumas decimétricas, e outras chegando a várias dezenas de metros. A espessura total dessa formação chega a ultrapassar os 200 metros de espessura, e ocorre na porção Leste da ilha. A coleta de amostras não foi favorável, uma vez que as rochas eram muito friáveis, e as que se encontravam nos *canyons* eram de difícil acesso, sendo feito apenas o reconhecimento e descrição em campo. As Figuras 5.35, 5.36 e 5.37 mostram os derrames de analcita ankaratrito.

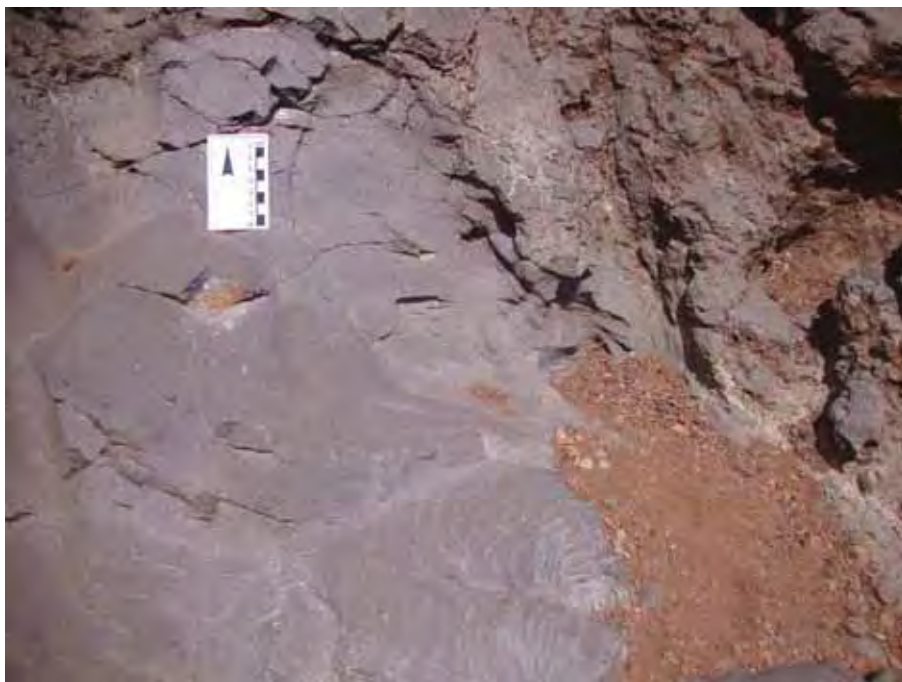


Figura 5.34 Derrame de Analcita Ankaratrito com coloração acinzentada, subida do Pico do Desejado.



Figura 5.35 Subida do morro do Desejado, mostrando o derrame de analcita encoberto pela vegetação.



Figura 5.36 Derrames de Analcita nkaratrito visto do Pico Nossa Senhora de Lourdes, mostrando como essa rocha está coberta pela vegetação.



Figura 5.37 Vista frontal do Derrame, com a estação científica logo a frente.

5.4 Formação Valado

As rochas dessa formação se encontram nas proximidades do farol e da ponta do Tubarão. Ela é composta basicamente por tannbuschitos e aglutinados dos mesmos, sendo uma rocha de coloração escura e rica em olivina.

5.4.1 *AGLUTINADO DE TANNBUSCHITO – AT*

As rochas dessa pequena formação, se encontram subindo do farol até o sopé do morro 309, A rocha tem uma coloração amarelada que quando alterada fica com aspecto rosado, é composta essencialmente por piroclastos de lava achatadas que caíram ali ainda em estado pastoso, com granulometria muito variada desde alguns milímetros, até podendo chegar a 50 cm. Esses fragmentos formam uma massa muito dura, e se parecem com gotas, se unindo uma as outras pela vitrificação das suas paredes, o que torna a remoção de um fragmento muito difícil.

Não foi possível achar a continuidade entre os aglutinados e os derrames do Valado, devido existir um vale coberto com depósito de talude e aluvial entre eles, porém como tem as mesmas características dos derrames, e está muito próximo localmente, acredita-se tratarem do mesmo centro emissor de magma.

5.4.2 *DERRAME DE TANNBUSCHITO – DT*

Nas proximidades da ponta do Tubarão ocorre essa lava de coloração negra, afaníticas, tendo na parte basal e no topo estrutura escoriácea cheia de vesículas, e no seu meio sendo mais maciço, com alguns sinais de disjunção colunar. A sua espessura varia de 12 metros, até 0,5 metros, e não foi identificado nenhum tipo de piroclastos nessa rocha. O mineral que se identifica a olho nu, e se confirma em seções delgadas é a olivina, que chega a ter 15% na rocha, e atingir cerca de 1 a 2 mm de comprimento. Outro mineral que se faz presente nessa rocha é a augita e a perovskita (Figura 5.38).

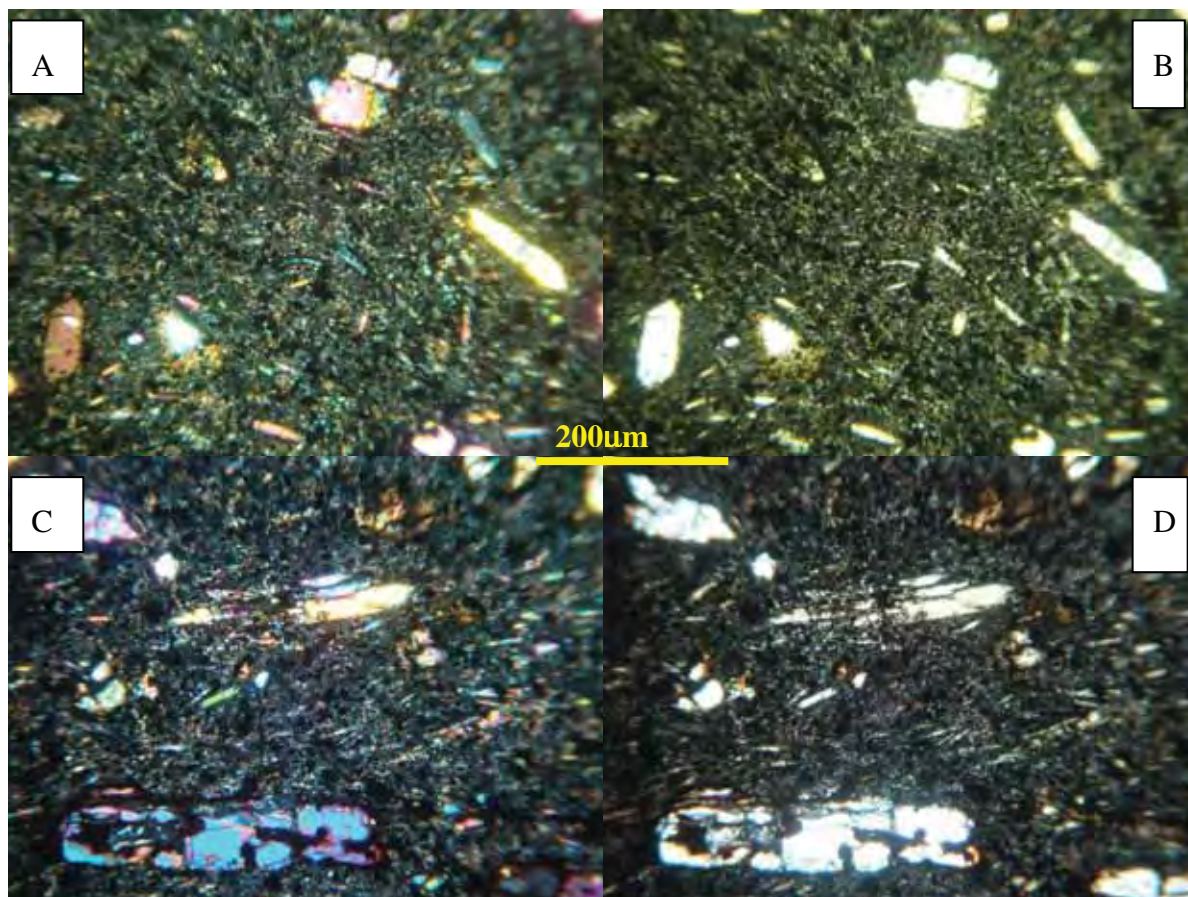


Figura 5.38 Cristais de olivina em matriz microfírica, notar a grande quantidade desse mineral. A e C nicóis cruzados, B e D nicóis descruzados. Ponto 49.

5.4.3 TUFOS - TT

Os tufos da Formação Valado se encontram na descida para a praia do Príncipe, e é uma camada de tufo lapilítico, um certo tipo de acumulação detrítica com pouco mais de 3 metros de espessura (Figura 5.39), que se encontra muito alterada, não possibilitando nenhum tipo de preparação de seção delgada nem análise química.



Figura 5.39 Tufos na encosta da praia do Príncipe, camada com 3 metros de espessura.

5.5 Vulcão do Paredão

Situado no ponto mais a Leste de Trindade, ficam os restos de uma cratera vulcânica semi preservada, que está sendo arrasada pelo mar. Por ter forma cônica, com dimensões limitadas, chegando a ter 215 metros, ângulos de inclinação alta e coroada com cratera em posição central, e são compostas por acumulos piroclástos de variadas composições e bombas com diâmetros de até 70 centímetros. Sua erupção é do tipo explosiva com escassos derrames, salvo o derrame de Ankaratrito localizado logo ao lado do cone. Uma associação a um vulcão com características parecidas seria o vulcão de Stromboli e Auvérnia.

5.5.1 PIROCLÁSTOS - TAK

Após a praia das Tartarugas, passa-se pelo morro com os tufos do vulcão, de coloração avermelhada e alterados, com blocos e bombas de composições variadas, isolados na matriz lapilítica dos piroclástos, sem aglomerados. Na matriz foi observado biotita, olivina, calcedonia, piroxênio, zeólitas e carbonato, que reagiu fortemente com ácido clorídrico

(Figura 5.40). Após esse morro chega-se ao cone vulcânico, que não deve ser confundido com *ignimbritos*, pois essa rocha é composta por piroclastos estratificados plano paralelamente, com passagem gradual e em alguns pontos bruscas de grãos milimétricos a centimétricos, podendo ser observada essa sequência por dezenas de metros lateralmente, caracterizados como tufo lápilitico, como visto na Figura 5.41. As camadas apresentam mergulhos em torno de 35° (Figura 5.42), com inclinação radial centrífuga em relação à cratera, o que pode ser observado andando ao redor do túnel. O que se nota logo ao chegar à ilha, ainda no navio, são as fraturas que ocorrem ao longo das paredes (Figura 5.43), sempre com ângulo de mergulho próximo a 85° (Figura 5.44). Os tufos foram encontrados em diversas partes da ilha, sempre em pequenas quantidades, junto de blocos rolados, e nas imediações dos morros, com uma pequena espessura, que nunca ultrapassou 5 metros, como é o caso do morro Vermelho e do Pico das Graziñas (Figura 5.45).

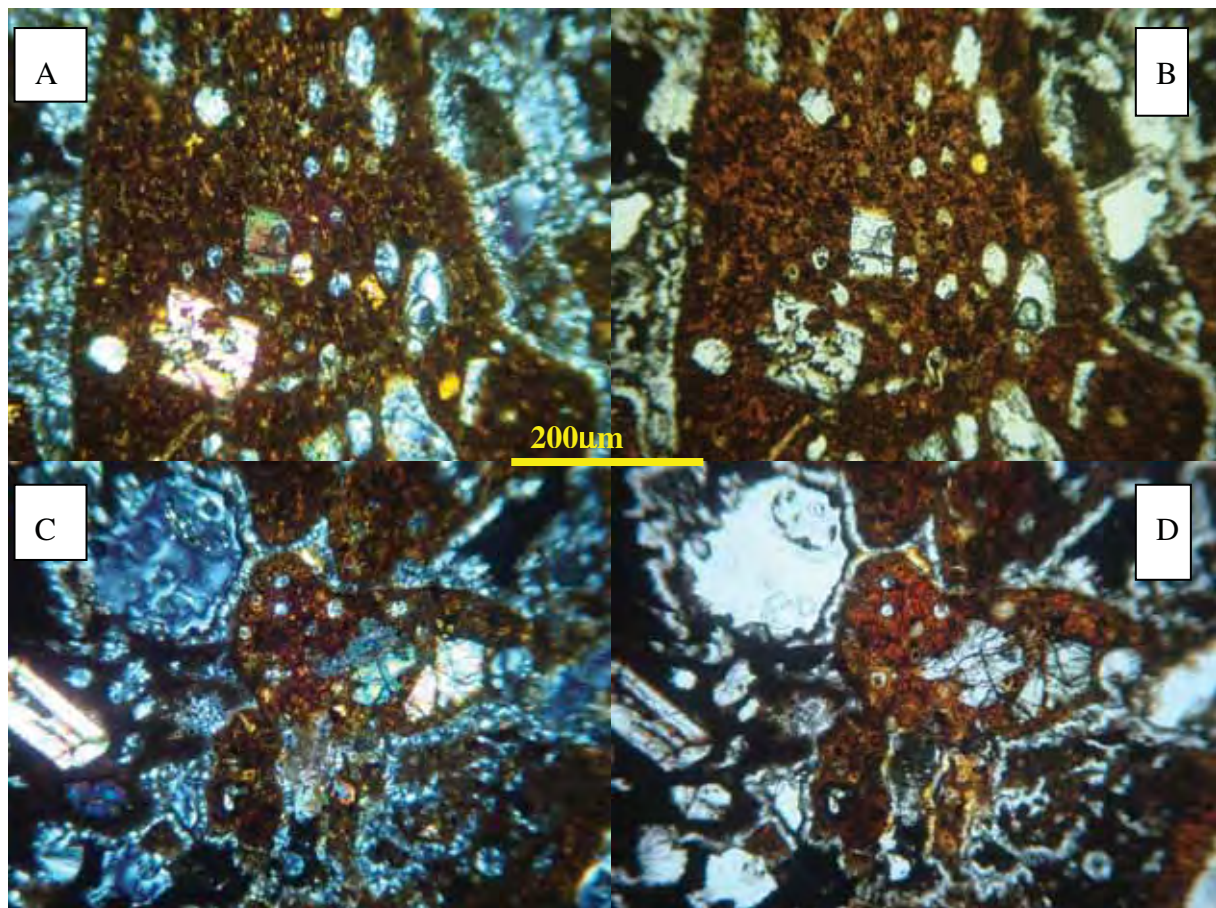


Figura 5.40 Olivinas submilimétricas coloridas, formação de argilo mineral de coloração alaranjada/avermelhada, e zeólita preenchendo as cavidades intergranulares, com textura intergranular. Foto A e C nicóis cruzados, e foto B e D nicóis descruzados.



Figura 5.41 Fragmentos piroclásticos com pequena bomba com 10 cm de comprimento. Entrada do túnel do Vulcão do Paredão.



Figura 5.42 Parte lateral do Vulcão, onde se nota as camadas inclinadas e estratificadas.



Figura 5.43 Fraturas na entrada do túnel, causadas pela acomodação de blocos após o resfriamento, mostrando o alto ângulo da inclinação.

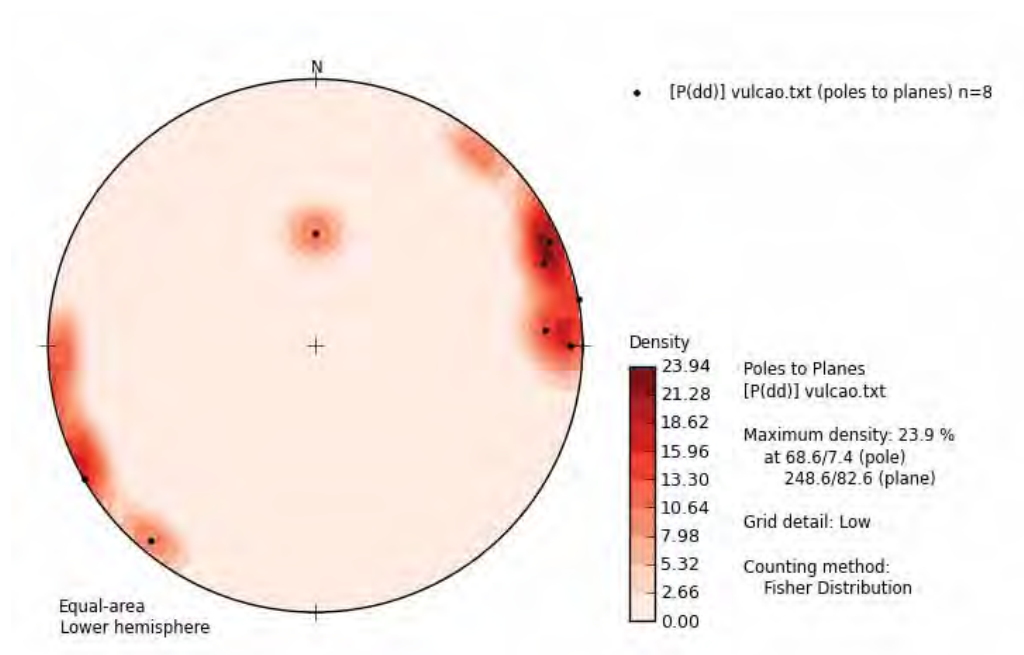


Figura 5.44 Estereograma mostrando os pólos dos planos das fraturas, com direção preferencial **NE-SW**.



Figura 5.45 Topo do Morro das Grazinas recoberto com Tufos do Vulcão do Paredão, visto ao fundo na figura.

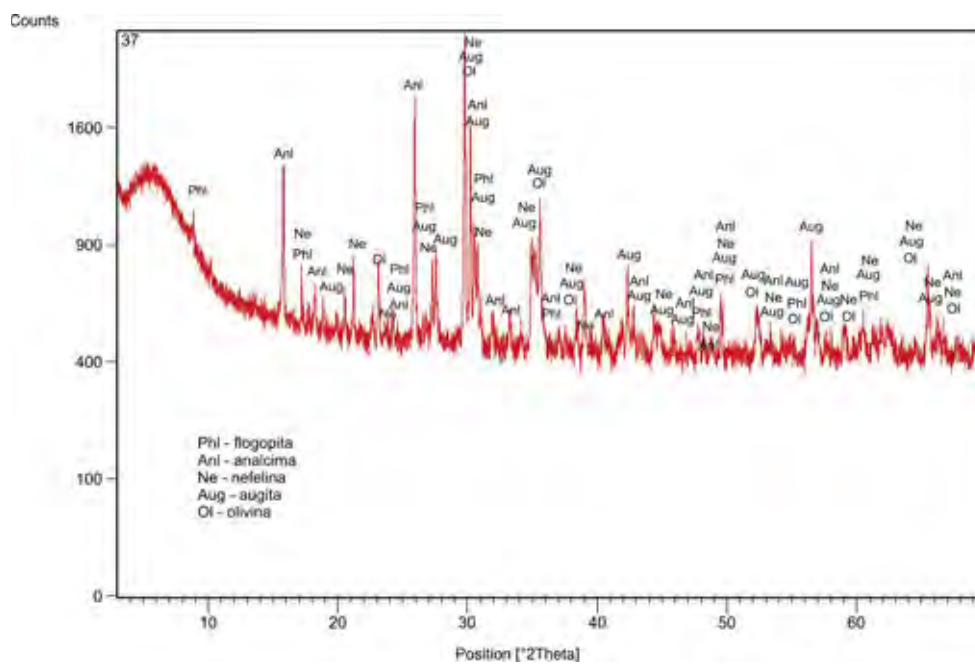
5.5.2 DERRAME DE ANKARATRITO - DAK

As rochas encontradas na porção sul da praia das Tartarugas são maciças de coloração acinzentada, afaníticas, não permitindo diferenciar os minerais macroscopicamente, vesiculada no topo com alteração avermelhada, sem preenchimento das cavidades. É grande a quantidade de esfoliação esferoidal que essa rocha apresenta bem como blocos de lava negra com 1 metro de diâmetro, que foram arrastadas no derrame, pois não tinham estrutura característica de terem sido arremessadas e caídas ali, esses blocos são vistos na parte superior do derrame (figura 5.46). É composta de uma sucessão de derrames, sem intercalações de piroclastos entre eles, com espessura máxima de 5 a 6 metros, onde Almeida (1961) descreveu 11 derrames. Apresentam suaves inclinações, com direção de fluxo 130/10.

A análise dos difratogramas mostrou essa rocha ser composta por Olivina, nefelina, analcima, augita e flogopita (Figura 5.47). A Figura 5.48 mostra a base desse derrame todo cheio de esfoliações esferoidais.



5.46 Derrame de ankaratrilo com blocos com ação esferoidal. Ponto 37.



5.47 Difratograma do ponto 37, proximidades do Vulcão do Paredão.



5.48 Derrames visto do Túnel para a praia das Tartarugas, com as típicas esfoliações esferoidais. Ponto 37.

5.6 Depósitos de Talude

Os depósitos de talude ocorrem por toda a ilha devido o processo de intemperismo que as rochas da ilha sofrem por estarem em um clima tropical. Alguns desses depósitos são muito pequenos, da ordem de poucos metros, porém outros chegam a medir até uma centena de metros.

5.6.1 CONES E AVENTAIS DE TALUDE – CT

É formado pelos cones e aventais de talude, que estão por toda a parte na ilha (Figura 5.49), sempre junto aos morros e nas redondezas dos picos, onde esses adquirem um alto ângulo de declividade. É composta por fragmentos de blocos rolados quase inalterados e aglomerados, muitas vezes tendo uma pequena compactação, que à vista desarmada pode se confundir com piroclastos, salvo quando é formada por blocos muito grandes. Quase sempre os fragmentos e blocos são angulosos, porém foi encontrado blocos com certa esfericidade de grau acentuado, devido o seu transporte das partes altas para as partes baixas. A maior concentração desse depósito foi encontrada na parte superior ao farol, aonde os blocos chegavam a medir até algumas dezenas de metros, mas na sua maioria eram apenas métricos, e de composição mista, ora piroclástica ora fonolítica. Ao redor dos grandes corpos fonolíticos ele forma um tipo de coroa no seu sopé. Esse tipo de depósito é o responsável pela maior parte da formação da ilha estar encoberta, e esse processo só está se acentuando, pois uma vez que as cabras inseridas por *Edmund Halley* em 1700, acabaram por comer toda a vegetação, acentuando assim o processo erosivo das rochas da ilha. No passado esses blocos eram usados para fazer a demarcação das vias na parte onde se construíram abrigos, e até hoje isso é usado.



Figura 5.49 Encosta de Farilhões, com muitos blocos aglomerados.

5.7 Aluviões

Os aluviões estão localizados sempre nas ravinas, ou nos pequenos corrégos que ocorrem por toda a ilha, são fragmentos que foram transpostados e se acumularam nesses locais.

5.7.1 CONES ALUVIAIS – CA

Situados dentro das grandes ravinas ou ao longo dos morrotes que aparecem na face leste da ilha, esses depósitos são antigos, formados por movimentação de pequenos fragmentos, trazidos pelo escoamento de água que ocorre em locais intermitentes, ou por ação torrencial, uma vez que na ilha chove quase todos os dias. O material que dela compõem, são basicamente fragmentos das rochas piroclásticas, e localmente fragmentos dos corpos fonolíticos, e é muito fácil confundir esse depósito com rochas piroclásticas, pois a composição desses fragmentos é heterogênea com granulometria grosseira e em alguns pontos

granulometria fina. Esses depósitos estão inativos, pois não se observou nenhum tipo de movimentação e deposição recente, e todos estão sofrendo uma alta taxa de erosão.

5.8 Praias Modernas

Os depósitos de Praias Modernas são subdivididos em areias e calcarenitos, cascalhos e conglomerados e areias eólicas. A ocorrência desses tipos acontece sempre junto às praias e em alguns pontos próximos aos picos, como é o caso das dunas eólicas que se acumulam ao redor do Pão de Açúcar e do pico da Nossa Senhora de Lourdes.

5.8.1 AREIAS E CALCARENITOS – AC

As areias e calcarenitos ocorrem nas praias das Cabritas, dos Andradas, das Tartarugas, entre o Parcel e Túnel, e a praia do Príncipe. Todas as areias reagem ao ácido clorídrico, pois grande parte da sua contribuição vem das conchas e dos recifes que circundam a ilha, às vezes até por uma centena de metros dentro do mar, e também é formada por grãos de magnetita, e pelos minerais que compõem as rochas da ilha. A formação desse tipo, só ocorre na praia dos Andradas, na praia das Tartarugas, onde lá se formaram blocos de arenitos (figura 5.50) com granulometria média, e na praia do Príncipe, provavelmente devido à ação das correntes, e do tamanho das ondas que ali ocorrem com a maior amplitude. Não foi observado esse tipo de depósito com características expressivas na face Oeste da ilha.



Figura 5.50 Calcareenitos da praia das Tartarugas, notar os blocos fragmentados.

5.8.2 *CASCALHOS E CONGLOMERADOS – CC*

No entorno das praias, ou onde as ondas conseguem fazer um retrabalhamento nas rochas que acabam indo parar ali, existe esses blocos de rochas de variadas litologias, sempre arredondados, com tamanhos variados, desde centimétricos até decamétricos. Esses aglomerados de rochas são bem mostrados nas Figuras 5.51 e 5.52.



Figura 5.51 Conglomerados próximo ao naufrágio do veleiro Le roi des harengs, trilha para a Crista do Galo.



Figura 5.52 Cascalhos ao longo da praia de Orelhas, com um grande corpo fonolítico ao fundo.

5.8.3 AREIAS EÓLICAS – AE

As areias eólicas são mais bem observadas na praia das Tartarugas (Figura 5.53), aonde chegam a formar dunas com até 45 metros de altura. Constituem-se basicamente de carbonato, e grãos de equinodermos, com pouca contribuição de material vulcânico. A formação desse tipo se dá pelos fortes ventos vindos de sudeste, e que atingem a ilha com certa violência, arrastando os grãos e fazendo eles se acumularem no sopé dos morros próximos. É provável que a bioturbação causada pela desova das tartarugas, que acontece com grande frequência, nessas praias ajudem esse processo, uma vez que ao formarem as camas para a desova elas acabam formando pequenos montes, que ficam mais suscetíveis a ação dos ventos, carreando-os para outros lugares.



Figura 5.53 Praia das Tartarugas, onde se nota ao fundo as dunas eólicas.

6 CONCLUSÕES

Refazendo o mapeamento antes feito por Almeida (1961), os contatos dos tipos litológicos foram aperfeiçoados, e em alguns casos encontrado novas ocorrências que antes não tinham sido identificadas, bem como melhorado os contornos dos cones e aventais de talude, que se encontram em processo de evolução muito acentuado, muitas vezes encobrindo ocorrências de rochas, como é o caso de um resto de domo de fonólito que se encontrava nas proximidades do farol.

A partir das análises feitas, confeccionou-se um mapa em escala 1:10.000 com base na mineralogia ou no tipo de depósito, e chegou-se a seguinte conclusão:

Complexo Trindade, as rochas são compostas por minerais: nefelina, sanidina que frequentemente aparecia zonada, augita, magnetita, zeólitas, noseana e em alguns casos sodalita, apatita, titanogaugitas, biotita e hornblenda. Tem rochas de coloração cinza e de caráter extrusivo, como no caso dos piroclastos de fonólito, com acamamento médio de 270/30, e rochas de coloração esverdeada, subvulcânicas, como é o caso dos domos e *necks* de fonólito, que são os dutos alimentadores do vulcanismo do complexo.

Nas rochas da Sequência Desejado não foi feita um estudo permenorizado das rochas piroclásticas, devido sua alta heterogeneidade entre os fragmentos piroclásticos, gerando rochas que diferenciavam entre si apenas pelo tamanho dos seus fragmentos. As rochas dessa sequência tinham os seguintes minerais constituintes: Sanidina, augita e titanoaugita, piroxênios, magnetita, zeólita e cristais reliquias de biotita e hornblenda. A maioria dessas rochas se encontrava alteradas, o que dificultou a análise petrográfica, salvo os afloramentos que continham rochas sãs, e na maioria das rochas alteradas se percebeu a formação de caolim.

Na formação Morro Vermelho distinguiu-se os certos tipos de rocha: Analcitas Ankaratritos e Piroclastos, que não foi possível fazer uma descrição minuciosa, pois o alto grau de alteração dessa rocha não possibilitava, então foi adotada a descrição feita anteriormente por Almeida (1961).

Na Formação Valado, que é uma lava de coloração negra, cheia de vesículas, descreveram-se os seguintes minerais que compõem a rocha: olivinas, que ultrapassavam os 15%, augita e perovskita, tendo uma matriz composta entre esses minerais.

No Vulcão do Paredão reconheceu-se os fragmentos piroclásticos, tendo uma composição mineralógica: Olivina, biotita, calcedonia, piroxênio, zeólitas e carbonatos. Sua estrutura em cone permite dizer se tratar da cratera de um Vulcão, a única cratera ainda reconhecível no Brasil.

Deve ser feito um estudo aprimorado na face Oeste do Complexo Trindade, pois ali o acesso é muito difícil, e com certeza ocorrem rochas e diques que ainda não foram identificados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. *A Ilha de Trindade*. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; QUEIROZ, E.T.; WINGE, M. & BERBERT-BORN, M., eds. *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. 2000. Disponível em <<http://www.unb.br/ig/sigep/sitio092/sitio092.htm>>
- ALMEIDA, F. F. M. 1961. *Geologia e Petrologia da Ilha da Trindade*. Rio de Janeiro: DNPM/DGM. 197 p. (Monografia XVIII).
- ALVES E.C., MAIA M., WIEDEMANN, C.M. 2002. Zona de fratura Trindade-Hotspur no Atlântico sudoeste e suas implicações tectônicas. In: *Cong. Bras. Geol.*, 41, João Pessoa. 2002. *Anais...* João Pessoa. SBG. p. 616.
- BACOCOLI G., MORALES R.G. 1973. Bacia do Espírito Santo: Geologia e perspectivas petrolíferas. In: Curso de atualização de geologia de petróleo (CAGEP- 1) *Anais...* Rio de Janeiro. Petrobrás. DEXPRO/DIVEX, 1973, 2. Bacias da costa leste do Brasil, geologia e perspectivas petrolíferas.
- CASTRO, J.W.A. & ANTONELLO, L.L. (2006) – Geologia das ilhas oceânicas brasileiras. In: Alves, R.J.V. & Castro, J.W.A. (Eds.), *Ilhas Oceânicas Brasileiras: da Pesquisa ao Manejo*. p. 29-57, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, Brasil.
- CHEN, P-Y. Table of key lines in X-ray powder diffraction patterns of minerals in clays and associated rocks. Indiana: Department of Natural Resources Geological Survey. 1997. 67p.
- CLEMENTE, E. P.; SCHAEFER, C. E.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; OLIVEIRA, F. S.; ALVES, R. J.; MELO, V. F. Solos "Endêmicos" da Ilha da Trindade. In: *ILHAS oceânicas Brasileiras - da pesquisa ao Manejo*. Brasília: MMA: SBF, 2006. p.59-82.
- CLEMENTE, E. P.; SCHAEFER, C. E.; OLIVEIRA, F. S.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; ALVES, R. J.; FIRME SÁ, M. M.; MELO, V. F.; CORRÊA, G. R. Topossequência de solos na Ilha da Trindade, Atlântico Sul. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v. 33 n. 5, 2009.
- CORDANI, U. G. 1970. Idade do vulcanismo do Oceano Atlântico Sul. São Paulo: Instituto de Geociências e Astronomia, Boletim IGA, 1, 9-75.
- COSTA P.R.C., ANTUNES A.F., SÁ E.F.J. DE, AMARO V.E., MATOS R.M.D.DE. 2002. O registro da deformação mesozóica relacionada à abertura da margem equatorial atlântica no litoral do Estado do Ceará (Nordeste do Brasil): evidências a partir da análise de imagens orbitais e de afloramentos. In: *Cong. Bras. Geol.*, 41, João Pessoa. 2002. *Anais...* João Pessoa. SBG. p. 622-623.
- FERRARI A.L., RICCOMINI C. 1999. Campo de esforços plio-pleistocênico na Ilha de Trindade (Oceano Atlântico Sul, Brasil) e sua relação com a tectônica regional. *Rev. Bras. Geoc.*, **29**: 195-202.

GORINI M.A. 1969. Geologic observations on the “Comissão Oceanográfica Leste I” aboard the Research Vessel “Almirante Saldanha”. An. Acad. brasil. Ciênc. Rio de Janeiro, 41:642R-643R.

GRABLER G.G., ZAINÉ J.E., MARTINS S.C. 2011. Ensaio de utilização de imagens do ‘Google Earth’ em mapeamento geológico-geotécnico da rodovia SP-063 (Bragança Paulista a Itatiba – SP). 13 Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental.

GUAZELLI W., COSTA M.P.A. 1978. Ocorrência de fosforita e de nódulos metálicos nos platôs do Ceará e de Pernambuco. Rio de Janeiro. Petrobrás. 1978. p. 7-14. (Série *Projeto Remac* n. 3).

MARINHA DO BRASIL. As Cartas Náuticas. Disponível em <https://www.mar.mil.br/dhn/chm/cartas/cartas.html>. Acesso em 10 agosto. 2012.

MENARD H.W. 1984. Origin of Guyots: The Beagle to Seabeam . *J. Geoph. Res.*, 89(B-13):11.117-11.123.

PRIOR, G. T. 1700. Petrographic notes on the rock specimens collected in the little island of Trinidad, South Atlantic, by the Artic Expedition of 1839-1843 under Sir James Clark Ross. *Mineralogical Magazine Journal of the Mineralogical Society*, 22 (58).

SCHAEFER, C. E. G. R. Solos e Geomorfologia da Ilha da Trindade. In: WORKSHOP SOBRE ILHAS OCEÂNICAS BRASILEIRAS, 1., 2005, Rio de Janeiro. Anais... [Brasília]: MMA, 2005. CD-Rom.

SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; DERZE, G. R.; ASMUS, H. E. Geologia do Brasil: texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais. Brasília: Departamento Nacional da Produção Mineral, 1984. 501 p. Escala 1:2.500.000.

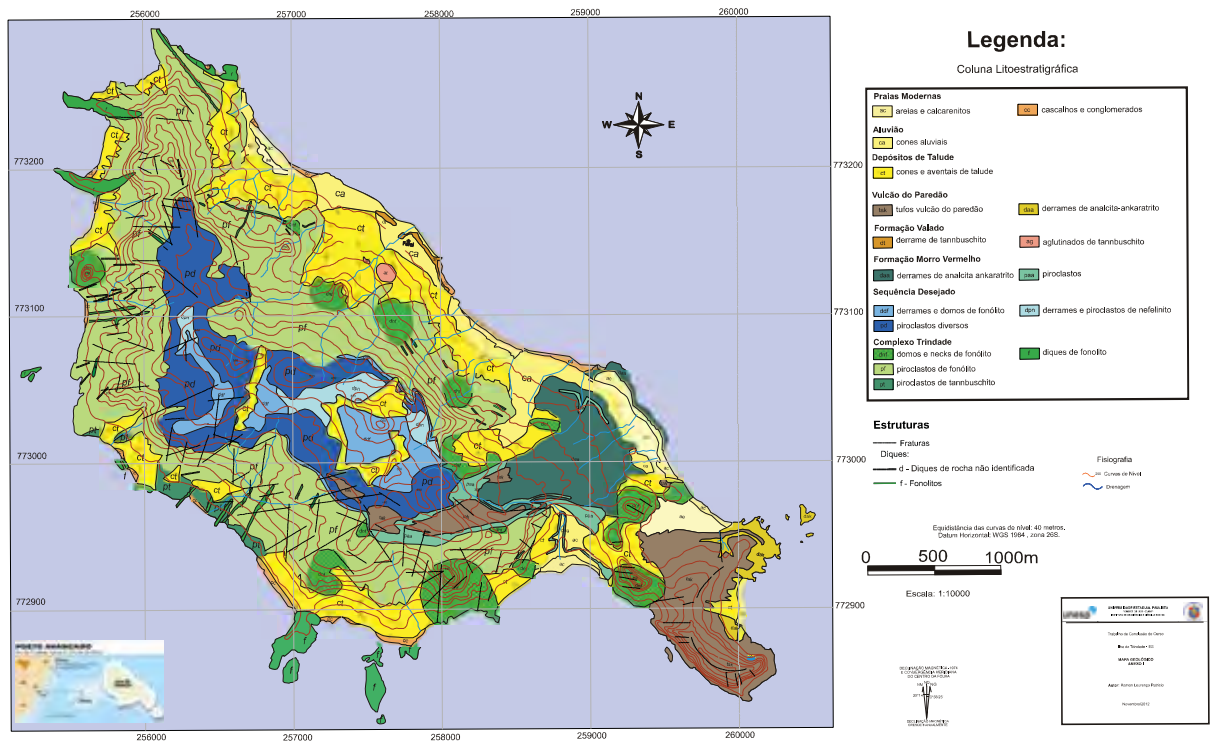
TEIXEIRA W., CORDANI U.G., MENOR E.A., TEIXEIRA M.G., LINSKER R. et al. 2003. Arquipélago Fernando de Noronha. O paraíso do vulcão. São Paulo: Terra Virgem Ed., 1-167.

ULBRICH M.N.C., MARQUES L.S., LOPES R.P. 2004. As ilhas vulcânicas brasileiras: Fernando de Noronha e Trindade. In: V. Mantesso-Neto, A. Bartorelli, C.D.R. Carneiro, B.B.deB. Neves, coords. *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo: Beca. p. 555-573.

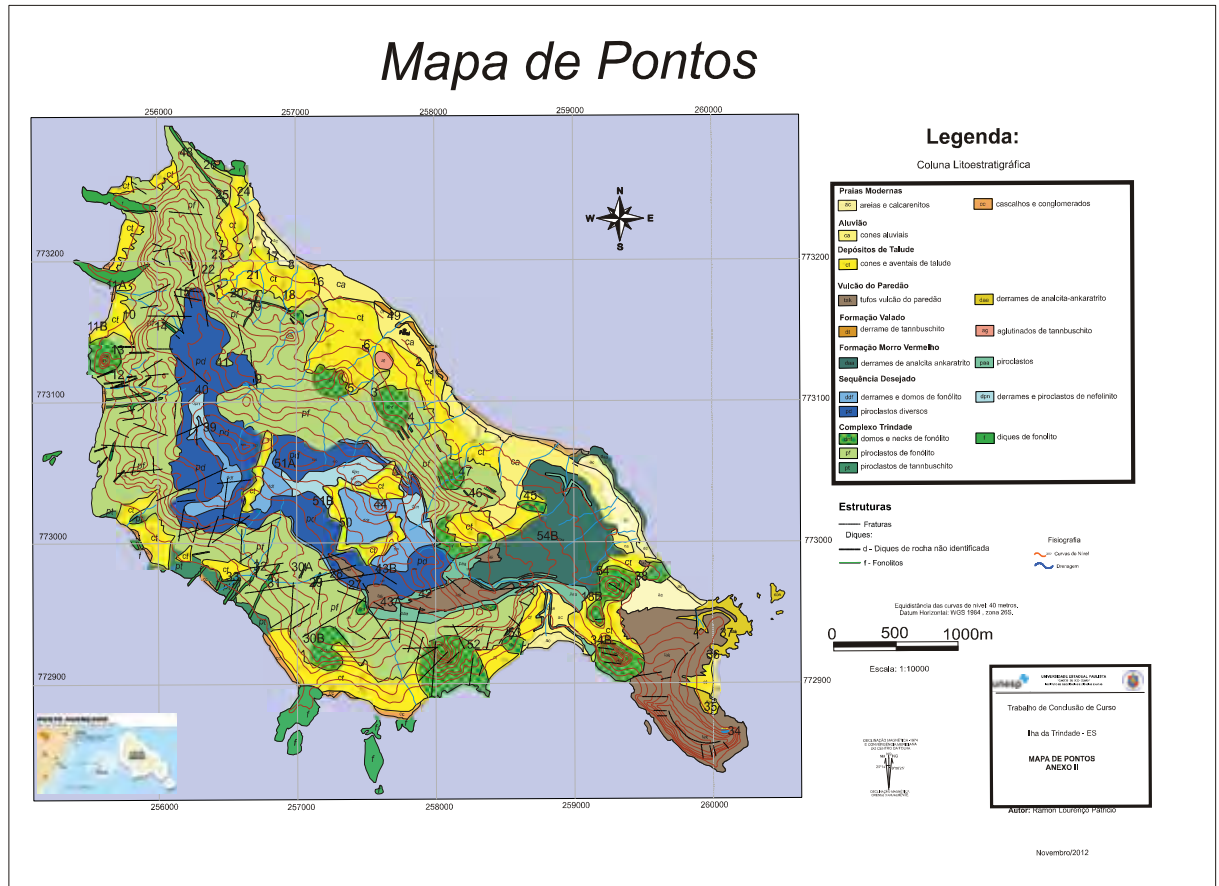
WEAVE B.L. 1990. Geochemistry of highly-undersaturated ocean island basalt suites from the South Atlantic Ocean: Fernando de Noronha and Trindade islands. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 105:502-515.

ANEXO I

Mapa Geológico da Ilha da Trindade



ANEXO II



[illegible]

ANEXO IV

Amostras	Petrografia	Geoquímica	Difração	Litologia
IT-1A	X	X	X	Fonólito
IT-1B				Fonólito
IT-2A	X		X	Blocos rolados
IT-2B				Blocos rolados
IT-3A				Domos e necks de Fonólito
IT-3B				Domos e necks de Fonólito
IT-4A	X	X	X	Domos e necks de Fonólito
IT-4B				Domos e necks de Fonólito
IT-5A	X		X	Domos e necks de Fonólito
IT-5B				Domos e necks de Fonólito
IT-6	X	X	X	Domos e necks de Fonólito
IT-7	X			Piroclasto de fonólito
IT-8A	X	X	X	Mugearito
IT-8B				Mugearito
IT-9				fonólito
IT-10A	X		X	Piroclástos
IT-10B				Piroclástos
IT-11A	X	X	X	Fonólito
IT-11B				Piroclásto de

				fonólito
IT-12	X		X	Piroclástos
IT-13	X		X	Domos e necks de Fonólito
IT-14	X		X	Piroclásto de fonólito
IT-14-B	X	X	X	Basanito
IT-15				Piroclástos
IT-16				Piroclástos
IT-17	X		X	Piroclástos
IT-18	X		X	Analcitito
18-B	X	X	X	Fonólito
IT-19				Fonólito
IT-20				Piroclástos
IT-21				Fonólito
IT-22	X			Nefelinito
IT-23				Dique não identificado
IT-24	X		X	Piroclasto de fonólito
IT-25	X		X	Piroclasto de fonólito
IT-26			X	Piroclasto de fonólito
IT-27	X	X	X	Piroclástos
IT-28				fonólito
IT-29				Piroclasto de fonólito
IT-30	X	X	X	Piroclasto de fonólito
IT-31				Piroclasto de fonólito
IT-32	X	X	X	Nefelinito

IT-33 A				Fonólito
IT-33 B	X	X	X	Tannbuschito
IT-34	X		X	Tufos analcita ankaratrito
IT-34 B	X	X	X	Fonólito
IT-35	X		X	Analcita ankaratrito
IT-36				Analcita ankaratrito
IT-37	X		X	Analcita ankaratrito
IT-38	X		X	Domos e necks de Fonólito
IT-39	X	X	X	Piroclástos
IT-40				Piroclasto de nefelinito
IT-41	X	X	X	Piroclasto de fonólito
IT-42				Tufos analcita ankaratrito
IT-43				Tufos analcita ankaratrito
IT-44			X	fonólito
IT-45	X		X	Domos e necks de Fonólito
IT-46	X	X	X	Dique não identificado
IT-47	X		X	Domos e necks de Fonólito
IT-48-B	X		X	Dique não identificado
IT-49	X		X	tannbuschito
IT-50A	X		X	Dique não

				identificado
IT-50B				Dique não identificado
IT-51A			X	Piroclásto
IT-51B				nefelinito
IT-52	X		X	Fonólito
IT-53	X	X	X	Fonólito
IT-54	X	X	X	Fonólito