

ELISA ELENA DE SOUZA SANTOS

**MAPEAMENTO GEOLÓGICO DE DETALHE DA ILHA
COMPRIDA COM UTILIZAÇÃO DE NOVAS GEOTECNOLOGIAS,
ARQUIPÉLAGO DAS ILHAS CAGARRAS, RIO DE JANEIRO – RJ**

**Trabalho Final de Curso
(Geologia)**

Rio de Janeiro
2017



UFRJ

Elisa Elena de Souza Santos

**MAPEAMENTO GEOLÓGICO DE DETALHE DA ILHA COMPRIDA COM
UTILIZAÇÃO DE NOVAS GEOTECNOLOGIAS, ARQUIPÉLAGO DAS ILHAS
CAGARRAS, RIO DE JANEIRO – RJ**

Trabalho Final de Curso de Graduação
em Geologia do Instituto de Geociências,
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ,
apresentado como requisito necessário para
obtenção do grau de Geóloga.

Orientadores:

D. Sc. José Carlos Sícoli Seoane

M. Sc. Jhone Caetano de Araújo

Rio de Janeiro

Janeiro de 2017

SANTOS, Elisa Elena de Souza

Mapeamento Geológico de detalhe da Ilha Comprida com utilização de Novas Geotecnologias, Arquipélago das Ilhas Cagarras, Rio de Janeiro – RJ / Elisa Elena de Souza Santos - Rio de Janeiro: UFRJ / IGEO, 2017.

59 p.: il.; 30cm

Trabalho Final de Curso (Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, 2017.

Orientadores: D. Sc. José Carlos Sícoli Seoane e M. Sc. Jhone Caetano de Araújo.

1. Geologia. 2. Setor de Geologia Geral – Trabalho de Conclusão de Curso. I. D. Sc. José Carlos Sícoli Seoane. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia. III. Título.

Elisa Elena de Souza Santos

**MAPEAMENTO GEOLÓGICO DE DETALHE DA ILHA COMPRIDA COM
UTILIZAÇÃO DE NOVAS GEOTECNOLOGIAS, ARQUIPÉLAGO DAS ILHAS
CAGARRAS, RIO DE JANEIRO – RJ**

Trabalho Final de Curso de Graduação
em Geologia do Instituto de Geociências,
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ,
apresentado como requisito necessário para
obtenção do grau de Geóloga.

Orientadores:

D. Sc. José Carlos Sícoli Seoane UFRJ

M. Sc. Jhone Caetano de Araújo

Aprovada em: ___/___/___

Por:

Orientador: D. Sc. José Carlos Sícoli Seoane (UFRJ)

Orientador: M. Sc. Jhone Caetano de Araújo (PPGL - UFRJ)

D. Sc. Kátia Leite Mansur (UFRJ)

M. Sc. Alessandra Inohã de Abreu Sivertsen Kwamme (PPGL - UFRJ)

UFRJ

Rio de Janeiro

2017

Dedico este trabalho à minha mãe, meu amor, Denise Lopes, por incentivar meus passos, compreender meus tropeços, reconhecendo e valorizando cada conquista da minha existência. E à minha irmã, Maria Rita, pelo amor exalado além de qualquer senão. Por ser a semelhança e a diferença que me conforta e fortalece.

Agradecimentos

Agradeço ao orientador e amigo D.Sc. José Carlos Sícoli Seoane pela instrução, apoio e paciência durante a realização deste trabalho.

Ao orientador e companheiro Jhone Caetano de Araújo por todo apoio e orientação, durante todas as etapas deste trabalho.

Ao projeto Ilhas do Rio, patrocinado pelo programa Petrobras Ambiental, pela oportunidade e por todo o suporte logístico e material proporcionados.

À UFRJ pela bolsa PIBIC de fomento à pesquisa, fundamental para a execução deste trabalho.

Ao prof. Dr. Ciro Ávila do DGP-MN-UFRJ pelas lâminas fornecidas.

À Digital Globe, na pessoa do Tata Lacale, pela imagem GeoEye-1 cedida.

A todos os professores do Departamento de Geologia da UFRJ pela incrível missão que é a difusão do conhecimento geológico.

A todos os funcionários e terceirizados do CCMN.

E sobretudo à banca examinadora pela colaboração com este trabalho.

“Use o SEU TEMPO no TEMPO certo para não sentir que PERDEU TEMPO.
Às vezes se está GANHANDO TEMPO para usar com a experiência.”
- Denise Lopes 1996

Resumo

SANTOS, Elisa Elena de S. **Mapeamento Geológico de detalhe da Ilha Comprida com utilização de Novas Geotecnologias, Arquipélago das Ilhas Cagarras, Rio de Janeiro – RJ.** 2017. Trabalho Final de Curso (Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

A Ilha Comprida integra o Monumento Natural do Arquipélago das Ilhas Cagarras (MoNa Cagarras), no Rio de Janeiro, situado 4km a sul da costa. Trabalhos anteriores, em escala regional, classificam as rochas presentes na ilha como pertencentes à unidade litoestratigráfica Suíte Rio de Janeiro (SRJ), no contexto geológico do Domínio Costeiro do Terreno Oriental, onde teria se instalado o arco magmático da Faixa Ribeira. Segundo os domínios morfoestruturais definidos para o estado do Rio de Janeiro, o arquipélago está inserido na Unidade de Maciços Costeiros da região do Rift da Guanabara. O mapa geológico em escala de detalhe se faz necessário para compor o plano de manejo do MoNa. A metodologia de mapeamento geológico empregada neste trabalho difere da tradicional pelo uso de novas geotecnologias como a caderneta eletrônica SIGMA incorporada ao ArcGIS, instalados no *tablet* robusto Motion. Para a base do mapeamento foi utilizado o mosaico de ortofotos da cidade do Rio de Janeiro disponibilizado pelo IPP, além de imagem de satélite GeoEye-1 cedida pela Digital Globe. A caderneta SIGMA facilitou a coleta, armazenamento e manipulação dos dados em campo, otimizando o trabalho de mapeamento. Através desse sistema foram cartografados cinco litotipos: i) biotita gnaisse porfirítico; ii) leucogranito porfirítico; iii) biotita gnaisse fino; iv) granito fino e v) pegmatitos. As idades relativas foram definidas a partir das relações de contato observadas em campo, na ordem como são aqui apresentadas. A unidade basal possui composição mineralógica semelhante ao gnaisse facoidal da SRJ. As outras quatro unidades sobrejacentes apresentam composição mineralógica e textural semelhantes às rochas da unidade Granito Pedra Branca da Suíte Suruí, que também afloram na zona oeste do litoral do Rio de Janeiro. Compõem os resultados deste trabalho um mapa geológico na escala 1:2.500, a descrição dos litotipos aflorantes, um acervo de amostras representativas de cada unidade mapeada e lâminas delgadas. O SIG produzido contendo todos os dados gerados serve como ferramenta multidisciplinar de análise espacial. A sua estrutura permite não somente a entrada de novos dados, como também atualizações futuras.

Palavras-chave: geoprocessamento; SIGMA Mobile; Suíte Rio de Janeiro

Abstract

SANTOS, Elisa Elena de S. **Detailed geological mapping of the Comprida Island applying new geotechnologies, Cagarras Islands, Rio de Janeiro – RJ.** 2017. Final Project of the Geology course – Geology Department, Geosciences Institute, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Comprida island is part of the Cagarras Islands Natural Monument (MoNa Cagarras), located 4km south from the coast. Previous studies, all elaborated in regional scale, classify the rocks present in the island as the Rio de Janeiro Suite (SRJ) lithostatigraphic unity, located in the geological context of the Costal Domain of the Oriental Terrain, where the magmatic arc of the Ribeira belt was emplaced. As for the defined morphostructural domains known for the state of Rio de Janeiro, the islands are part of the Costal Range Unity, in the region of the Guanabara Rift. The detail-scale geological map will be an important part of the MoNa management plan. The mapping methodology applied in this study differs of the tradicional by the use of new geotecnologies as the rugged Motion tablet, with SIGMA Mobile eletronic notebook incorporated into ArcGIS, running in the tablet. A Rio de Janeiro mosaic of available IPP orthophotos, and a GeoEye-1 satellite image provided by Digital Globe were used as base maps. The SIGMA eletronic notebook facilitated the collection, storage and handling of data during field campaigns, optimizing the mapping activity. Five lithotypes were cartographed, with relative ages defined in field work by observed cross-cutting contacts, in order: i) Porphyritic Biotite Gneiss; ii) Fine Grained Biotite Gneiss; iii) Porphyritic Leucogranite; iv) Fine Grained Granite; and v) Pegmatites vein and dikes. The basal unity mineralogical composition resembles SRJ augen gneiss. The other four overlying unities present mineralogic and textural composition similar to the Pedra Branca Granite from the Suruí Suite, that also outcrops in the west coastal zone of Rio de Janeiro. Results are the geologic map in 1:2.500 scale, the description of the outcrops lithotypes, and a collection of representative samples and respective thin sections of each mapped unity. The produced GIS and the genereted data serves as a multidisciplinary tool for spacial analysis. The structure not only allows the income of new data, but further updating.

Keywords: GIS; SIGMA Mobile, Rio de Janeiro Suite

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Recorte de fotografia mostrando o MoNa Cagarras (topo), Ipanema e Lagoa Rodrigo de Freitas (embaixo), ilustrando a proximidade do MoNa com a costa. Foto: Flávio Veloso.(https://www.flickr.com).....	1
Figura 2 – A e B: Localização regional da área de estudo; C: Imagem GeoEye-1 da área do MoNa Cagarras com destaque para a Ilha Comprida. Fonte: Araújo <i>et al.</i> (2015).....	2
Figura 3 - Cinturão Ribeira com destaque para a porção meridional. 1 Cobertura Fanerozóica; 2-4 Unidades do Cinturão Ribeira; 2 Terreno Apiaí 3 Margem retrabalhada do Cráton São Francisco e 4 terrenos relacionados a arcos; 5 Cinturão Brasília; 6 Grupo Bambuí; 7 Embasamento exposto dos Crátons São Francisco (SFC) e Luiz Alves (LA). (Fonte: Heilbron <i>et al.</i> ,2017).....	4
Figura 4 - Seção da Faixa Ribeira. Terreno Ocidental (1-6): 1 a 3 - Megassequência Andrelândia nos domínios Autóctone, Andrelândia e Juiz de Fora; 4 a 6 – Associações do embasamento (Complexos Barbacena, Mantiqueira e Juiz de Fora); Klippe Paraíba do Sul (7-8): 7 – Grupo Paraíba do Sul; 8 – Complexo Quirino; Terreno Oriental (9-13): 9 – Sequência Cambuci; 10 – Sequência Italva; 11 – Sequência Costeiro; 12 – Arco Magmático Rio Negro; 13 – Granitos Colisionais; Terreno Cabo Frio (14-15): 14 – Sequências Búzios e Palmital; 15 – Complexo Região dos Lagos. (Trouw <i>et al.</i> , 2000).....	5
Figura 5 - Mapa geológico, seção geológica e recorte da legenda das unidades suítes Rio de Janeiro e Suruí adaptados da Folha Baía de Guanabara 1:100.000 de Valeriano <i>et al.</i> (2009).....	7
Figura 6 - <i>Tablet</i> robusto de campo Motion F5t com a interface do ArcMap e a extensão SIGMA Mobile ativa e imagem GeoEye-1 com enquadramento na Ilha Comprida. Foto: Jhone Araújo 12/11/2015	8
Figura 7– Captura de tela do SIGMA. Tela principal com caixas de texto para descrição do local e botões para as funções comentários, observações geológicas, estruturais, desenhos, fotos e amostras. Fonte: Araújo, 2015.	10
Figura 8 - Fotografia dos pesquisadores durante o desembarque na ilha. Foto: Jhone Araújo.12	
Figura 9- Fotografia dos pesquisadores utilizando a caderneta eletrônica SIGMA no <i>tablet</i> robusto Motion F5t. Foto: Jhone Araújo.	13
Figura 10 – Captura de tela do software ArcMap edição dos polígonos.....	14

Figura 11 - Mapa de pontos com imagem GeoEye-1.....	15
Figura 12 - Mapa geológico com imagem GeoEye-1.....	16
Figura 13 - Afloramento de biotita gnaiss porfirítico exibindo foliação dobrada e cortada por com veios pegmatíticos.....	18
Figura 14 - Aspecto geral de afloramento de biotita gnaiss porfirítico, cortado por veio pegmatítico truncando a foliação principal.....	19
Figura 15 - Desenho sobre fotografia realizado em campo no SIGMA destacando interpretação dos contatos entre o gnaiss facoidal com veios intercalados concordantes com a foliação (preto); o granito fino (verde) intrudindo no gnaiss facoidal e veio pegmatítico, com direção 60-240 (vermelho).	19
Figura 16 - Detalhe do contato entre o biotita gnaiss porfirítico e o granito fino, ambos cortados por veio pegmatítico.....	20
Figura 17 - Fotomicrografia da lâmina PICO16-B, porção da matriz da unidade biotita gnaiss porfirítico. Observa-se cristais prismáticos e hipidiomórficos de biotita, cristais hipidiomórficos de plagioclásio, e cristais xenomórficos de quartzo, constituindo a mineralogia essencial. (a) Nicóis paralelos, (b) Nicóis cruzados.	20
Figura 18 - Fotomicrografia da lâmina PICO16-B, da porção da matriz do biotita gnaiss porfirítico, mostrando cristal de mica branca. Nicóis paralelos (à esquerda), Nicóis cruzados(à direita).	21
Figura 19 - Fotomicrografia da lâmina PICO-16-B, porção da matriz, mostrando cristais prismáticos idiomórficos de biotita, e cristais hipidiomórficos de plagioclásio. Observa-se sericitização do plagioclásio devido à alteração intempérica. (a) Nicóis paralelos, (b) Nicóis cruzados.....	21
Figura 20 - Mosaico de ortofotos 2013 com destaque para a porção NE da ilha (acima), onde ocorre a estrutura de estrangulamento, ao longo da unidade biotita gnaiss fino, destacada pelo tracejado na imagem (abaixo). Fonte: IPP.	22
Figura 21 - Foto panorâmica da parte NE da Ilha Comprida. Observa-se o vale ou estrangulamento da ilha, formado a partir da erosão diferenciada ocorrida na unidade biotita gnaiss fino devido à sua composição rica em biotita o que lhe confere menor resistência ao intemperismo, em relação à unidade Biotita gnaiss porfirítico adjacente. Foto: Jhone Araújo.	23
Figura 22 - Porção mais espessa do corpo de biotita gnaiss fino. Observa-se alternância entre porções máficas ricas em biotita e félsicas, compostas por granito equigranular grosso. Foto: Jhone Araújo.	23

- Figura 23 - Detalhe do contato entre o biotita gnaisse fino e o leucogranito equigranular grosso. Observa-se que o granito parece englobar uma lente concentrada em biotita, que o contato com a porção máfica é irregular, além de ocorrerem fenocristais de feldspato nessa porção máfica.24
- Figura 24 - Detalhe de magnetita apresentando iridescência, que ocorre no PICO-11, na porção leucocrática da unidade biotita gnaisse fino.24
- Figura 25 - Amostra coletada no ponto PICO-10, da qual foram confeccionadas três lâminas petrográficas, CIRO-A, CIRO-B e CIRO-C, do biotita gnaisse fino, do contato e do leucogranito equigranular grosso.....25
- Figura 26 - Fotomicrografia da lâmina PICO-10, sob nicóis cruzados, mostrando a foliação insipiente, definida pela orientação dos cristais prismáticos de biotita, na porção direita da figura.26
- Figura 27 - Fotomicrografia de lâmina delgada PICO-21, apresentando a textura lepidoblástica, marcada pela orientação dos cristais de biotita. Nicóis cruzados.....26
- Figura 28 - Fotomicrografia da lâmina CIRO-B, sob nicóis cruzados. Observa-se cristais hipidiomórficos de 3 mm de biotita e plagioclásio com inclusões de apatita.27
- Figura 29 - Costão rochoso na porção NE da Ilha Comprida, no ponto PICO-18. Observa-se o aspecto geral da unidade leucogranito com textura porfirítica evidente.28
- Figura 30 - Aspecto megascópico do leucogranito porfirítico, do ponto PICO20. Observa-se a coloração rosada clara típica desta unidade, conferida pela abundante presença dos pórfiros de K-feldspato.28
- Figura 31 - Afloramento de Biotita gnaisse porfirítico, de cor acinzentada, intrudido pelo leucogranito porfirítico, de cor rosada. Esta relação de contato suporta a interpretação de que o leucogranito é mais novo que o biotita gnaisse.....29
- Figura 32 - Fotomicrografia do leucogranito porfirítico, do ponto PICO16. Observa-se abundante presença de cristais de microclina, e a presença pouco expressiva de biotita, a fase mineral máfica dessa rocha, que constitui cerca de 10% da matriz. (a) Nicóis paralelos, (b) Nicóis cruzados.....30
- Figura 33 - Aspecto geral do afloramento, no PICO-15, da unidade biotita gnaisse porfirítico cortado por diques de granito fino, destacados por linha tracejada.30
- Figura 34 - Bolsão de granito fino em contato com o biotita gnaisse porfirítico, no PICO 16. Pesquisador de escala com os pés no contato onde ocorrem veios pegmatíticos.....31

- Figura 35 - Fotografia de afloramento em planta mostrando o granito fino cortando o biotita gnaisse porfirítico (gnaisse facoidal), com presença de xenólito deste evidenciando que o granito fino é mais novo que o gnaisse facoidal.31
- Figura 36 - Fotomicrografia da lâmina PICO-25, mostrando a textura do granito fino constituído essencialmente por microclina, plagioclásio, quartzo e biotita. Notar sericita indicada por traço vermelho na imagem b. (a) Nicóis paralelos; (b) Nicóis cruzados. 32
- Figura 37 - Veios pegmatíticos cortando o gnaisse facoidal.33
- Figura 38 - Mineralogia essencial da unidade pegmatito: quartzo (qtz em verde), k-feldspato (kfs em preto) e biotita (bt em vermelho). Observa-se que o cristal de k-feldspato chega a aproximadamente 6 cm. 33
- Figura 39 - Afloramento do gnaisse facoidal apresentando foliação dobrada.34
- Figura 40 - Afloramento com dobras apertadas a isoclinais geradas pela fase Dn+1. 34
- Figura 41 - Estereograma representando nove medidas de polos da foliação do gnaisse facoidal (gerado no OpenStereo).35
- Figura 42 - Fotografia do biotita gnaisse fino com foliação 220/44°. Foto: Jhone Araújo. 35
- Figura 43 - Ortofoto com recorte da porção central da Ilha Comprida, evidenciando a zona fraturada. 36
- Figura 44 - Estereograma representando 5 medidas de polo de fraturas.37

ÍNDICE DE GRÁFICO

- Gráfico 1 - Gráfico tipo pizza mostrando as porcentagens de cada unidade da área mapeada. Observa-se que a unidade Biotita gnaisse porfírico é a mais abundante, ocupando quase 63% da área mapeada, enquanto as menos abundantes são as unidades Biotita gnaisse fino e pegmatito, ocupando menos de 5% da área mapeada..... 17

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Localização	2
1.2 Objetivo e finalidade	3
2. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	4
2.1 Faixa Ribeira.....	4
2.2 Terreno oriental.....	5
2.3 Domínio Costeiro	6
2.4 Suíte Rio de Janeiro.....	6
2.5 Suíte Suruí.....	7
3. METODOLOGIA.....	8
3.1 Materiais.....	8
3.2 SIGMA - System for Integrated Geoscience MAPPING (BGS - British Geological Survey).....	10
3.3 Logística.....	11
3.4 Trabalho de campo	13
3.5 Processamento dos dados de campo e mapa geológico	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1 Mapa geológico	15
4.2 Unidades de Mapeamento.....	17
4.2.1 Biotita gnaisse porfírico (gnaisse facoidal)	18
4.2.2 Biotita gnaisse fino.....	21
4.2.3 Leucogranito Porfírico	27
4.2.4 Granito fino	30
4.2.5 Pegmatito	32
4.3 Geologia estrutural.....	34
5. CONCLUSÃO.....	38
5.1 Geologia	38
5.2 SIGMA.....	38
5.3 Aspectos logísticos	39
6. BIBLIOGRAFIA	40
7. WEBGRAFIA	43
ANEXO - MAPA GEOLÓGICO 1:2.500 ILHA COMPRIDA, MONA CAGARRAS - RJ	44

1. INTRODUÇÃO

O Monumento Natural do Arquipélago das Ilhas Cagarras (MoNa Cagarras) foi criado com a finalidade de preservar remanescentes do ecossistema insular do domínio da Mata Atlântica, belezas cênicas, refúgio e área de ninhais de aves marinhas migratórias (Lei nº 12.229, de 13 de abril de 2010). O MoNa Cagarras é a primeira unidade de conservação (UC) marinha de proteção integral do Rio de Janeiro. E dentro do contexto de pesquisas em áreas protegidas, as atividades realizadas devem subsidiar e estar de acordo com as diretrizes do plano de manejo, previstas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC).

Embora o Arquipélago das Cagarras esteja localizado próximo à costa (figura 1) e com frequente visitação turística, poucos trabalhos foram realizados na área. Com destaque para a Folha Baía de Guanabara 1:100.000 que o classifica como pertencente à Suíte Rio de Janeiro (Valeriano *et al.*, 2012), porém não atende às necessidades de gestão do MoNa pela ausência de detalhamento das litologias presentes nas ilhas (Moraes & Seoane, 2013).



Figura 1 - Recorte de fotografia mostrando o MoNa Cagarras (topo), Ipanema e Lagoa Rodrigo de Freitas (embaixo), ilustrando a proximidade do MoNa com a costa. Foto: Flávio Veloso.(<https://www.flickr.com>)

Vista a importância do detalhamento, o laboratório de fotogeologia da UFRJ vem realizando trabalhos em parceria com o Projeto Ilhas do Rio, como o mapeamento geológico de detalhe da Ilha Comprida. Esse trabalho é feito com o objetivo de discriminar cada litotipo na escala 1:2.500, com o suporte da caderneta eletrônica de campo SIGMA Mobile, estando em sintonia com os avanços em mapeamento geológico apoiados nas novas geotecnologias. Como ferramenta de auxílio à elaboração do plano de manejo e consolidação da unidade de conservação, o mapa geológico com escala de detalhe enriquece a compreensão da paisagem.

Reconhecendo a importância do ecossistema insular, o Projeto Ilhas do Rio (PIR), patrocinado pela PETROBRAS, tem como objetivo gerar informações que auxiliem no processo de elaboração de propostas de ações de gestão e manejo do MoNa Cagarras (fonte: <http://maradentro.org.br/ilhasrj>).

1.1 Localização

Situada 5 km ao Sul da costa da cidade do Rio de Janeiro/RJ - Brasil, a Ilha Comprida integra o MoNa Cagarras (figura 2).

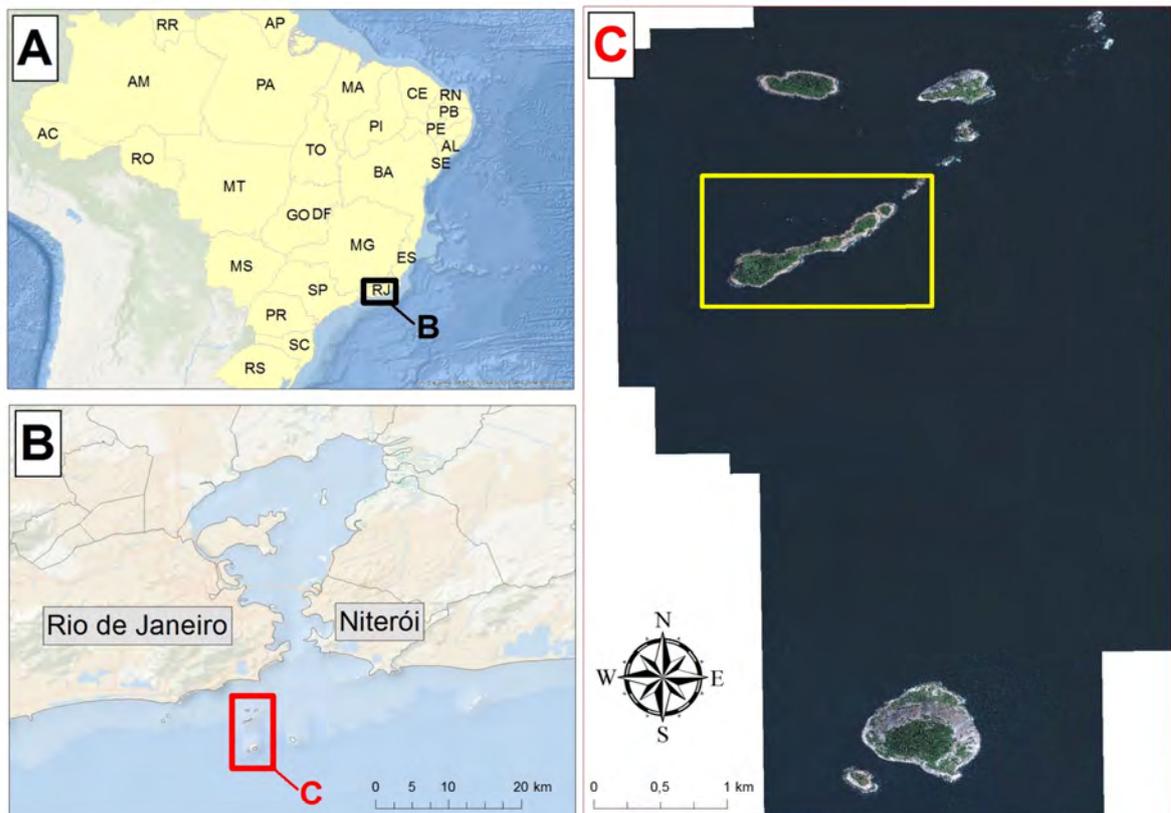


Figura 2 – A e B: Localização regional da área de estudo; C: Imagem GeoEye-1 da área do MoNa Cagarras com destaque para a Ilha Comprida. Fonte: Araújo *et al.* (2015)

Com área de 178.800 m², 1.268 m de comprimento, 253 m de largura e 40 m de altitude (Moraes e Seoane, 2013), a ilha se estende com direção SO-NE. A área de estudo está inserida na Folha Baía de Guanabara (escala 1:100.000, SF23-Z-B-IV) (Valeriano *et al.*, 2012).

1.2 Objetivo e finalidade

Este trabalho tem como objetivo geral produzir um mapa geológico de detalhe, escala 1:2.500, da Ilha Comprida com a utilização de novas geotecnologias em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Para alcançar o objetivo geral, foram realizados os seguintes objetivos específicos:

1. Utilização da caderneta eletrônica SIGMA Mobile para aquisição, organização, manipulação e descrição das unidades de mapeamento em campo e disponibilização ou publicação, no equipamento *tablet* Motion F5t (novas geotecnologias).
2. Confecção do mapa geológico de detalhe, na escala 1:2.500 em ambiente computacional através do *software* ArcGIS 10.2.1 (SIG).
3. Coleta de amostras e confecção de lâminas delgadas para a composição de inventário dos litotipos aflorantes na ilha.

Portanto, o SIG elaborado consiste em um banco de dados e em um inventário dos litotipos aflorantes na Ilha Comprida, constituído por amostras e lâminas delgadas, e que servirão como base para estudos futuros.

A finalidade deste trabalho foi integrar os dados geológicos a uma base de dados georreferenciados que serve como ferramenta de auxílio à elaboração do plano de manejo e consolidação da UC.

2. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

As rochas presentes na Ilha Comprida estão incluídas na unidade litoestratigráfica Suíte Rio de Janeiro (SRJ) e Suíte Suruí, que num contexto regional fazem parte do Domínio Costeiro pertencente ao Terreno Oriental da Faixa Ribeira (Valeriano *et al.*, 2012).

2.1 Faixa Ribeira

A Faixa Ribeira corresponde a um sistema orogênico que possui direção NE-SW e se estende por aproximadamente 1400 km na costa sudeste brasileira e possui cerca de 300 km de largura (Heilbron *et al.*, 2004; Trouw *et al.*, 2000; Valeriano *et al.*, 2012). Essa faixa foi formada a partir de sucessivos episódios colisionais que ocorreram a 620–605; 605–565; e 535–510 Ma (Heilbron *et al.*, 2017) e que resultou na formação do Supercontinente Gondwana (Valeriano *et al.*, 2012).

A Faixa Ribeira é limitada ao norte pela Faixa Araçuaí, a W-NW pela porção meridional do Cráton do São Francisco, a SW pela Faixa Brasília Meridional e a sul pelo Cráton de Luiz Alves (figura 3) (Heilbron *et al.*, 2004).

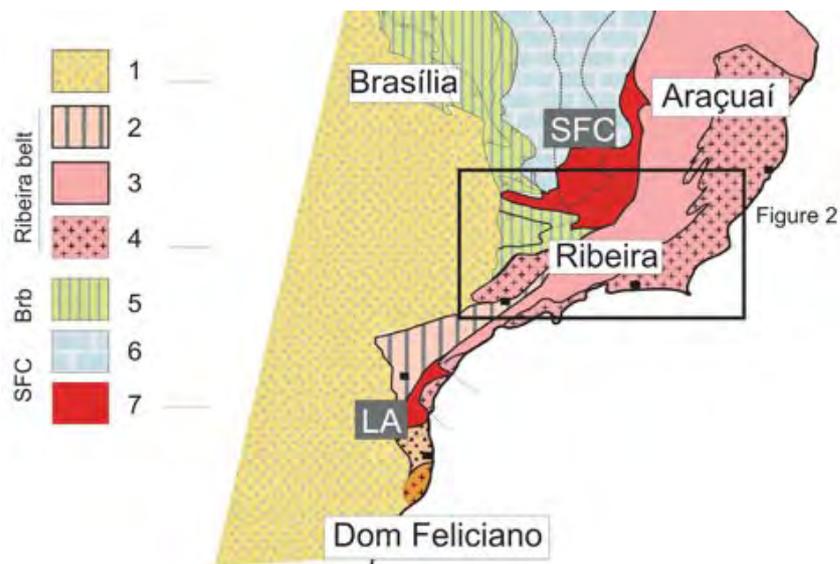


Figura 3 - Cinturão Ribeira com destaque para a porção meridional. 1 Cobertura Fanerozoica; 2-4 Unidades do Cinturão Ribeira; 2 Terreno Apiaí 3 Margem retrabalhada do Cráton São Francisco e 4 terrenos relacionados a arcos; 5 Cinturão Brasília; 6 Grupo Bambuí; 7 Embasamento exposto dos Crátons São Francisco (SFC) e Luiz Alves (LA). (Fonte: Heilbron *et al.*, 2017)

Ainda segundo Heilbron *et al.* (2004, 2017) a faixa Ribeira é subdividida em quatro terrenos tectono-estratigráficos distintos: Terreno Ocidental, Klippe Paraíba do Sul, Terreno Oriental e Terreno Cabo Frio, de leste para oeste respectivamente (Figura 04). Neste trabalho apenas o terreno oriental será abordado.

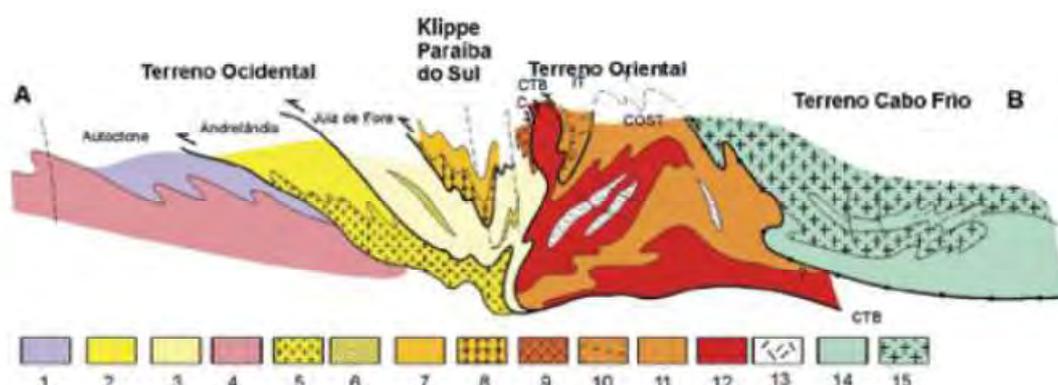


Figura 4 - Seção da Faixa Ribeira. Terreno Ocidental (1-6): 1 a 3 - Megassequência Andrelândia nos domínios Autóctone, Andrelândia e Juiz de Fora; 4 a 6 – Associações do embasamento (Complexos Barbacena, Mantiqueira e Juiz de Fora); Klippe Paraíba do Sul (7-8): 7 – Grupo Paraíba do Sul; 8 – Complexo Quirino; Terreno Oriental (9-13): 9 – Sequência Cambuci; 10 – Sequência Italva; 11 – Sequência Costeiro; 12 – Arco Magmático Rio Negro; 13 – Granitos Colisionais; Terreno Cabo Frio (14-15): 14 – Sequências Búzios e Palmital; 15 – Complexo Região dos Lagos. (Trouw *et al.*, 2000)

2.2 Terreno oriental

Segundo Heilbron *et al.* (2000, 2004 e 2008) o terreno Oriental é constituído por: i) bacias de margem passivas com idades entre 1000 a 760 Ma representadas pelas unidades basais do grupo São Fidelis; ii) arcos magmáticos neoproterozoicos com idades entre 840 e 605 Ma representados pelos arcos juvenis a continental imaturo Rio Negro e Serra da Prata; iii) Bacias de margem ativa com idades variando entre 840 a 605 Ma, representadas pelas bacias São Fidelis, Italva e Búzios; iv) unidades sincolisional I e II com idades entre 605 a 565 Ma representadas por hornblenda /biotita granito metaluminosos, foliados e frequentemente porfíricos, por leucogranitos peraluminosos, rochas graníticas híbridas e granitos chanockíticos; v) unidades sincolisional III com idades entre 535 e 510 Ma representadas por rochas graníticas levemente foliadas e charnockitos; e vi) corpos pós-colisionais com idades entre 510 e 480 Ma representados por rochas graníticas, com dioritos subordinados, gabros e pegmatitos. O terreno oriental foi afetado por pelo menos dois eventos metamórficos na fácies anfíbolito alto e granulito.

2.3 Domínio Costeiro

O domínio costeiro é representado pelo Complexo Rio Negro que é constituído por paragneisses pelíticos intercalados com quartzitos e rochas calcissilicáticas, ortogneisses com afinidade calcialcalina, com composição variando desde tonalítica até granítica, com presença de enclaves de dioritos e gabros (Valeriano *et al.*, 2012).

Os dados geoquímicos e isotópicos de Sm–Nd sugerem que essa unidade evoluiu de um estágio juvenil, caracterizado pelas unidades tonalíticas e dioríticas, cálcio-alcalinas de médio-K e rochas toleíticas seguido por uma evolução progressiva para um arco continental maduro caracterizadas pelas unidades granodioríticas e graníticas cálcio-alcalinas de alto- K com assinatura de arco continental (Heilbron & Machado, 2003; Tupinambá *et al.* 2000).

2.4 Suíte Rio de Janeiro

Segundo Silva (1999) a Suíte Rio de Janeiro é caracterizada por granitoides foliados e ortogneisses que variam de metaluminosos a peraluminosos, de derivação crustal (granitos do tipo S) representada pelas fácies: i) Pão de Açúcar; ii) Corcovado e; iii) Cosme Velho. Essas unidades apresentam texturas megaporfiríticas recristalizadas, com augen de K-feldspatos que podem atingir até 10 cm de comprimento (Silva *et al.*, 2001).

Os granitos Pão de Açúcar e Corcovado constituem as principais fácies expostas na região metropolitana do Rio de Janeiro (figura 5) e correspondem a granitoides peraluminosos, do tipo-S, com composição modal rica em granada e duas micas (Silva *et al.*, 2001). Análises U-Pb SHRIMP dessa unidade forneceram idades de cristalização de 560 Ma (Silva 1999).

O leucogranito gnáissico Cosme Velho Corresponde a um biotita e biotita-muscovita leucogranito com granulação média a grossa e forte foliação tangencial (Silva *et al.*, 2001). Essas unidades são interpretadas como rochas pré-colisional, relativas ao evento sincolisional da Suíte Rio de Janeiro (Silva, 1999; Silva *et al.* 2001).

2.5 Suíte Suruí

A denominação Suíte Suruí agrupa granitos intrusivos na Faixa Ribeira, formados no estágio tardi-colisional, portanto caracteristicamente representados por rochas pouco ou não foliadas, do ponto de vista deformacional.

Segundo Valeriano *et al.* (2012), na folha Baía de Guanabara, os granitos tardi-colisionais da Suíte Suruí são representados pelo Granito Pedra Branca e pelo Granito Suruí propriamente dito, ambos com suas diversas fácies composicionais e texturais.

A Unidade Granito Pedra Branca foi primeiramente descrita por Porto Jr. & Valente, (1988) e revisada por Porto Jr. (1993). Trata-se de um litotipo tipicamente de caráter tardi- a pós-colisional, datado em 513 ± 5 Ma, pelo método U-Pb (LA-ICPMS) em zircão (Heilbron & Machado, 2003), representado por leucogranitos porfíricos com orientação planar ou linear de fluxo magmático, rico em megacristais de microclina peritítica que sobressaem em uma matriz de composição monzogranítica.

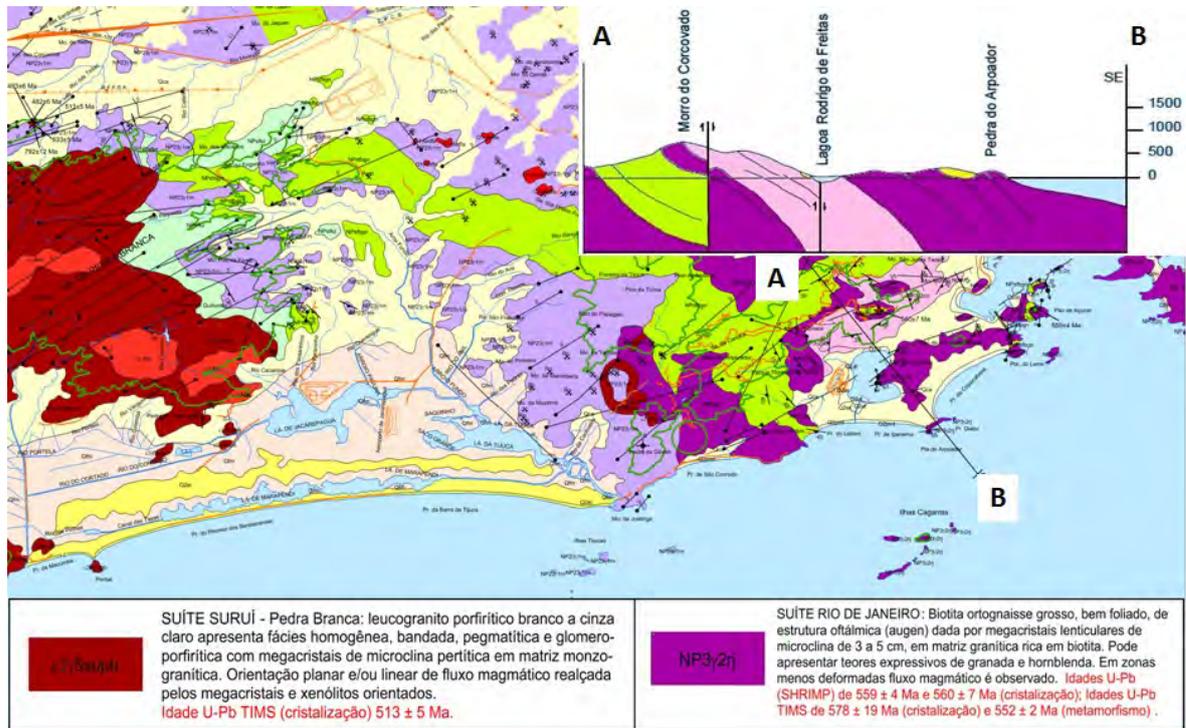


Figura 5 - Mapa geológico, seção geológica e recorte da legenda das unidades suítes Rio de Janeiro e Suruí adaptados da Folha Baía de Guanabara 1:100.000 de Valeriano *et al.* (2009).

3. METODOLOGIA

3.1 Materiais

Os materiais reunidos para este trabalho compreendem os documentos oriundos da pesquisa bibliográfica, compilação da base de dados, *softwares* de geoprocessamento, equipamentos de campo e lâminas delgadas.

Um dos principais materiais deste trabalho é a caderneta eletrônica de campo SIGMA Mobile que será detalhada no capítulo seguinte. Ela é instalada como extensão do *software* de geoprocessamento ArcGIS em *tablet* robusto de campo. Para tal, foi utilizado o Motion F5t Tablet PC Modelo CFT-003 tela de 10.4" em sistema operacional Windows 7 (64-Bits), com processador Intel® Core™ i5 3317U, 8GB de memória RAM, disco sólido SSD de 64GB, câmera de 3MP e GPS integrados (figura 6).

Quando equipado com uma bateria, pesa 1,5 kg, e tem autonomia de 3 horas. Por isso foram adquiridas mais duas baterias afim de prolongar a utilização do equipamento em campo. O mesmo possui bateria interna que sustenta a energia durante a troca das baterias.



Figura 6 - *Tablet* robusto de campo Motion F5t com a interface do ArcMap e a extensão SIGMA Mobile ativa e imagem GeoEye-1 com enquadramento na Ilha Comprida. Foto: Jhone Araújo 12/11/2015

A pesquisa bibliográfica realizada destacou os trabalhos de Valeriano *et al.* (2012) e Heilbron *et al.* (2017) sobre o tema geologia regional, e Araújo (2015) e Calazans (2015) sobre geoprocessamento.

A base de dados inicial para o geoprocessamento compreende os vetores da Folha Baía de Guanabara e imagem orbital GeoEye-1 com resolução espacial de 0,5 m, sistema de coordenadas planares UTM (Universal Transversa de Mercator) fuso 23 hemisfério Sul, datum WGS84 (World Geographical System 1984) e adquirida em 02/01/2013.

Para o trabalho de campo foi impresso em tamanho A0 (84,1 x 118,9 cm) como mapa base o mosaico de ortofotos da base online oferecida pelo IPP/Prefeitura do Rio de Janeiro (Instituto Pereira Passos).

Foram coletadas amostras das unidades significativas, as quais foram submetidas à laminação petrográfica confeccionadas no Departamento de Geologia e Paleontologia do Museu Nacional da UFRJ. As fotomicrografias digitais foram realizadas nas dependências do Departamento de Geologia da UFRJ na sala J2 - 029.

3.2 SIGMA - System for Integrated Geoscience MApping (BGS - British Geological Survey)

O SIGMA Mobile opera como extensão do *software* de geoprocessamento ArcGIS em *tablets* e laptops robustos com receptor GPS. Deve-se notar que a SIGMA Mobile é uma ferramenta em um fluxo de trabalho completo (ou caixa de ferramentas) de sistemas e técnicas digitais em geotecnologias para dados espaciais. Integram a caderneta: a compilação de base existente, a captura de dados de campo, a modelagem de dados, a interpretação e a publicação sustentadas por bases de dados georreferenciados (Jordan, 2009).

Na tela principal (figura 7), para cada ponto gerado, é feita uma breve descrição do local em uma caixa de texto e o par de coordenadas, reconhecido pelo GPS acoplado, é exibido abaixo. O sistema é modular com guias para vários temas ou domínios de dados geológicos, tais como observações do ponto geológico, leituras estruturais, comentários, desenhos, fotos e catálogo de amostras, utilizados nesse trabalho. Para detalhes sobre cada uma das janelas de opções e como preenchê-las, consultar Araújo (2015) e Santos *et al.* (2015).

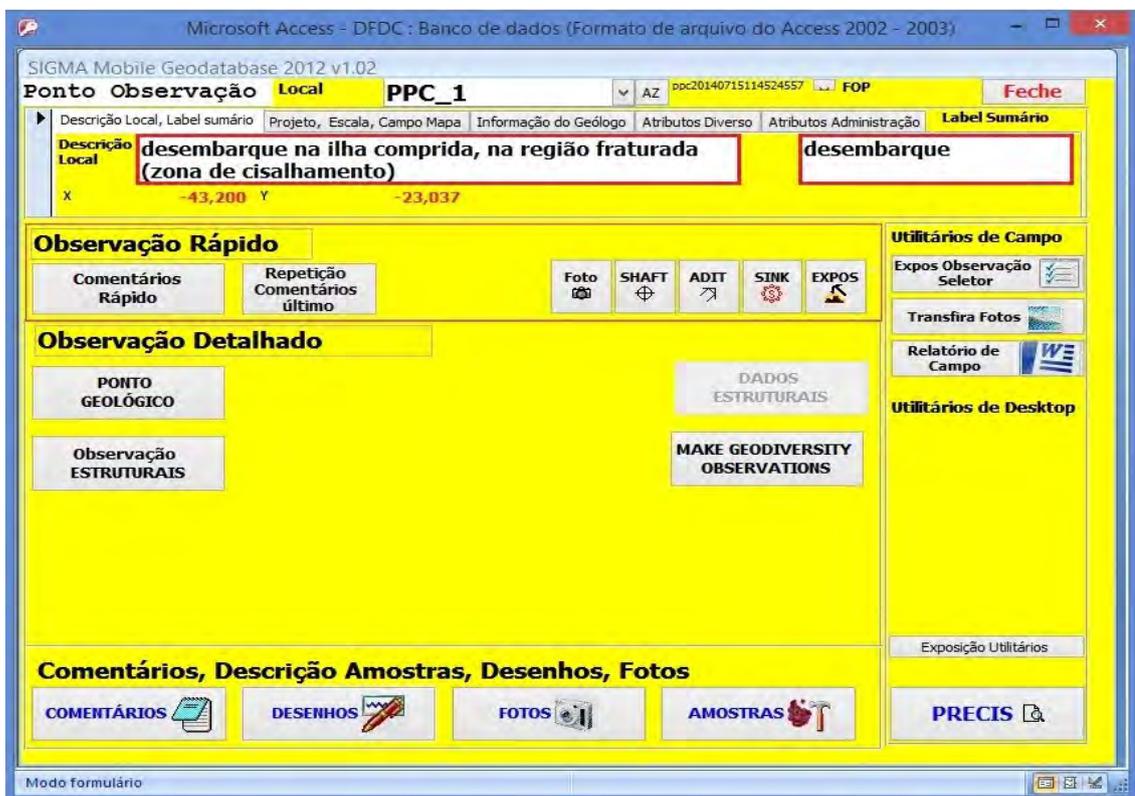


Figura 7– Captura de tela do SIGMA. Tela principal com caixas de texto para descrição do local e botões para as funções comentários, observações geológicas, estruturais, desenhos, fotos e amostras. Fonte: Araújo, 2015.

Antes da utilização da ferramenta em projetos de mapeamento é sugerido o treinamento com profissionais da BGS ou usuários mais experientes, o que não foi possível devido a não previsão de gastos dessa natureza no projeto e o pioneirismo na utilização da ferramenta no campo acadêmico em cenário nacional. O treinamento garante que cada geocientista esteja ciente das capacidades do sistema, sua aplicação de mapeamento particular, como preparar dados e cuidar do equipamento de computação. Utilizou-se então, como referência de aprendizado e aplicação, o manual do usuário que prevê as funções básicas e como utilizá-las (Bow, J *et al.*, 2013).

O SIGMA pode ser adquirido, de forma gratuita, no endereço eletrônico "<http://www.bgs.ac.uk/research/sigma/download.html>". Através de parceira do laboratório de fotogeologia da UFRJ com a Vale, foi possível a utilização de uma versão traduzida para o português.

3.3 Logística

São encontrados na cidade do Rio de Janeiro, três pontos de locação de embarcação para acesso à Ilha Comprida: a Colônia de Pescadores Z-13 em Copacabana, escolhido por este trabalho e financiado pelo PIR, a Marina da Glória e o Quadrado da Urca. O trajeto de Copacabana até a área de desembarque possui cerca de 5,5 km e duração aproximada de 20 minutos.

Visando a segurança das atividades de campo o PIR montou um formulário junto aos pesquisadores que deve ser preenchido a cada saída de campo com as informações da equipe que estará em campo e telefones de contato de pessoas próximas. Nele são encontrados os principais centros de atendimentos médicos para diversos tipos de picadas de animais peçonhentos e acidentes. O PIR também oferece EPIs - Equipamentos de Proteção Individual como protetor solar, bonés, pomadas, ataduras, protetor labial entre outros de suma importância em campo. A área de estudo recebe insolação intensa e não há fontes de água potável.

Não há infraestrutura de desembarque fazendo com que esta seja uma etapa bastante perigosa de subida no costão rochoso, repleto de crustáceos afiados e sob ação constante de ondas. Para diminuir os riscos de acidentes são utilizadas luvas e calçado fechado, não sendo aconselhado o uso de chinelos (figura 8). Os equipamentos de maior investimento financeiro foram transportados em mochila estanque, e os demais em caixa de isopor e cooler amarradas

por elástico a pranchas de surf como base flutuante. É importante destacar as inúmeras garrafas de água transportadas.

A programação das saídas de campo era definida a partir da identificação de uma janela de tempo bom, acerca das condições meteorológicas e oceanográficas. Para a previsão das condições foi utilizado o sítio "<https://www.windguru.cz/261810>", por indicação de profissionais da colônia de pescadores Z13.

De acordo com a instrução normativa nº 03/2014 do ICMBio para UCs, foi realizado o cadastro SISBio. Amostras foram coletadas de forma criteriosa e representativa, buscando minimizar prejuízos ao afloramento, e foram evitadas as áreas identificadas como sensíveis pelo conselho consultivo.



Figura 8 - Fotografia dos pesquisadores durante o desembarque na ilha. Foto: Jhone Araújo.

3.4 Trabalho de campo

Foram realizadas seis saídas de campo (sendo um pernoite) com a aplicação de duas metodologias de aquisição de dados, uma de mapeamento com utilização das funções do SIGMA Mobile (figura 9) e o mapeamento geológico tradicional com individualização dos litotipos em cores pintadas sobre o mapa base de campo impresso.

Os pontos de campo foram estabelecidos de modo a cobrir todos os diferentes tipos de rochas e os principais aspectos da estrutural identificados a partir da fotointerpretação de fotografias oriundas do banco de imagens do PIR e imagens de satélite.

Em campo foram realizadas anotações, fotos e croquis com *tablet* robusto de campo e também na caderneta tradicional analógica, máquina fotográfica e papel milimetrado. Amostras foram coletadas de forma criteriosa e representativa, buscando minimizar prejuízos ao afloramento, e foram evitadas as áreas identificadas como sensíveis pelo conselho consultivo além dos costões íngremes.



Figura 9- Fotografia dos pesquisadores utilizando a caderneta eletrônica SIGMA no *tablet* robusto Motion F5t.

Foto: Jhone Araújo.

3.5 Processamento dos dados de campo e mapa geológico

Nesta etapa metodológica, o mapa geológico, iniciado em campo, é revisado com a conclusão dos polígonos das áreas dos litotipos utilizando como referência o mapa impresso interpretado. Os contatos, as edições nas bases tabulares e a inserção dos trajetos percorridos em campo são realizados. As áreas mapeadas foram calculadas em área e porcentagem de ocorrência dos diferentes litotipos.

Na caderneta SIGMA são realizadas inspeções nos textos elaborados sob o estresse do campo, substituição de fotografias de baixa qualidade do *tablet* e edição de croquis. Também são incorporadas as descrições feitas na caderneta analógica.

No *software* OpenStereo foram gerados estereogramas a partir das medidas estruturais realizadas em campo.

Um projeto contendo toda a base de dados é organizado e o mapa geológico é realizado com a inserção de elementos cartográficos essenciais para compreensão e impressão, como: i) título; ii) legenda; iii) norte geográfico; iv) escala gráfica; v) malha de coordenadas; v) informações sobre o sistema de coordenadas.

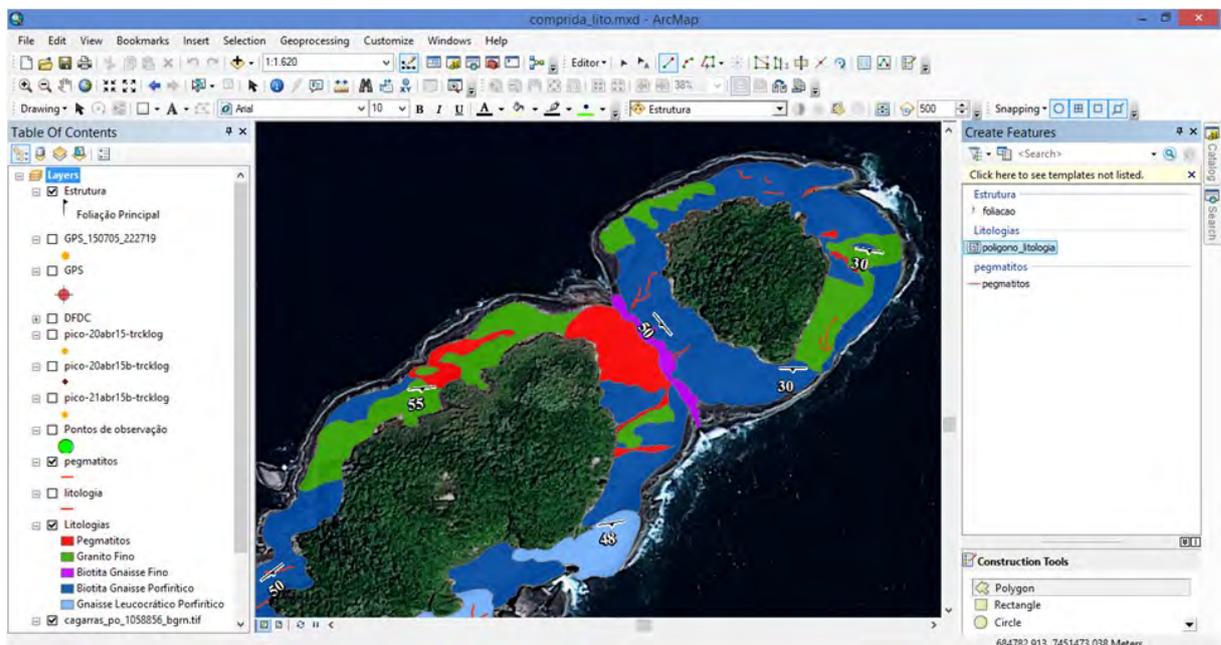


Figura 10 – Captura de tela do software ArcMap edição dos polígonos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Mapa geológico

Foi produzido um SIG contendo dois mapas, um de pontos (figura 11) e um geológico (figura 12) em escala 1:2.500 com as informações cadastradas no banco de dados do SIGMA Mobile.

O SIG gerado serve como ferramenta multidisciplinar de análise espacial. A sua estrutura permite não somente a entrada de novos dados, como também atualizações futuras. Tendo em vista o volume e a precisão cartográfica das informações nele contidas, o SIG serve de subsidio para a elaboração do plano de manejo, que vem sendo construído desde 2010, e tem função de instrumento para a gestão ambiental e consequente consolidação do MoNa.



Figura 11 - Mapa de pontos com imagem GeoEye-1.

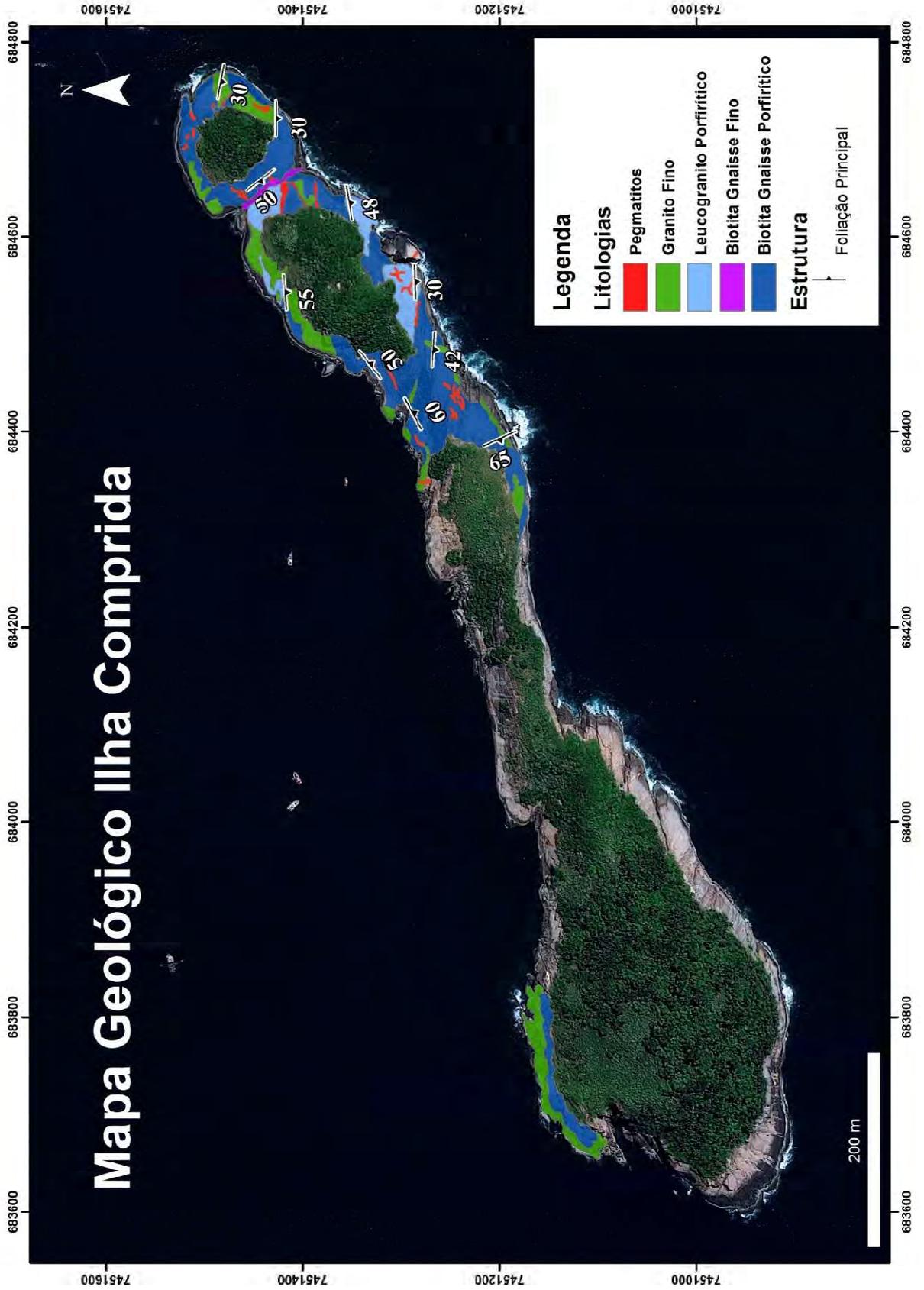


Figura 12 - Mapa geológico com imagem GeoEye-1.

4.2 Unidades de Mapeamento

Os afloramentos se apresentam na forma de lajedos e paredões de rocha fresca ao longo de todo o costão da Ilha Comprida. Foram reconhecidas cinco unidades de mapeamento, sendo a mais antiga interpretada como sendo relacionada à Suíte Rio de Janeiro e as outras mais novas associadas à Suíte Suruí, ambas descritas por Valeriano *et al.* (2012) e apresentadas nos subcapítulos seguintes.

4.2.1 – Biotita gnaisse porfirítico (gnaisse facoidal) – Suíte Rio de Janeiro

4.2.2 – Biotita gnaisse fino – Suíte Suruí

4.2.3 – Leucogranito porfirítico – Suíte Suruí

4.2.4 – Granito fino – Suíte Suruí

4.2.5 – Pegmatito – Suíte Suruí

A área total mapeada foi de 32.353 m², sendo o biotita gnaisse porfirítico o litotipo mais abundante com 20.332 m², seguido pelo granito fino com 7.340 m², e pelo leucogranito porfirítico com 3.942 m². Em menor abundância ocorrem o pegmatito com 357 m² e o biotita gnaisse fino com 383 m² (gráfico 1).

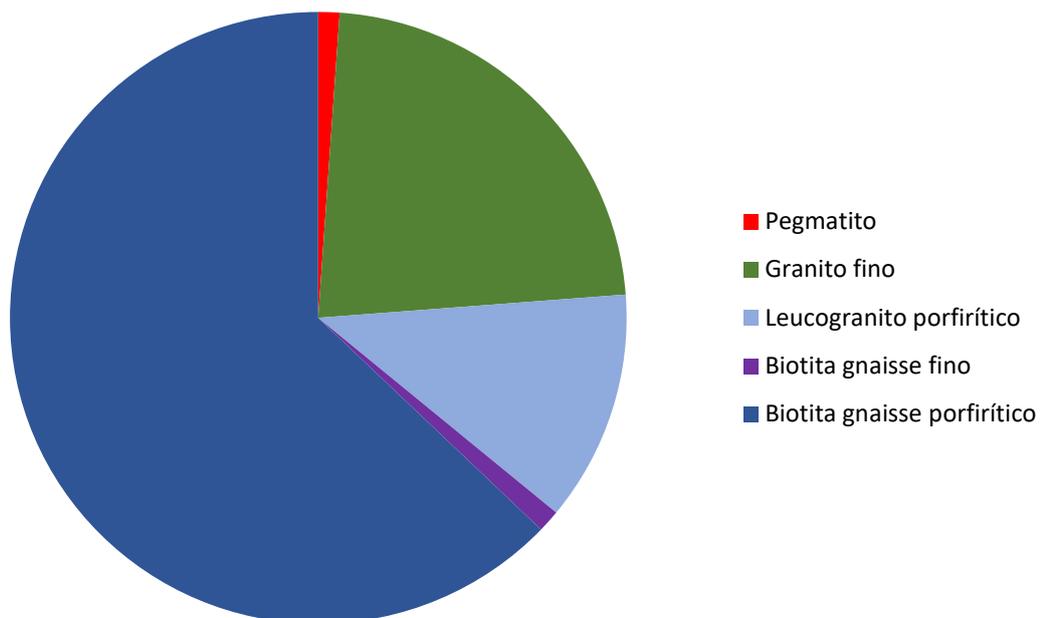


Gráfico 1 - Gráfico tipo pizza mostrando as porcentagens de cada unidade da área mapeada. Observa-se que a unidade Biotita gnaisse porfirítico é a mais abundante, ocupando quase 63% da área mapeada, enquanto as menos abundantes são as unidades Biotita gnaisse fino e pegmatito, ocupando menos de 5% da área mapeada.

4.2.1 Biotita gnaiss porfirítico (gnaisse facoidal)

Ocupando a maior parte da área mapeada, 62,84%, esta unidade aflora em quase toda a ilha. É representada por um ortognaiss inequigranular porfirítico de coloração cinza, que apresenta foliação, e por vezes intensa deformação, e é cortada por veios pegmatíticos de coloração rosada (figuras 13, 14 e 15) e diques de granito fino (figura 16). Apresenta mineralogia essencial composta por quartzo, K-feldspato e biotita, sendo que os fenocristais de K-feldspato, em formato augen quando muito deformado ou idiomórficos nas porções menos deformadas, chegam a 10 cm. A matriz é fina e inequigranular, composta por quartzo, biotita e plagioclásio. Porções de zonas máficas são observadas também (bandamento gnaissico).

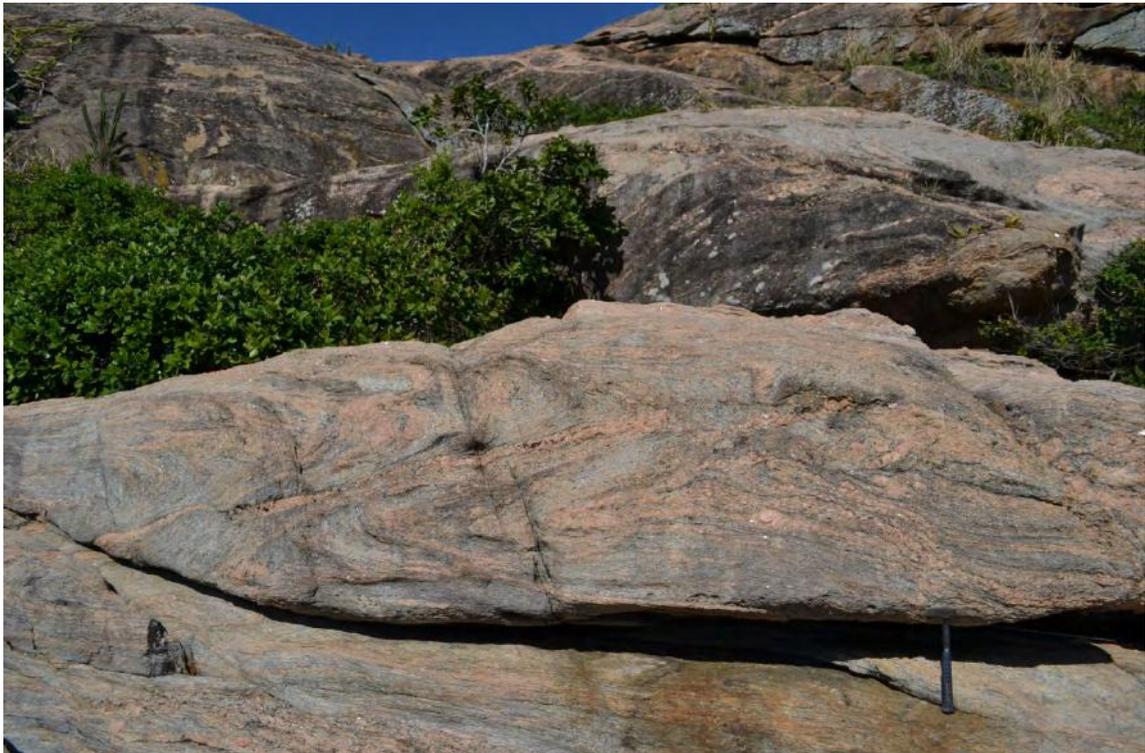


Figura 13 - Afloramento de biotita gnaiss porfirítico exibindo foliação dobrada e cortada por veios pegmatíticos.



Figura 14 - Aspecto geral de afloramento de biotita gnaiss porfirítico, cortado por veio pegmatítico truncando a foliação principal.



Figura 15 - Desenho sobre fotografia realizado em campo no SIGMA destacando interpretação dos contatos entre o gnaiss facoidal com veios intercalados concordantes com a foliação (preto); o granito fino (verde) intrudindo no gnaiss facoidal e veio pegmatítico, com direção 60-240 (vermelho).



Figura 16 - Detalhe do contato entre o biotita gnaisse porfírico e o granito fino, ambos cortados por veio pegmatítico.

Foi confeccionada apenas uma lâmina delgada dessa unidade, PICO-16-B. A mineralogia essencial é composta por k-feldspato como fenocristais, e plagioclásio, quartzo, biotita e mica branca na matriz (figuras 17 e 18). A mineralogia acessória é constituída por apatita, zircão e opacos. Os minerais secundários observados são: clorita, que ocorre nas bordas de cristais prismáticos de biotita, e sericita que ocorre substituindo o plagioclásio por alteração intempérica (figura 19).

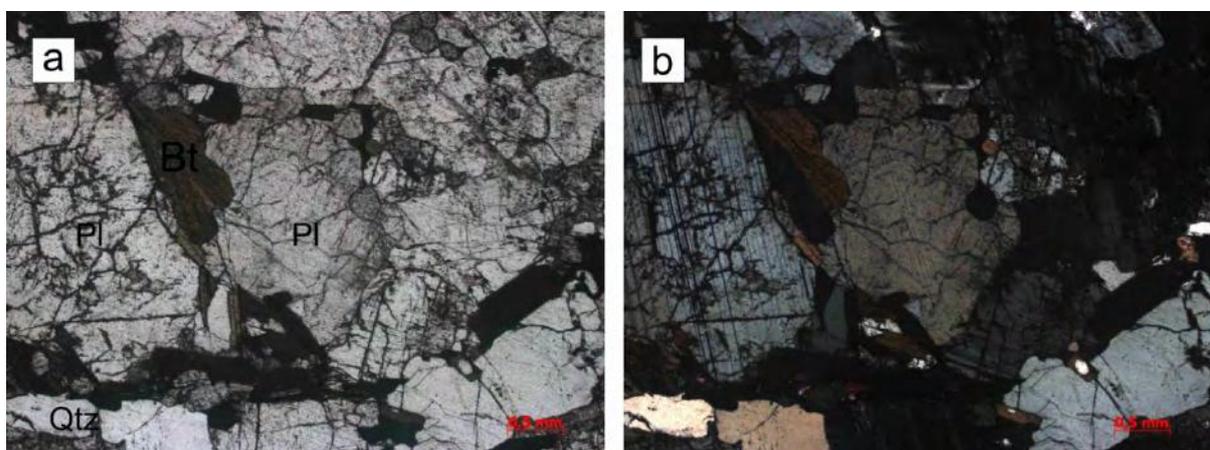


Figura 17 - Fotomicrografia da lâmina PICO16-B, porção da matriz da unidade biotita gnaisse porfírico. Observa-se cristais prismáticos e hipidiomórficos de biotita, cristais hipidiomórficos de plagioclásio, e cristais xenomórficos de quartzo, constituindo a mineralogia essencial. (a) Nicóis paralelos, (b) Nicóis cruzados.

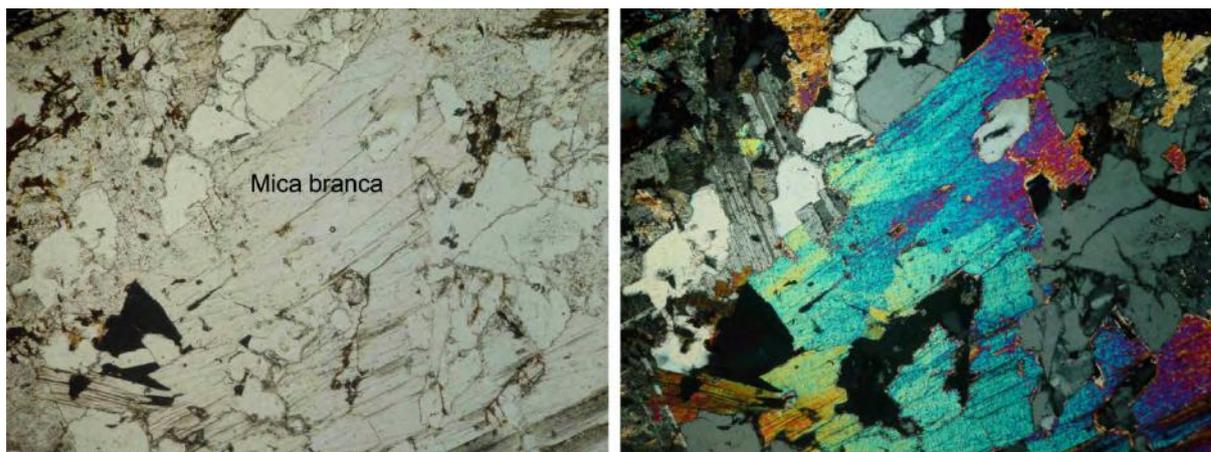


Figura 18 - Fotomicrografia da lâmina PICO16-B, da porção da matriz do biotita gnaiss porfiritico, mostrando cristal de mica branca. Nicóis paralelos (à esquerda), Nicóis cruzados(à direita).

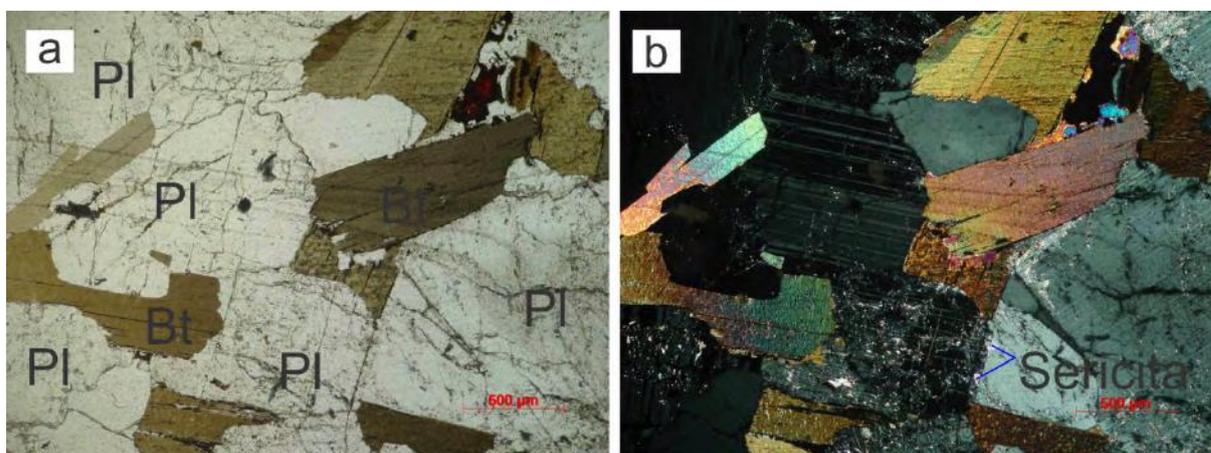


Figura 19 - Fotomicrografia da lâmina PICO-16-B, porção da matriz, mostrando cristais prismáticos idiomórficos de biotita, e cristais hipidiomórficos de plagioclásio. Observa-se sericitização do plagioclásio devido à alteração intempérica. (a) Nicóis paralelos, (b) Nicóis cruzados.

4.2.2 Biotita gnaiss fino

Esta unidade ocorre na parte nordeste da Ilha Comprida, com cerca de 2,5 metros de largura em média e 84 m de extensão no eixo NW-SE, sendo responsável pela configuração do relevo nesta área, na qual existe um pequeno vale, ou um estrangulamento da ilha (figuras 20 e 21). O litotipo trata-se de um biotita gnaiss fino, que ocorre interdigitado com um leucogranito equigranular grosso (figuras 22 e 23). Em campo não foi possível reconhecer o mineral máfico, e a fase mineral biotita foi reconhecida em observação petrográfica. Também a partir das observações petrográficas, que serão descritas mais adiante, foi possível propor interpretações a respeito desta complexa unidade.

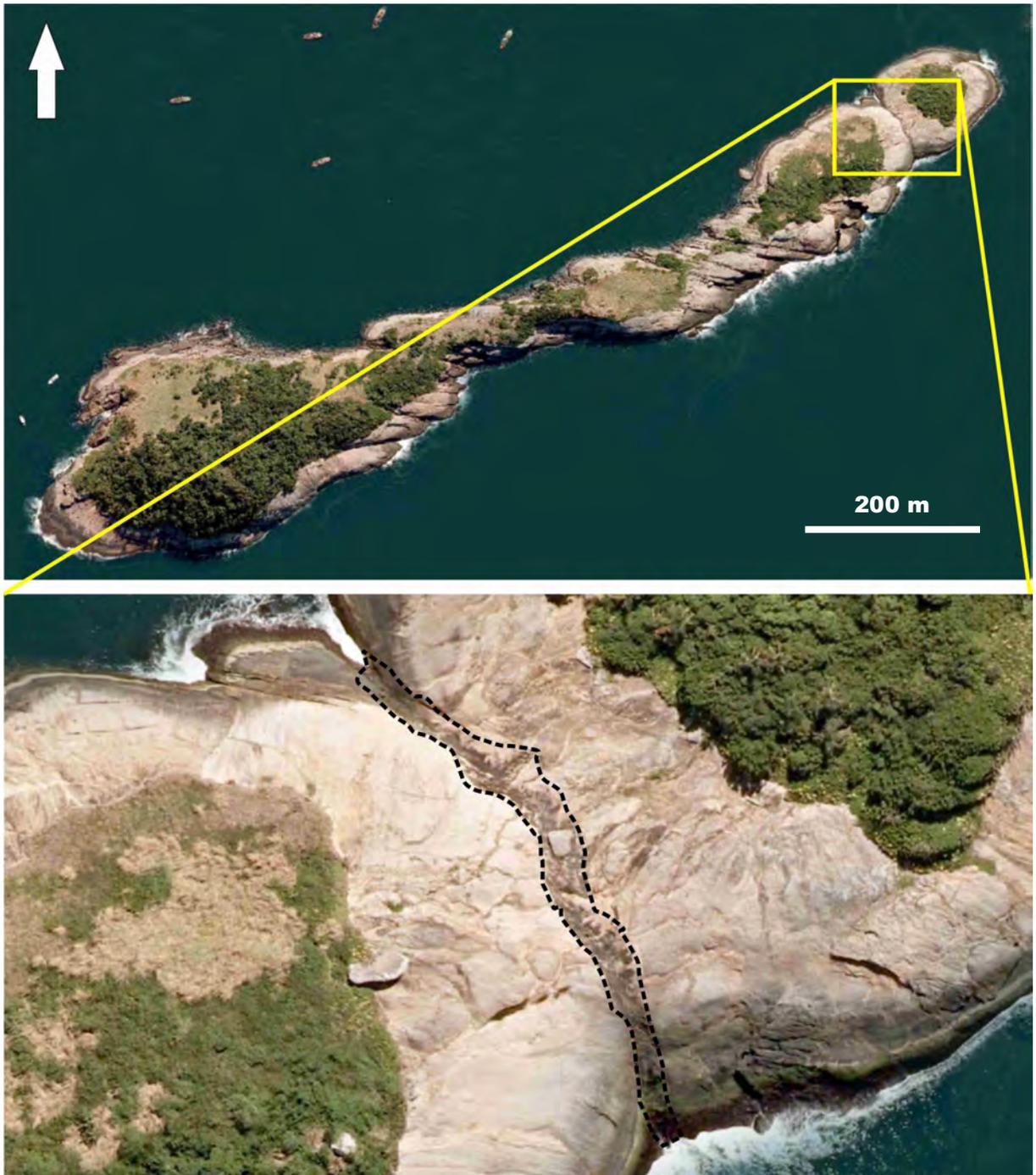


Figura 20 - Mosaico de ortofotos 2013 com destaque para a porção NE da ilha (acima), onde ocorre a estrutura de estrangulamento, ao longo da unidade biotita gnaisse fino, destacada pelo tracejado na imagem (abaixo).

Fonte: IPP.



Figura 21 - Foto panorâmica da parte NE da Ilha Comprida. Observa-se o vale ou estrangulamento da ilha, formado a partir da erosão diferenciada ocorrida na unidade biotita gnaissse fino devido à sua composição rica em biotita o que lhe confere menor resistência ao intemperismo, em relação à unidade Biotita gnaissse porfírico adjacente. Foto: Jhone Araújo.



Figura 22 - Porção mais espessa do corpo de biotita gnaissse fino. Observa-se alternância entre porções máficas ricas em biotita e fêlsicas, compostas por granito equigranular grosso. Foto: Jhone Araújo.

A porção mais espessa do corpo de biotita gnaissse fino chega até 8 m de espessura e apresenta lentes com grande concentração de biotita em granulação fina, e além de contato irregular e/ou interdigitado com um leucogranito equigranular grosso (figura 23).

A composição mineralógica da rocha é representada por plagioclásio, biotita, e magnetita, (figura 24).



Figura 23 - Detalhe do contato entre o biotita gnaiss fino e o leucogranito equigranular grosso. Observa-se que o granito parece englobar uma lente concentrada em biotita, que o contato com a porção máfica é irregular, além de ocorrerem fenocristais de feldspato nessa porção máfica.



Figura 24 - Detalhe de magnetita apresentando iridescência, que ocorre no PICO-11, na porção leucocrática da unidade biotita gnaiss fino.

Para compreender melhor a relação de contato entre o biotita gnaissse fino e o granito equigranular, foi coletada uma amostra em campo (figura 25) da qual foram confeccionadas três lâminas petrográficas, CIRO-A (biotita gnaissse fino), CIRO-B (contato) e CIRO-C (leucogranito equigranular grosso).

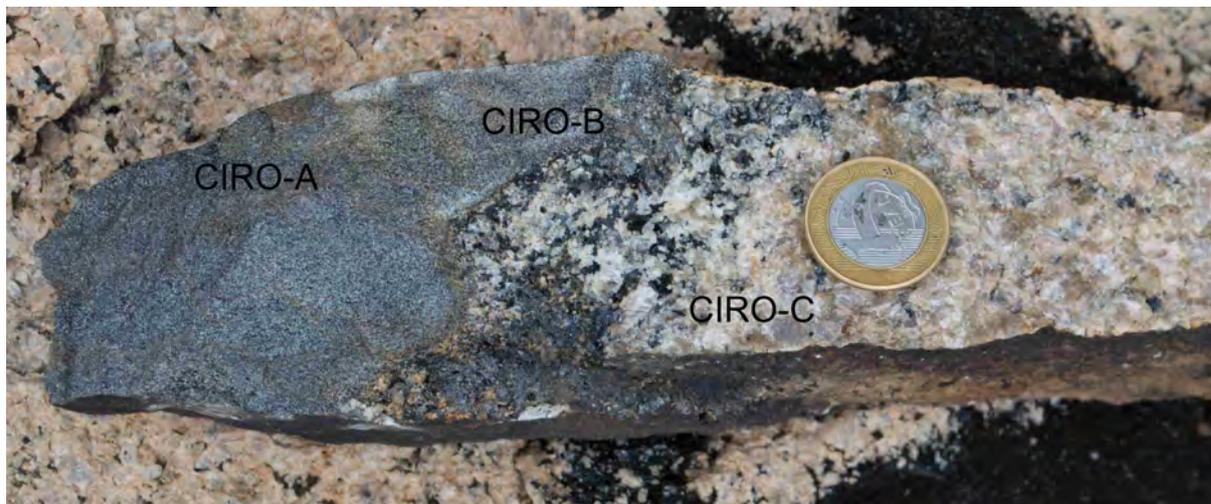


Figura 25 - Amostra coletada no ponto PICO-10, da qual foram confeccionadas três lâminas petrográficas, CIRO-A, CIRO-B e CIRO-C, do biotita gnaissse fino, do contato e do leucogranito equigranular grosso.

Ao todo foram confeccionadas seis lâminas desta unidade, sendo quatro do biotita gnaissse fino (CIRO-A, PICO-10, PICO-10-A, PICO-21, uma do contato entre essa unidade e um leucogranito de granulação grossa (CIRO-B) e uma da parte porção leucocrática e CIRO-C).

A unidade biotita gnaissse fino apresenta textura fanerítica inequigranular, e varia de mesocrática a leucocrática. A mineralogia essencial é composta por quartzo, plagioclásio, microclina e biotita. Enquanto os minerais acessórios são representados por apatita, zircão e opacos. Ocorre ainda sericita como mineral secundário, como produto de alteração intempérica do plagioclásio. Apresenta variação na foliação metamórfica de insipiente na porção mais interna do corpo no ponto PICO-10 (figura 26) e mais marcante na borda do corpo no ponto PICO-21, respectivamente, chegando a apresentar textura lepidoblástica que é caracterizada pela orientação dos cristais de biotita (figura 27).



Figura 26 - Fotomicrografia da lâmina PICO-10, sob nicóis cruzados, mostrando a foliação insipiente, definida pela orientação dos cristais prismáticos de biotita, na porção direita da figura.

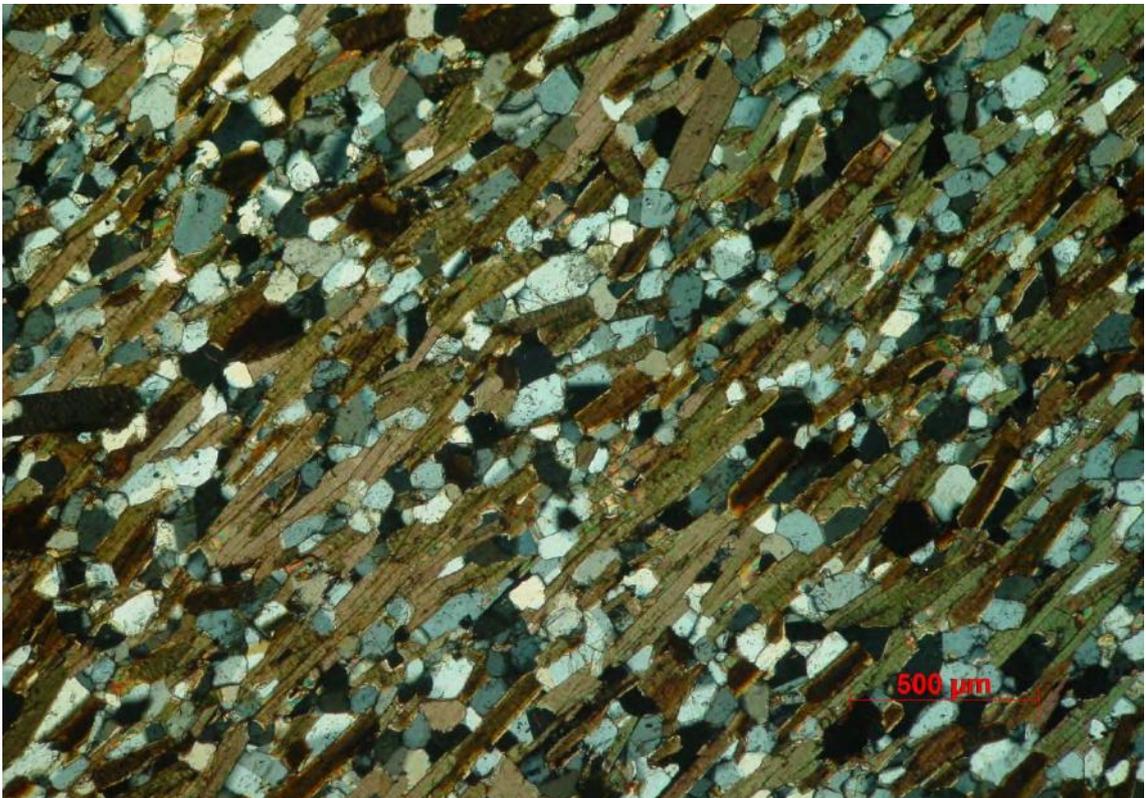


Figura 27 - Fotomicrografia de lâmina delgada PICO-21, apresentando a textura lepidoblástica, marcada pela orientação dos cristais de biotita. Nicóis cruzados.

O leucogranito que ocorre associado à essa unidade é equigranular e constituído essencialmente por quartzo, plagioclásio, microclina e biotita. Como minerais acessórios ocorrem mica branca, zircão incluso em biotita e apatita como inclusão nos minerais essenciais (figura 28). Nas lâminas CIRO-B e CIRO-C foi possível observar as características petrográficas desse litotipo.

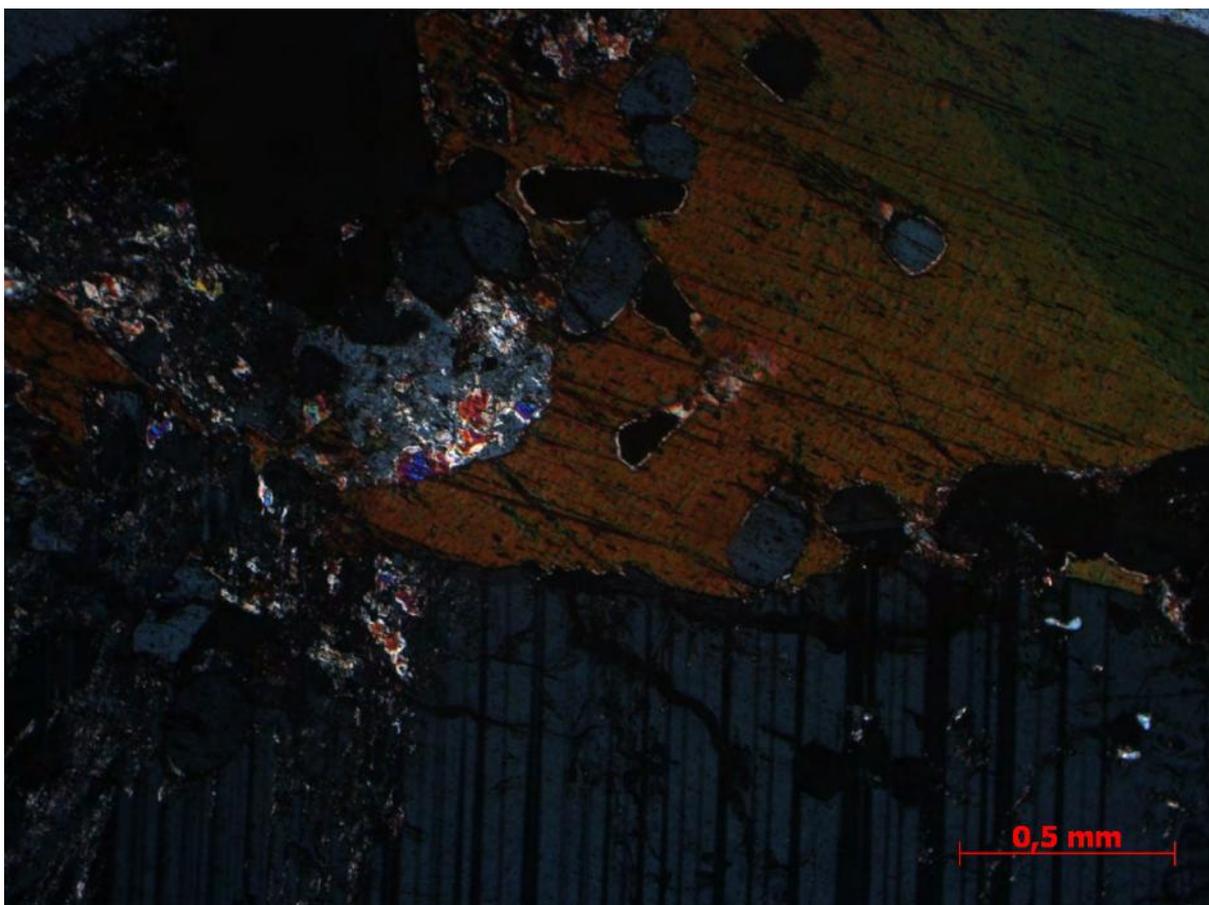


Figura 28 - Fotomicrografia da lâmina CIRO-B, sob nicóis cruzados. Observa-se cristais hipidiomórficos de 3 mm de biotita e plagioclásio com inclusões de apatita.

4.2.3 Leucogranito Porfirítico

Esta Unidade ocupa 12,18% da área mapeada, e se caracteriza por aflorar na forma de lajedos, como nos pontos PICO-8, PICO-10, PICO-16, PICO-18, PICO-19 e PICO-20, localizados predominantemente na porção NE da ilha. É representada por um granito leucocrático com fenocristais de até 5 cm de K-feldspato e matriz composta por quartzo, K-feldspato (microclina) e menos de 10% de biotita (Figuras 29 e 30). Enclaves máficos subordinados são frequentes.



Figura 29 - Costão rochoso na porção NE da Ilha Comprida, no ponto PICO-18. Observa-se o aspecto geral da unidade leucogranito com textura porfirítica evidente.



Figura 30 - Aspecto megascópico do leucogranito porfirítico, do ponto PICO20. Observa-se a coloração rosada clara típica desta unidade, conferida pela abundante presença dos pórfiros de K-feldspato.

Através do estudo das relações de contato em campo, interpretou-se essa unidade como sendo mais nova que a Unidade biotita gnaissé porfirítico (гнаissé facoidal). Na figura 31 observa-se como o leucogranito porfirítico intrude o gnaissé facoidal. Portanto, interpretou-se a unidade leucogranito porfirítico como sendo associada à Unidade Granito Pedra Branca, pertencente à suíte Surui, descrita por Valeriano *et al.* (2012).

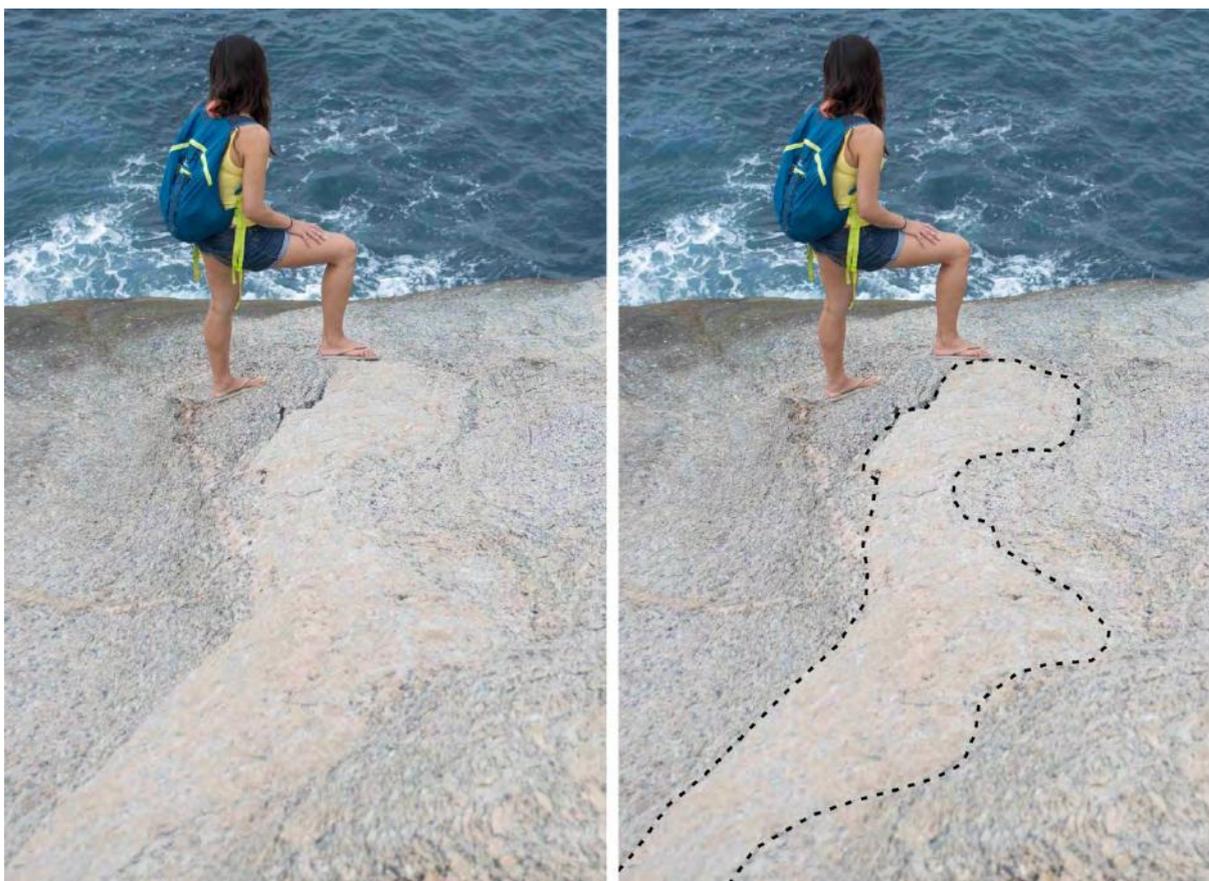


Figura 31 - Afloramento de Biotita gnaissé porfirítico, de cor acinzentada, intrudido pelo leucogranito porfirítico, de cor rosada. Esta relação de contato suporta a interpretação de que o leucogranito é mais novo que o biotita gnaissé.

Foram confeccionadas duas lâminas delgadas de amostras coletadas dos pontos PICO16 e PICO20. A mineralogia essencial é composta por cristais hipidiomórficos de microclina e plagioclásio e cristais xenomórficos de quartzo, além de biotita subédrica e prismática em menor proporção representando a fase mineral máfica (figura 32). Cristais idiomórficos de apatita e zircão constituem a mineralogia acessória. Clorita e sericita ocorrem como minerais secundários e a fase mineral clorita aparece nas bordas de cristais de biotita. A sericita que ocorre substituindo o plagioclásio, foi interpretada como produto de alteração intempérica deste.

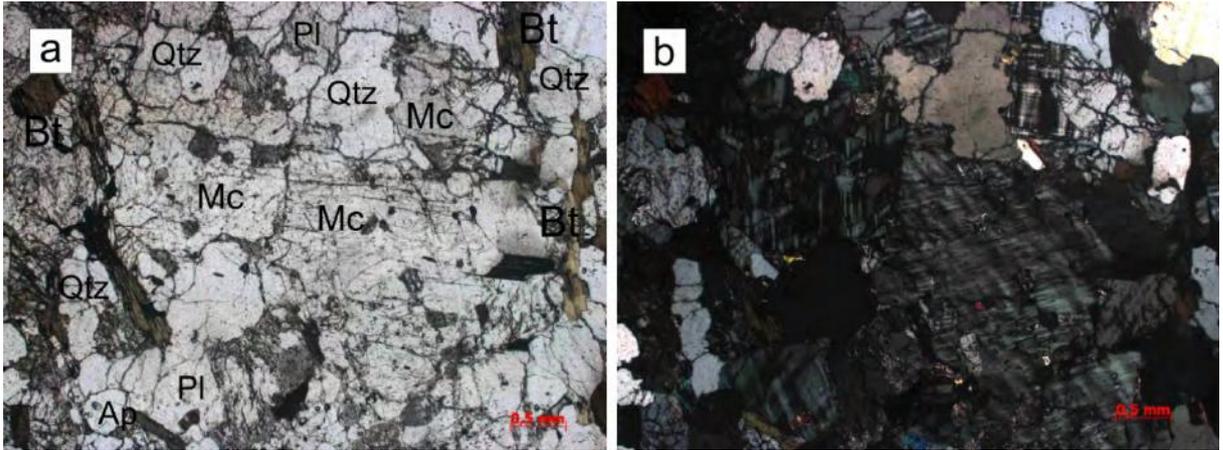


Figura 32 - Fotomicrografia do leucogranito porfírico, do ponto PICO16. Observa-se abundante presença de cristais de microclina, e a presença pouco expressiva de biotita, a fase mineral máfica dessa rocha, que constitui cerca de 10% da matriz. (a) Nicóis paralelos, (b) Nicóis cruzados.

4.2.4 Granito fino

Ocupando cerca de 22,69% da área mapeada, esta unidade aflora de forma mais frequente como diques e bolsões nos lajedos e paredões da porção NE ilha, cortando as unidades anteriores, (figuras 33 e 34) e apresentando xenólitos destas (figura 35). Com frequência observa-se veios pegmatíticos mais novos cortando este litotipo.

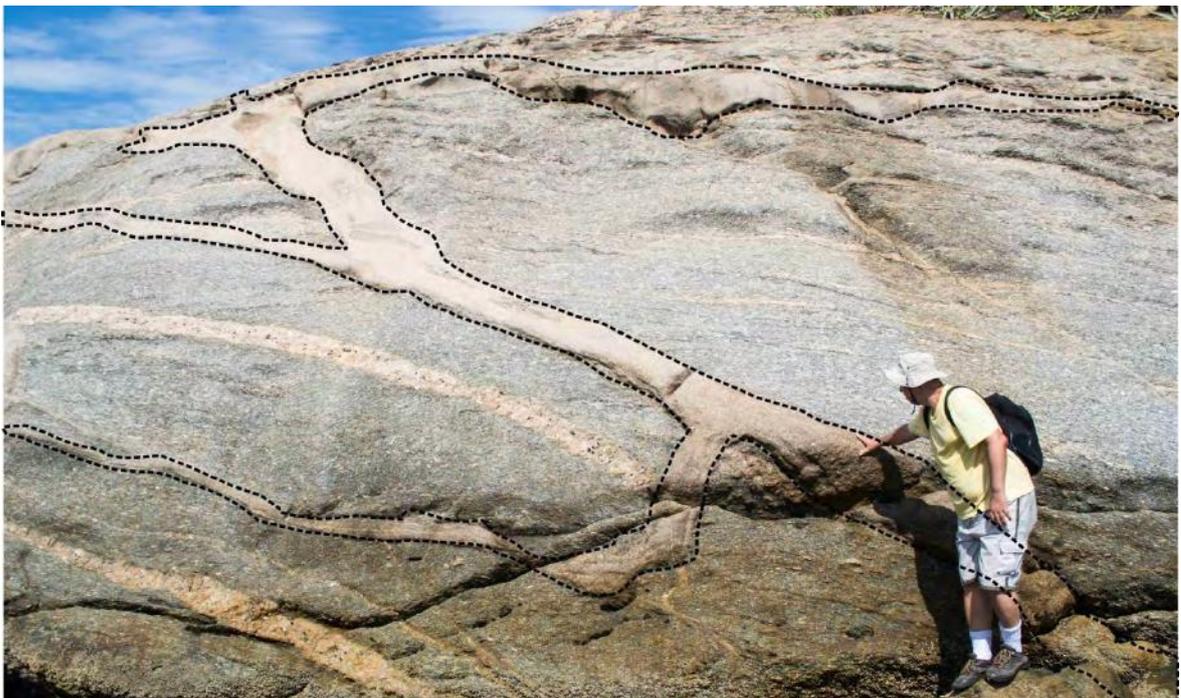


Figura 33 - Aspecto geral do afloramento, no PICO-15, da unidade biotita gnaíse porfírico cortado por diques de granito fino, destacados por linha tracejada.



Figura 34 - Bolsão de granito fino em contato com o biotita gnaiss porfirítico, no PICO 16. Pesquisador de escala com os pés no contato onde ocorrem veios pegmatíticos.



Figura 35 - Fotografia de afloramento em planta mostrando o granito fino cortando o biotita gnaiss porfirítico (gnaisse facoidal), com presença de xenólito deste evidenciando que o granito fino é mais novo que o gnaiss facoidal.

Esta unidade é representada por um granito de textura fina, equigranular, com fenocristais de até 3-4 mm de K-feldspato. Foram confeccionadas duas lâminas delgadas desta unidade, PICO-25 e PICO-31.

Nas lâminas observou-se cristais hipidiomórficos de microclina e plagioclásio, e cristais hipidiomórficos a xenomórficos de biotita, além de quartzo xenomórfico, constituindo a mineralogia essencial. Apatita e zircão representam a mineralogia acessória. É comum a ocorrência sericita como mineral secundário, produto de alteração intempérica do feldspato (figura 36).

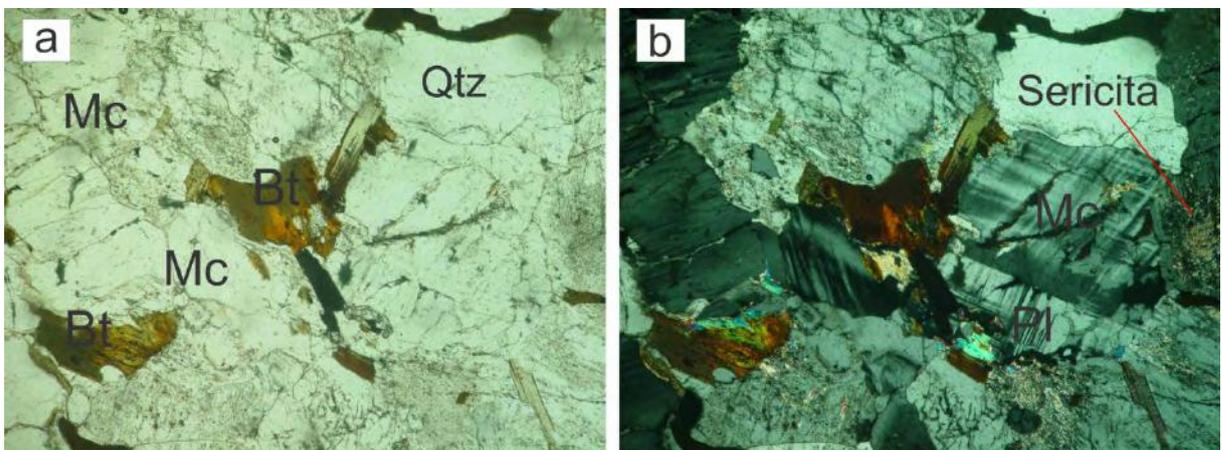


Figura 36 - Fotomicrografia da lâmina PICO-25, mostrando a textura do granito fino constituído essencialmente por microclina, plagioclásio, quartzo e biotita. Notar sericita indicada por traço vermelho na imagem b. (a) Nicóis paralelos; (b) Nicóis cruzados.

4.2.5 Pegmatito

Esta unidade corta todas as unidades descritas anteriormente na forma de diques e veio com espessura variando de 5 m a 1,5 m (figura 37). É representada por pegmatitos compostos por K-feldspato, quartzo e biotita subordinamente (figura 38).



Figura 37 - Veios pegmatíticos cortando o gnaiss facoidal.



Figura 38 - Mineralogia essencial da unidade pegmatito: quartzo (qtz em verde), k-feldspato (kfs em preto) e biotita (bt em vermelho). Observa-se que o cristal de k-feldspato chega a aproximadamente 6 cm.

4.3 Geologia estrutural

Esta seção trata das considerações acerca da geologia estrutural da Ilha comprida.

A unidade biotita gnaiss porfirítico apresenta foliação bem marcada e dobrada (figuras 13, 15, 39 e 40), apresentando pelo menos duas fases de deformação. A fase Dn gerou a foliação e foi responsável pelo formato facoidal dos cristais de K-feldspato que pode ser observado nas porções mais deformadas da rocha. As dobras observadas são apertadas a isoclinais e foram geradas pela fase Dn+1.



Figura 39 - Afloramento do gnaiss facoidal apresentando foliação dobrada.



Figura 40 - Afloramento com dobras apertadas a isoclinais geradas pela fase Dn+1.

A figura 41 apresenta um estereograma com as medidas da foliação do gnaiss facoidal, corroborando a interpretação de Valeriano *et al.* (2012) para as rochas do litoral da zona sul, relacionadas ao flanco sul do antiformal do Rio de Janeiro.

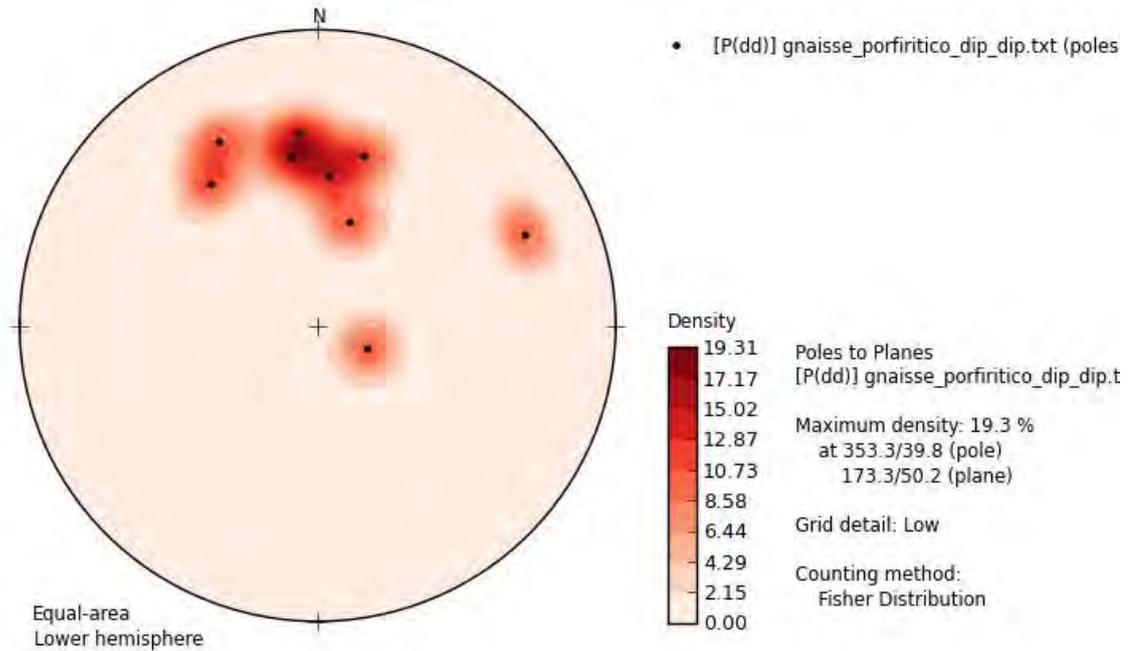


Figura 41 - Estereograma representando nove medidas de polos da foliação do gnaiss facoidal (gerado no OpenStereo).

A unidade biotita gnaiss fino ocorre como um corpo que se estende na direção do strike, 130-310, mergulhando 44° para SW (figura 42).



Figura 42 - Fotografia do biotita gnaiss fino com foliação 220/44°. Foto: Jhone Araújo.

Não foi observada foliação penetrativa na unidade leucogranito porfirítico. Em alguns pontos esta unidade apresentava lineação de fluxo magmático dada pela orientação dos cristais de K-feldspato.

A unidade granito fino ocorre em diques e bolsões que não apresentam foliação.

Fraturas:

A porção central da Ilha Comprida é caracterizada pela ocorrência de uma zona fraturas (figura 43). A direção geral das fraturas é E-W (figura 44).

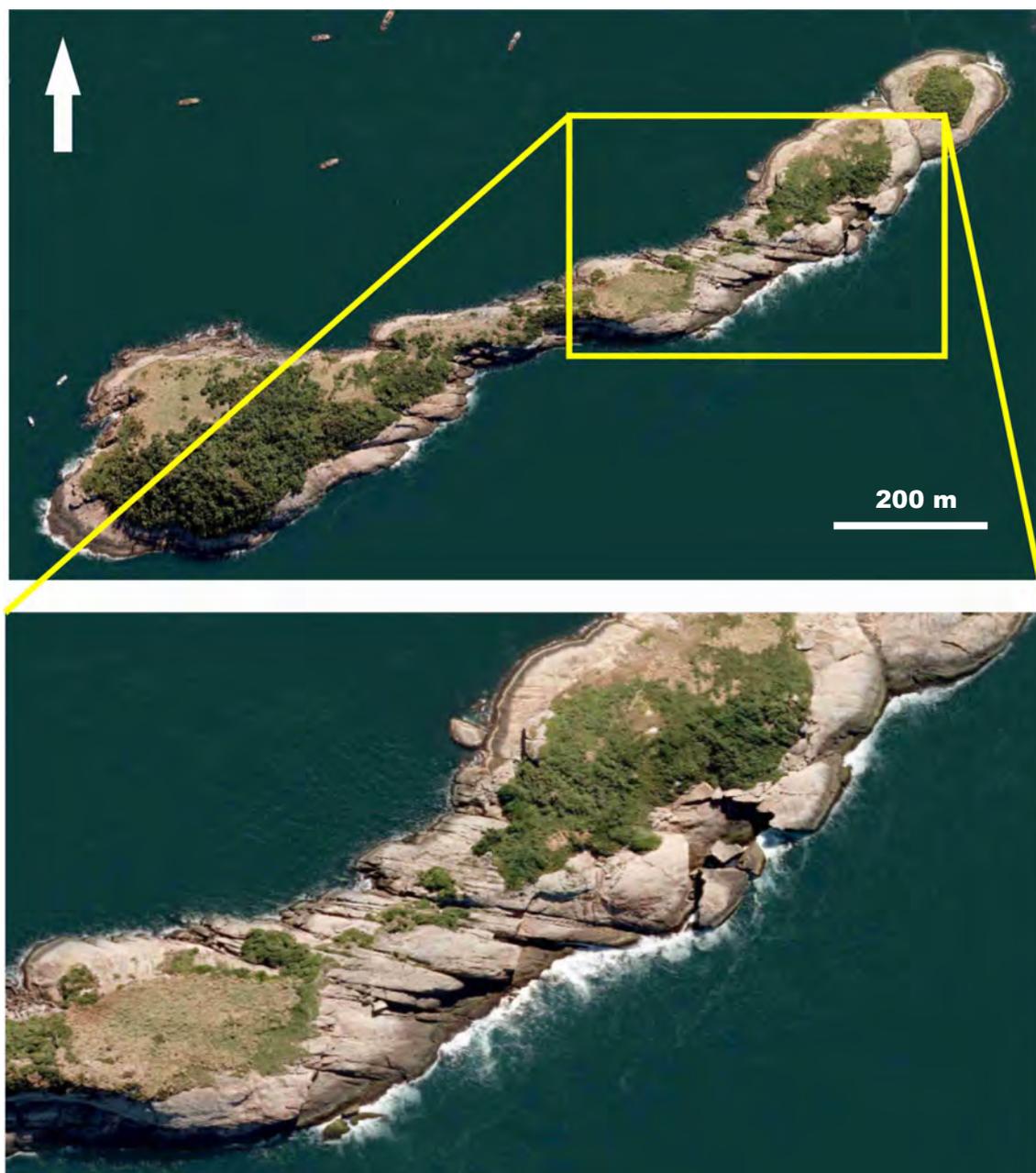


Figura 43 - Ortofoto com recorte da porção central da Ilha Comprida, evidenciando a zona fraturada.

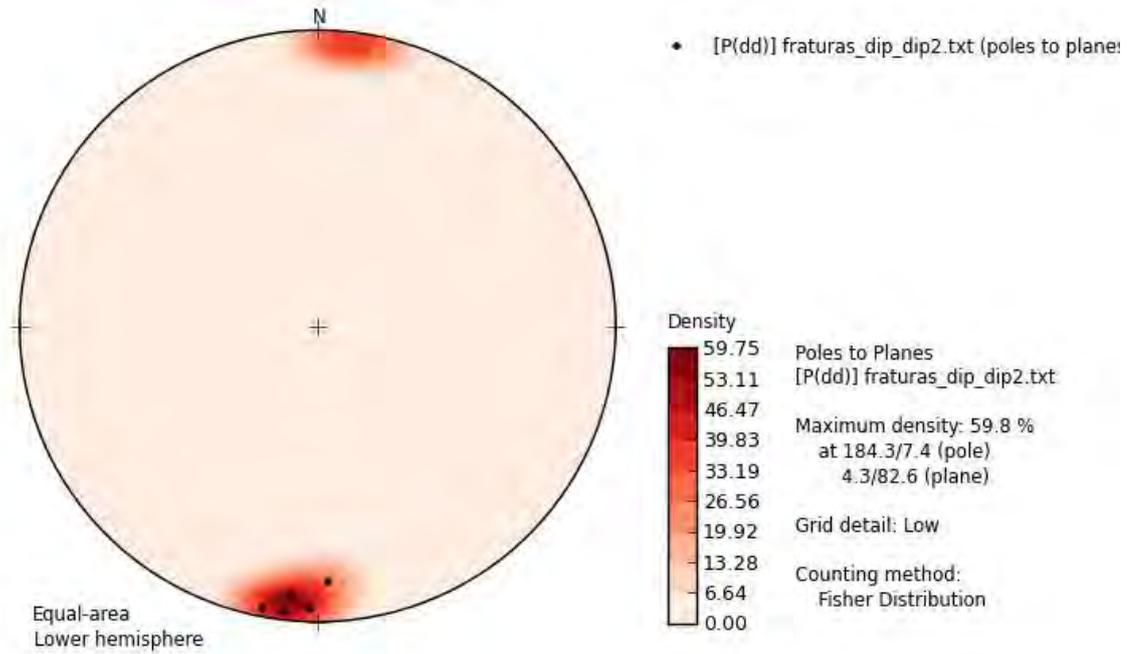


Figura 44 - Estereograma representando 5 medidas de polo de fraturas.

As fraturas representam uma fase de deformação mais recente, de um regime de tectônica rúptil. Interpretado como sendo relacionado à evolução estrutural do Gráben da Guanabara, compreendido entre o Mesozóico e o Cenozóico (Valeriano *et al.*, 2012).

5. CONCLUSÃO

5.1 Geologia

A unidade biotita gnaiss porfirítico possui composição mineralógica semelhante ao gnaiss facoidal (augen gnaiss) da SRJ, por isso essa unidade foi interpretada como sendo pertencente à suíte Rio de Janeiro corroborando com estudos anteriores.

As outras quatro unidades sobrejacentes apresentam composição mineralógica e textural semelhantes às rochas da unidade Granito Pedra Branca da Suíte Suruí. Como não existem descrições na literatura de litotipos com essas características relacionados à SRJ, e a Suíte Suruí está estratigraficamente mais próxima da SRJ, optou-se neste trabalho por associar essas unidades à Suíte Suruí descrita por Valeriano *et al.* (2012).

Recomenda-se novos estudos como datação e geoquímica para suportar essa interpretação. Existe a disponibilidade de uso do acervo deste trabalho

5.2 SIGMA

O mapeamento utilizando o método SIGMA se mostrou eficiente na construção do SIG, pois contempla as etapas coleta, armazenamento e processamento de dados de forma georreferenciada. No fluxo de trabalho, esse sistema de mapeamento auxilia a desenvolver procedimentos menos complexos para a compilação e organização de base de dados antes do trabalho de campo. Ele também facilita a transferência de dados, uma vez que as informações podem ser exportadas em diversos formatos e, com o apertar de um clique, gera um relatório de campo em documento do Microsoft Office Word apresentando todas as informações contidas.

O tempo investido na utilização da SIGMA foi inicialmente alto e ao longo do mapeamento foi sendo otimizado devido à curva de aprendizado. Assim foi reconhecida a necessidade de treinamento prévio, embora seja realizada na Inglaterra pela BGS e possua alto custo.

A função biblioteca de litologias não teve máximo aproveitamento, uma vez que as contidas no sistema são pertinentes às áreas de gerência de ferrosos da Vale (criadora e fornecedora da versão traduzida). Portanto é recomendada a personalização da biblioteca para diferentes áreas.

A imagem GeoEye-1 utilizada no mapeamento digital atendeu à escala pretendida, no entanto o mosaico de ortofotos utilizado no mapeamento analógico foi essencial na fotointerpretação e delimitação dos corpos por possuir maior resolução. Ambas auxiliam no caminhar, identificação da presença e comportamento dos corpos dos litotipos.

5.3 Aspectos logísticos

A disponibilidade de diversas baterias é imprescindível para o uso contínuo do *tablet* em campo. A câmera embutida no *tablet* é bastante limitada. Mesmo assim se mostrou útil para que a foto ocupe a base de dados, facilitando sua posterior substituição por foto de melhor qualidade.

Pernoitar na ilha se mostrou bastante produtivo para o trabalho de mapeamento devido o tempo investido em transporte no deslocamento até a área de estudo, além da dificuldade de embarque e desembarque de pessoal e equipamento. Embora a quantidade de água potável para consumo a transportar, seja um fator limitante.

6. BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO, J.C. (2015) Geoprocessamento Aplicado ao Monumento Natural das Ilhas Cagarras. Rio de Janeiro. 115 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

ARAUJO, J.C.; FORTES, I.S.F.C.; DUARTE, F.C.; PEREIRA, B.S.B.; SANTOS, E.E.S.; SEOANE, J.C.S. (2015) Low-cost bathymetric survey for marine protected areas: Coral reefs and coastal islands. In: 2015 IEEE/OES Acoustics in Underwater Geosciences Symposium (RIO Acoustics), Rio de Janeiro. p. 1-5.

BOW, J.; Adlam, K.A.M.; Turner, P. (2013) BGS Sigma 2012 open source user guide. Edinburgh, UK, British Geological Survey, 52pp. (OR/13/021) (Unpublished).

CALAZANS, P.M.P. (2015) Geovisualização em ambientes de realidade virtual: mudança de paradigma na exploração mineral de ferrosos. Rio de Janeiro. 256 f. Tese (Doutorado em Geologia) - Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

HEILBRON, M., Ribeiro, A., Valeriano, C. M., Paciullo, F. V., Almeida, J. C. H., Trouw, R. J. A., .. & Silva, L. E. (2017). The Ribeira Belt. In São Francisco Craton, Eastern Brazil (pp. 277-302). Springer International Publishing.

HEILBRON, M., Valeriano C.M., Tassinari C.C.G., Almeida J.C.H., Tupinamba M., Siga, O., Trouw R. (2008) Correlation of Neoproterozoic terranes between the Ribeira Belt, SE Brazil and its African counterpart: comparative tectonic evolution and open questions. Geological Society of London, Special Publication 294.

HEILBRON, M., Pedrosa-Soares A.C., Campos Neto M., Silva L.C., Trouw R.A.J., Janasi V.C. (2004) A Província Mantiqueira. In: Mantesso-Neto V, Bartorelli A, Carneiro CDR, Brito Neves BB (Eds.), O Desvendar de um Continente: A Moderna Geologia da América do Sul e o Legado da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida, XIII

HEILBRON, M., Machado N. (2003) Timing of terrane accretion in the Neoproterozoic–Eopaleozoic Ribeira Belt (SE Brazil). *Precambrian Research* 125:87–112

HEILBRON, M., Mohriak W., Valeriano C.M., Milani E., Almeida J.C.H., Tupinambá M. (2000) From collision to extension: the roots of the South-eastern continental margin of Brazil. In: Talwani, Mohriak (Eds.), *Atlantic Rifts and Continental Margin*. AGU Geophysical Monograph Series, vol. 115, 354 pp

JORDAN, Colm J. (2009) BGS Sigma Mobile: the BGS digital field mapping system in action. In: *Digital Mapping Techniques 09*, West Virginia, USA, 10-13 May 2009.

MORAES, F.; SEOANE, J. C. S. (2013) Capítulo 1: Caracterização das ilhas e do entorno do Monumento Natural das Ilhas Cagarras. In: Fernando Moraes; Áthila Bertoncini; Aline Aguiar. (Org.). *História, Pesquisa e Biodiversidade do Monumento Natural das Ilhas Cagarras*. 1ed. Rio de Janeiro: Museu Nacional - Série Livros, v. 1, p. 10-37.

SANTOS, E.E.S.; ARAÚJO, J.C.; SEOANE, J.C.S. (2015) SIGMA Mobile no mapeamento geológico do Monumento Natural das Ilhas Cagarras. in: *Geosudeste 2015*, Campos de Jordão. A importância dos recursos naturais na economia brasileira.

SILVA, L.C da; CUNHA, Hélio Canejo da Silva (Org.) (2001) *Geologia do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: CPRM. v. 1. 85p

SILVA, L.C. da (1999) *Geocronologia U-Pb SHRIMP e Sm-Nd na Província Mantiqueira meridional, no Cinturão Saldania (África do Sul) e a evolução do Ciclo Brasileiro / Pan-Africano*. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS. Porto Alegre, 243p.

TROUW, R.A.J., Heilbron M., Ribeiro A., Paciullo F.V.P., Valeriano C.M., Almeida J.C.H., Tupinambá M., Andreis R.R. (2000) The central segment of the Ribeira belt. In: Cordani, U.G., Milani, E.J., Thomaz Filho, A., Campos, D.A. (Eds.), *Tectonic Evolution of South America*, 31th International Geological Congress, Rio de Janeiro, Brazil, pp. 287–310

TUPINAMBÁ, M., Teixeira W., Heilbron M. (2000) Neoproterozoic Western Gondwana assembly and subduction-related plutonism: the role of the Rio Negro Complex in the Ribeira Belt, South-eastern Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, 30: 7–11

VALERIANO, C. M. (2012) *Geologia e Recursos Minerais da Folha Baía de Guanabara SF.23-Z-B-IV, estado do Rio de Janeiro, escala 1:100.000*. 1. ed. Belo Horizonte: CPRM-Serviço Geológico do Brasil / UERJ- Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2012. v. 1. 156p. Mapa Geológico, escala 1:100.000 (série Geologia do Brasil), versão digital em CD-ROM, textos e mapas. ISBN 978-85-7499-109-2

7. WEBGRAFIA

BRASIL. Lei 12.229, de 13 de abril de 2010. Dispõe sobre a criação do Monumento Natural do Arquipélago das Ilhas Cagarras.

Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12229.htm

British Geological Survey (BGS) - SIGMA

Disponível em British Geological Survey

<http://www.bgs.ac.uk/research/sigma/download.html>

Flickr Flávio Veloso

Disponível em:

<https://www.flickr.com/photos/flavioveloso/7168428040>

Projeto Ilhas do Rio

Disponível em:

<http://maradentro.org.br/ilhasrj/o-projeto/objetivos>

Windguru - Brazil - Barra da Tijuca

Disponível em Windguru:

<https://www.windguru.cz/261810>

ANEXO - MAPA GEOLÓGICO 1:2.500 ILHA COMPRIDA, MONA CAGARRAS - RJ

