

Trabalho de Formatura

Curso de Graduação em Geologia

GEOLOGIA E GEOQUÍMICA DO GRANITO ITAOCA

Jonas Menezes Zenero

Orientador: Prof. Dr. Antonio Misson Godoy

Co-Orientador: Otávio Augusto Ruiz Paccola Vieira

Rio Claro (SP)

2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Câmpus de Rio Claro

Jonas Menezes Zenero

GEOLOGIA E GEOQUÍMICA DO GRANITO ITAOCA

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

2017

552.303 Zenero, Jonas Menezes
Z54g Geologia e geoquímica do Granito Itaoca / Jonas
Menezes Zenero. - Rio Claro, 2017
89 f. : il., figs., tabs., fots., mapas

Trabalho de conclusão de curso (Geologia) -
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e
Ciências Exatas

Orientador: Antonio Misson Godoy

Coorientador: Otávio Augusto Ruiz Paccola Vieira

1. Granito. 2. Batólito. 3. Granitóide. 4. Arco magmático.
I. Título.

Jonas Menezes Zenero

GEOLOGIA E GEOQUÍMICA DO GRANITO ITAOCA

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

Prof. Dr. Antonio Misson Godoy (orientador)

Prof. Dr. Rafael Rodrigues de Assis

Prof. Dr. Washington Barbosa Leite Jr.

Rio Claro, _____ de _____ de _____.

Assinatura do(a) aluno(a)

assinatura do(a) orientador(a)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos maiores responsáveis para que este trabalho pudesse acontecer, os meus pais, Mario Alberto Zenero e Maria Patrícia Menezes Zenero, pelo apoio, dedicação e instrução ao longo dessa caminhada. Junto a eles, agradeço também a minha irmã Julia Menezes Zenero, pelo apoio e companheirismo.

Todos os meus professores, desde o maternal, até o final da graduação, pois sem eles, nada disso teria acontecido.

Agradeço ao meu Orientador, Prof. Dr. Antonio Misson Godoy, o qual além de orientar, foi responsável para que todos os campos e análises necessárias para que a conclusão do trabalho ocorresse.

Agradecimento especial ao mestre Otávio Augusto Ruiz Paccola Vieira, co-orientador do trabalho, sempre disposto a sanar dúvidas, conselhos, correções e ensinamentos geológicos.

Ao Laboratório de Geopedologia e Evolução da Paisagem (LAGEP), especialmente ao Professor e amigo Prof. Dr. Jairo Roberto Jiménez-rueda, Meire Mateus Lima e Elizandra Goldoni Gomig, pela ajuda e conselhos no tratamento de imagens e interpretação fotogeológica da área.

Ao mestre e amigo João Paulo de Cortes, presente desde o início da graduação, com ideias, conselhos e ensinamentos, inclusive nesta etapa final.

Ao CIEM, especificamente o Alexandre Oliveira, o qual torna possível e viável inúmeros trabalhos de campo ao receber (com muito bom grado) os alunos, além de contribuir com muitas conversas, ensinamentos e ideias.

A todos os amigos que marcaram essa caminhada, os companheiros de turma (2012, 2013 e por aí vai rsrs), aos moradores da Republica Fossa e da atual residência de senhores em que habito. Aos amigos piracicabanos, de longa data, que muitas vezes passamos dias, meses ou anos sem encontrar, mas que quando encontramos, nem parece.

Finalmente agradeço a Mayra Matias Fernandes, minha amada namorada, que sempre me apoiou e ajudou durante esses 3 anos, sendo essa pessoa companheira para toda e qualquer situação (todas mesmo rsrs).

RESUMO

O Granito Itaoca constitui um batólito intrusivo de forma circular, de 200 Km², localizado entre o estado de São Paulo e Paraná. Possui composição cálcio alcalina, e idade aproximada de 623 milhões de anos, com gênese associada a evolução neoproterozoica da Província Mantiqueira Central. Suas rochas encaixantes compõem o Supergrupo Açungui e apresentam nos entornos do batólito mineralogia típica de metamorfismo de contato. Facilitando assim, a identificação do granitóide com o uso de imagens de sensores remotos. Utilizando de aspectos texturais, estruturais, coloração e composicionais da rocha o maciço foi dividido ainda em três unidades e subdividido em 6 fácies. São as unidades Itaoca, Ribeira e uma associação de fácies indiferenciadas. Petrograficamente suas rochas constituem basicamente hornblenda-biotita-quartzo monzonitos a monzogranitos, holo- a leucocráticos. Possuem textura porfirítica, inequigranular, granulação média a grossa, isotrópica a suborientada. Sendo a unidade Itaoca constituída de rochas menos evoluídas (quartzo monzonitos), possivelmente por se tratar de um pulso magmático primário frente a unidade ribeira. Geoquimicamente, o granitoide trata-se de um granito peraluminoso, tipo I cordilheriano, sin a tardi colisional que intrudiu em um arco magmático pela fusão da crosta inferior. Ocorrendo durante o evento de colisão brasileira, mais especificamente no orógeno Apiaí, entre os estágios iniciais de cavalgamento, e finais, de cisalhamento. As deformações geradas pelas zonas de cisalhamento, referentes aos esforços de escape lateral, produziram as rochas miloníticas a metagraníticas. Elas ocorrem nas margens do corpo granítico, próximas das zonas cisalhantes, e devido à dificuldade de determinar a fácies pertencente, compõem a unidade de associações de fácies indiferenciadas.

Palavras-chaves: Batólito. Granitoide. Arco magmático.

ABSTRACT

The Itaoca Granite is an intrusive circular batholite of 200 km², located between the state of São Paulo and Paraná. It has a calcium alkaline composition, and its approximate age of 623 million years, has its genesis associated with the neoproterozoic evolution of the Mantiqueira Central Province. Its nesting rocks make up the Açungui Supergroup and present in the environments of the batholith with mineralogy typical of contact metamorphism. Thus facilitating the identification of the granitoid with the use of remote sensing images. Using textural, structural, staining and compositional aspects of the rock the massive was divided into three units and subdivided into 6 facies. They are the units Itaoca, Ribeira and an association of undifferentiated facies. Petrographically their rocks constitute basically hornblende-biotite-quartz monzonites to holo- to leucocratic monzogranites. They have porphyritic, unequigranular texture, medium to coarse granulation, isotropic to suboriented. The unit Itaoca constituted of rocks less evolved (quartz monzonites), possibly because it is a primary magmatic pulse in front of the unit ribeira. Geochemically, the granitoid is a peraluminous granite, type I cordilherian, syn to late collisional that intruded in a magmatic arc by the fusion of the inferior crust. Occurring during the Brazilian collision event, more specifically in the Apiaí orogen, between the initial, thrust falt, and final stages, of shearing. The deformations generated by the shear zones, referring to the lateral escape efforts, produced the milonitic to metagranitic rocks. They occur in the margins of the granite body, closer to the shear zones, and due to the difficulty of determining the facies belonging, make up the unit of associations of undifferentiated facies.

Key Words: Batholite. Granitoid. Magmatic Arc.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	Objetivos	9
1.2	Métodos e Etapas de Trabalho	9
1.2.1	Fase preliminar	11
1.2.2	Trabalho de campo	11
1.2.3	Fase de Laboratório	12
1.2.4	Monografia	12
1.3	Localização e Áreas de Acesso	12
1.4	Aspectos Fisiográficos e Socioeconômicos	13
2	GEOLOGIA REGIONAL	15
2.1	A Província Mantiqueira	15
2.2	Cinturão Orogênico Ribeira	16
2.2.1	Terreno Apiaí	18
2.2.2	Unidades litológicas do Terreno Apiaí	19
2.2.3	Evolução do Cinturão Ribeira	22
3	GEOLOGIA LOCAL	23
3.1	Rochas Encaixantes	25
3.1.1	Formação Betari	26
3.1.2	Formação Bairro da Serra	27
3.1.3	Formação Mármore Apiaí	28
3.1.4	Formação Mina de Furnas	29
3.1.5	Formação Serra da Boa Vista	30
3.2	Granito Itaoca	33
3.2.1	Fácies cinza 1	36
3.2.2	Fácies cinza 2	38
3.2.3	Fácies cinza 3	41
3.2.4	Fácies rosa 1	43
3.2.5	Fácies rosa 2	46
3.2.6	Fácies rosa 3	48
3.2.7	Associação de fácies Indiferenciadas	51
3.3	Enclaves	55
4	LITOGEOQUÍMICA	60
5	EVOLUÇÃO	68
5.1	Estágios Evolutivos	68
5.1.1	Sedimentação Mesoproterozoica/Neoproterozoica	68
5.1.2	Processos Deformacionais e Metamórficos	69
5.1.3	Intrusões Graníticas Neoproterozoicas	71
5.1.4	Processos Pós-Colisionais	72
5.1.5	Sedimentação Quaternária	72
5.2	Conclusão	72
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	73
	REFERÊNCIAS	75
	ANEXO A	85

ANEXO B.....86

MAPA FOTOLITOLÓGICO86

ANEXO C.....87

MAPA DE PONTOS.....87

ANEXO D.....88

MAPA GEOLÓGICO88

1 INTRODUÇÃO

O maciço ocorre intrusivo no Terreno Apiaí, no segmento das unidades metassedimentares mesoproterozoicas (Vieira, 2015) que compreendem rochas supracrustais metamorfizadas em condições de fácies xisto verde a anfibolito baixo da Formação Votuverava do Grupo Açunguí e do Subgrupo Lajeado.

Esta sequência de rochas foi posteriormente redefinida como Supergrupo Votuverava e Supergrupo Açunguí (Campanha, 1991) e apresentado por Fiori (1990) com uma estratigrafia não original, mas resultante do empilhamento de fatias tectônicas decorrentes de cavalgamentos durante o fechamento da bacia.

As encaixantes do batólito (Figura 2) são rochas metassedimentares do Subgrupo Lajeado (parcialmente equivalente ao Supergrupo Açunguí), cuja estratigrafia é revisada, e parcialmente correlacionada com a Formação Água Clara, considerada basal à unidade Lajeado de acordo com Mello (1995) e Mello & Bettencourt (1998).

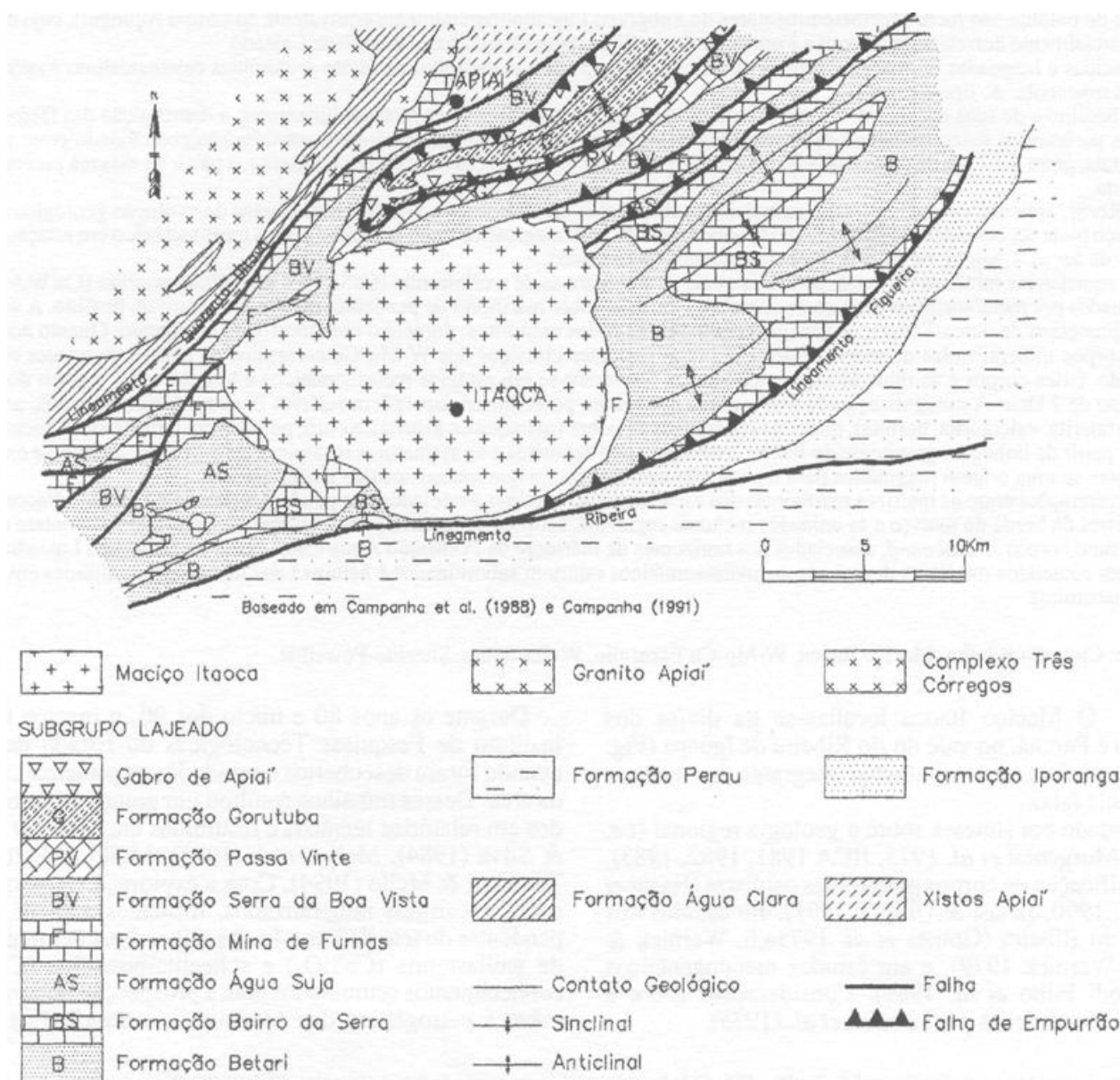


Figura 2 – Mapa geológico do Maciço Itaoca e encaixantes (Mello & Bettencourt, 1998).

Regionalmente, o maciço foi abordado diversas vezes em trabalhos geológicos da região (Melcher et al., 1973; Morgental et al., 1975; JICA 1981, 1982, 1983), não obstante, foi trabalhado também em caracterizações e classificações de corpos ígneos paulistas (Hasui et al., 1978; Vlach et al., 1990; Janasi & Ulbrich, 1991), em estudos dos granitóides do Vale do Ribeira (Gomes et al., 1975a,b; Wernick & Gomes, 1974, 1977; Wernick, 1979).

Recentemente, foi estudado por Salazar et al. (2008) com análises AMS (Anisotropia de Suscetibilidade Magnética) e em estudos metalogenéticos sobre a região (Chiodi Filho et al., 1989). Landim et al (1975), também pesquisaram o mesmo a respeito da petrologia do corpo rochoso.

Posteriormente, ao longo da década de 1980 e 1990 o maciço foi estudado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, coordenado por Ivan Sergio de Cavalcanti Mello, quando foram descobertos e estudados os principais recursos minerais da área.

Desses trabalhos resultou um grande número de dados, reunidos em relatórios técnicos e resumidos em Mello et al. (1981), Mello & Silva (1984), Mello et al. (1985), Mello & Bettencourt (1992) e Tassinari & Mello (1994).

1.1 Objetivos

A referente monografia tem como objetivo desenvolver novos conhecimentos a respeito do granitoide Itaoca, um batólito granítico de cerca de 200 Km², pouco estudado e com mineralizações atípicas no território brasileiro.

O maciço, apesar de estudado poucas vezes, apresenta trabalhos elaborados, porém, que ainda podem ser abordados de forma mais sistemática, refinados. Com base em bibliografias mais recentes, nos trabalhos já realizados na área e o auxílio de novas tecnologias, como imagens de satélite e sensores remotos, planeja-se dividir com maior precisão as diferentes fácies encontradas no corpo granítico, de modo a produzir a referente monografia e um mapa geológico final da área.

1.2 Métodos e Etapas de Trabalho

O trabalho realizado utilizou de métodos preliminares exclusivos de escritório, com levantamento bibliográfico, confecção de mapas com o uso de sensores remotos (Figura 3), fotointerpretação, uso de softwares como ArcGis e Corel Draw. Sendo essa etapa de escritório realizada nas dependências da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – UNESP Campus de Rio Claro.

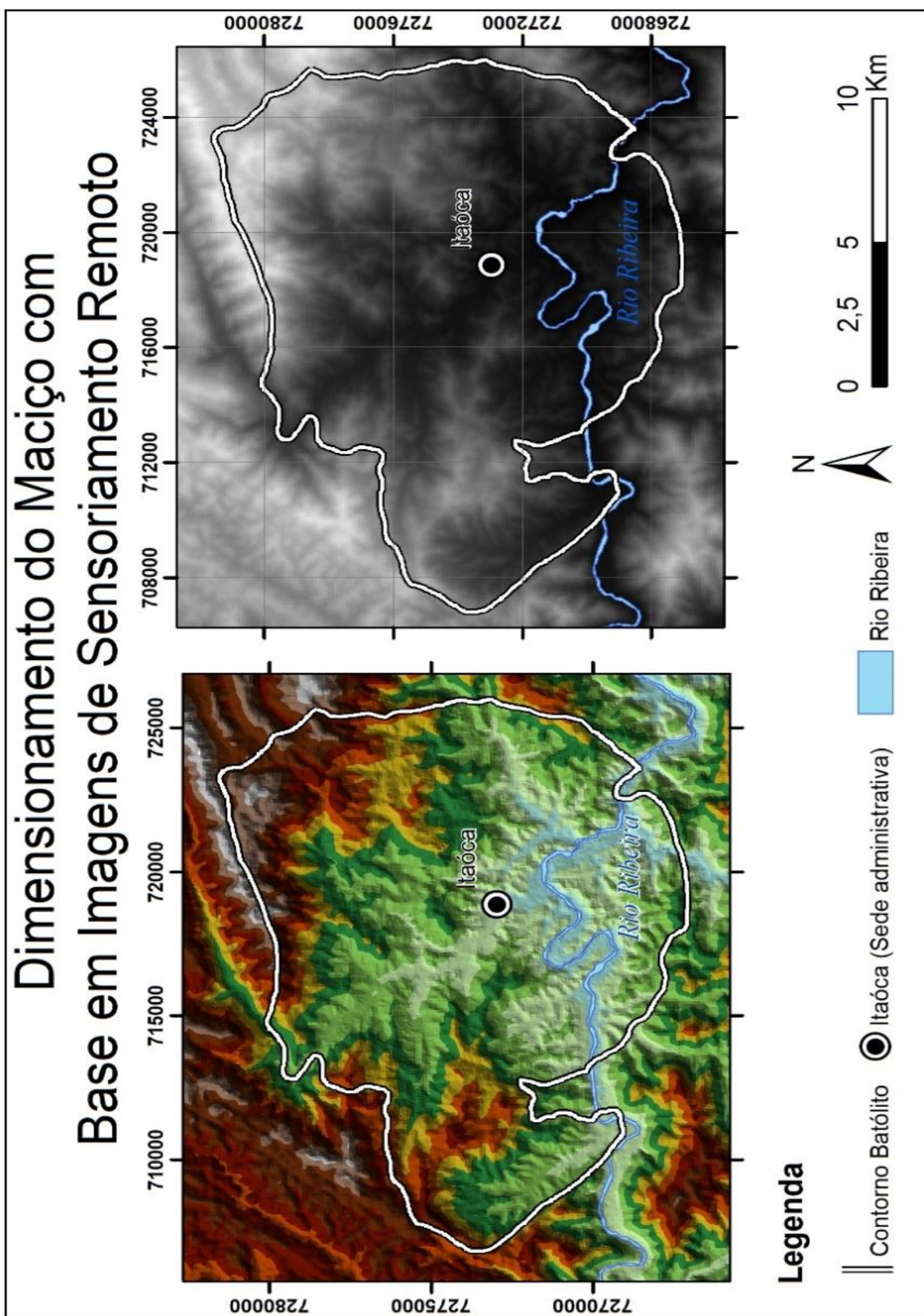


Figura 3 - Imagem de Sensor Remoto do satélite Landsat 8 (esquerda) e a imagem trabalhada no ArcGis no modelo Triangulated Irregular Network – TIN (direita).

Consequente, foram realizados os trabalhos de campo, em conjunto com trabalhos de laboratório (geoquímica das amostras de rochas coletadas em campo, descrição meso e microscópica dos dados) e novos trabalhos de escritório, no qual os dados obtidos em campo e laboratório serão compilados, comparados e interpretados para obtenção do relatório final.

1.2.1 Fase preliminar

(1) Levantamento e leitura de bibliografia recomendada, a fim de se familiarizar com a área a ser estudada, bem como o contexto geológico regional;

(2) Elaboração de um mapa fotolitológico preliminar através da interpretação de fotos aéreas e/ou imagens confeccionadas a partir de sensores remotos. No caso foram utilizadas imagens SRTM do satélite Landsat 8 com utilização das bandas 6 e 8, que melhor destacaram as feições geológicas da área (as imagens são de 6/12/2016, seu azimute é 34 graus e a elevação 33 graus, com a geração de bom destaque das características geológicas da região).

Foram utilizadas então técnicas de fotointerpretação variadas a fim de conseguir distinguir as diferentes fácies do granitoide. Tais como rugosidade, textura, aspectos de drenagem, padrões de juntas e aspectos morfoestruturais da área.

(3) Seleção e digitalização da área foco de estudo, inserido na Folha Apiaí, em mapa 1:50.000.

Após estas etapas, foram determinados pontos de interesse para facilitar a atividade de campo.

1.2.2 Trabalho de campo

(1) Etapa de campo, de 12 a 16 de julho e 23 de agosto a 2 de setembro de 2017 (a segunda campanha foi realizada em conjunto da disciplina “Mapeamento Geológico de Áreas Cristalinas” - PEM633215), com sede no Centro Integrado de Estudos Multidisciplinares de Apiaí (CIEM/CPRM), e rotinas diurnas - saídas de campo - e noturnas – com revisão do mapa fotolitológico e identificação de padrões fotogeológicos distintos das fácies granitoides conforme foram descritas e identificadas em campo, separação das amostras e pré-classificação das fácies, discussão sobre as informações e amostras obtidas, fotointerpretação e planejamento da atividade do dia seguinte.

Serão utilizados equipamentos como GPS - datum SIRGAS 2000 -, bússola Clar para medidas estruturais com declinação local - 91.50° com correção de 0.12° W por ano -, martelo, enxada, lupa de bolso, canivete, ácido HCl 10%, câmera fotográfica, ficha de campo padronizada CPRM, base topográfica impressa em folha A2, material de coleta de amostras - sacos plásticos, fita crepe, marcador permanente -, caneta imantada, caderneta

impermeável além de acessórios e equipamentos de proteção individuais.

(2) Confeção de um mapa geológico preliminar através dos dados da etapa de campo, em conjunto com a fotointerpretação durante o campo.

1.2.3 Fase de Laboratório

(1) Confeção e descrição de cerca de 40 lâminas Delgadas das amostras coletadas em campo.

(2) Geoquímica de 10 amostras das rochas granitoides, das diferentes unidades identificadas, realizadas na SGSGEOSOL, utilizando-se Fluorescência de Raios - X para os elementos maiores (concentração em %), através de pastilha fundida em meio borato, e para os elementos traços (concentração em ppm), através de pastilha prensada, e para os elementos de terras raras ICP-MS.

1.2.4 Monografia

(1) Mapa Litológico da área em escala 1:50.000, com seus devidos detalhamentos, gerado nos softwares ArGis 10.41 e CorelDraw X9.

(2) Edições das imagens e fotografias.

(3) Discussão dos resultados obtidos em laboratório, como geoquímica e descrição petrográfica das lâminas, além do mapa geológico final.

(4) Produção do relatório final, envolvendo os produtos do mapeamento, interpretações e materiais produzidos após as etapas anteriores.

1.3 Localização e Áreas de Acesso

A área estudada no presente trabalho está situada a SEE no Estado de São Paulo e NEE no Estado do Paraná, mais especificamente ao redor do Município Itaoca, e nas zonas rurais dos municípios de Apiaí (SP), Ribeira (SP), Iporanga (SP) e Adrianópolis (PR). Distante do Município de Rio Claro e do Campus da Unesp em 335 Km; 348 Km da Capital do Estado de São Paulo; e 169 Km da Capital do Estado do Paraná.

Seu Principal acesso se deve pela estrada Apiaí – Itaoca (API-010), ao norte da área, sendo que o alojamento disponibilizado pelo CIEM-CPRM encontra-se a 20,7 Km de Itaoca, porção central do maciço (Figura 4).

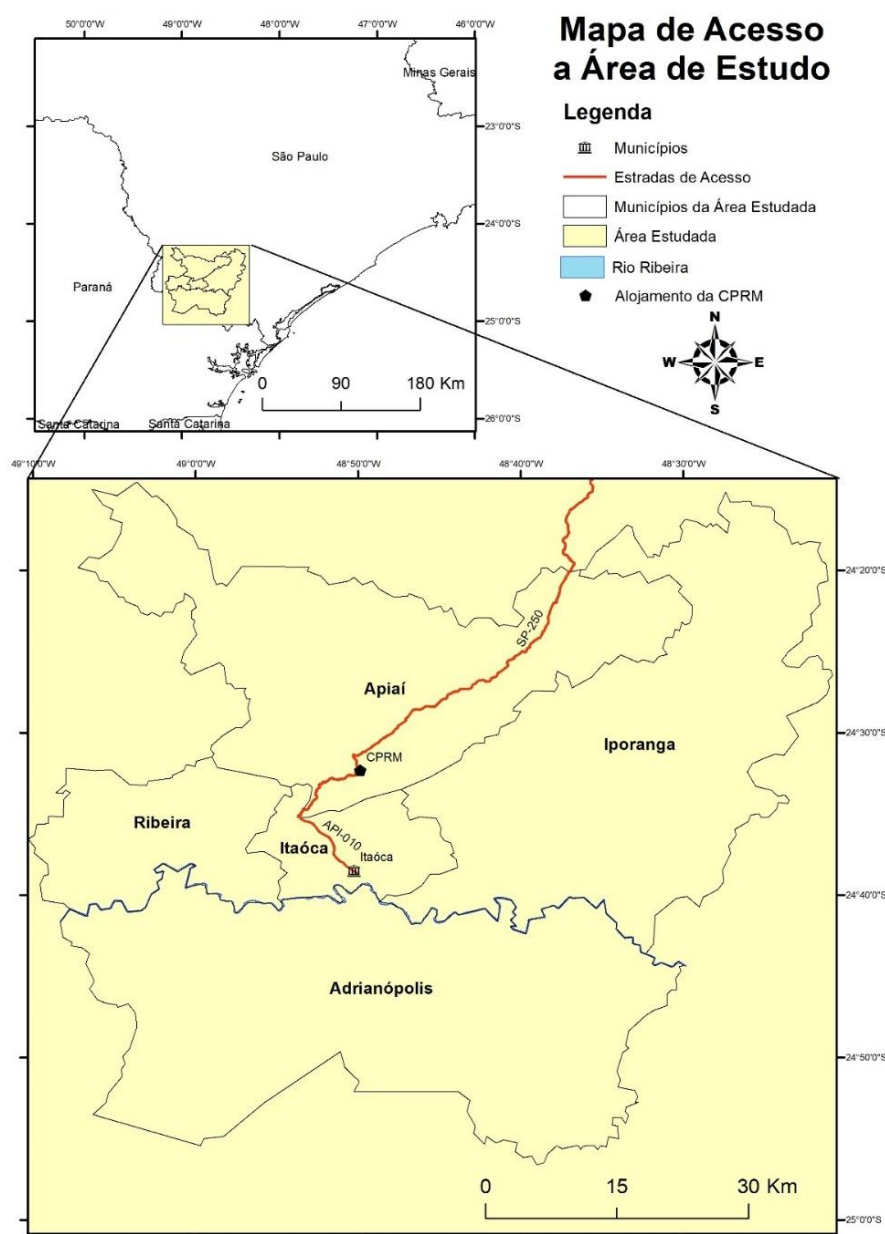


Figura 4 - Mapa de localização da área com as vias de acesso principais.

1.4 Aspectos Fisiográficos e Socioeconômicos

A maior parte da região do Vale do Ribeira está situada na planície costeira, constituída por baixadas litorâneas, faixas de 3 km a 5 km de escarpas abruptas e festonadas, que podem chegar a 800m de desnível; e no planalto atlântico, localizado em regiões de cimeiras, com desníveis de 600m a 1000m (IBGE, 2011).

As áreas são correspondentes ao Tabuleiro Costeiro e Serra do Mar, e ao Planalto de Paranapíacaba, segundo mapa de unidades de relevo (IBGE, 2006).

Os principais cursos de água da região são da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Ribeira - Rio Ribeira de Iguape e seus afluentes: Rio Juquiá, São

Lourenço, Jacupiranga, Pardo, Turvo, Uma da Aldeia, Ponta Grossa e Itariri; (Plano Municipal de Saneamento Básico – Apiaí, 2010) e Alto Paranapanema. Na área mapeada, os principais corpos fluviais são Rio Ribeira, Rio Palmital, Rio do Funil, Córrego Saltinho, Rio São Sebastião entre outros.

A área estudada encontra-se inserida no bioma da Mata Atlântica, regionalmente destacada pelo alto grau de preservação de suas matas e por grande diversidade ecológica.

Os mais de 2,1 milhões de hectares de florestas no Vale do Ribeira equivalem a aproximadamente 21% dos remanescentes de Mata Atlântica existentes no Brasil, representados por Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista e Floresta estacional semidecídua, além de ecossistemas associados importantes: reservas de restingas - 150 mil hectares- , manguezais - 17 mil hectares - e ambientes de cavernas, transformando-a na maior área contínua desse importante ecossistema em todo o País (Plano Municipal de Saneamento Básico – Apiaí 2010). Posto isso, a área abriga o Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), onde aplica-se a Lei 11.428/2006, o que visa a regeneração e utilização deste bioma.

O clima pode ser classificado, de modo geral, como tropical úmido com ligeira variação entre as zonas costeiras e a serra de Paranapiacaba, com verão ameno e chuvoso o ano todo, em que o mês mais quente apresenta temperaturas médias inferiores a 22°C, típico de áreas serranas mais altas (Plano Municipal de Saneamento Básico – Apiaí 2010).

Conjunto ao clima, o relevo com as formações serranas e a densa vegetação, funcionam como barreiras aos ventos provindos do Atlântico Sul, causa uma alta precipitação chuvosa (Prefeitura Municipal de Apiaí e PETAR, 2011). De 2011 a 2016 a média anual de precipitação foi de 1468mm. (UDOP, 2016).

Apesar de uma riqueza natural ímpar, a região apresenta baixos índices de desenvolvimento sociais comparados a média do Estado de São Paulo, reflexo de fatores históricos e econômicos, como áreas de conflitos ambientais, deficiência em infraestrutura, além de problemas fundiários.

A economia local se baseia em agricultura/pecuária mantidos por famílias e pequenos produtores, dado à natureza do solo e terreno acidentado; mineração de areia e calcário (bens primários de baixo valor agregado) e, por fim, extrativismo vegetal e ecoturismo incipiente, complementam o setor de serviços da região (IBGE, 2014).

O uso e ocupação do solo, quando não por vegetação primária e áreas de reflorestamento, são ligadas as atividades rurais, predominantemente por pastagens voltadas a criação de gados e plantio de espécimes frutíferos (maracujá, pêssego e morango) e hortaliças (repolho e couve).

O panorama econômico geral traz como resultante em uma região em processo de urbanização mais lento que a média para o estado de São Paulo, com manchas urbanas pequenas e taxas bem mais altas de empregabilidade na área agrícola.

A região sofre por deter um dos piores IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal) com uma das piores colocações em avaliação da educação, maiores taxas de mortalidade infantil do estado e boa parcela das famílias, cerca de 30%, porém, em casos de até 80%, cadastradas a receber benefícios sociais governamentais, como o Bolsa Família.

2 GEOLOGIA REGIONAL

2.1 A Província Mantiqueira

A Plataforma Sul-Americana (Almeida & Hasui, 1984) (Figura 5) é definida como a porção continental da placa homônima que permaneceu estável e funcionou como antepaís durante a evolução das faixas móveis do Caribe (norte) e Andina (a oeste), ao mesmo tempo em que, no Meso-Cenozoico, ocorria a abertura e desenvolvimento do Atlântico Sul.

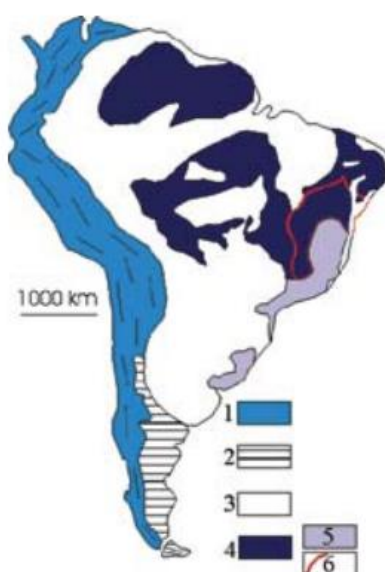


Figura 5 - Mapa tectônico da América do Sul, modificado de Almeida e Hasui (1984) e Trompete (1994) por Heilbron (2004). 1- Sistema orogênico andino. 2- Terreno Patagônia. 3- Cobertura fanerozoica da Plataforma Sul-Americana. 4- Escudos da Plataforma Sul Americana, destacando a Província Mantiqueira (5) e o Cráton do São Francisco (6).

Segundo Hasui (2012), o sistema constitui uma faixa ao longo da região costeira entre o sul da Bahia até o Rio Grande do Sul, com extensão para o Uruguai. Delineia uma faixa com cerca de 3.000 km de comprimento com orientação NNE-SSW, apresentando 200 km de largura na parte sul e 600 km na parte norte. A oeste apresenta limite com o Cráton São Francisco, com a cobertura da Bacia do Paraná e com a extremidade sul da Faixa Brasília.

A leste, o Cinturão Mantiqueira faz divisa com a Província Margem Continental Leste.

Hasui (2010) classifica todos os eventos acrescionários como pertencentes ao mesmo ciclo, também observado em outras províncias, de convergência do Brasileiro. Faz a seguinte subdivisão:

Brasiliano I (900-700 Ma.); Brasiliano II (670-530 Ma.); Brasiliano III (580-490 Ma.).

As diversas colisões que resultaram no supercontinente Gondwana ao longo dos Ciclos Orogênicos Brasileiro/Panafricano, formaram uma série de Faixas Móveis datadas do Neoproterozoico/Eoproterozoico - inclusive a Província Mantiqueira (Campanha & Sadowski, 1999; Heilbron et al., 2008). Estes episódios ocasionaram eventos de pós-colisão, resultando em falhas transcorrentes de direção NE, que marcam a fisiografia da região. Campos Neto (1992) e Hackspacher et al. (2004) definem que estas zonas de cisalhamento possuem movimentação, predominantemente, dextral e sobrepõem as deformações dos ciclos deformacionais anteriores.

A entidade tectônica é compartimentada em três cinturões orogênicos distintos: Araçuaí (segmento setentrional), Ribeira (segmento central) e Tijucas (segmento meridional) (Figura 6) – com a área de estudo localizada no cinturão orogênico Ribeira (central), que será abordado a seguir.

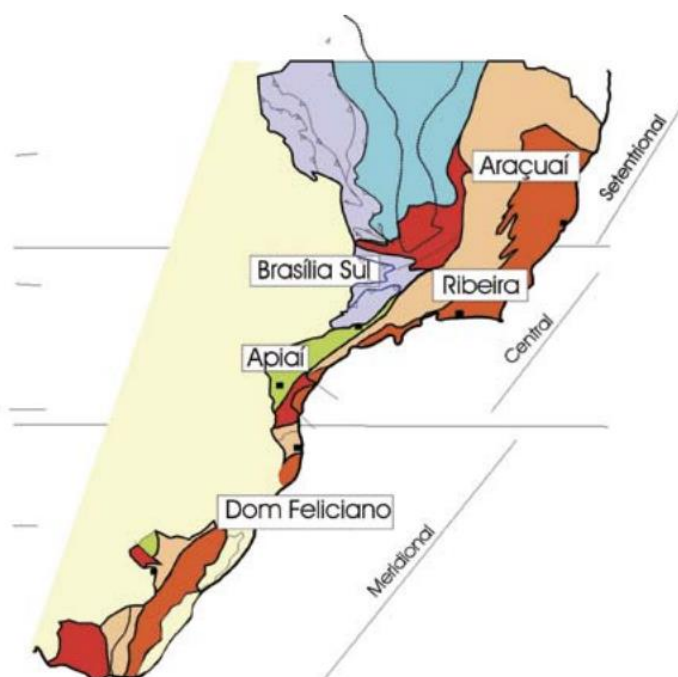


Figura 6 - Subdivisão do Sistema Orogênico Mantiqueira (Heilbron et al., 2004): o segmento setentrional é o Orógeno Araçuaí; o segmento central inclui a porção sul do Orógeno Brasília e os orógenos Ribeira e Apiaí; e o segmento meridional inclui os orógenos Dom Feliciano e São Gabriel. As cores roxo e laranja indicam os terrenos que alojam os arcos magmáticos neoproterozoicos.

2.2 Cinturão Orogênico Ribeira

A porção central do Sistema Mantiqueira, definida como Cinturão Orogênico Ribeira,

consiste em um segmento crustal paralelo à linha costeira do sudeste brasileiro que se estende para sudoeste até o Paraná e leste de Santa Catarina.

A oeste é encoberto pela Bacia do Paraná e a leste faz limite com a Província de Margem Continental Leste. Na região da divisa Minas Gerais - Rio de Janeiro - São Paulo, o Orógeno Ribeira se limita com o Cinturão Araçuaí e em sua extremidade sul, se limita com o Cinturão Tijuca (Hasui, 2012).

O embasamento do cinturão contém rochas do Arqueano -Paleoproterozoico, mais antigas que 1,8 bilhões de anos, que foram recobertas por rochas vulcanossedimentares de diferentes origens, do período paleoproterozoico a neoproterozoico. Intrusões de corpos plutônicos de diferentes composições e idades ocorreram durante o neoproterozoico/Eopaleozoica, durante a colagem orogênica brasileira (Heilbron et al., 2004).

Segundo Heilbron et al. (2004), a colisão entre a borda sul-sudoeste da paleoplaca São Francisco-Congo e outra placa atualmente encoberta pelas sequências deposicionais fanerozoica da Bacia do Paraná foi responsável pelo *trend* estrutural NNW-SSE encontrado na parte sul do Orogênio Brasília. Esta etapa é definida como Colisional I, com ápice em 650-630 Ma.

A etapa colisional II (580 Ma.), que compreende a interação entre o Cráton São Francisco e outra(s) placas e/ou microplaca(s) e/ou arco de ilhas situado(s) a sudeste deste Cráton, além da porção sudoeste do Cráton do Congo, foi responsável pelo *trend* estrutural NE-SW do Orógeno Ribeira. A mesma resultou no empilhamento de terrenos de leste para oeste-noroeste.

O Cinturão Ribeira pode ser entendido como uma unidade geológica constituída por vários terrenos, com distintas características litológicas, geoquímicas e isotópicas (Prazeres Filho, 2003 apud Cordani & Sato, 1999; Campos Neto, 2000). Os terrenos são definidos como Varginha, Embu, Costeiro, São Roque, Apiaí, Curitiba e Luís Alves (Hasui, 2012). A área de estudo localiza-se inserida no terreno Apiaí (Campanha et al., 2015) (Figura 7).

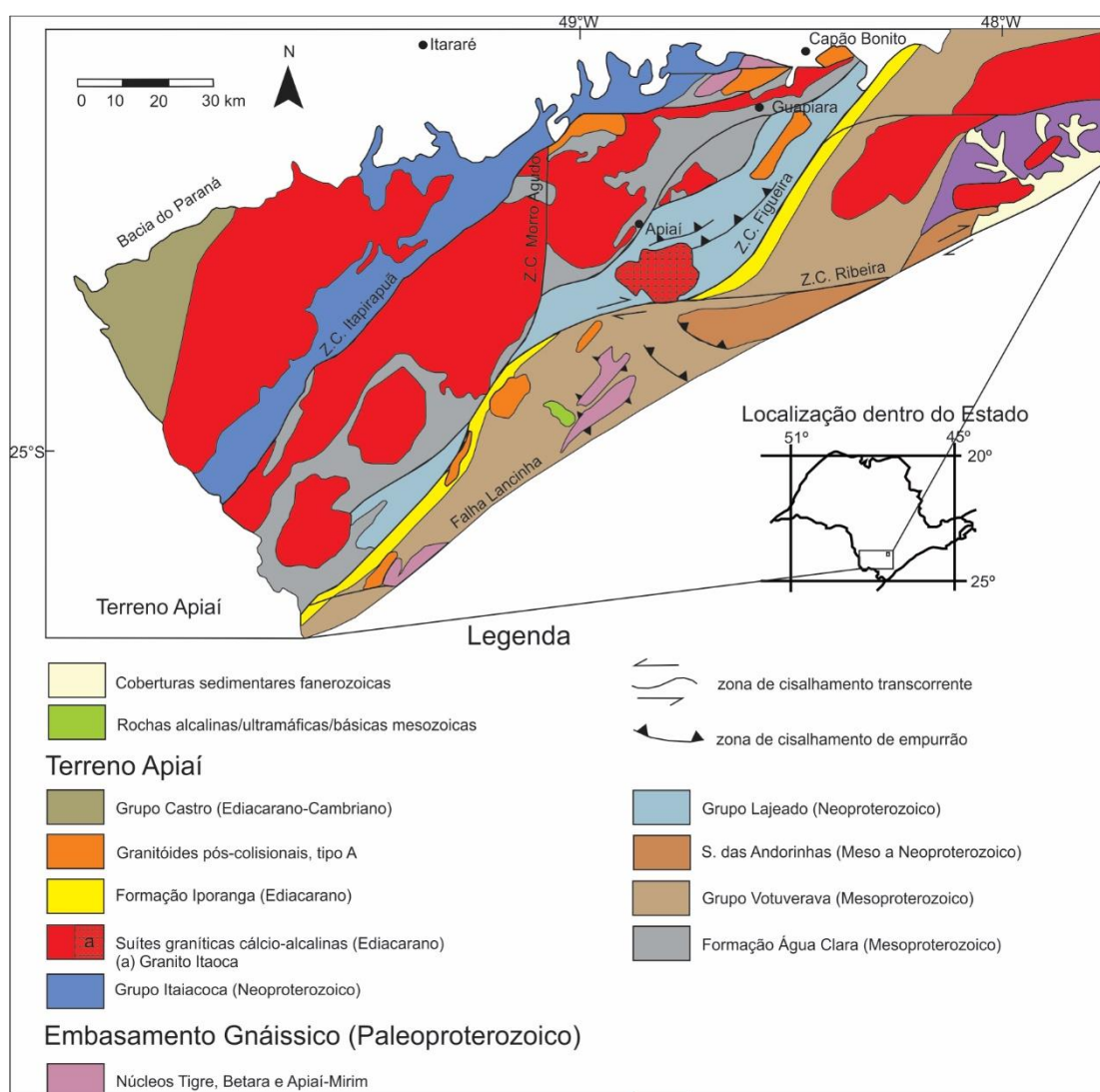


Figura 7 - Principais litologias e estruturas do Terreno Apiaí. O Batólito Itaoca está destacado por hachuras (Campanha et al., 2015).

2.2.1 Terreno Apiaí

De acordo com Howell (1989, 1995), um terreno tectonoestratigráfico corresponde a litotipos limitados por falhas ou zonas de cisalhamento importantes (possíveis suturas) com estratigrafia, ambiente e história geológica distintas dos terrenos adjacentes.

Segundo Prazeres Filho et al. (2003), o Terreno Apiaí compõe uma faixa com aproximadamente 500 km de extensão e 100 km de largura e é constituído por rochas metavulcanossedimentares (meso a supracrustais) de baixo a médio grau metamórfico.

As rochas metamórficas localizadas na porção norte desse terreno são representadas pelos Grupos Serra do Itaberaba e São Roque, enquanto as rochas localizadas na porção sul são representadas pelas sequências metavulcanossedimentares do Supergrupo Açungui. Seus limites tectônicos, juntamente com as unidades geológicas adjacentes, são marcados pelas Zonas de Cisalhamento Lancinha-Cubatão e Itariri.

A sul, o Terreno está encoberto pelas rochas fanerozoicas da Bacia do Paraná e

neoproterozoicas/eopaleozoicas das bacias de Castro e Camarinha. No âmbito de rochas granitóides encontradas no Terreno, destacam-se os grandes batólitos graníticos Cunhaporanga, Três Córregos e Agudos, alojados em uma direção preferencial geral NE-SW.

Admite-se que o Terreno Apiaí consiste em uma associação tectonometamórfica de terrenos distintos de idade mesoproterozoica e neoproterozoica, acrescidos como um terreno composto, provavelmente durante o Neoproterozoico. Os últimos estágios de deformação estão associados a um sistema transcorrente destal regional e uma colisão oblíqua (Faleiros, 2008).

2.2.2 Unidades litológicas do Terreno Apiaí

A área de mapeamento, como citado anteriormente, se insere no Terreno Apiaí na Faixa Ribeira. O embasamento é composto por uma associação de gnaiss migmatítico milonítico denominado Gnaiss Tigre, de idade Paleoproterozoica (Transamazônico), e são principalmente encontrados em estruturas antiformais abertas, em núcleos isolados (Faleiros et al. 2012).

As rochas supracrustais são representadas por rochas metavulcanossedimentares e metassedimentares do Supergrupo Açunguí que, segundo exposto por Faleiros (2008), com proposição original de Campanha (1991), o Supergrupo é composto por seis unidades principais, das quais ocorrem na área: (1) Formação Água Clara; (2) Lajeado e Itaiacoca; (3) Iporanga (Figura 8).

As suítes graníticas (4) ocorrem espalhados pelo Terreno Apiaí, há suítes cortadas e outras controladas pelas falhas da terceira fase (Hasui, 2012). Em geral, possuem composição de sienogranito, monzogranito e quartzo monzonito, com exceção do Gabro de Apiaí (5), que é toleítico. Possuem formatos distintos, desde diques, *stocks* e até batólitos (Faleiros et al., 2012).

(1) Weber et al. (2004) define a Formação Água Clara como composta predominantemente por uma sequência carbonática impura. Possui mármore puro a impuro, quartzito, metachert, metabasito, anfibolito, granada-clorita-biotita xisto, calcoxisto, micaxistos e anfibólio-xisto. Os corpos dessas rochas metabásica e anfibolítica se encontram em meio às sequências vulcanossedimentares e apresentam expressivas dimensões longitudinais quando comparadas às dimensões laterais, geralmente decimétricas. O metamorfismo registrado é de baixo a médio grau (Hasui, 2012).

(2) O Grupo Lajeado tem coluna estratigráfica proposta por Campanha et al. (1985, 1986), a qual possui sete formações de composição siliciclástica-carbonática. Entretanto,

Faleiros (2000) a partir dos critérios estruturais, sedimentares e estratigráficos, conclui que quatro das setes formações que compunham o Grupo Lajeado representam na verdade um único par siliciclástico-carbonático repetido por falhas de empurrão.

As formações pertencentes ao Grupo Lajeado são:

Betari - metarenito, metaconglomerado oligomítico com intercalações de metassiltito e filito;

Furnas-Lajeado Terrígena - calcoxisto, metassiltito e filito homogêneo;

Furnas-Lajeado Carbonática - calcarenito, calcilutito e metacalcário calcítico;

Mármore de Apiaí - predomina mármore calcítico cinzas, frequentemente sulfetado;

Serra da Boa Vista - metarenito bandado, às vezes conglomerático;

Passa Vinte - metacalcário bandados calcítico e dolomítico impuro;

Gorotuba - metarritmito de estrato submilimétrico a centimétrico representados por metassiltito, metarenito, filito, cálciofilito, mármore e rochas calciossilicática.

(3) A Formação Iporanga ocorre a noroeste da Zona de Cisalhamento Figueira, e é compreendida por metarritmito, entre as camadas de metassiltito (filito e ardósia) (Campanha, 2002).

(4) As suítes graníticas ocorrem espalhadas pelo Terreno Apiaí. Existem suítes cortadas e outras controladas pelas falhas da terceira fase (Hasui, 2012). Em geral, possuem composição de sienogranitos a monzogranitos, com formatos distintos, desde diques, *stocks* e até batólitos (Faleiros et al., 2012).

Desses, destacam-se os grandes batólitos Cunhaporanga, Três Córregos e Agudos Grandes e corpos diversos na forma de *stocks* (Figura 8).

Os batólitos Cunhaporanga e Três Córregos são os representantes de maior expressão geográfica do terreno Apiaí, ocupa juntos cerca de 8000 Km² e orientados de acordo com a direção regional preferencial, em torno de N30-40E (Prazeres Filho, 2005).

Formam, no geral, uma sequência intermediária-félsica, cálcio-alcalina de médio a alto-K, do tipo I de ambientes compressionais de margens continentais ativas (Werneck et al. 1990; Gimenez Filho, 1993; Reis Neto, 1994; Gimenez Filho et al., 2000; Guimarães, 2000; Prazeres Filho, 2000 e Prazeres Filho et al., 2001).

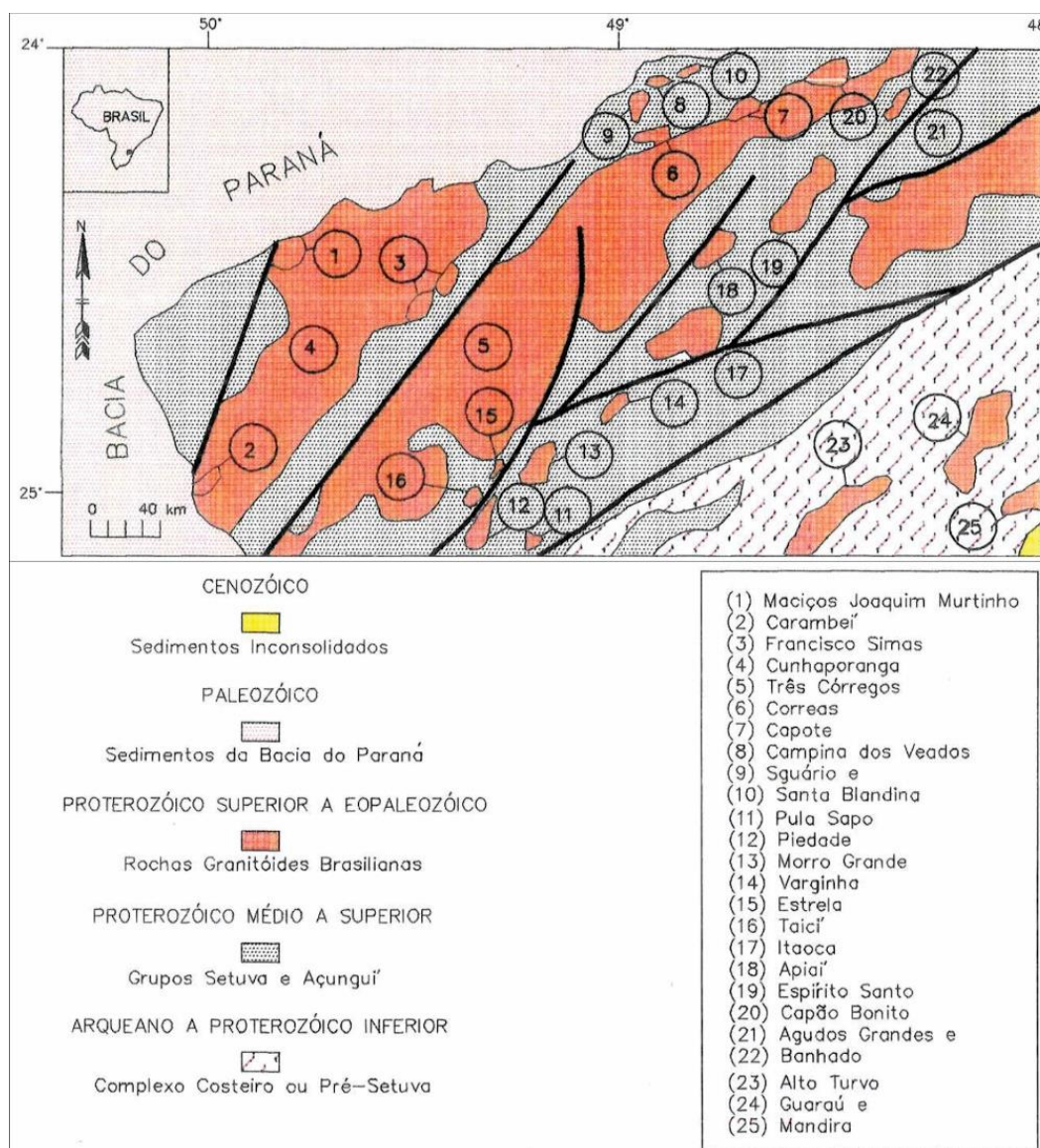


Figura 8- Localização dos maciços graníticos no Terreno Apiaí (Mello, 1995).

Além desses, ocorrem também em geral na forma de *stocks* intrusivos, tanto nas rochas metassedimentares como nas rochas graníticas, granitoides que variam desde cálcio-alcalinos de alto-K a granitos de tipologia A, em ambientes tardi a pós-orogênico entre 590 a 560 Ma. (Gimenez Filho, 1993; Guimarães & Ulbrich, 1999; Guimarães, 2000; Prazeres Filho, 2000; Picanço, 2000; Goraieb, 2001; Leite, 1993).

(5) O Gabro de Apiaí é intrusivo nas Formações Gorotuba, Serra da Boa Vista e Passa Vinte, formações da porção superior do Subgrupo Lajeado (Morgental et al., 1981). De formato semelhante a um lopólito, a rocha possui cerca de 30 Km² de área exposta (Morgental et al., 1975; Campanha, 1991; Campanha e Sadowski, 1999; Archanjo et al., 2012; Faleiros et al., 2012; Oliveira et al., 2012).

De acordo com Silva et al. (1981), o gabro possui idade de aproximadamente 675 Ma, (na datação K-Ar em plagioclásio). Hackspacher et al. (2000) por sua vez definiram sua

idade em 617 Ma, (datação U-Pb em zircão e monazita). Sua mineralogia é típica dos gabros, com teores de 49 a 52% de SiO₂, clino- e ortopiroxênios, plagioclásio e poucos opacos apresentando leve alteração hidrotermal (Marconato, 2006).

Com origem incerta, seus óxidos e elementos traços são típicos de basaltos de cadeias meso-oceânicas (Frasca et al., 1997). Hackspaker et al. (2000) por sua vez sugerem o gabro como origem em basaltos oceânicos tipo E-MORB. Campanha & Sadowski (1999) propõem uma intrusão pós-tectônica para o *plúton*. E Archanjo et al. (2012) com o uso de AMS propõe como um provável *sill* inserido num estágio pré-tectônico.

2.2.3 Evolução do Cinturão Ribeira

No processo evolutivo descrito por Hasui (2012), há 2,3 e 2,1 Ga o Domínio Luís Alves sofreu termotectonismo – o que resultou em um metamorfismo de alto grau. No Paleoproterozoico ocorreu o ciclo Transamazônico, que causou processos distensivos e de convergência, tendo como resultado um conjunto de rochas granitoides diversificados e supracrustais vulcanossedimentares, que foram metamorfozadas em médio e alto grau no mesmo evento.

Estas rochas formadas no Transamazônico - entre 2,3 e 1,9 Ga - são constituintes dos Domínios Curitiba e partes do Embu e do Costeiro, bem como em algumas porções do Paranaguá e Apiaí. Posteriormente, estes conjuntos foram retrabalhados no Ciclo Brasileiro. Ainda no Paleoproterozoico, e também no Mesoproterozoico, após o Transamazônico, o embasamento regional formado pelas unidades mais antigas esteve sob condições intraplaca, ou seja, esteve sujeito a processos distensivos sujeito a fragmentá-lo, que ocasionou uma evolução no rifteamento que evoluíram para aberturas oceânicas que posteriormente receberam grande aporte de sedimentos entre 1,6 a 1,4 Ga, dando origem as Formações já discutidas Água Clara, Votuverava e Lajeado).

A seguir, do Neoproterozoico até o fim do Cambriano, o regime distensivo foi retomado, seguido por convergência e pelo colapso orogênico - configurando assim o Ciclo de Wilson, nomeado como Brasileiro. Este ciclo envolveu a fragmentação do Rodínia e finalizou com a consolidação do Gondwana.

Este modelo geodinâmico reconhecido na área envolveu convergência dos Domínios Curitiba e Luís Alves com o Cráton do Rio de La Plata, fechamento do Oceano Adamastor e formação do arco magmático. As supracrustais neoproterozoicas representam a Faixa Apiaí-São Roque, que tem origem interpretada a partir de um *rift*, bacia retroarco ou antearco, bacia intra-arco ou interarco (Basei et al. 2010).

3 GEOLOGIA LOCAL

Na área estudada são encontrados dois domínios de rochas principais: o domínio de rochas graníticas, representadas pelo Granito Itaoca e o domínio de rochas encaixantes do granito, caracterizadas como metassedimentares.

Ainda, de maneira menos significativa, ocorrem intrusões máficas a ultramáficas, relacionadas as intrusões alcalinas do Arco de Ponta Grossa, como diabásios e lamprófiros descritos por Mello (1995).

O granitoide representa cerca de 90% da área, e foi intrudido durante estágios finais de fechamento do ciclo de Wilson, há pouco mais de 600 Ma (Salazar et al., 2008). São granitos cálcio-alcalinos divididos por Mello (1995) em 3 unidades: Itaoca, Saltinho e Milonítica, e subdividido em cerca de 6 fácies principais, sendo apenas 4 delas mapeáveis. No presente trabalho, intenciona-se refinar essa divisão de fácies e sua divisão em mapa, como seguirá no presente capítulo.

Dentro do domínio das rochas encaixantes metassedimentares, ocorrem as Formações: Bairro da Serra, Mina de Furnas, Betari, Água Suja, Serra da Boa Vista, representadas por uma gama de rochas tais como mármore, rochas calciossilicatadas, filitos, xistos, quartzitos e metabasitos.

Essas rochas apresentam-se também como tetos pendentes dentro da intrusão granítica, com litologia diferenciada e mineralização associada devido a processos metassomáticos e de contato.

Geomorfologicamente, a área se apresenta complexa, variando em altitude dos 1000 metros aos 140 metros. Seu relevo varia de morrotes suaves a morros íngremes e/ou escarpados, com superfície rugosa a lisa, drenagens predominantemente dendríticas com feições radiais, e vales profundos encaixados, típicos de ocorrência devido a falhas em rochas rígidas (Figura 9).

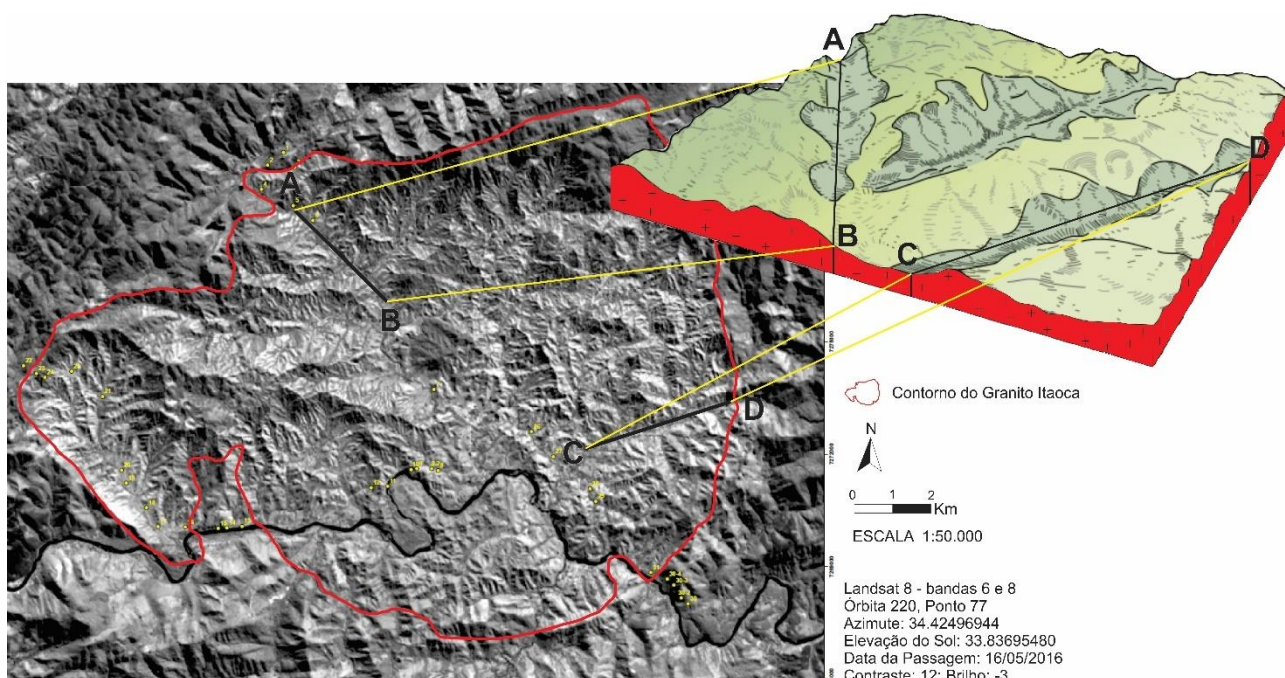


Figura 9 —Imagem Landsat (bandas 6 e 8) da área demonstra a interferência das falhas na estrutura da geomorfologia local, responsáveis por grandes vales profundos e encaixados. (Imagem do Satélite Landsat – 06/12/2016- e Imagem adaptada de Nunes et al., 1994).

As encostas também variam de côncavas, convexas e até retilíneas, que forma junto as drenagens, enganosas estruturas de vales em forma de 'v's, típicos de rochas metamórficas foliadas. Em geral, os morros são predominantemente cobertos por pastos, sendo nos locais de rochas metamórficas, e solo mais argiloso, ainda coberto por floresta nativa ou secundária.

Abaixo, tem-se o exemplo de imagens de diferentes locais da área, com vales, morros com matações, margens de rios e destaque para a depressão no qual ocorre maior parte do granito Itaoca (Figura 10).

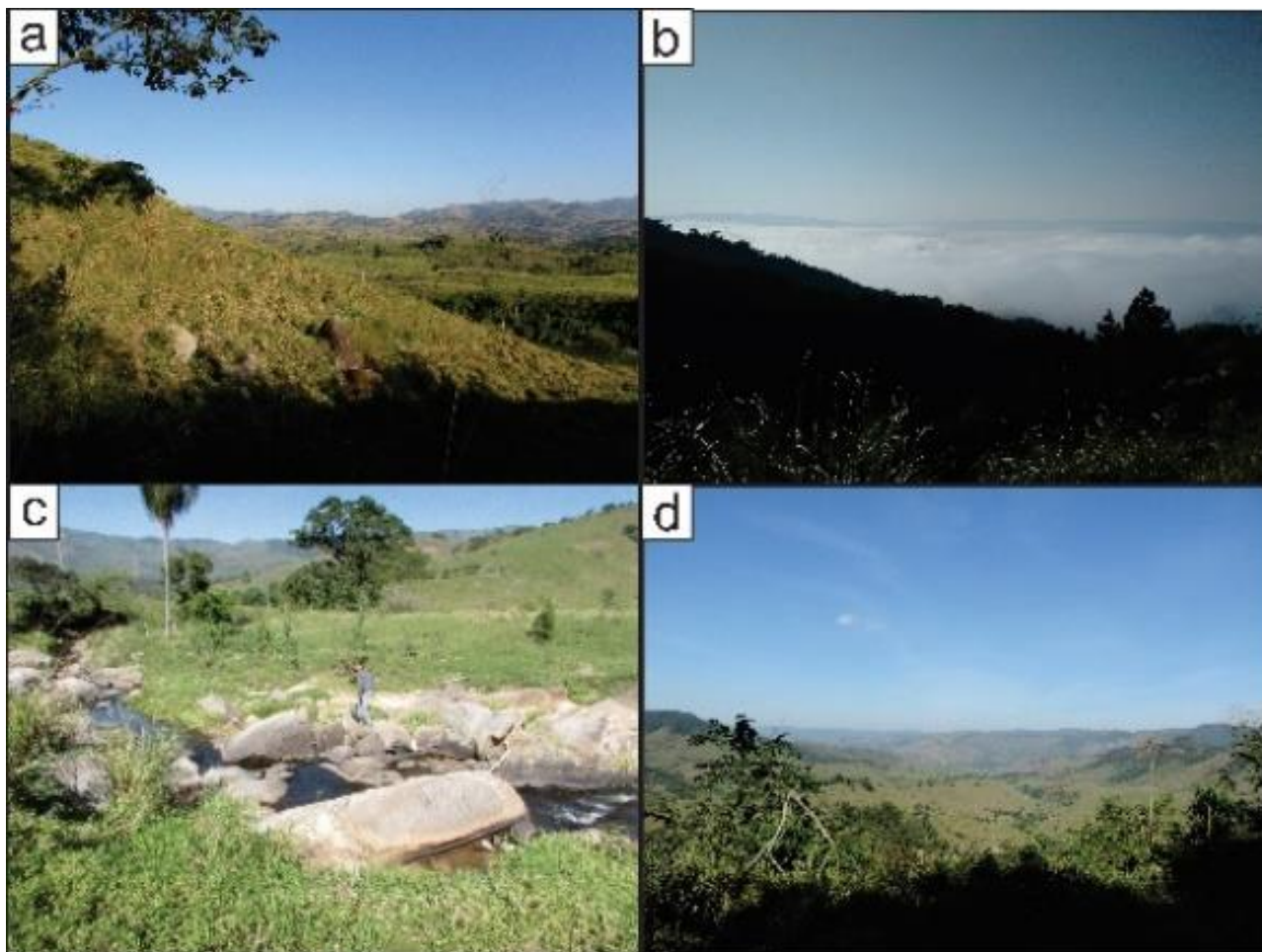


Figura 10 – Sequência de imagens que exemplifica a geomorfologia da área estudada. Em (a) apesar de uma região de encosta (local denominado de “descida do paulista” pelos moradores locais), com matações de granito, o mesmo é localizado ao lado do Rio Ribeira, em uma margem com alta inclinação. Em (b), a vista do mirante da Mina Intercement (exploradora do calcário da rocha encaixante no contato do granito), a cerca de 900 metros do nível do mar, para a região de Itaoca, no qual abaixo da neblina se encontra a depressão da litologia granítica predominante. Em (c) é destacado um vale aberto, com drenagem coberta de blocos, sendo alguns rolados, e outros ‘in situ’ compondo o leito. Em (d) destaca um dos grandes vales formados no maciço Itaoca, no qual suas encostas beiram os 800 metros, e, a jusante, cerca de 300 metros.

3.1 Rochas Encaixantes

No contexto das rochas encaixantes, antigos trabalhos realizados pelo Jica (1981, 1982, 1983) e Mello (1995) classificam-nas como inseridas no Subgrupo Lajeado (Campanha et al., 1985, 1986), nas Formações Betari, Bairro da Serra, Água Suja, Furnas e Serra da Boa Vista.

Dessas, foi possível identificar e analisar em campo as formações Betari, Furnas, Bairro da Serra, e Serra da Boa Vista, discutidas no presente capítulo a partir de análises macroscópicas e pela descrição das lâminas delgadas.

3.1.1 Formação Betari

Corresponde à formação basal do Subgrupo Lajeado, é identificada em contato com porções da Formação Furnas nos arredores do Granito Itaoca. Subdividido por Campanha et al (1985, 1986) nos membros superior e inferior, destaca-se na área a porção superior, representada por afloramento, encontrado em beira de estrada, de filito/xisto, micáceo, com clivagem ardosiana, que se assemelha a uma clivagem de crenulação muito bem implantada (Campanha, 1991). Apresenta sericita orientada e fenoblastos de andaluzita, resultante do metamorfismo de contato do granito Itaoca (Figura 11).



Figura 11 - Afloramento de rocha da Formação Betari. (a) Rocha xistosa, acinzentada e foliada (N08E/75SE); (b) Clivagem ardosiana em filito/xisto acinzentado, na qual apresenta semelhança muito próxima de uma clivagem espaçada de crenulação; (c) Fenoblastos de andaluzita em hornfels de filito/xisto, com orientação predominante paralela a lineação mineral definida por sericita (N20E/15NE).

A rocha apresenta textura inequigranular, lepidoporfiroblastica, com fenoblastos de andaluzita e clivagens de crenulação pouco desenvolvidas, de biotita, grafita e muscovita fina associadas. Os cristais são hipidiomórficos (Figura 12).

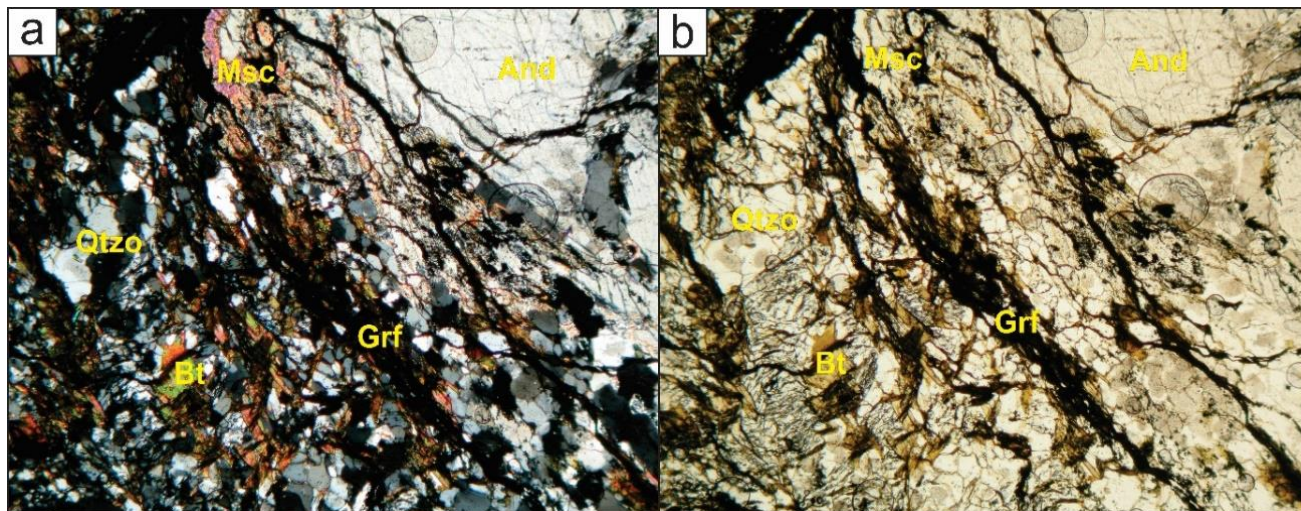


Figura 12 – Na lamina é possível notar alto grau de alteração, além de indicadores cinemáticos/metamórficos como a clivagem de crenulação e os fenoblastos de andaluzita respectivamente. - Lamina delgada do ponto 75, com polarizadores cruzados em 'a' e paralelos em 'b' -.

Legenda: Qtzo: Quartzo; Grf: Grafita; Bt: Biotita; And: Andalusita.

3.1.2 Formação Bairro da Serra

Unidade de natureza carbonática foi observada no contato leste do granito Itaoca na estrada que leva ao bairro do Pavão, beirando o Córrego da Jacutinga. É marcada por feições cársticas, grandes dolinas, cavernas (a caverna Santana, por exemplo), drenagem superficial e errática e contatos geológicos extremamente nítidos (Campanha, 1991).

Em geral é constituída por mármore fino, cinza-escuro a médio, homogêneo, por vezes bandado decimétrico a centimétrico (Campanha, 1991). No afloramento observado a rocha apresenta coloração cinza-escuro azulada, bandas centimétricas, com composição que varia localmente de mármore, calciossilicatada a cálcio xistosa, além de foliações com sentido concomitante a direção de contato com o granito, e não conforme a foliação principal regional – ponto 76 e 77 – (Figura 13).



Figura 13 –Formação Bairro da Serra: (a) É Rocha calciossilicatada a mármore, com pequena porção, mais resistente, preservada, no ponto 76, pouco mais distante do granito e próximo ao contato com a Formação Betari. Em (b₁) Rocha cálcio silicatada, com bandas mais puras de carbonatos e outras mais xistosas (ponto 77). Em (b₂) Afloramento mais próximo do contato com a rocha granítica. Se encontra com foliação bem marcada, seguindo o formato da intrusão granítica, discordante da foliação regional.

3.1.3 Formação Mármore Apiaí

Aflorante no contato leste do granito, na estrada que liga o Município de Itaoca ao município de Ribeira. A rocha apresenta coloração cinza azul-escuro, boa preservação e foliada, e, provavelmente, o ponto apresenta a região de charneira de uma dobra aberta com flancos de baixo ângulo e dobras parasíticas associadas (Figura 14).

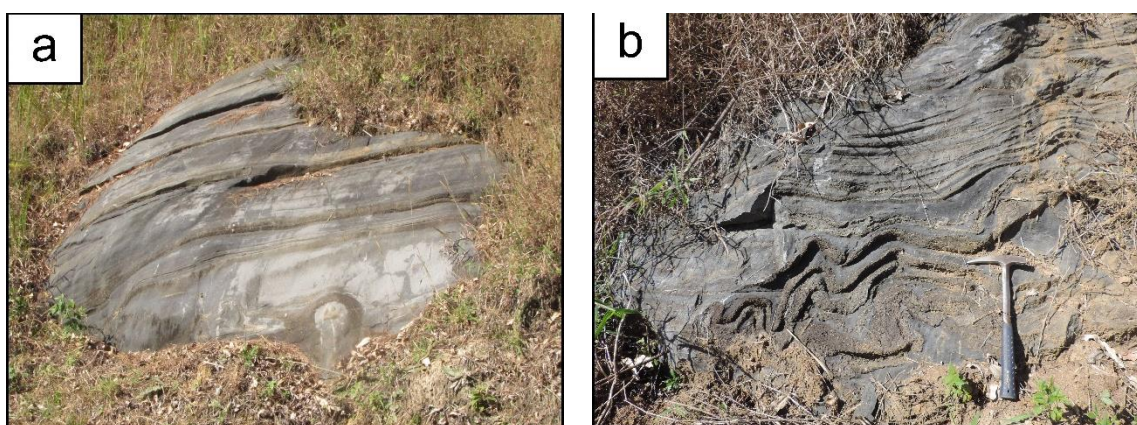


Figura 14 - Mármore no ponto 22: (a) Rocha bandada, levemente arqueada, com bandas centimétricas, coloração cinza escuro típicas da Formação Mármore de Apiaí; (b) Rocha com foliação mais evidente, com dobras parasíticas bem marcadas e camadas centimétricas de bandas carbonáticas.

A composição modal estimada é composta por calcita (95%), com opacos (3%) e epidoto (2%), em textura granoblástica, com trama de calçamento ou mosaico. A calcita

está bem desenvolvida e com feições de intercrescimento, com contatos irregulares, e além de estar recristalizada e fraturada.

A lâmina delgada AP3-09-12A, referente à uma porção mais impura do carbonato, apresenta foliação bem marcada pelo estiramento de grãos de quartzo e pela presença de micas, formando uma textura lepdogranoblástica. Há massas de actinolitas aciculares e alteração propilítica, evidenciada pela presença de epidoto, calcita e clorita.

Em certas porções, é descrito vênulas de calcita que cortam a foliação e, portanto, posteriores a estas (Figura 15)

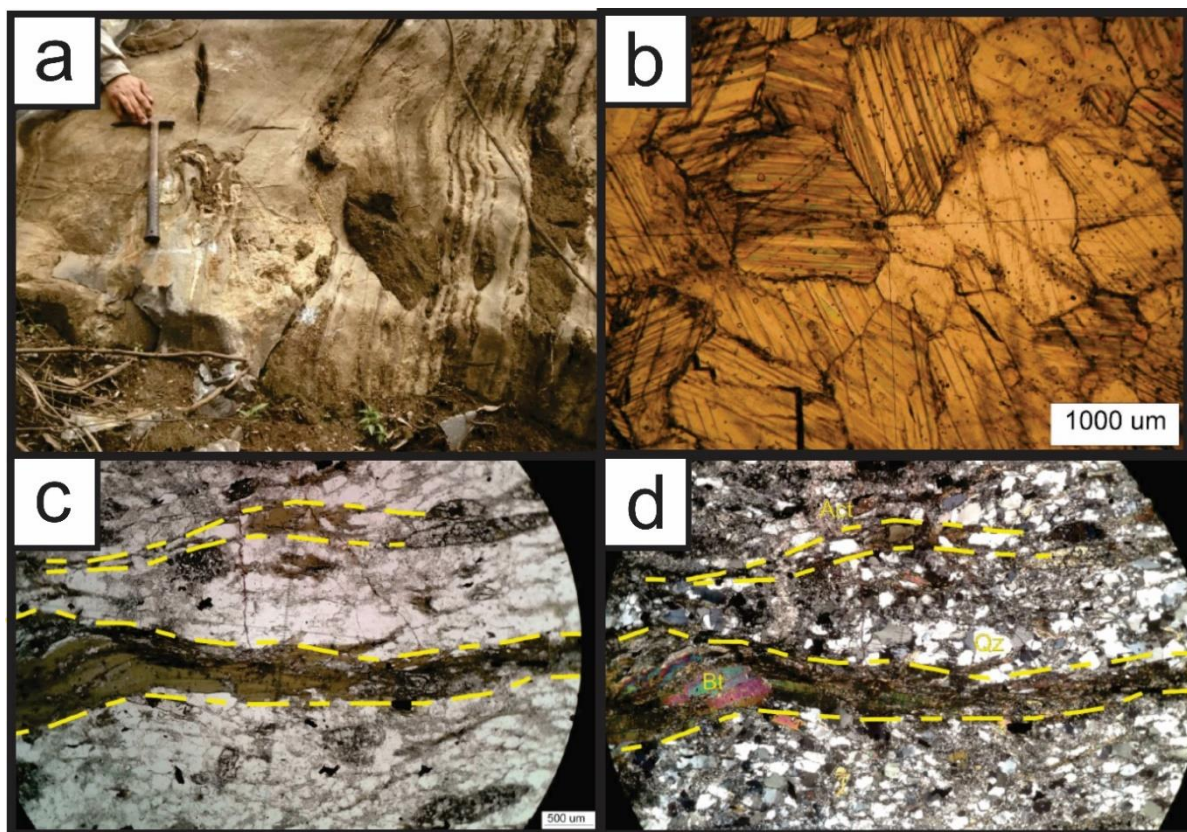


Figura 15 - (a) Bandamento composicional característico, com porção pelítica e carbonática do mármore (b) – Fotomicrografiada amostra AP3-09-07A. Trata-se de uma porção pura do mármore, constituída essencialmente por calcita granular. (c) e (d) – Fotomicrografia do Mármore Apiaí impuro (AP3-09-12). Banda formada por biotita, actinolita e quartzo, exibindo foliação espaçada (S1//S2).

Legenda: Qz: Quartzo; Bt: Biotita; Act: actinolita.

Deste modo, atribui-se que o mármore teria se formado a partir de protólito carbonático (calcário), por vezes impuro (marga), devido às lentes de material metapelítico.

3.1.4 Formação Mina de Furnas

A Formação Minas de Furnas foi encontrada nos entornos do plúton granítico em três pontos. A leste, no ponto 76 e 77; e a Noroeste, na mineração *Intercement* que possibilitou uma visita guiada a mina.

Campanha (1991) descreve a formação como próxima da Formação Bairro da Serra,

com um nível localizado próximo da antiga mineração de Furnas (Motivo do nome da formação) de intercalações de filito e mármore, que a diferenciam.

Na mina, foi possível observar o contato dos carbonatos da formação com o granito Itaoca, além de pegmatitos, com concentração aluminosa (provavelmente absorvido das encaixantes) oriundo do granito no mármore, e o contato do mármore com quartzitos da Formação Serra da Boa Vista.

Localmente, na pedreira, foi possível observar estruturas singulares, como grandes concentrações calcíticas, semelhantes a cataclasitos no meio do mármore, se tratando provavelmente de um metamorfismo hidráulico (Figura 16).

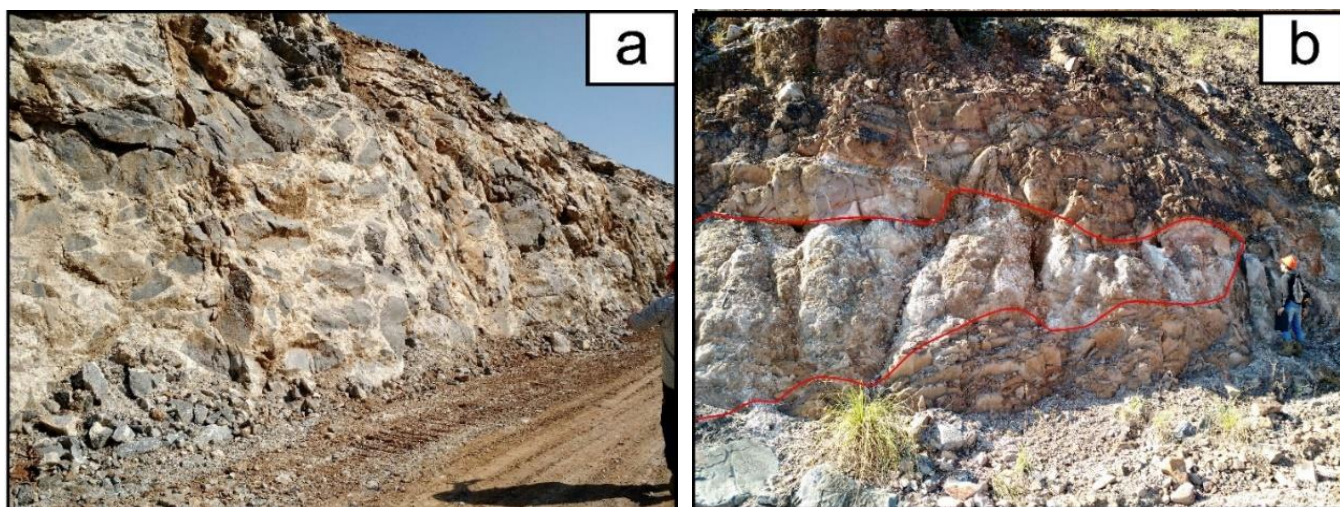


Figura 16 - Mármore, pegmatito e quartzito da Pedreira Intercement. (a) Metamorfismo hidráulico no mármore, com cristalização de calcita pura em meio ao mármore calcítico. (b) injeção de pegmatito aluminoso composto de moscovitas, turmalina, quartzo e plagioclásio provenientes do Granito itaoca, em rochas quartzosas e metacarbonáticas.

3.1.5 Formação Serra da Boa Vista

Na área é caracterizada por representar a região de maior altitude topográfica, facilmente identificado por fotografia aérea, com caimento muito bem marcado pela regra dos V's.

Campanha (1991) descreve a unidade como metarenitos de granulação variada, desde muito fina a muito grossa, ocorre em níveis locais porções conglomeráticas. Níveis de deformação metamórfica com alternância de quartzo xistos a quartzo milonitos são descritos.

No Contato com o Granito Itaoca são observados quartzo-mica hornfels, devido ao metamorfismo de contato da encaixante com a rocha ígnea.

Aflora na região de estudo nas cotas 340 até 700 metros, na porção norte, sendo que na porção próxima do *plúton* Itaoca chega até a cota de 1080 metros, em alta declividade. Esta Formação apresenta intercalações de camadas de quartzito e xisto, porém, podem

apresentar-se localmente centimétricas.

Os afloramentos descritos apresentam um grau de intemperismo médio nas porções xistosas e baixo nas quartzosas, com coloração creme amarelado, encontrados em barrancos da serra e afloramentos de chão de estrada.

O quartzito, relativamente mais novo, ocorre bastante fraturado e compacto. É uma rocha anisotrópica e possui sua mineralogia principal representada por quartzo (> 90%), muscovita (10%), biotita (<1%) e opacos (<1%) (lâmina AP3-09-106).

Possui uma textura granolepidoblástica, com pouca recristalização e está bastante fraturado. O quartzo apresenta extinção ondulante e a sericita é placóide.

A lâmina AP3-09-40 apresenta xistosidade marcada pela orientação das micas. O quartzo apresenta-se pouco recristalizado e bastante fraturado, os contatos entre os cristais são retilíneos a serrilhados, e a textura lepidogranoblástica.

A composição modal estimada é quartzo (50%), muscovita (30%), biotita (15%) e sericita acicular (5%). É descrita como sendo uma biotita-muscovita-quartzo xisto com sericita. Nota-se a presença de sombras de pressão nos grãos de quartzo marcadas por moscovita placóide (Figura 17).

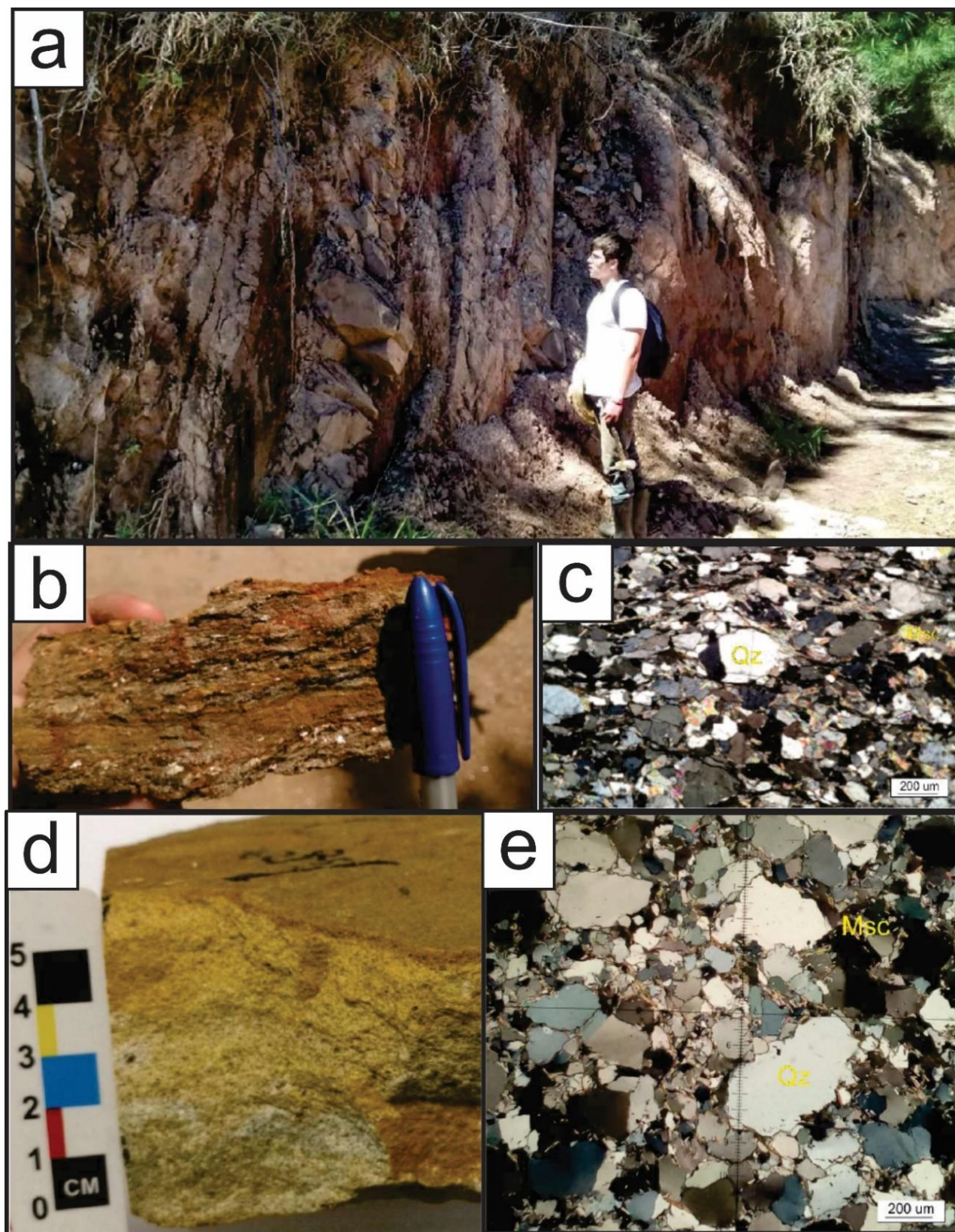


Figura 17 - Afloramento em corte de estrada da Formação Serra da Boa Vista. (a) Quartzito e xisto bastante fraturados e com intrusão de veios aplíticos. As camadas estão subverticalizadas; (b) e (c) Biotita muscovita xisto da Fm. Serra da Boa Vista; constituído por quartzo, biotita e muscovita, com alguns cristais de turmalina; (d) e (e) Muscovita quartzito da Formação Serra da Boa Vista. Assim como o xisto, apresenta cristais de turmalina como mineral acessório.

Legenda: Qz: quartzo; Msc: Muscovita.

3.2 Granito Itaoca

De forma elipsoidal e área superior a 200 Km², o plúton Itaoca intrude uma sequência metamórfica de rochas de caráter oceânico do Subgrupo Lajeado (Mello, 1995; Salazar et al., 2008).

De acordo com Mello (1995), o maciço mantém com as rochas encaixantes um contato que varia de discordante a concordante, fato observado em alguns pontos, pela concordância do basculamento das camadas metassedimentares, que acompanha o granitoide.

O batólito apresenta geomorfologicamente aspectos variados, que tornam difícil sua compreensão e mapeamento por sensores remotos. Seu relevo varia de topos de morros escarpados que beiram os 1000 metros de altitude - principalmente no contato com as encaixantes -, a planícies de inundação do Rio Ribeira de Iguape, 140 metros do nível do mar.

No geral, como observado em campo, a unidade é composta por monzogranitos a quartzo monzonitos, além de quartzo-sienitos associados subordinadamente (Figura 18).



Figura 18 - (a) Aspectos morfológicos do granito, com morrotes suaves a angulosos, e formas convexas a côncavas; (b) Aspectos gerais da rocha fresca aflorante, com dimensão métricas na faixa dos 3-5 m³, coloração superficial típica de alteração e fenocristais róseos aparentes; (c) Granito Itaoca com pouco quartzo e muitos máficos (melagranito, com biotita e hornblenda), de matriz acinzentada anedral composta por microclínio, quartzo, oligoclásio, biotita e hornblenda, além de fenocristais róseos de feldspato potássico de tamanho médio, euedrais (Ponto 86).

Outra característica do corpo granitoide é sua alternância textural, estrutural e composicional próximo as regiões de planos de falhas e fraturas, variedade difícil de ser classificada devido à enorme variedade textural e composicional, o que restringe, portanto, a uma classificação por regiões do corpo granítico afetados por essas zonas com alívios de esforços estruturais e propícios a movimentação de fluídos.

Finalmente, a partir de todas as características identificadas ao longo de todos os pontos na região, aliado às análises meso e microscópicas e químicas das rochas, foram devidamente classificadas 3 unidades e 6 subdivisões faciológicas para o granitoide, com 4 fácies e uma associação de 2 fácies mapeadas.

A divisão em unidades e fácies é exemplificada na seguinte tabela (Tabela 1) e diagrama QAP (Figura 19) das rochas, descritas sucintamente nos seguintes subcapítulos.

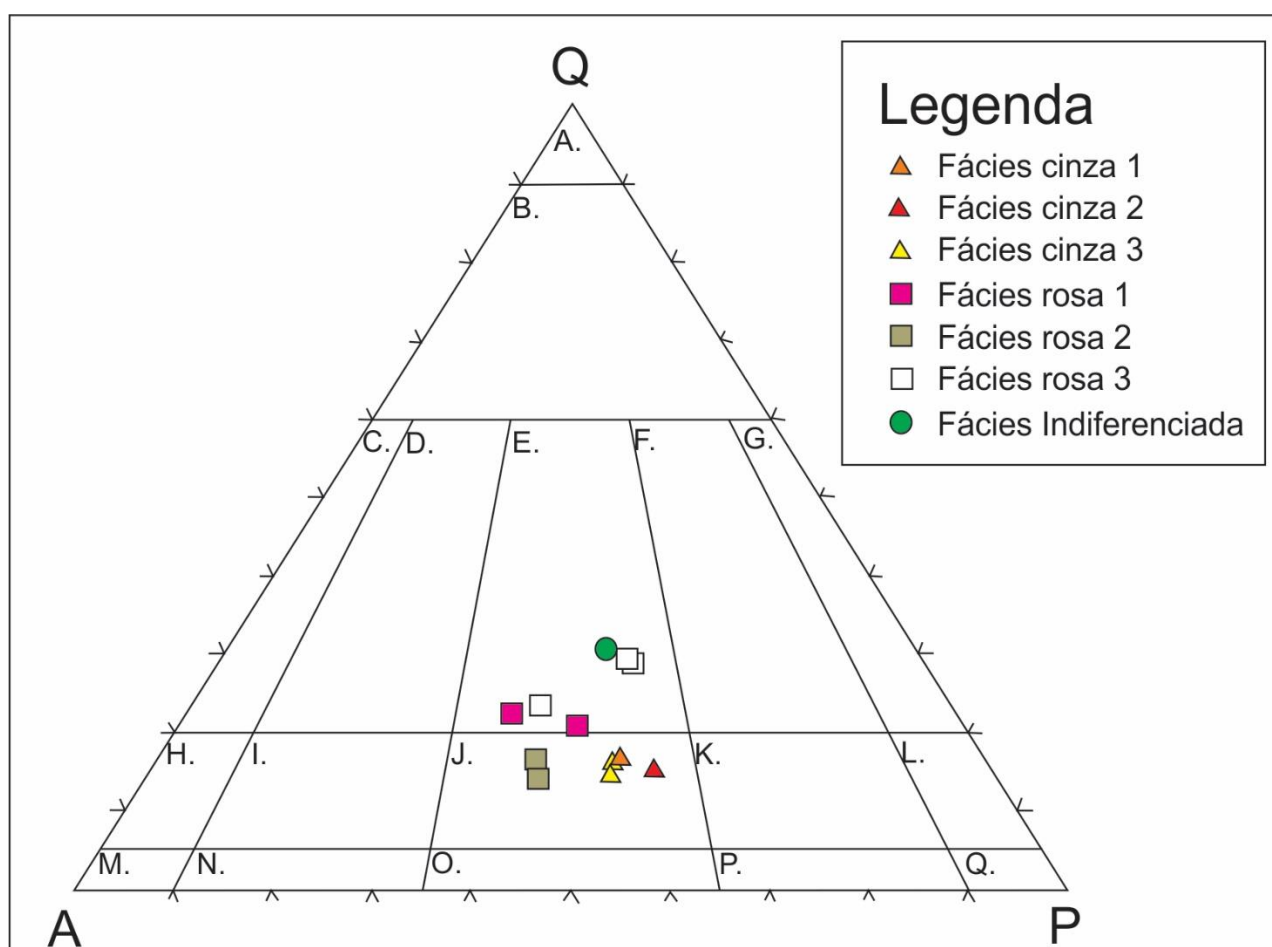


Figura 19 - Diagrama QAP com a contagem modal normativa de amostras representativas do Granito Itaoca.

Legenda: A.:quartzolito; B. granitoides ricos em quartzo; C. alkali-Feldspato Granito; D. sienogranito; E. monzogranito; F. granodiorito; G. Tonalito; H. quartzo-álcali feldspato granito; I. quartzo sienito; J. quartzo monzonito; K. quartzo monzodiorito/quartzo gabro; L. quartzo diorito/ quartzo gabro/ quartzo anortosito; M. álcali-feldspato sienito; N. sienito; O. monzonito; P. monzodiorito/monzogabro; Q. diorito/gabro/anortosito.

Tabela 1 – Tabela com informações gerais das fácies granitoides.

Unidade	Itaoca			Saltinho			Associação de Fácies Indiferenciadas
Fácies	Fácies cinza 1	Fácies cinza 2	Fácies cinza 3	Fácies rosa 1	Fácies rosa 2	Fácies rosa 3	—
Estrutura	Isotrópica	Isotrópica	Isotrópica	Isotrópica a suborientada	Isotrópica a suborientada	Isotrópica	Fortemente orientada a isotrópica
Textura	Porfírica bimodal, de matriz equigranular, hipidiomórfica.	Porfírica, de matriz inequigranular, hipidiomórfica.	Porfírica, de matriz inequigranular, alotriomórfica.	Porfírica, de matriz inequigranular, alotrio-hipidiomórfica.	Porfírica, de matriz inequigranular, alotrio-hipidiomórfica.	Porfírica, de matriz equigranular, idio-hipidiomórfica	Porfírica, de matriz equi a inequigranular, idio-alotriomórfica orientada a sub-bandada
Tamanhos dos Cristais (mm)	2-5 5-10 // 15-20	2-5 5-6	1-3 5 // 12	2-4 5	2-5 5-8	4-5 15	1-3 5-10
Descrição	Rochas acinzentada porfírica, bimodal com fenocristais (+/-18%) acinzentados de Fk.	Rochas acinzentada porfírica, com fenocristais (+/-15%) róseos-cinzentos de Fk.	Rochas acinzentada porfírica, bimodal com fenocristais (+/-20%) róseos-cinzentos de Fk.	Rochas rósea, porfírica, com fenocristais (+/-7%) róseos de Fk.	Rochas rósea, porfírica, com fenocristais (+/-10%) róseos de Fk.	Rochas rósea, porfírica, com fenocristais (+/-22%) róseos de Fk.	Rochas rósea/cinza porfírica, com fenocristais (+/-25%) róseos de Fk. Orientadas a suborientadas, com porções isotrópicas subordinadas
Índice de Cor (%)	Leucocrático 24 %	Leucocrático 18 %	Leucocrático 25 %	Leucocrático 12 %	Leucocrático 16 %	Leucocrático 18 %	Leucocrático 15 %
Minerais Fe-mg (%)	Anf. 6 Biot. 10 Total 16	8 11 19	6 7 13	7,5 13,5 21	8 10 18	3 6 9	5 10 15
Minerais Acessórios	Apatita, titanita e magnetita	Apatita, titanita, zircão e magnetita	Apatita, titanita e zircão	Apatita, titanita, zircão e opacos	Apatita, titanita, zircão e opacos	Apatita, titanita, zircão e opacos	titanita, zircão e opacos
Classificação	hornblenda-biotita quartzomonzonito	hornblenda-biotita melaquartzomonzonito	hornblenda-biotita quartzomonzonito	hornblenda-biotita melamonzonito a quartzomonzonito	hornblenda-biotita quartzomonzonito	hornblenda-biotita Monzogranito a quartzomonzonito	Milonito a metagranito gnaissificado, com Monzogranito associado a quartzomonzonito
Cor	Cinza	Cinza	Cinza	Rosa	Rosa	Rosa esbranquiçada	Rosa a cinza, com variação dos tons.

3.2.1 Fácies cinza 1

A Fácies 1 ocorre associada a fácies cinza 2, em porção semicircular da área, bordejando a porção norte, nordeste e leste do batólito. A rocha apresenta coloração acinzentada, estrutura isotrópica, maciça, fanerítica de textura porfirítica bimodal. Os fenocristais compõem duas modas, indicando pelo menos duas fases de cristalização e variam de 0,5 a 1 cm e 1,5 a 2 cm. São idiomórficos a hipidiomórficos, com coloração branca-acinzentada a levemente rósea.

A matriz varia de fina a grossa, em geral média ou transitando entre as mesmas, geralmente equigranular, com tamanho dos cristais entre 0,2 a 0,5 cm. Composta basicamente por plagioclásio, feldspato, quartzo e máficos associados (Figura 20).

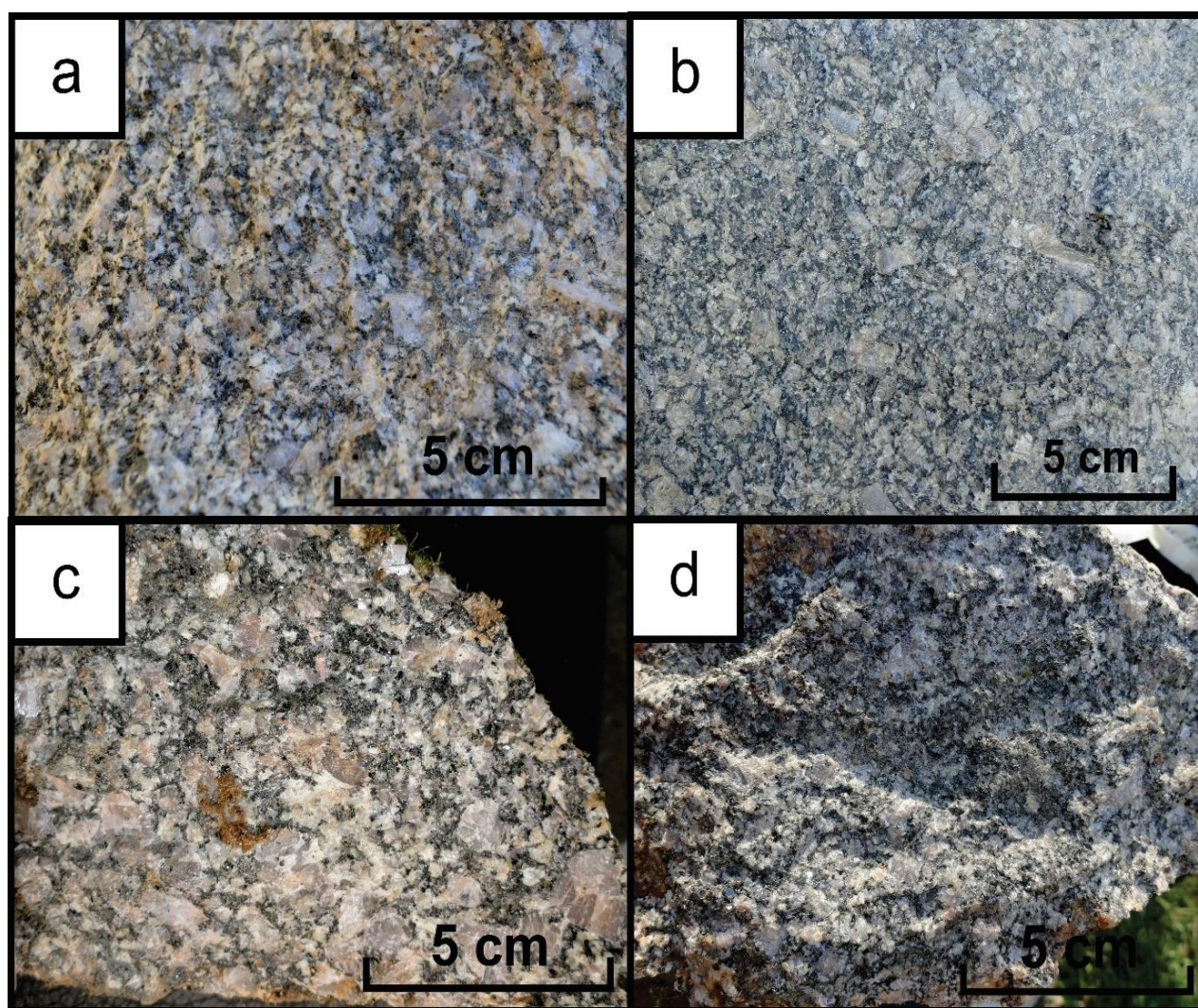


Figura 20 – Aspectos macroscópios da fácies 1 do granito Itaoca. **(a)** amostra porfirítica com aproximadamente 15-20% de fenocristais, com 0,5 a 1 cm. Matriz equigranular alotriomórfica, cinza com 10-15% de máficos (ponto IT-4); **(b)** com coloração cinza predominante, com fenocristais bimodais de microclínio, atingindo até 2,5 centímetros, matriz média a grossa equigranular e em geral alotriomórfica (ponto IT-43); **(c)** amostra porfirítica bimodal, com fenocristais variando de 0,5 a 2 cm de tamanho hipidiomórficos, com matriz média a grossa equigranular, alotriomórfica e cerca de 15 a 20 % de máficos (ponto IT-38); **(d)** amostra porfirítica bimodal, com fenocristais de 0,3 a 1,5 cm idiomórficos em matriz fina a média equigranular, alotriomórfica, com cerca de 20% de máficos (ponto IT-40).

A fácies 1 apresenta textura microporfirítica bimodal, holocristalina, de textura alotriomórfica a hipidiomórfica com cristais anedrais a euedrais.

A rocha apresenta texturas de intercrescimento, como a poiquilítica, de quartzo incluso no feldspato, textura mimerquítica no plagioclásio e pertítica a antipertítica no microclínio e oligoclásio. Apresenta também evidências de textura coronítica.

A moda microporfirítica, composta de microclínio e oligoclásio, apresenta bivariação, com fenocristais bem formados, euedrais a subeudrais, com ocorrências de saussuritização média a alta. A matriz, por sua vez, é equigranular, hipidiomórfica, composta por plagioclásio, feldspato, quartzo, máficos (biotita e hornblenda) e minerais opacos.

O oligoclásio apresenta anéis de crescimento, que pode representar um zoneamento rítmico, de microbandas mais sódicas ou cálcicas, sendo mais cálcica (oligoclásio cálcico) no centro e sódica nas bordas (oligoclásio sódico a albita), provavelmente devido ao fato que as porções centrais estão mais saussuritizadas e as bordas mais límpidas (sódicas).

O microclínio possui texturas de exsolução, como pertita e poiquilítica. O quartzo ocupa os interstícios da rocha, sempre anedral, inequigranular e com extinção ondulante.

Os minerais acessórios como titanita, apatita e zircão são em geral idiomórficos a hipidiomórficos e minerais de alteração, como clorita e algum epidoto, são alotriomórficos

Os minerais opacos, provavelmente magnetita, de acordo com seu hábito e ocorrência (Figura 21).

Portanto, nessa associação de rochas, cuja modal está estimada abaixo (tabela 2), a rocha trata-se de um hornblenda-biotita quartzo monzonito acinzentado, de granulação média, porfirítico bimodal, com fenocristais de feldspato potássico (microclínio) a mela monzogranitos associados.

Tabela 2 – Composição modal estimada para a fácies com base na petrografia.

Minerais	Modal Estimada
Microclíneo	26,7
Oligoclásio	33
Quartzo	12,8
Biotita	13
Hornblenda	8
Titanita	3
Zircão	tr
Apatita	tr
Opacos	2
Alteração	1,5

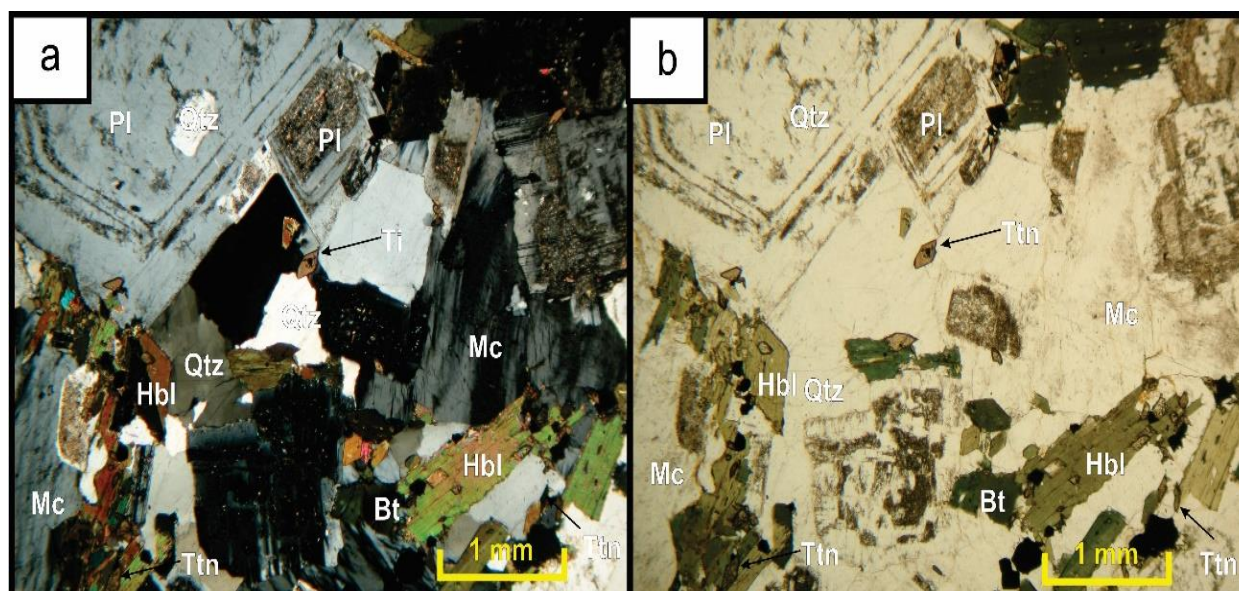


Figura 21 – Fotomicrografias: a (polarizador transversal) e b (polarizador paralelo) caracterizam a amostra IT-4, com textura microporfirítica evidenciada pelo plagioclásio, com inclusão de quartzo (textura poiquilítica) além de seu zoneamento composicional evidenciado pelos anéis microbandados e suas zonas mais alteradas (porção mais cálcica), quartzo anedral e com extinção ondulante e máficos bem formados de hornblenda e biotita associados

Legenda: Qtz: quartzo, Pl: plagioclásio, Mc: Microclínio; Ab: albita; Hbl: hornblenda; Bt: biotita; Ttn: titanita.

3.2.2 Fácies cinza 2

A fácies ocorre, assim como na fácies anterior, bordeja o batólito, nos contatos do granito nas porções norte, nordeste e leste do maciço. Apresenta coloração acinzentada, estrutura isotrópica, maciça, fanerítica de textura porfirítica, pode ocorrer duas modas em porções restritas, com predomínio de uma moda de fenocristais pequenos, da ordem de 0,5 a 0,6 cm, róseos a cinzas idiomórficos.

Macroscopicamente, a matriz varia de fina a grossa, predominando o tamanho médio,

geralmente equigranular, com tamanho dos cristais entre 0,2 a 0,5 cm. Composta basicamente por plagioclásio, feldspato, quartzo e máficos como biotita e hornblenda associados (Figura 22).

A fácies 2 apresenta textura microporfirítica, holocristalina de cristais hipidiomórficos, matriz inequigranular, composta basicamente por oligoclásio, microclínio, quartzo, biotita e hornblenda.

O Oligoclásio, ocorre como os cristais maiores da matriz a quase fenocristais da textura microporfirítica, apresenta aspecto turvo, alterações de porções mais cálcicas, pelas variações zonadas núcleo-borda de porções mais e menos cálcicas, além de texturas da lei da albita.

O microclíneo forma megacristais, em geral idiomórficos a hipidiomórficos, eudrais a subeudrais, que apresentam leve saussoritizações e geminação simples de albita e periclínio, gerando aspecto enxadrezado típico do mineral.

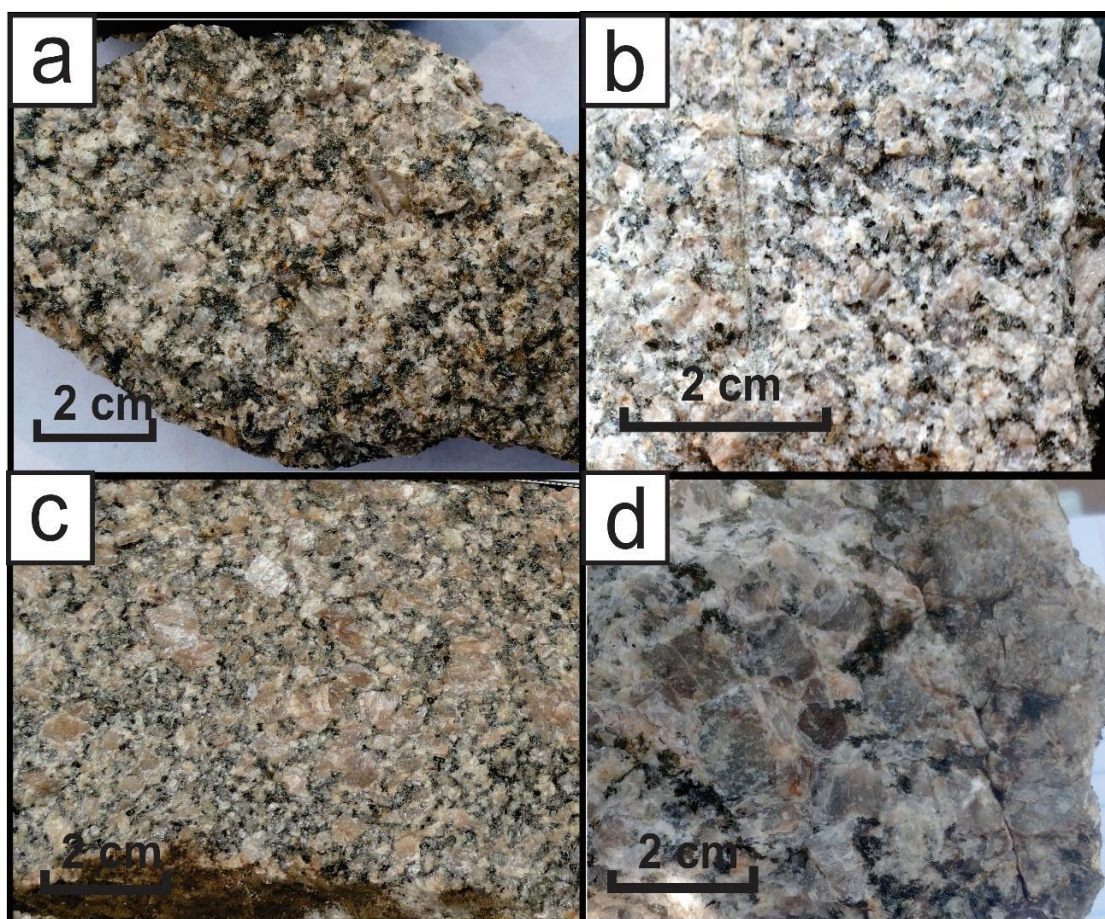


Figura 22 – a) Rocha com textura porfirítica, inequigranular, cristais anedrais a subeudrais, com matriz média e apresenta 10% de minerais máficos (IT-83); b) De textura porfirítica, inequigranular, cristais anedrais a subeudrais, de matriz fina a média, cerca de 15 % de máficos e veio de composição desconhecida (IT-85); c) Rocha porfirítica com fenocristais róseos, de matriz média, equigranular e cerca de 5 a 10% de máficos (IT-33); d) Rocha porfirítica bimodal, com fenocristais pequenos e médios, esbranquiçados-róseos, em matriz grossa alotriomórfica com 5-10 % de máficos (IT-79).

O quartzo ocorre de maneira intersticial, ocupa as porções finais da cristalização de forma anedral e alotriomórfica, possui extinção ondulante e ainda pode aparecer como inclusão poicilítica associado ao oligoclásio ou microclíneo.

Os minerais máficos, como a hornblenda e a biotita, ocorrem em meio a matriz associados, representam 15 a 20% da rocha, em geral hipidiomórficos, euedrais a subeudrais.

Os minerais acessórios como a titanita são comuns, sempre associados a biotita e hornblenda, além de serem bem formados e de tamanhos variados. Os minerais opacos ocorrem de maneira acessória, pelo hábito são prováveis magnetitas. Outros minerais acessórios como zircão e apatita ocorrem em pequena quantidade apenas como traços na rocha (Figura 23).

Desse modo foram classificadas as rochas da fácies como hornblenda-biotita-quartzo mela monzonitos, pode variar para monzogranitos a mela monzogranitos, dependendo de porções de rochas com maiores concentrações de quartzo. A contagem modal estimada para a fácies encontra-se na tabela 3.

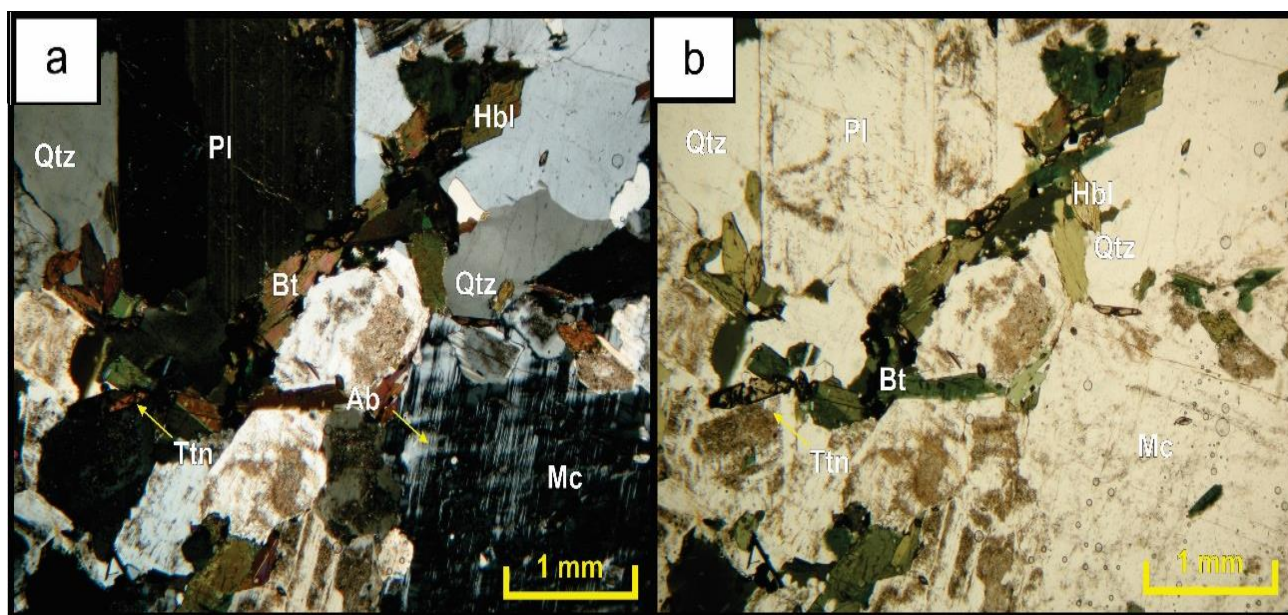


Figura 23 – Fotomicrografias: a (polarizador transversal) e b (polarizador paralelo) caracterizam a amostra Geoq. 5 com oligoclásio euedral, evidenciando lamelas de albita (lei da albita), quartzo intersticial com extinção ondulante, microclíneo com geminação simples de albita e periclina com aspecto enxadrezado, máficos como biotita e hornblenda euedrais, além de acessórios como titanita associados.

Legenda: Qtz: quartzo, Pl: plagioclásio, Mc: Microclíneo; Ab: albita; Hbl: hornblenda; Bt: biotita; Ttn: titanita.

Tabela 3 – Composição modal estimada para a fácies com base na petrografia.

Minerais	Modal Estimada
Microclíneo	22
Oligoclásio	33
Quartzo	10
Biotita	13,5
Hornblenda	10
Titanita	4,5
Zircão	1
Apatita	1,5
Opacos	3
Alteração	1,5

3.2.3 Fácies cinza 3

A fácies cinza 3 encontra-se na porção central do batólito, com seu centro na porção urbana do município de Itaoca, circundada pela associação de fácies cinza 1 e 2, e a fácies rosa 1, com restrito contato com as rochas encaixantes. Apresenta cor cinza, é isotrópica, maciça, fanerítica com textura porfirítica equigranular e bimodal, hipidiomórfica a alotriomórfica.

Os fenocristais variam de 0,5 para 1,2 centímetros. São euedrais a subeudrais, em geral rosas a brancos, compostos por microclínio.

A matriz é de tamanho médio, da ordem de 0,1 a 0,3 centímetros, hipidiomórfica, composta basicamente por oligoclásio, quartzo e máficos (biotita e hornblenda em geral associados) (Figura 24).

A rocha apresenta textura microporfirítica bimodal, holocristalina, composta de fenocristais hipidiomórficos, com texturas de intercrescimento, como a poiquilítica, textura mimerquítica, pertíticas a antipertíticas e textura coronítica.

Sua matriz, inequigranular a equigranular, alotriomórfica é composta basicamente por cristais de microclíneo, oligoclásio, quartzo e máficos associados entre si (biotita e hornblenda, além de alteração dos mesmos).

O microclínio, além de se apresentar como fenocristal da textura porfirítica, é um elemento encontrado na matriz, em geral subeudral, com inclusões envolvendo lamelas pertíticas de albita e cristais de quartzo, além de textura enxadrezada típica formada por lamelas de albita e periclíneo como identificado em fácies anteriores.

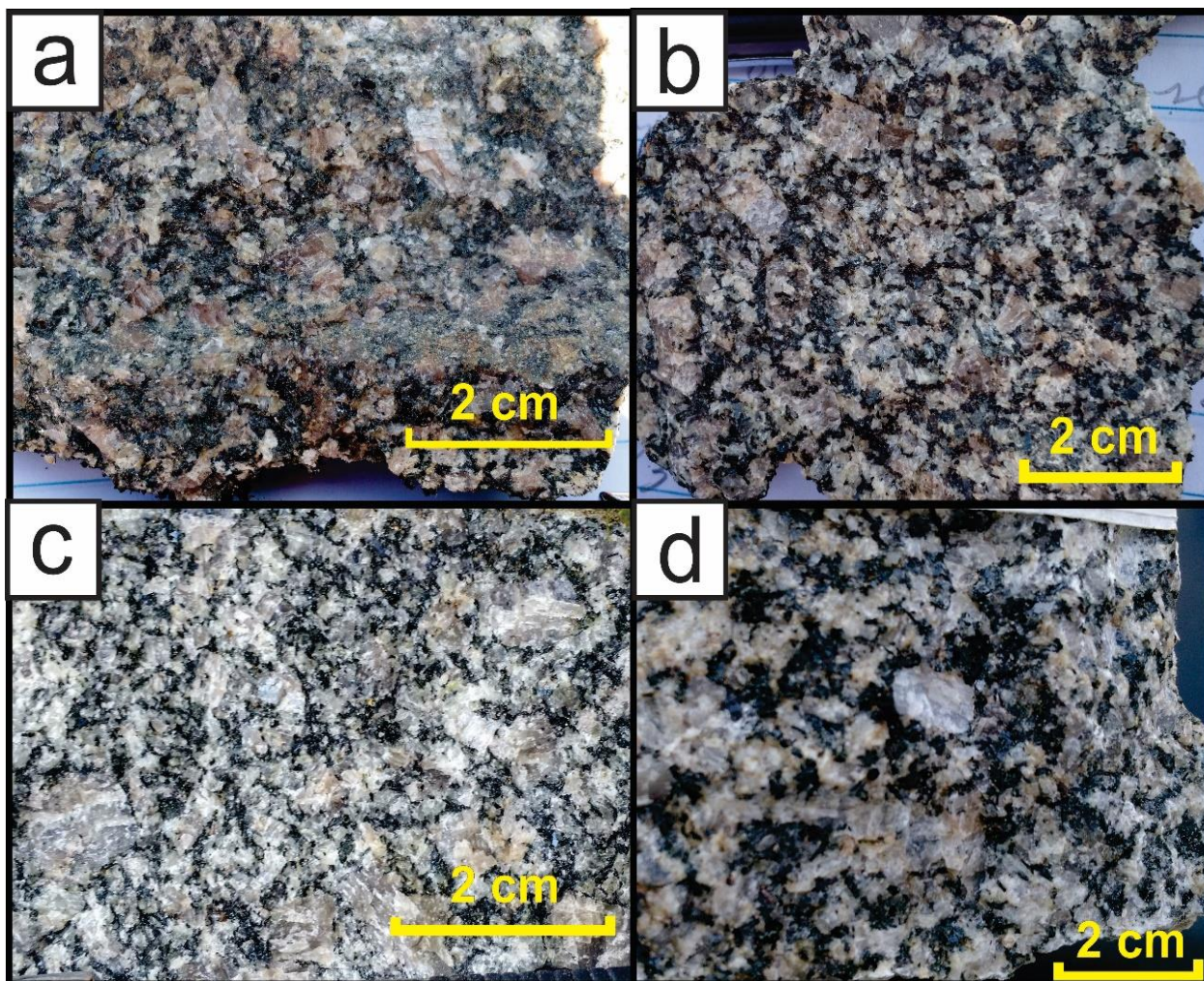


Figura 24 – a b - As amostras de mão são referentes aos pontos IT-66 e IT-67, nos quais apresentam fenocristais equigranulares, eudrais a subeudrais, róseos, de aproximadamente 0,5 cm, em matriz alotriomórfica, de tamanho médio equi- a inequigranular, com cerca de 15 a 20% de máficos. c e d - IT-71 e IT-79 - rocha com textura porfirítica bimodal, com fenocristais da ordem de 0,6 cm e 1,2 cm, brancos a róseos, subeudrais com bordas levementes arredondadas. Estão dispersos em matriz média alotriomórfica equi- a inequigranular, com 10 a 15% de máficos.

O oligoclásio é subeudral, apresenta em abundância a geminação da albita, além de cristais mais alterados (muitas vezes por completo) o que demonstra prováveis cristais mais cálcicos, como reparados anteriormente, e texturas de exsolução como mimerquitas.

O quartzo, por sua vez, ocorre nos interstícios da rocha, sempre anedral, inequigranular e com extinção ondulante. Os cristais máficos da rocha são biotita e hornblenda, sendo que a hornblenda está em geral alterada, o que originou cristais de biotita, epidoto e até alguma calcita microcristalina (provável alteração hidrotermal).

Os minerais acessórios como titanita e apatita ocorrem na rocha, sendo a titanita mais presente, na forma eudral associada aos minerais máficos (Figura 25).

Desse modo, as rochas da fácies foram classificadas como hornblenda-biotita-quartzo monzonito, com variações para hornblenda-biotita monzogranitos, além de porções mais ricas em fenocristais de feldspato que alcança a variedade de sienogranito e quartzo sienito. Sendo que a composição modal estimada para a fácies se encontra na tabela abaixo (Tabela

4).

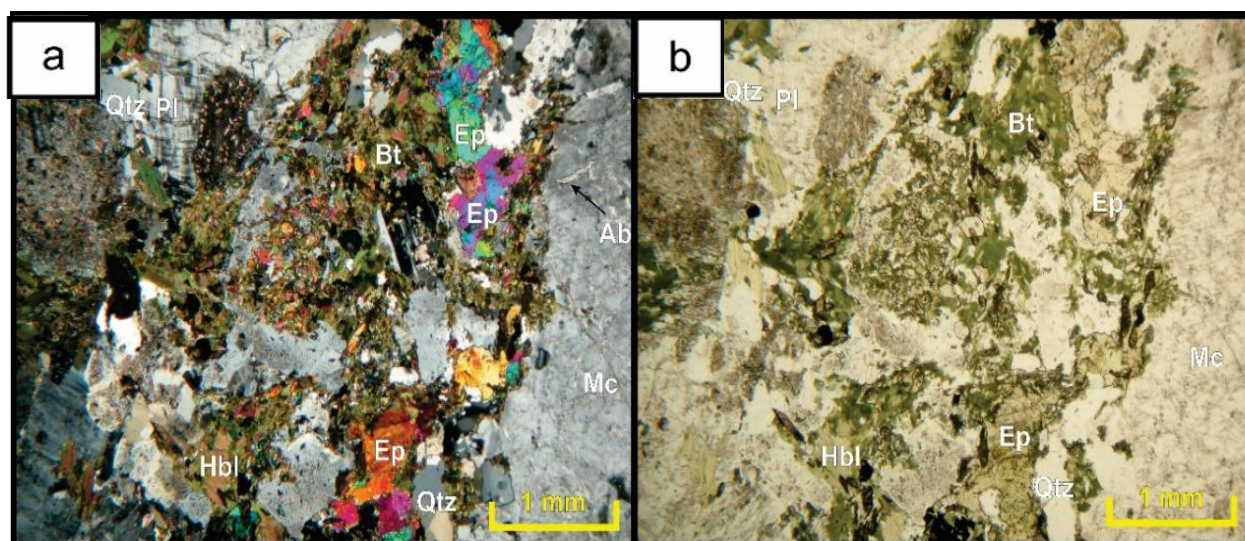


Figura 25 – Fotomicrografias do ponto Geoq. 1, no qual pode se observar em ‘a’ (polarizador transversal) e ‘b’ (polarizador paralelo). A rocha apresenta uma estrutura mais “caótica”, com processos de alteração mais evidentes, nota-se a hornblenda alterada para biotita e epidoto, o plagioclásio e o microclíneo com formas anedrais, com suas bordas arredondadas, além de saussuritização evidente nos oligoclásios. O microclíneo também apresenta lamelas de albita (textura de exsolução -pertitas-).

Legenda: Qtz: quartzo, Pl: plagioclásio, Mc: Microclíneo; Ab: albita; Hbl: hornblenda; Bt: biotita; Ttn: titanita; Ep: epidoto.

Tabela 4 – Composição modal estimada para a fácies com base na petrografia.

Minerais	Modal Estimada
Microclíneo	28
Oligoclásio	34
Quartzo	11
Biotita	12
Hornblenda	8
Titanita	3
Zircão	tr
Apatita	tr
Opacos	3
Alteração	1

3.2.4 Fácies rosa 1

As rochas dessa fácies, localizada na porção centro oeste do maciço, apresentam textura fanerítica, alotriomórfica a hipidiomórfica, com trama sal e pimenta e textura porfirítica com poucos fenocristais, de pequena dimensão (0,5 cm), espalhados pela matriz.

Os fenocristais são subeudrais a anedrais, róseos, dispersos em matriz também rósea, isotrópica a sub-orientada (os máficos apresentam certa orientação), de granulação

fin a média e tamanho na ordem dos 0,2 a 0,4 cm, com porção leucocrática composta por plagioclásio, feldspato e quartzo e cerca de 10-15% de máficos (biotita e hornblenda subeudrais a anedrais com bordas arredondadas) (Figura 26).

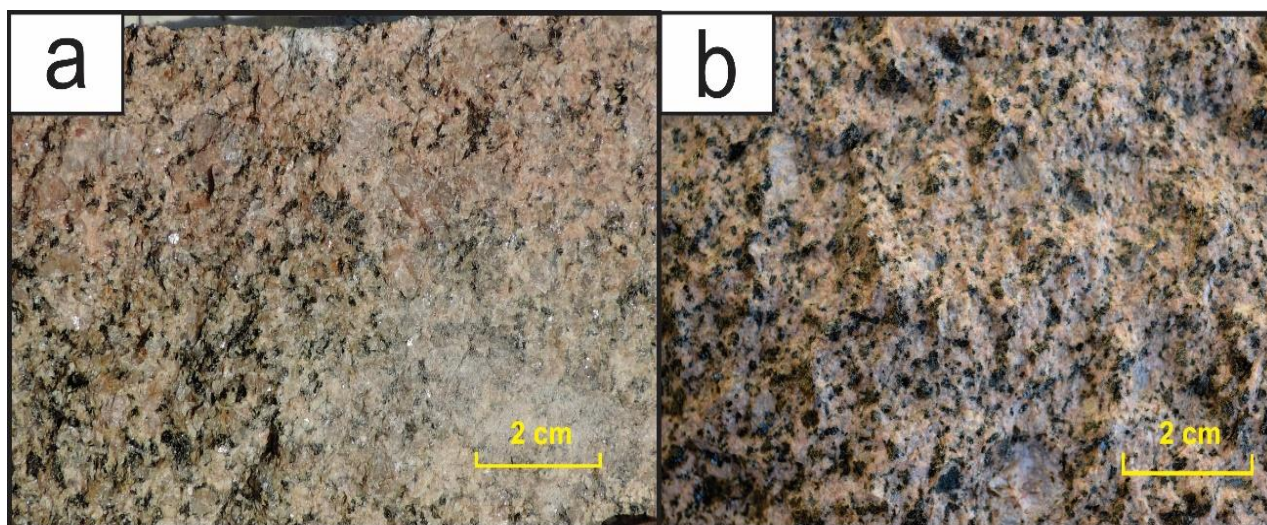


Figura 26 – a) A rocha é representada por anisotropia, estrutura maciça e textura porfirítica, com matriz rosa alotriomórfica, e máficos compondo cerca de 10% da rocha (pontos IT-16). Em “b”, por sua vez, é caracterizada uma rocha isotrópica a suborientada, estrutura maciça, textura modal tipo sal e pimenta, porfirítica com poucos fenocristais bem dispersos, matriz rósea, alotriomórfica e máficos compondo cerca de 15% da matriz (ponto IT-17).

A rocha apresenta textura holocristalina, hipidiomórfica a alotriomórfica. Sua textura varia de microporfirítica a granular, com fenocristais eudrais a anedrais, texturas de intercrescimento como pertitas e alterações diversas como saussuritização. Os fenocristais são compostos por microclínio e oligoclásio, sendo que os mesmos também ocorrem na matriz. São esses eudrais a anedrais, compõe uma textura hipidiomórfica.

O oligoclásio apresenta, como já visto em outras fácies, zoneamento mineral, com porções centrais mais cálcicas e, por isso, com maior saussuritização, e em alguns locais é possível distinguir epidoto.

O microclínio, que compõem os fenocristais da textura porfirítica identificada macroscopicamente, tem textura poiquilítica, com cristais de quartzo intercrescidos, além de texturas de exsolução, como pertitas (Figura 27).

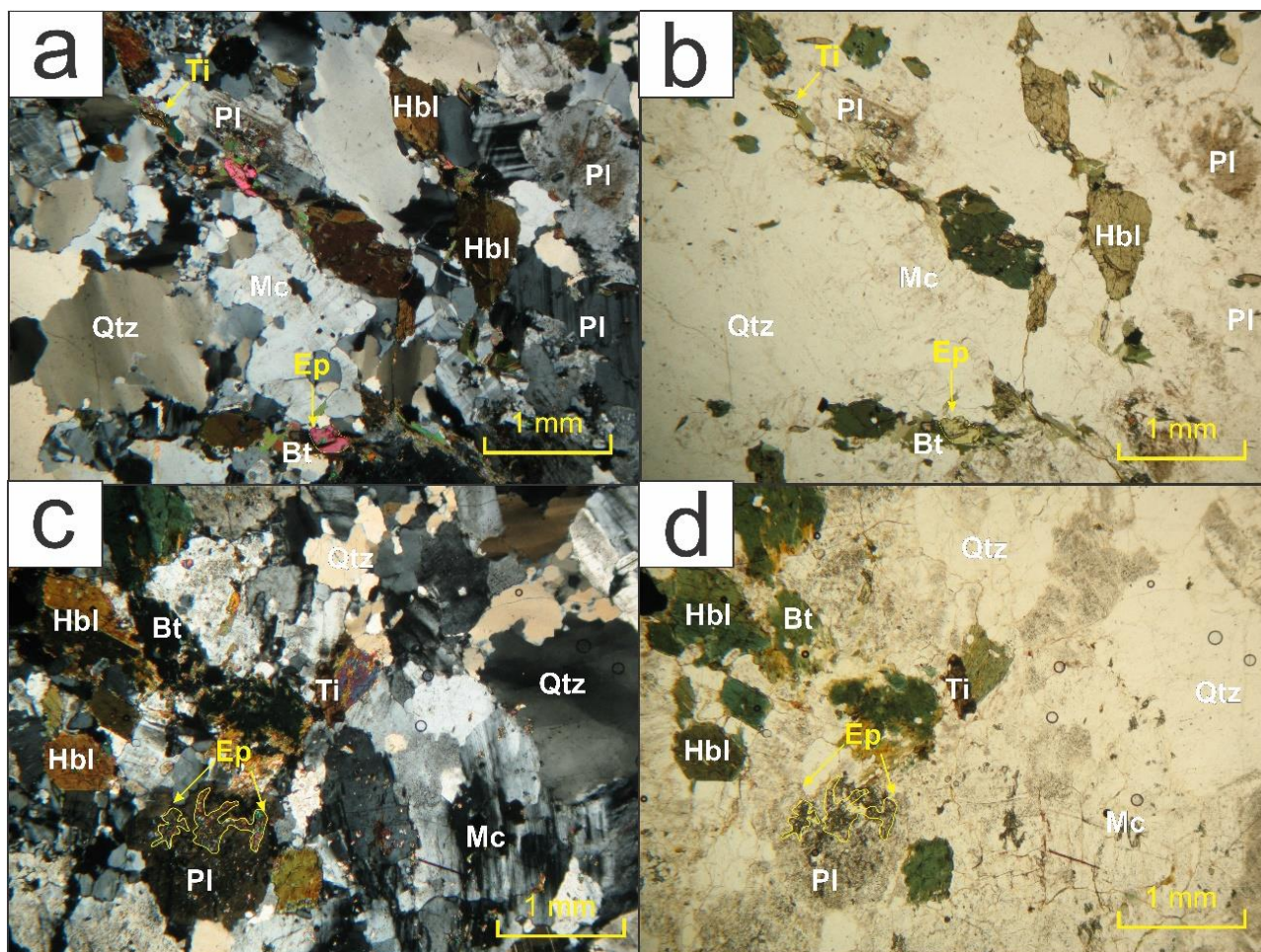


Figura 27 – “a” e “b” fotos do ponto Geoq. 3, e “c” e “d” do ponto IT-17. “a” e “c” polarizadores cruzados e “b” e “d” paralelos. Apresenta plagioclásio, com centro saussuritizado, o microclíneo com lamelas de albita, o quartzo com extinção ondulante anedral, além dos minerais de hornblenda, biotita e titanita.

Legenda: Qtz: quartzo, Pl: plagioclásio, Mc: Microclíneo; Hbl: hornblenda; Bt: biotita; Ttn: titanita; Ep: epidoto.

O quartzo é alotriomórfico, tipicamente demonstra ser dos últimos minerais a se cristalizar, com aspectos intersticiais. Sua extinção é ondulante, assim como todas as fácies já analisadas. O mesmo pode ser encontrado também na forma de “vermes” em cristais de oligoclásio no contato com quartzo, o que forma uma textura típica mimerquítica.

Associados, ocorrem a biotita e a hornblenda, em geral hipidiomórficos a idiomórficos, alterados e com formação de epidoto e clorita. Como acessórios, ocorrem titanita, epidoto e clorita, em menor quantidade.

A rocha predominante da fácies foi classificada como um hornblenda-biotita monzogranito, com hornblenda-biotita sienogranito, quartzo monzonitos e quartzo sienitos, além de porções mais ricas em máficos, caracterizando o prefixo ‘mela’. Pode se conferir a estimativa modal estimada para a classificação na tabela abaixo (Tabela 5).

Tabela 5 – Composição modal estimada para a fácies com base na petrografia.

Minerais	Modal Estimada
Microclíneo	30
Oligoclásio	31
Quartzo	16,5
Biotita	7,5
Hornblenda	10
Titanita	3
Zircão	tr
Apatita	tr
Opacos	1
Alteração	1

3.2.5 *Fácies rosa 2*

A fácies rosa 2, localizada entre as fácies rosa 1 e a fácies rosa 3, em mapa, apresenta estrutura maciça, sub-orientada, com textura porfirítica, fanerítica, alotriomórfica inequigranular e matriz equi- a inequigranular.

O microclínio é róseo, com tamanhos relativamente pequenos (0,5 a 0,8 cm) idiomórficos a hipidiomórficos e bem dispersos na matriz e em certas porções apresenta leve albitização das bordas.

A matriz, por sua vez, apresenta porção leucocrática rósea composta por plagioclásio, quartzo e feldspato, alotriomórfica equi- a inequigranular, granulação média a grossa, com cristais da ordem dos 0,2 a 0,5 cm, e porção melanocrática composta por minerais máficos de biotita e hornblenda (~15%) suborientados a isotrópicos hipidiomórficos (Figura 28).

A fácies apresenta textura holocristalina, granular, microporfirítica, hipidiomórfica a alotromórfica com matriz equi- a inequigranular. Os minerais também apresentam texturas de exsolução, como pertitas mimerquitas. Ocorrem também evidências de alteração na rocha, como a saussuritização.

O microclínio, que compõem os fenocristais da textura porfirítica, são em geral idio- a hipidiomórficos, apresentam maclas de albita, e por vezes periclínio ortogonal a essas, forma o típico aspecto enxadrezado com extinção alternada. A modal estimada da rocha é apresentada na tabela abaixo (Tabela 6) seguida da descrição petrográfica por ordem decrescente dos minerais.

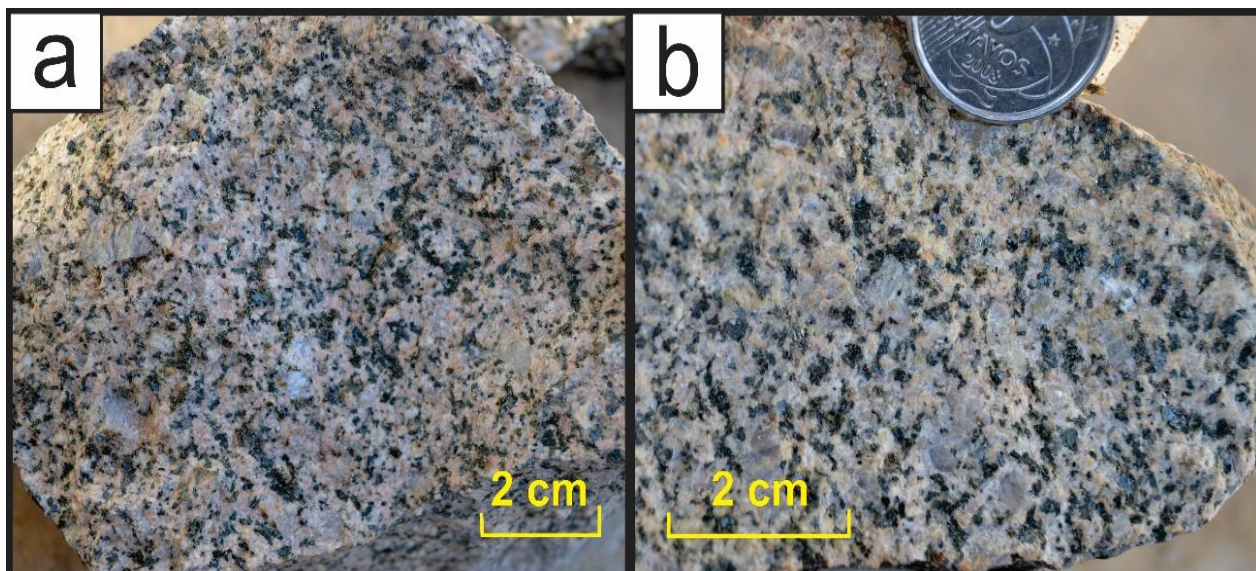


Figura 28 –As rochas caracterizam uma fácies de textura porfírica média/baixa, suborientada a isotrópica, maciça, com cerca de 15% de máficos compostos por biotita e hornblenda (Referente aos pontos IT -19 e IT -20 respectivamente).

Tabela 6 – Composição modal estimada para a fácies com base na petrografia.

Minerais	Modal Estimada
Microclíneo	33,5
Oligoclásio	28,5
Quartzo	12,5
Biotita	13
Hornblenda	6
Titanita	3,5
Zircão	tr
Apatita	tr
Opacos	1
Alteração	2

Na figura 27 é possível observar em destaque tais lamelas de albita. O plagioclásio oligoclásio apresenta textura hipidiomórfica a alotriomórfica, com variação composicional, alternando dos centros mais cálcicos a bordas mais sódicas (menos alteradas), com o centro cálcico alterado.

O quartzo ocorre de maneira alotriomórfica, inequigranular, nos interstícios, marcando o final da cristalização. Apresenta extinção ondulante, aparece relacionado a texturas de exsolução como mimerquitas e poiquilitica.

Os minerais máficos, no entanto, ocorrem com textura hipidiomórfica, com variações

euedrais a anedrais, equigranulares em geral, com porções alteradas para clorita, epidoto e apatita. Perfazem aproximadamente 16% da rocha. Associados aos mesmos, ocorre titanita como elemento acessório (Figura 29).

Classificados como hornblenda-biotita quartzo monzonitos, as rochas dessa fácies transitam entre hornblenda-biotita monzogranitos, hornblenda-biotita sienogranitos a quartzo sienitos.

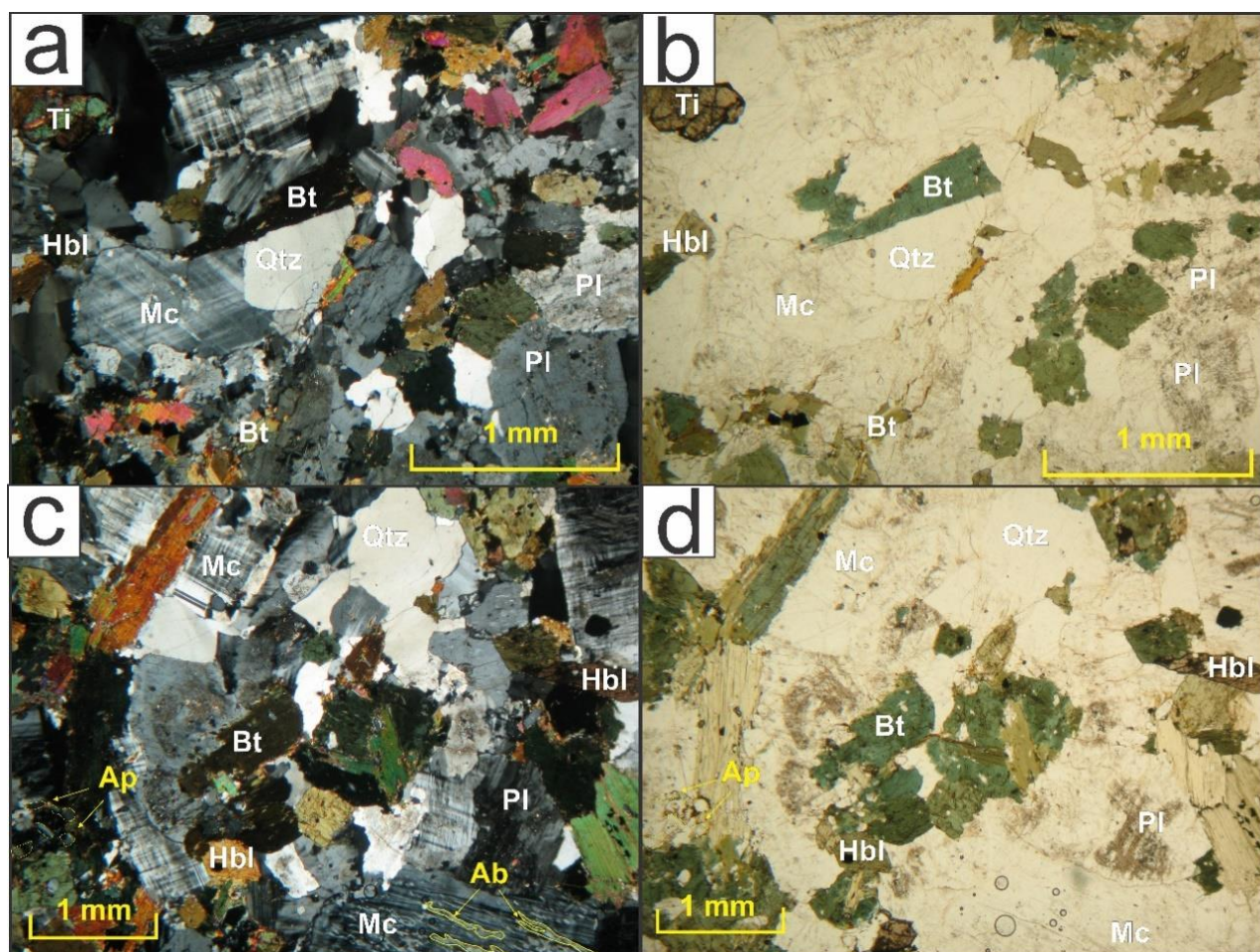


Figura 29 - As imagens da esquerda com polarizadores cruzados e da direita paralelos. Em ambas se observam rochas com baixo grau de alteração, com destaque para alteração no centro dos oligoclásios, lamelas de albита no microclíneo e cristais de apatita próximos aos máficos oriundos da alteração (Pontos IT-19 e IT-20).

Legenda: Qtz: quartzo, Pl: plagioclásio, Mc: Microclíneo; Ab: albита; Hbl: hornblenda; Bt: biotita; Ttn: titanita; Ap: apatita.

3.2.6 Fácies rosa 3

É a fácies mais a oeste do batólito, em contato com as encaixantes metassedimentares. A fácies rosa 3 é caracterizada por apresentar dentro da unidade das fácies rosas a textura porfírica, composta pelos maiores fenocristais, com até 1,5 centímetros.

Sua coloração rósea não é mais tão predominante, e sua matriz apresenta minerais

mais bem formados, idiomórficos a hipidiomórficos, o que facilita sua distinção macroscópica, em geral equigranular grossa.

A matriz abrange um tamanho médio de 0,4 a 0,5 cm (Figura 30). Não apresenta orientação preferencial, sendo isotrópica e com cerca de 10 a 20% de máficos.

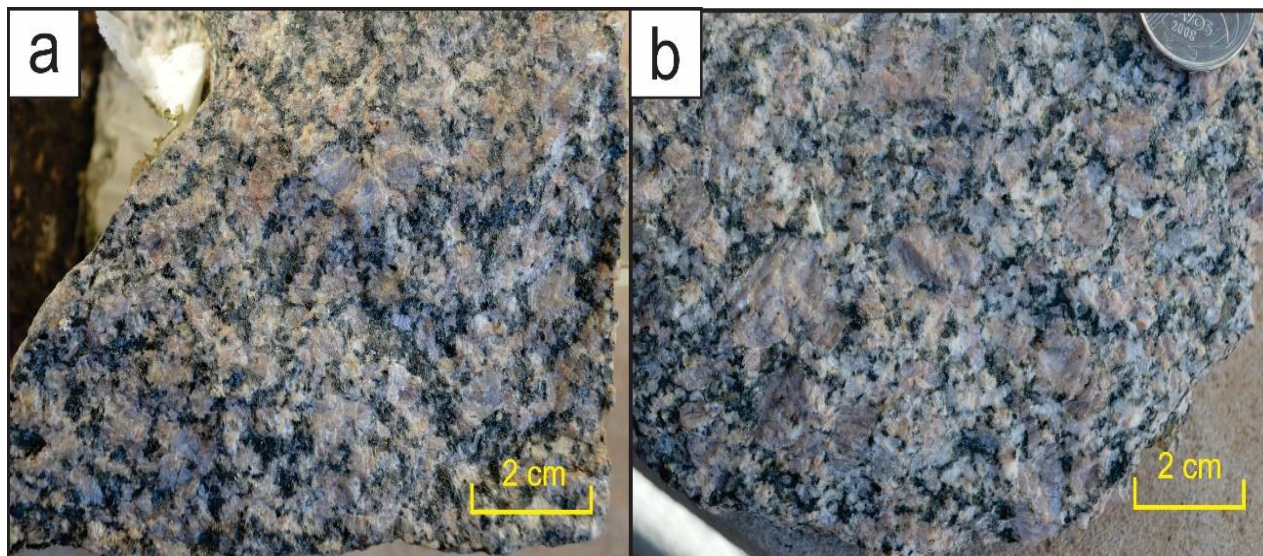


Figura 30 – A fácies acima são descritas texturas isotrópicas, maciças, porfíricas, com fenocristais da ordem dos 0,5 cm (IT-21) (a) e outra da ordem dos 1,5 cm (IT-23) (b). Os minerais da matriz são mais bem formados, sendo a olho nu identificados com maior facilidade. Os máficos são bem formados, em geral subeudrais. A matriz é menos rósea que as outras fácies desta unidade, porém ainda perfaz a cor dominante.

A fácies apresenta similaridade com outras fácies em termos de textura e estrutura, sendo holocristalina, microporfírica, isotrópica, hipidiomórfica inequigranular com processos de alteração bem marcados, com substituições completas de minerais. Texturas de exsolução como pertitas e poiquilítica também são identificadas e apresentadas na figura 3.15, além de texturas de mimerquitas.

O oligoclásio apresenta na rocha aspectos hidiomórficos, dispersos na matriz, com geminação *Carlsbad*, inclusões poiquilítica no microclíneo (pertita) e zoneamento mineral, assim como nas outras fácies, com porção mais cálcica no centro varia para porções mais sódicas e menos alteradas nas bordas, em alguns núcleos já é possível identificar pequenos cristais de epidoto.

O microclíneo ocorre como fenocristais, destacando da matriz, em geral idiomórfico a hipidiomórfico, com lamelas de albita, e meclas de periclíneo, com extinção enxadrezada. Como descrito acima, o microclíneo apresenta textura poiquilítica, com inclusões de cristais de quartzo e plagioclásio (Figura 3.15 a). Em certas porções, também apresenta leve saussuritização.

O quartzo ocorre sempre como final de cristalização, nos interstícios, anedral, com extinção ondulante e nos plagioclásios como mimerquitas. Os máficos são destacados pela

biotita e hornblenda, a segunda praticamente consumida por completo, preservando inclusive seu formato (Figura 31 (a) pseudomorfismo destacado em amarelo), alterada para mineralogia variada, como epidoto, biotita, clorita e minerais opacos, como a magnetita.

Os minerais acessórios são a titanita, em geral eudral e bem espalhada ao longo da lamina, geminada, sempre associada aos minerais máficos de biotita e hornblenda, e algum zircão na forma de traço (Figura 31).

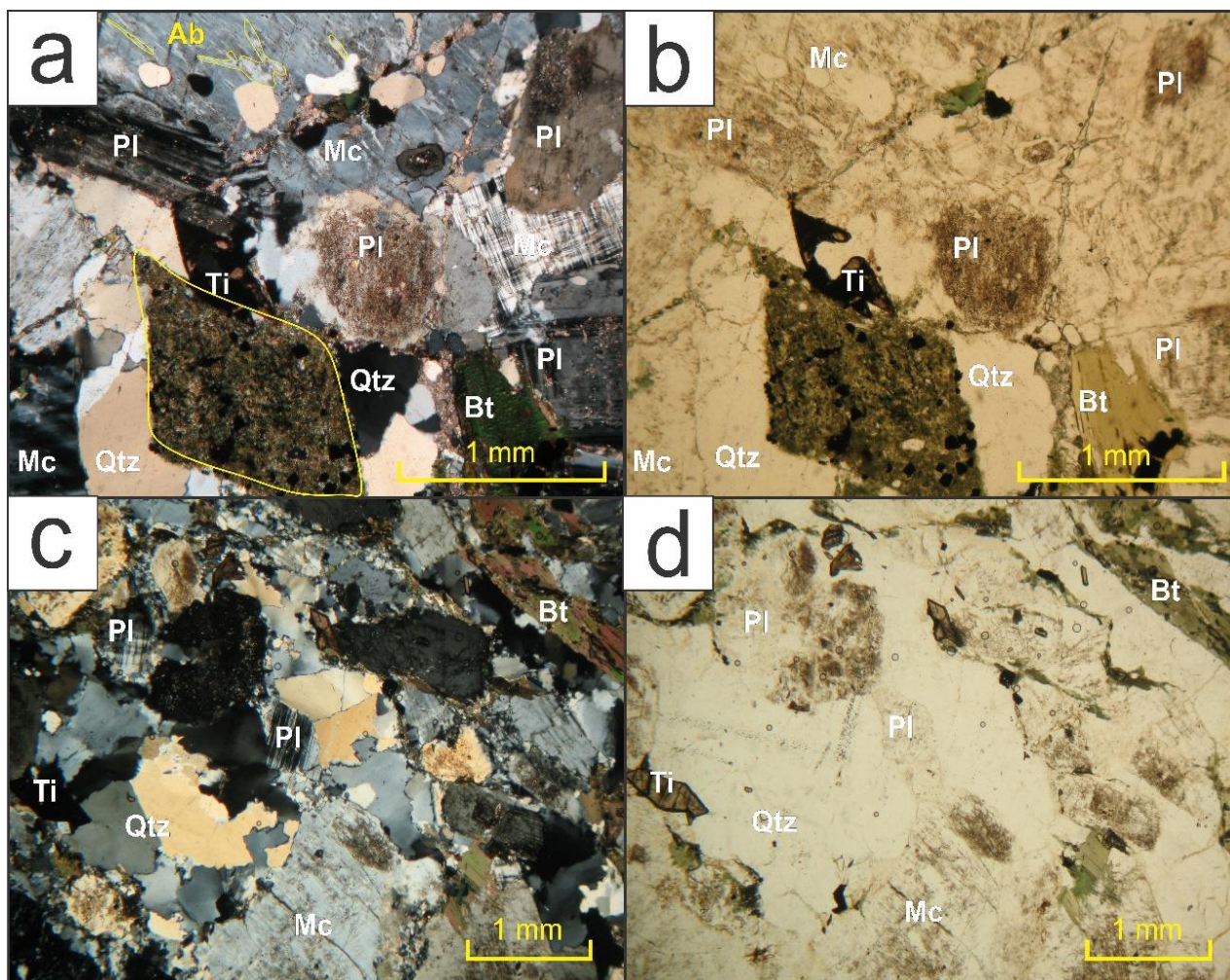


Figura 31 – As lâminas delgadas são originárias das amostras coletadas nos pontos IT-21 (a e b) e IT-23 (c e d), nas imagens com polarizadores cruzados (esquerda) e paralelos (direito) é possível observar o tamanho avantajado das bordas dos cristais de microclíneo (fenocristais) da textura microporfirítica, a típica alteração do plagioclásio, o que evidencia provável teor de cálcio elevado nos centros e sódio nas bordas mais preservadas. Em destaque amarelo, é possível observar lamelas de albita no microclíneo (pertitas), além de inclusões de quartzo e plagioclásio no mesmo cristal. Além da forma preservada de uma antiga hornblenda alterada para biotita, clorita, epidoto microcristalinos e magnetita.

Legenda: Qtz: quartzo, Pl: plagioclásio, Mc: Microclíneo; Ab: albita; Hbl: hornblenda; Bt: biotita; Ttn: titanita.

Essa última fácies foi classificada como um hornblenda-biotita monzogranito, com hornblenda-biotita sienogranito, quartzo monzogranitos e quartzo monzonitos. Abaixo segue a tabela com a porcentagem modal aproximada dos minerais (Tabela 7).

Tabela 7 – Composição modal estimada para a fácies com base na petrografia.

Minerais	Modal Estimada
Microclíneo	25
Oligoclásio	30
Quartzo	21
Biotita	13
Hornblenda	7
Titanita	2
Zircão	tr
Apatita	1
Opacos	1
Alteração	1

3.2.7 Associação de Fácies Indiferenciadas

Nesse capítulo, serão tratadas uma gama de fácies encontradas no corpo granítico que sofreu deformação, devido a escapes de esforços tectônicos e movimentos de falhas, provavelmente relacionados ao final do alojamento e esfriamento do granito Itaoca, além da atuação de zonas de cisalhamento associadas em seus entornos.

Desse modo, podem-se identificar pelo menos duas fácies indiferenciadas: uma representativa de rochas encontradas em locais de falhas, fundos de grandes vales, e leitos de rios e córregos encaixados, morfologia típica de regiões afetados por falhas e fraturas. Essas rochas apresentam variados graus de potassificação, veios de diversas naturezas (turmaliníticos, epidotos etc.), e propriedades físicas variadas, demonstrando-se muitas vezes com intensa alteração hidrotermal, e outras muito bem preservadas em relação a rochas vizinhas (Figura 32).

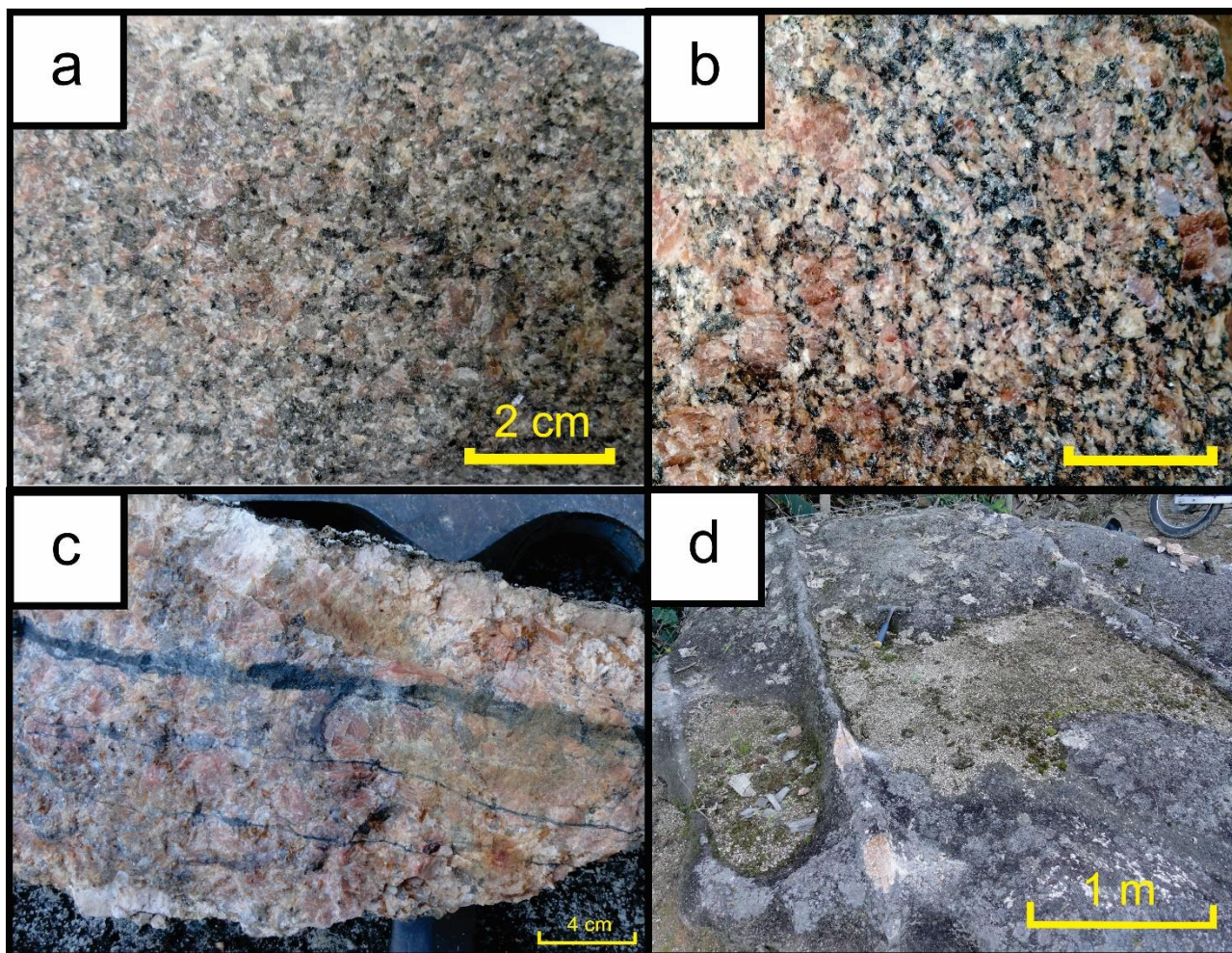


Figura 32 – Amostras de mão com aspectos variados coletadas ao longo de regiões afetadas por falhas –(a) ponto 96 (b) ponto 54 e (c e d) ponto 41 – geralmente nos leitos ou próximos a leitos de rios e fundos de vales. Destaque para a figura ‘c’ e ‘d’ (meso e macro escala) com veios percolados com alteração e potassificação da rocha granítica.

Outra fácies indiferenciada é encontrada na região sul do batólito, nas margens paranaenses do Rio Ribeira. Nessa porção, percebe-se com maior clareza a diferença geomorfológica, com destaque mais claro nos sensores remotos. Suas encostas são pouco mais suaves e sua rugosidade menos marcante. Os afloramentos são mais restritos, demonstrando maior grau de alteração, frente a maior quantidade de solo identificada.

As rochas apresentam variadas texturas e estruturas, desde fortemente orientadas, classificadas como milonitos a metagranitos gnaissificados. Sua coloração rósea, e orientação beirando ao bandamento, são suas características mais marcantes (figura 33). No entanto, são encontradas também rochas isotrópicas acinzentadas, de composição monzogranítica, típica da Unidade Itaoca, assim como rochas suborientadas, mais próximas dos monzogranitos da Unidade Ribeira (Figura 34).

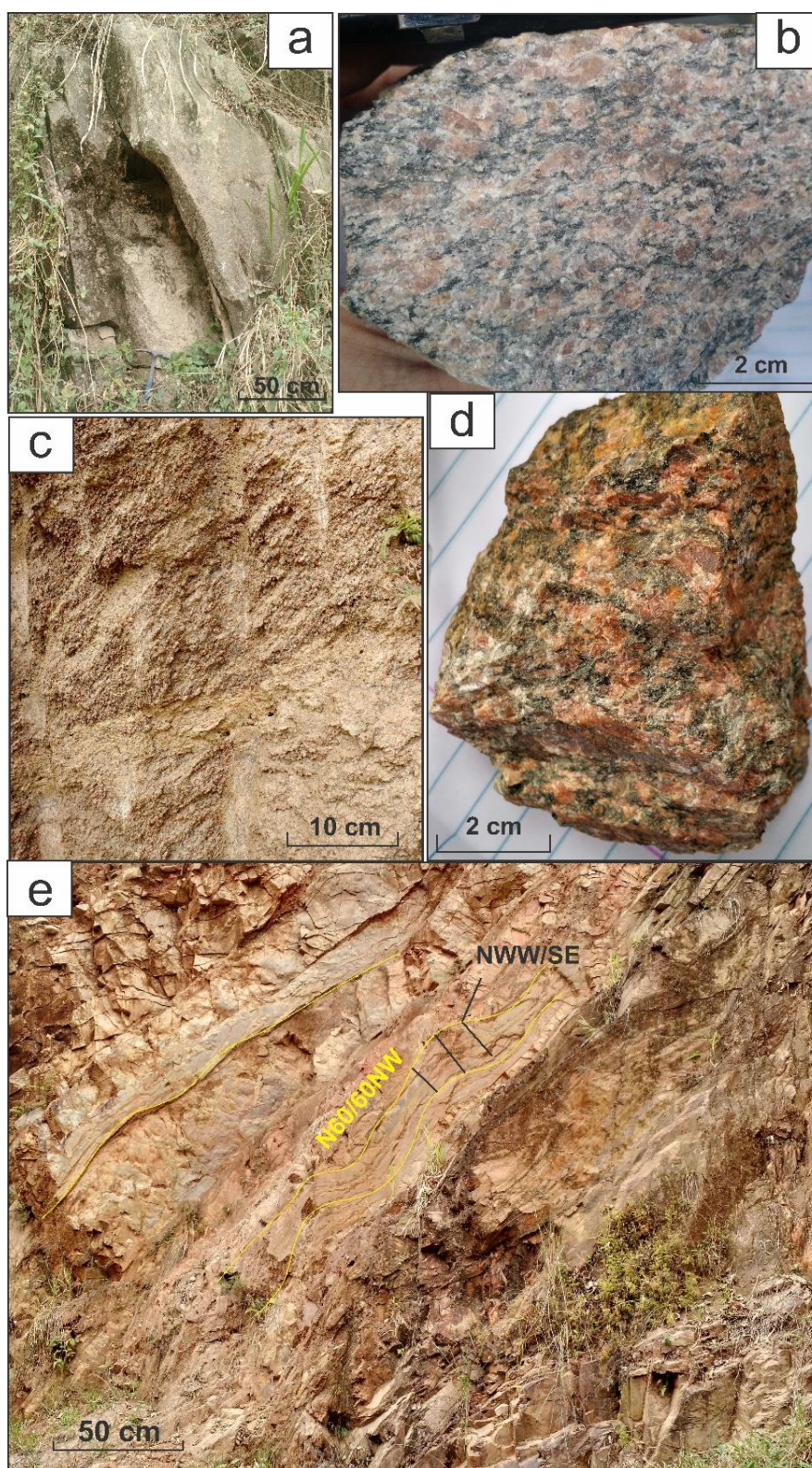


Figura 33 – Exemplos da associação de fácies graníticas deformadas, com (a) e (b) evidenciando rocha granítica milonitizada, com orientação dos minerais máficos e fenocristais (formando trama do tipo augen). Em (c) e (d) rocha foliada, e amostra suborientada, fenocristais de tamanho médio-grande e máficos suborientados, com ocorrência de potassificação. Em (e) é caracterizado, próximo ao contato Zona de Cisalhamento, o granito, também foliado, com dobras (destacado em amarelo) e foliações gerados pela dobra (destacado em preto). Localmente a rocha apresenta orientação de minerais aluminosos como sericita.

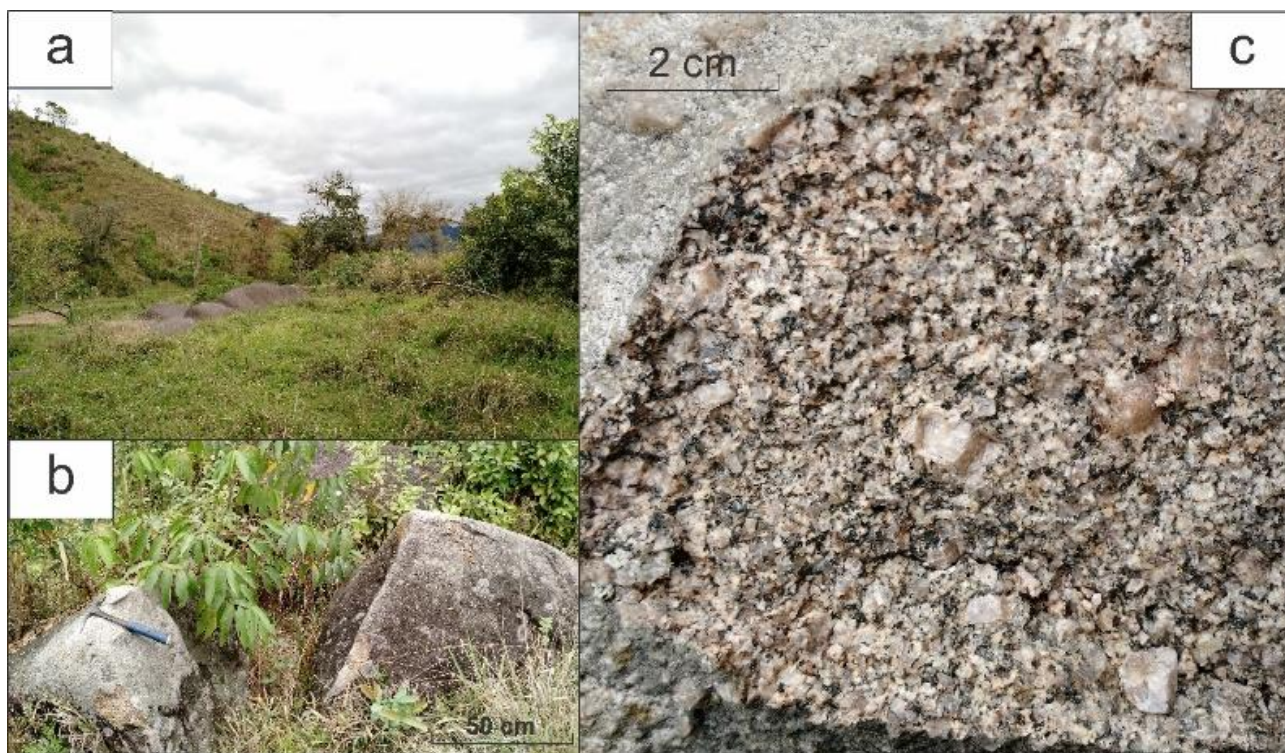


Figura 34 – Exemplo de rocha da unidade de fácies indeterminadas com destaque em (a) para o relevo mais suave e os blocos de granito menos expostos; em (b) destaca-se uma visão macroscópica do afloramento, com matacões do granito e em (c) se observa uma rocha de cor acinzentada, porfirítica, com fenocristais pequenos a médio e matriz fina/média equigranular alotriomórfica, claramente diferente de outras fácies mapeadas do maciço.

Foi ainda descrita uma lamina petrográfica, sua composição estimada e padrões de mineralização/alteração. Desse modo, foi possível observar textura alotriomórfica, com cristais predominantemente inequigranulares, microporfirítica e leve sinal de alteração.

O plagioclásio aparenta possuir maior composição de sódio, frente a sua preservação. Sua forma é em geral anedral com texturas de inclusão como mirmequitas. O quartzo é subordinado, ocorre como final de cristalização, assim sempre ocupa os interstícios. No caso, apresenta forte extinção ondulante e associado a texturas de exsolução, com o plagioclásio e o microclíneo. Este, por sua vez, apresenta textura microporfirítica, com lamelas de albita e aspecto enxadrezado típico e o mineral leucocrático com formas mais preservadas (subeudral). Os minerais máficos variam, sendo representados por biotitas e hornblendas, se encontram bem preservados, e em geral, eudrais (Figura 35). Observa-se a composição modal estimada na tabela 8 abaixo.

Tabela 8 – Composição modal estimada para a fácies com base na petrografia.

Minerais	Modal Estimada
Microclíneo	24
Oligoclásio	30,5
Quartzo	24,5
Biotita	7,5
Hornblenda	6,5
Titanita	3
Zircão	tr
Apatita	1
Opacos	2
Alteração	1

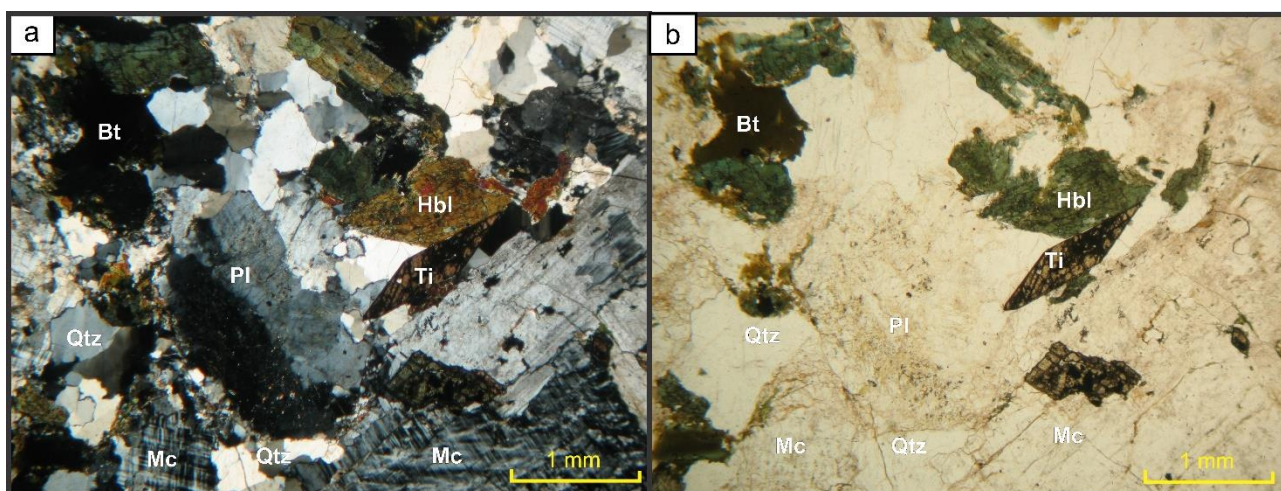


Figura 35: Análise petrográfica em local afetada por falha. Em (a) evidencia-se a lâmina com os polarizadores cruzados, e em (b) os mesmos se encontram paralelos. É notado na lâmina a preservação dos minerais máficos, apesar da potassificação visível macroscopicamente (Figura 32 b.), além de sua orientação, que em escala macro se observa e em lâmina não é constatado. A rocha apresenta quantidade significativa de quartzo, frente a outras fácies, sendo a amostra mais evoluída composicionalmente (Ponto IT-54).

Nesse contexto, devido a gama de rochas fortemente orientadas, a proximidade da Zona de Cisalhamento Figueira, e a dificuldade de encaixar essas rochas dentro de uma das fácies identificadas, são classificadas como parte da unidade de fácies indiferenciadas do Granito Itaoca.

3.3 Enclaves

Feições como enclaves (Didier 1973) e/ou xenólitos (Didier 1973) foram identificados no campo ao longo do corpo, caracterizadas como tais especulativamente, tal como fez

Mello (1995) em sua tese, devido à falta de análises microscópicas e possível identificação exata das feições observadas, como na figura 36.

Além desses citados, ocorrem no maciço feições denominadas de teto pendente, possíveis megaxenólitos, que por falta de feições de englobamento total dos afloramentos no magma são determinadas nesse trabalho, e também por Mello (1995) como tetos pendentes, ou seja, porções superiores da encaixante que a intrusão alcançou, mas não chegou a consumir totalmente.

Essas feições são identificadas e mapeadas nos pontos IT-5, IT-10, IT-58, IT-59, IT-105 e no bairro Gorutuba, próximo às margens do Rio Gorutuba. O teto pendente do ponto IT-5 se encontra próximo ao contato na porção norte do batólito em afloramento de beira de estrada (Figura 37).

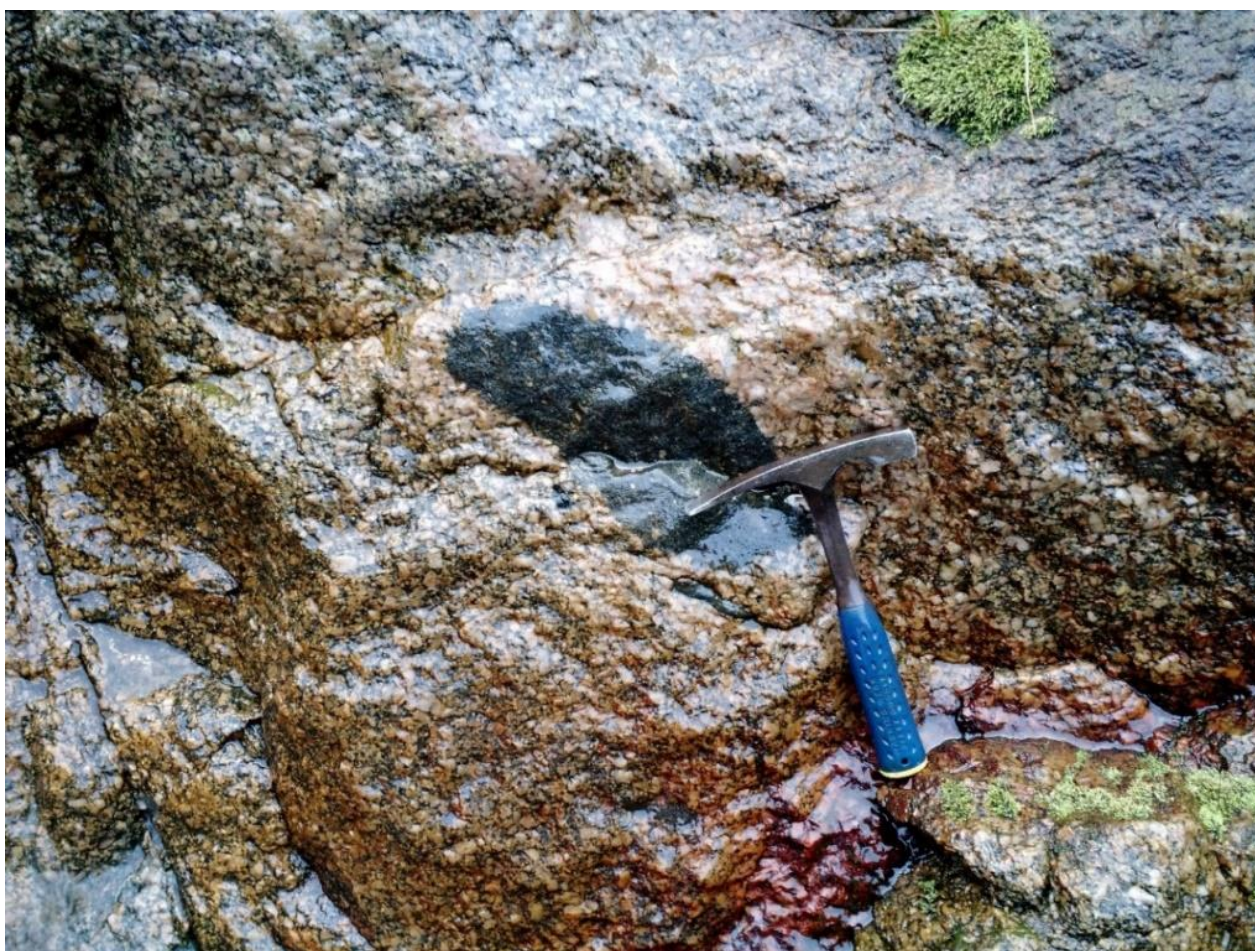


Figura 36 – Possível xenólito indiferenciado (talvez um quartzito metamorfizado) (ponto 50) nas margens do Córrego Guarda-Mão.

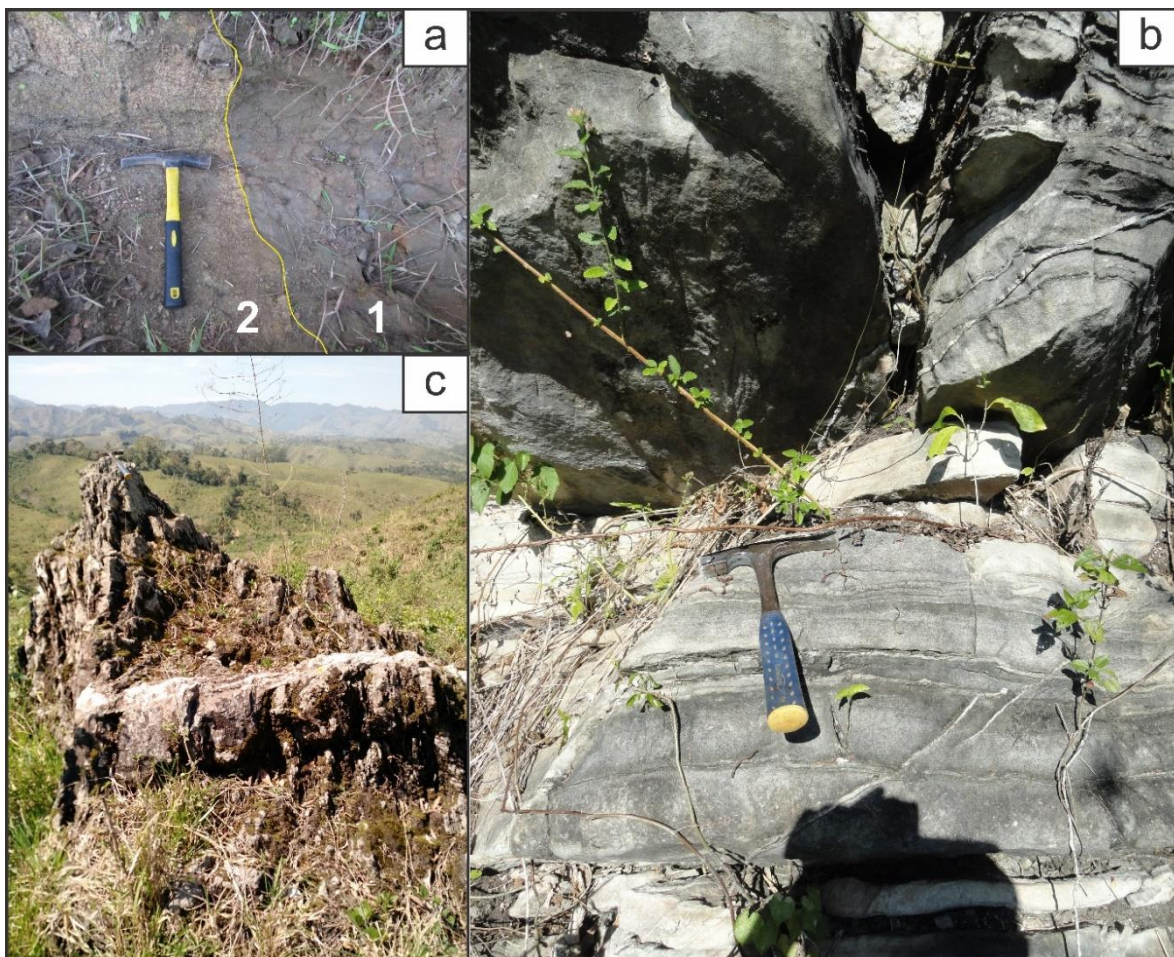


Figura 37 - Tetos pendentes identificados na área. (a)- Contato entre o granito e o Teto pendente (ponto 10); (b) - Feições de rocha calciossilicatada alternadas com mármore (ponto 58), no qual furos de sondagem indicaram profundidade de 180 metros, localizados no Bairro Rio Claro; (c) - Mina do Juca (ponto 105), um teto pendente de rochas calciossilicatadas com alternâncias de Wollastonita pura e granada-wollastonita, além de minerais supérgenos da alteração de sulfetos de cobre, como malaquita e azurita.

Na área, os tetos pendentes de maior expressividade, como da mina do Juca, Gorutuba e do bairro Rio Claro, possuem mineralizações e são potenciais depósitos metálicos e não-metálicos.

No ponto IT-58 (figura 37.b) é classificado um mármore, com coloração esverdeada a amarelada, porções escurecidas, de alta pureza. No ponto IT-105 por sua vez, na antiga Mina do Juca, são encontrados afloramentos de rocha cálcio-silicatada intercalada com granada-wollastonita, além de sulfetos, como calcopirita, pirita e bornita, com respectiva alteração intempérica desses minerais para malaquita e azurita.

Na figura 37.c é possível observar o afloramento da mina, sendo a figura 38.a e 'b' fotomicrografias da rocha. Nela é possível observar que o grau de metamorfismo de contato é alto devido à presença de minerais como wollastonita, escapolita e granada associados. Isso coloca em xeque o fato do local se tratar de um teto pendente, pois nas encaixantes do granito a temperatura provavelmente não foi tão alta para formar esse tipo de associação. Podendo se tratar o afloramento de um mega-xenólito.

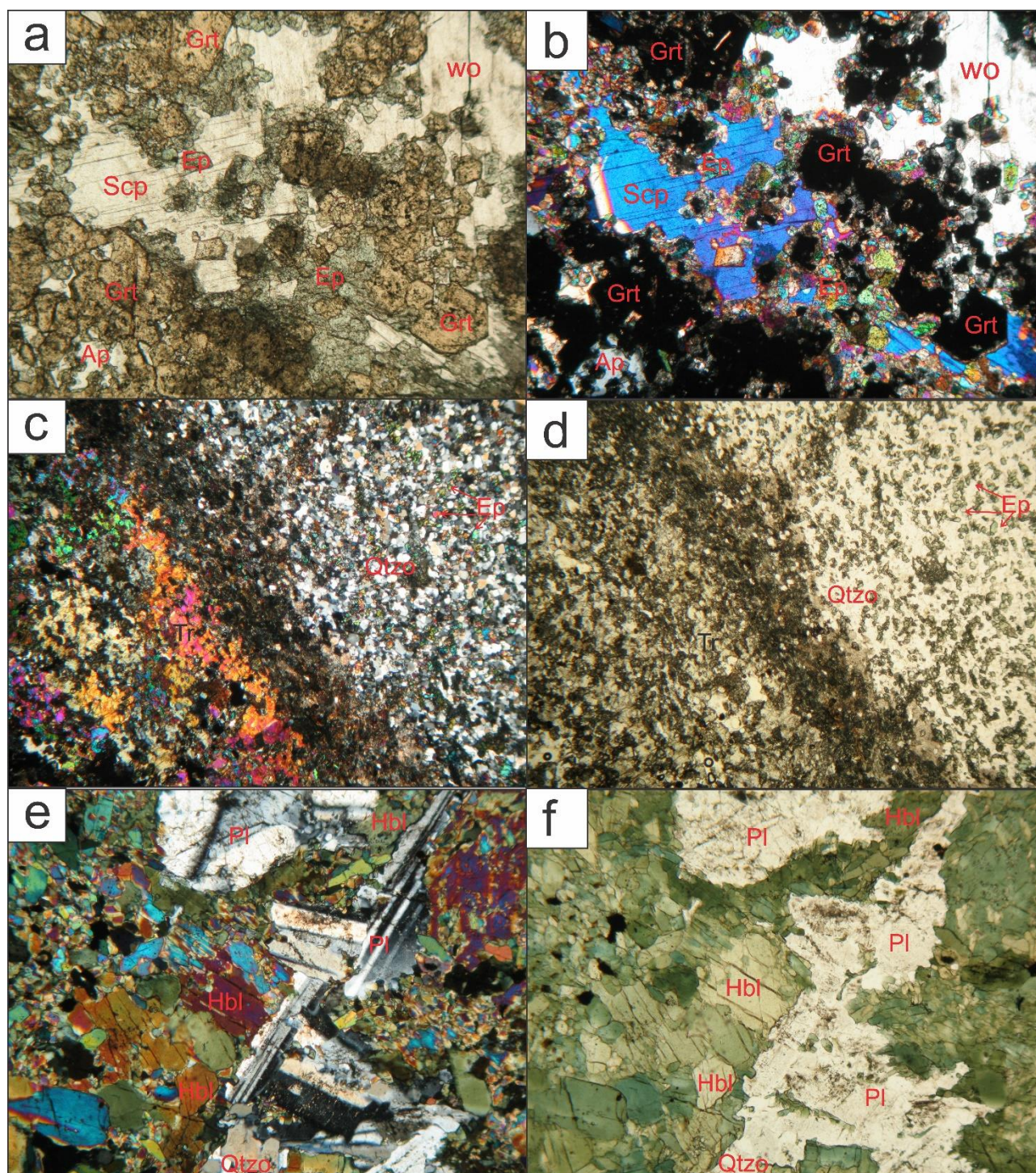


Figura 38 – Fotomicrografia de tetos pendentes, (a) apresenta os polarizadores paralelos e (b) cruzados, a lâmina apresenta bandamento de granada associada a wollastonita com escapolita, além de massa microcristalina com quartzo, plagioclásio, epidoto, exemplificando uma granada-wollastonita (ponto IT-105). Em (c) e (d) observa-se uma rocha calciossilicatada, com bandamento de quartzo equigranular, granoblástico, com trama em mosaico, além de cristais de epidoto dispersos, e bandas de tremolita, epidoto e quartzo associados, inequigranulares e alotriomórficos (ponto IT-5). Em (e) e (f) é evidenciado um anfiboliton com textura granoblástica, idiomórfica, com cristais de anfibólio, epidoto, oligoclásio e quartzo (ponto IT-8).

Legenda: Pl: plagioclásio; Hbl: hornblenda; Qtzo: Quartzo; Ep: Epidoto; Scp: Escapolita; Wo: Wollastonita, Hbl: Hornblenda; Grt: Granada.

Em um dos afloramentos da rocha termodiferenciada é caracterizado uma rocha calciosilicatada, com bandamento visível em escala de amostra de mão de porções mais cálcicas, com coloração esverdeada da epidotização a mais silicosas. Em lâmina, como mostrado na Figura 38.c e 'd', observa-se esse bandamento em escala microscópica, com porção mais silicosa a direita, e porção cálcica a esquerda.

Finalmente, em outro afloramento (figura 38 'e' e 'f') são encontradas associações de rochas termometamórficas, com variações ao longo do caminhamento realizado de anfibolitos, filitos, calciosilicatadas e hornfels indiferenciados. Na figura observa-se em lâmina um anfibolito, composto basicamente por hornblenda e plagioclásio tipo oligoclásio, evidenciando assim o grau metamórfico.

4 LITOGEOQUÍMICA

As análises geoquímicas encontram-se na tabela 9 e foram realizadas no SGSGEOSOL, utilizando-se Fluorescência de Raios X para os elementos maiores (concentração em %), através de pastilha fundida em meio borato, e para os elementos traços (concentração em ppm), através de pastilha prensada, e para os elementos de terras raras ICP-MS.

Tabela 9 - Resultado de análises químicas de amostras das rochas do Granito Itaoca.

	IT-4/ Cinza 1 	GEOQ.5/ Cinza 2 	GEOQ.2/ Cinza 3 	IT-17-2/ Rosa 1 	GEOQ.3/ Rosa 1 	IT-19/ Rosa 2 	IT-20/ Rosa 2 	IT-21/ Rosa 3 	IT-23/ Rosa 3 	GEOQ.4/ Rosa 3 
SiO ₂	65.8	63.4	62.3	65.6	68.8	63.4	64.5	66	69.8	68.7
TiO ₂	0.66	0.86	0.96	0.71	0.4	0.71	0.69	0.62	0.47	0.38
Al ₂ O ₃	15	15.4	15.2	14.1	14.2	14	14.5	14	14.3	14.1
Fe ₂ O ₃	3.61	4.78	5.13	3.76	2.38	4.28	3.98	3.64	2.58	2.24
MnO	0.05	0.06	0.07	0.05	0.07	0.07	0.06	0.06	0.04	0.03
MgO	1.46	1.98	2.28	2.04	1.1	2.62	2.34	2.04	1.13	1.05
CaO	2.63	3.2	3.48	2.56	1.75	3.27	2.74	2.51	1.81	1.52
Na ₂ O	3.92	3.84	3.67	3.74	3.78	3.76	3.85	3.77	3.86	4.03
K ₂ O	4.94	5.01	4.98	5.62	5.65	5.44	5.61	5.36	4.95	5.26
P ₂ O ₅	0.261	0.359	0.408	0.372	0.182	0.418	0.393	0.32	0.19	0.164
LOI	0.33	0.5	0.38	0.46	0.42	0.35	0.38	1.21	0.33	0.95
Total	98.66	99.39	98.86	99.01	98.73	98.32	99.04	99.53	99.46	98.42
Zn	59	70	79	59	45	69	58	57	39	30
Ba	1784	2129	2630	2177	2024	2385	2461	1957	1744	1800
Rb	120	115	108	136	147	117	119	127	163	155
Sr	952	1167	1378	899	742	1041	1114	891	903	831
Zr	31	38	43	21	42	28	33	28	56	66
Y	5	10	11	9	5	22	12	10	6	4
Nb	16	16	12	21	20	18	19	10	13	12
La	85.3	98.7	106.7	87	70.2	156.8	101.9	78.5	68.4	62.2
Ce	143.3	175.8	188.3	166.9	106.5	185.1	185.6	147.6	144	112
Pr	15.23	19.01	20.78	18.68	10.79	31.4	20.05	16.23	14.75	12.2
Nd	52.2	69	73.1	66.7	36.2	113.8	70.6	57.6	52.2	42.8
Sm	7.9	10.8	11.5	10.7	5.4	18.1	11.3	9.2	8.1	6.3
Eu	1.86	2.48	2.6	2.45	1.32	4.37	2.63	2.15	1.8	1.5
Gd	4.88	6.53	6.92	6.58	3.39	12.27	6.92	5.71	4.58	3.77
Tb	0.57	0.74	0.76	0.78	0.4	1.38	0.83	0.68	0.49	0.39
Dy	2.6	3.59	3.75	3.62	2.03	6.45	3.95	3.26	2.27	1.8
Ho	0.42	0.58	0.6	0.61	0.34	1.07	0.65	0.55	0.37	0.29
Er	1.1	1.43	1.49	1.6	0.9	2.68	1.67	1.41	0.92	0.72
Tm	0.15	0.24	0.19	0.19	0.11	0.31	0.23	0.19	0.13	0.09
Yb	0.9	1.1	1.1	1.2	0.8	1.8	1.3	1.2	0.7	0.5
Lu	0.08	0.12	0.12	0.15	0.08	0.22	0.17	0.13	0.07	0.05
[La/Yb] _n	63.90	60.49	65.40	48.88	59.16	58.73	52.85	44.10	65.88	83.87
Eu*	49.93	67.99	72.33	67.57	34.24	116.51	71.31	58.20	50.38	39.59
Eu/Eu*	0.51	0.50	0.49	0.49	0.52	0.51	0.50	0.50	0.49	0.52
Ce-Sm	4.38	3.93	3.95	3.76	4.76	2.47	3.96	3.87	4.29	4.29
Gd-Yb	4.38	4.79	5.08	4.42	3.42	5.50	4.30	3.84	5.28	6.08

Abaixo, na tabela 10, foram compiladas a média geral para as fácies propostas por Mello (1995), pelos mesmos métodos, a fim de comparação.

Tabela 10 - Resultado de análises químicas de amostras das rochas do Granito Itaoca feitas por Mello (1995) e compiladas, em sua média, pelo autor.

	Cinza I +	Cinza II +	Cinza III +	Rósea I +	Rósea II +	Rósea III +	Rósea IV +	Rósea V +	Miloníticas +
SiO ₂	64.3	66.7	70.4	63.8	65.9	70.2	71.5	70.1	70.6
TiO ₂	0.91	0.75	0.61	0.83	0.71	0.46	0.39	0.44	0.42
Al ₂ O ₃	15.3	14.9	14.4	14.3	14.3	14.3	14.6	14.6	14.6
Fe ₂ O ₃	4.14	3.01	2.09	4.14	3.40	2.30	1.89	2.06	2.01
MnO	0.04	0.04	0.01	0.08	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02
MgO	1.6	1.2	0.6	1.8	1.7	0.9	0.5	0.7	0.5
CaO	3.3	2.6	1.3	3.3	2.9	2	1.6	1.6	1.8
Na ₂ O	3.8	3.5	3.7	3.2	3.4	3.7	3.4	3.9	3.5
K ₂ O	5.1	5.5	5	5.9	5.6	5.1	5.3	5.3	5
P ₂ O ₅	0.41	0.35	0.29	0.49	0.43	0.29	0.19	0.25	0.23
LOI	0.54	0.81	0.45	1.44	1.07	0.32	0.32	0.57	0.81
Total	99.83	99.88	100.23	99.88	99.85	99.91	99.88	99.94	99.85
Zn	55	50	17	54	44	37	40	45	40
Ba	2415	2172	1560	2500	2220	1790	1195	1615	1550
Rb	101	125	140	127	135	140	128	147	165
Sr	1302	1205	770	1120	1110	900	765	893	820
Zr	360	300	240	395	335	250	238	260	250
Y	33	21	17	30	24	38	15	17	10
Nb	15	14	12	20	18	<10	12	11	13
La	65.48	64.67	59.31	73.64	65.68	42.18	40.33	44.1	46.67
Ce	141.83	122.02	117	153.4	136.80	88.57	82.52	91.21	81.69
Nd	60.89	53.67	45.74	63.62	57.27	37.34	31.62	36.44	32.96
Sm	9.25	7.98	6.62	9.72	8.78	5.28	4.68	5.3	4.78
Eu	2.05	1.81	1.57	2.21	2.01	1.35	1.04	1.2	1.13
Gd	4.84	4.27	3.48	5.40	4.82	3.09	2.59	2.87	2.71
Dy	2.87	2.54	2.02	3.35	3.01	1.77	1.53	1.53	1.59
Ho	0.51	0.46	0.28	0.61	0.50	0.28	0.26	0.26	0.28
Er	1.17	1.09	0.74	1.45	1.24	0.7	0.61	0.59	0.65
Yb	0.78	0.78	0.59	1.12	1	0.63	0.51	0.46	0.53
Lu	0.12	0.13	0.1	0.20	0.14	0.11	0.09	0.08	0.1
[La/Yb] _n	58.12	57.11	67.77	44.25	44.34	45.14	54.57	64.61	62.95
Eu*	56.78	49.15	40.67	60.26	54.31	33.04	28.97	32.70	29.76
Eu/Eu*	0.49	0.50	0.53	0.50	0.50	0.56	0.49	0.50	0.52
Ce-Sm	3.70	3.72	4.27	3.81	3.76	4.05	4.28	4.19	4.12
Gd-Yb	5.14	4.45	4.76	3.88	3.89	3.96	4.15	5.03	4.24

A distribuição dos elementos maiores encontra-se caracterizada nos diagramas de Harker (1909) (Figuras 39A a 39H) e mostram teores elevados e restritos de sílica entre 62% a 72% e teores médios homogêneos fortemente elevados em K₂O > 5% e Na₂O > 3%, condizentes com as rochas graníticas diferenciadas deste conjunto magmático.

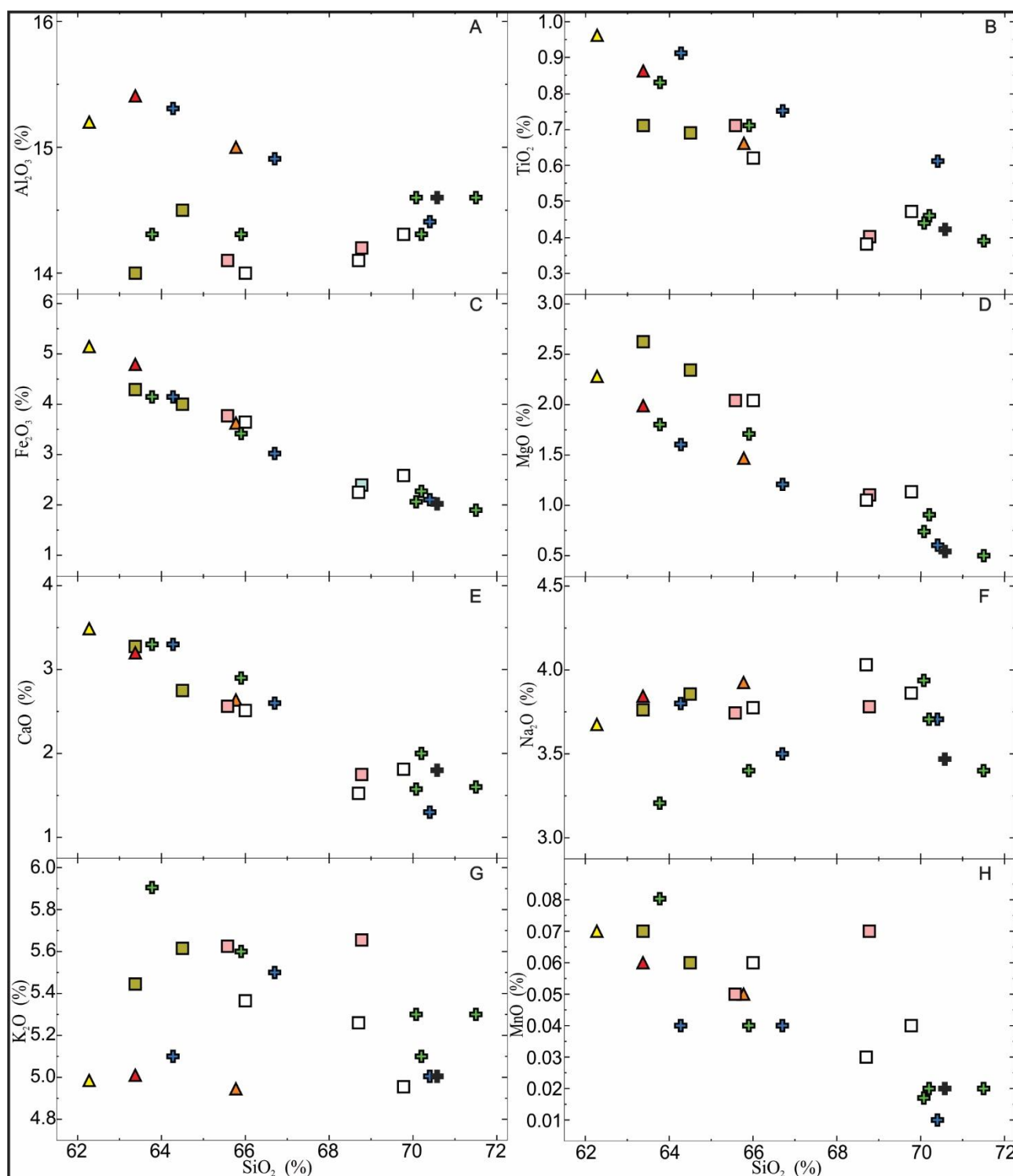


Figura 39 - Diagramas geoquímicos de variação para elementos maiores tipo Harker (1909) das amostras de rochas do Granito Itaoca.

Os valores de TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO e MnO mostram um empobrecimento em relação as rochas mais enriquecidas em sílica e indicam as características de rochas holo- a leucocráticas, com acentuado empobrecimento em minerais máficos.

É notável a relação de redução gradual de Fe_2O_3 , MgO , CaO das fácies iniciais cinzas e a redução destes elementos para as fácies mais diferenciadas rosas.

As rochas são classificadas nos diagramas petrográficos, segundo a figura 40A (Le

Maitre, 1989), e distribuem-se concentradamente no campo dos riólitos, ou seu correspondente plutônico, os granitos, e no campo dos traquitos, ou quartzo monzonitos a sienitos; na figura 40B (Middlemost, 1985), os litotipos distribuem-se predominantemente como monzogranitos a quartzo monzonitos e monzonitos; e no diagrama QAP da figura 40C (Lameyre & Bowden, 1982), as rochas da fácies cinza são classificadas como quartzo monzonitos e as da fácies rosas como quartzo monzonitos a monzogranitos.

Nos diagramas de séries magmáticas, as rochas são classificadas segundo a figura 40D (Peacock, 1931), e definem uma tendência cálcio-alkalina. Na figura 40E (Debon et al., 1988), os litotipos são classificados predominantemente como granitos de afinidade com as séries subalkalinas a cálcio-alkalina.

Na figura 40F (Taylor, 1976), observa-se que as amostras se distribuem na transição do campo da série cálcio-alkalina alto potássio para série shoshonítica, definido pelo forte enriquecimento em potássio dos litotipos analisados.

Nos diagramas de alumínio saturação, as rochas são classificadas segundo a figura 40G (Maniar & Picolli, 1989), como granitóides peraluminosos em razão da presença dominante de biotita.

Na figura 40H (Debon & Le Fort, 1983), define-se para os litotipos um conjunto com a predominância de granitos metaluminosos à biotita e hornblenda (campo IV) e a clinopiroxênio + anfibólio + biotita.

A presença marcante de minerais cálcio-alkalinos, como hornblenda + biotita e os diagramas da figura 40, reforçam o caráter de um batólito cálcio alcalino, com subtipos litológicos iniciais metaluminosos, que evolui para termos mais diferenciados peraluminosos.

Quanto à distribuição dos elementos traços dos diagramas binários da figura 41A a F, observa-se que a distribuição de Rb apresenta correlação positiva e um *trend* linear crescente com o aumento da SiO₂.

No geral, o rubídio substitui o potássio dos feldspatos potássicos e, secundariamente, o potássio, nas biotitas. Em relação ao estrôncio, os litotipos mostram baixos valores e um decaimento em um *trend* com caimento dos valores e aumento da SiO₂. No geral, o estrôncio apresenta correlação direta com cálcio, evidenciado na redução de plagioclásios para as rochas mais diferenciadas e enriquecidas em SiO₂.

Portanto, sugere-se um processo de fracionamento magmático, envolvendo principalmente os feldspatos, com consequente aumento de feldspato potássico a partir da segregação e redução em plagioclásios, e consequente empobrecimento de Sr do líquido magmático, disponível para as fases mais diferenciadas.

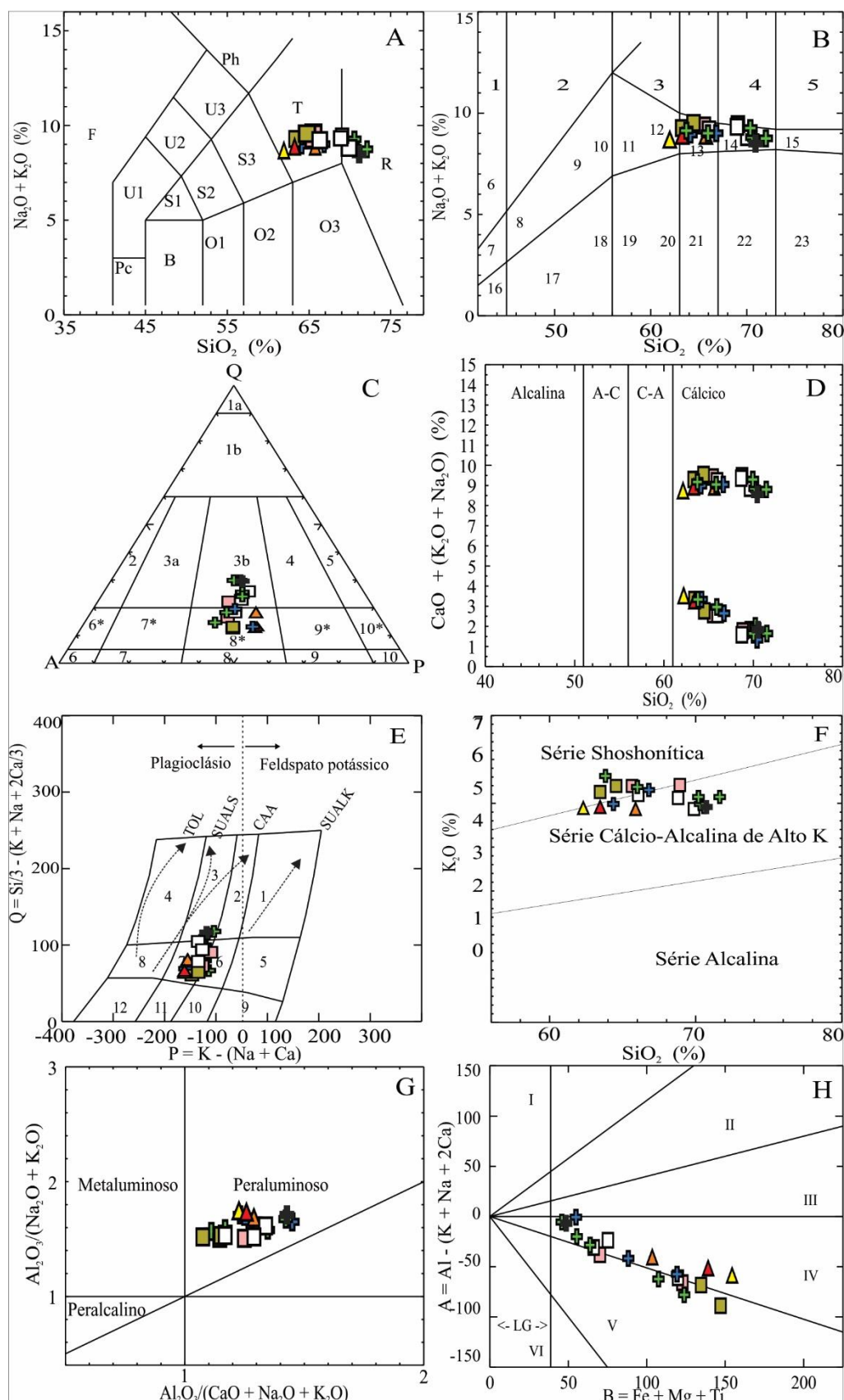


Figura 40 - Diagramas geoquímicos de classificação das amostras de rochas do Granito Itaoca.

Legenda: **A**) Le Maitre (1989) (R–granito; T-quartzo monzonito), **B**) Middlemost (1985) (12- monzonito; 13-quartzo monzonito; 14–monzogranito); **C**) Le Maitre (1989) (3b monzogranito; 8* quartzo monzonito), **D**) Peacock (1931), **E**) Q x P de (Debon et al., 1988) 6 –quartzo monzonito, 7- quartzo monzodiotito, Abr.: TOL=toleítica, CAA=cálculo-alcalina, SUBALS= subalcalina sódica, SUBALK= subalcalina potássica, **F**) Taylor (1976), **G**) Índice de Shand de Maniar & Picolli (1989) e **H**) Debon & Le Fort (1983) campo IV-leucogranitos metaluminoso com hornblenda e V- Clinopiroxênio+anfíbólio+biotita.

As porcentagens de bário mostram baixos valores e é admitida sua associação mais facilmente aos feldspatos potássicos.

A correlação positiva com o aumento de sílica é evidenciada pela redução de plagioclásios para as rochas mais diferenciadas.

Os valores de zircônio, nióbio e ítrio mostram uma correlação negativa para as fácies mais diferenciadas. O decréscimo do Zr indica forte fracionamento ao longo da evolução dos líquidos e sua diminuição nas concentrações nos líquidos mais diferenciados finais, sugere o fracionamento simultâneo de titanomagnetita, ilmenita e zircão no processo evolutivo do líquido magmático.

Os valores decrescentes de nióbio e de ítrio são devido ao maior fracionamento magmático, com o empobrecimento de minerais ferromagnesianos.

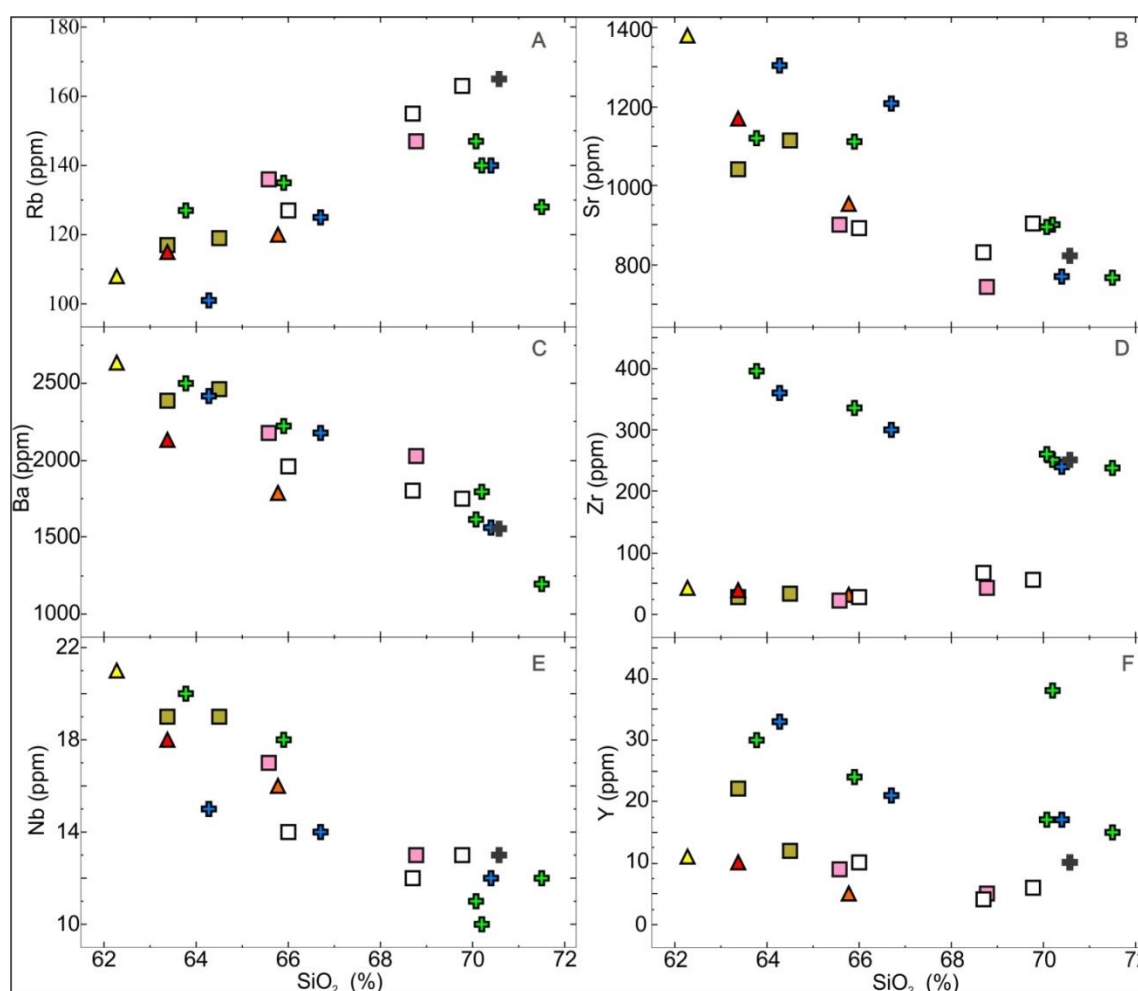


Figura 41 - Diagramas geoquímicos binários para elementos traços para as amostras de rochas da Granito Itaoca.

Nos diagramas de caracterização de ambiente geotectônico observa-se nas figuras 42A e B (Pearce et al., 1984), que as rochas são classificadas como possivelmente pertencentes a uma suíte magmática de granitos sin- a tardi-colisionais de arco magmático.

No diagrama da figura 42C (Batchelor & Bowden, 1985), as amostras encontram-se distribuídas entre os campos dominantemente sin- a tardi- orogênicos de ambiente de arco magmático. No diagrama da figura 42D (Frost et al., 2001), as amostras são identificadas como granitos magnesianos do tipo I cordilheiranos de ambiente de arco magmático.

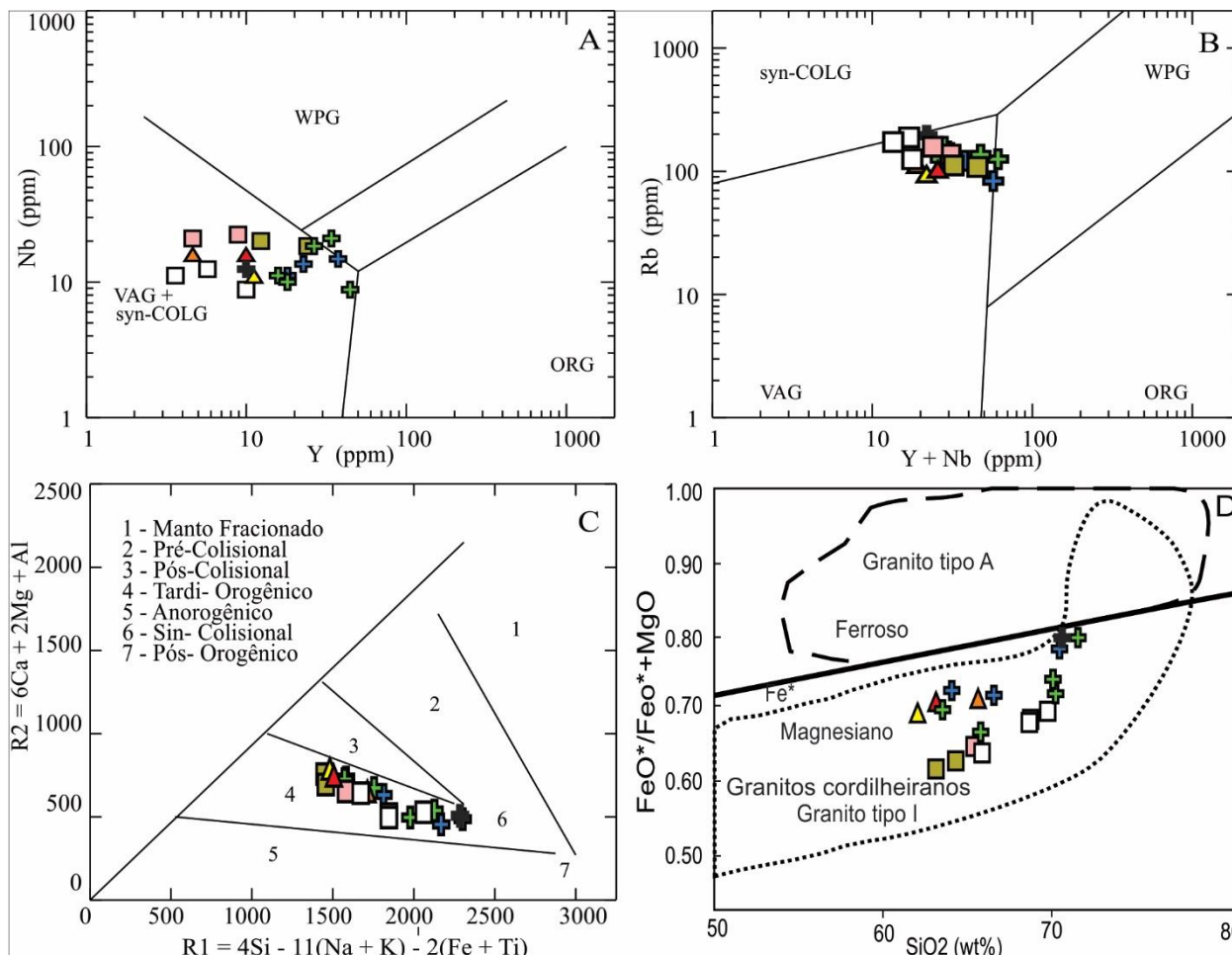


Figura 42. Diagramas geoquímicos de classificação de ambientes tectônicos para as amostras de rochas do Granito Itaoca.

Legenda: A e B) Pearce et al. (1984) (Syn-COLG)–granitoide sin-colisional; (VAG)–granitoide de arco vulcânico; (WPG)–granitoide intraplaca, (ORG)–Granitóides de Cadeias Oceânicas. C) Batchelor & Bowden (1985). D) Frost et al. (2001).

Nos variogramas de multielementos os elementos traços foram normalizados para os valores de meteoritos condriticos de Thompson (1982) (Figura 43A) e também para os valores de crosta inferior de Weaver & Tarney (1984) (Figura 43B). Observa-se que a maioria dos litotipos exibe um forte empobrecimento em Ba, Sr e Ti e enriquecimento em Rb e Nb, baixas razões de Ba/Rb e relações elevadas de K/Na, o que evidencia rochas diferenciadas.

Os diagramas de elementos terras raras foram normalizadas segundo os valores de meteoritos condriticos de Boynton (1984) (Figura 43C) e também normalizadas segundo os

valores para crosta inferior Weaver & Tarney (1984) (Figura 43D). Os padrões gerais de distribuições de elementos terras raras obtidos para as rochas são similares e com uma distribuição assimétrica e paralela, o que evidencia amostras distintas e cogenéticas, com valores crescentes de elementos terras raras para as rochas mais diferenciadas e anomalia negativa em Eu, o que sugere a intensificação do processo de fracionamento magmático, a partir do magma inicial, através da remoção dos plagioclásios e enriquecimento de feldspato.

O padrão geral de distribuição dos elementos terras raras (ETR) normalizados pelo condrito (Boynton, 1984) apresentam $[La/Yb=60,33]_N$, o que sugere que, durante o fracionamento magmático, não ocorreu uma expressiva participação das fases enriquecidas em elementos terras raras pesadas (ETRP), consequência do empobrecimento em minerais ferromagnesianos e minerais acessórios.

Apresentam anomalia negativa de Eu, com $[Eu/Eu^*=0,50]_N$, que sugere importante fracionamento de plagioclásio e feldspato potássico e forte assimetria definida pela relação elevada de elementos terras raras leves $[Ce/Sm]_N=3,97$, em relação ao empobrecimento de elementos terras raras pesadas $[Gd/Yb]_N=4,71$, o que indica um conjunto de rochas mais evoluídas e enriquecidas em feldspatos.

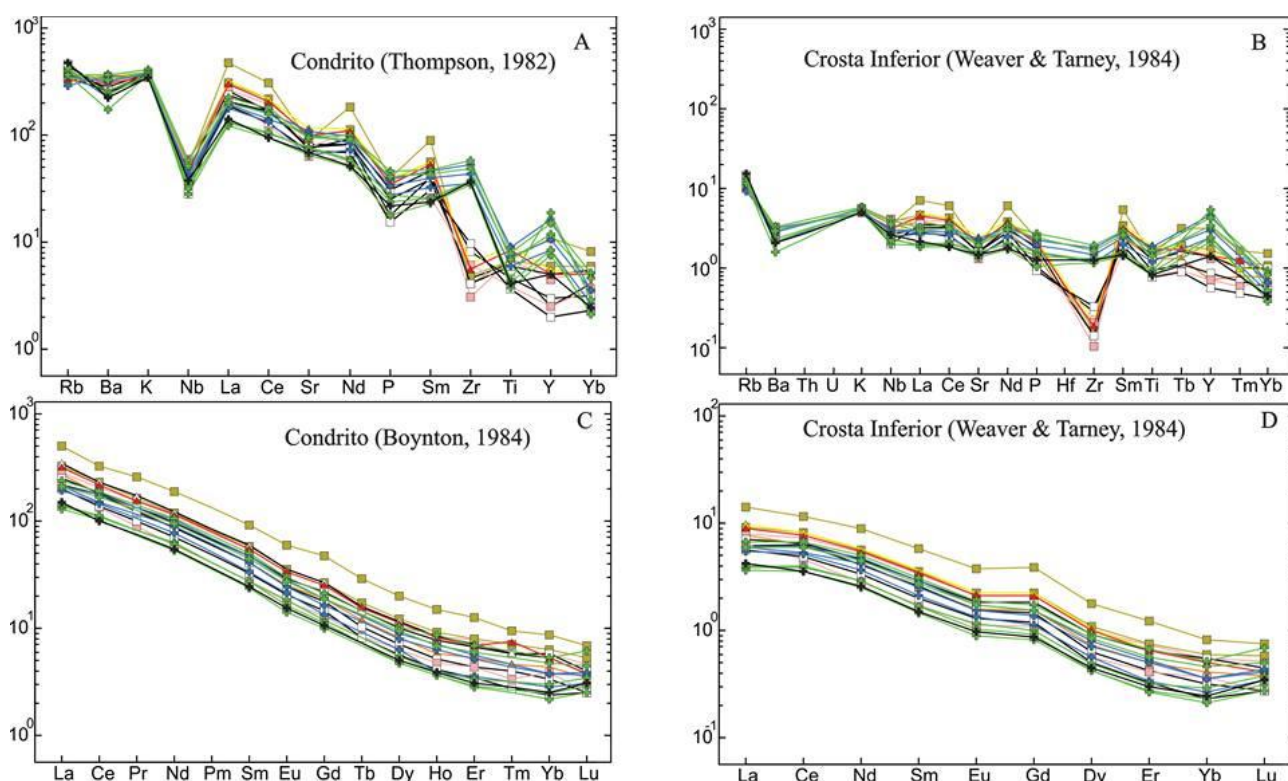


Figura 43. Diagramas de variogramas de multielementos incompatíveis e elementos de terra raras para as amostras de rochas do Granito Itaoca. **Legenda:** Elementos incompatíveis normalizados. **A)** Valores para meteoritos condriticos de Thompson (1982) e **B)** Valores da crosta inferior de Weaver & Tarney (1984). Elementos terras raras- **C)** Valores dos meteoritos condriticos de Boynton (1984) e **D)** Valores da crosta inferior de Weaver & Tarney (1984).

5 EVOLUÇÃO

O início da evolução da área se deu com os processos distensivos do Supercontinente Atlântica - enquadrados na Tafrogênese Estateriana, iniciada no final do Paleoproterozoico (1800 a 1600 Ma.) até o início do Mesoproterozoico (período Callimiano – 1600 a 1400 Ma). O resultado desse processo de distensão foi a formação de uma bacia de retro arco (Faleiros et. al, 2011), a qual possibilitou a deposição dos sedimentos que compõem hoje a Formação Água Clara (Campanha e Sadowski, 1999).

Essa teoria é compatível com as datações realizadas pelo método U-Pb em zircões de metabasitos, no qual segundo Weber et al. (2004), a Formação Água clara foi sedimentada entre 1593+-70 a 1477+-47 Ma. durante o processo da evolução da bacia de retro arco.

Subsequentemente, teve-se início o Ciclo Brasileiro (1,0 a 0,5 Ga), evento responsável pela sutura do Supercontinente Gondwana Ocidental (Hackspacher et al., 2000), com intrusões graníticas associadas (Granito Itaoca, Barra do Chapéu etc.).

Os eventos colisionais e transcorrentes geraram metamorfismo e deformação da bacia sedimentar e dos granitoides.

Também são abordados no capítulo eventos pós-colisionais ligados a separação do Supercontinente Gondwana e sedimentações relacionadas a processos erosivos mais recentes.

5.1 Estágios Evolutivos

5.1.1 *Sedimentação Mesoproterozoica/Neoproterozoica*

Compondo maior parte das encaixante, a Formação Água Clara é constituída por metassedimentos datados por Weber et al., (2004) com deposição entre 1500 e 1400 Ma, início do Mesoproterozoico, período Callimiano.

Faleiros et al. (2011) indicam precedente a isso, a formação de uma bacia retro-arco, na qual se forma um oceano - denominado Adamastor - com águas profundas, o ambiente ideal para deposição dos sedimentos da Formação Água Clara (Pontes, 1981; 1982).

Essa bacia de retro-arco teve sua origem no final do Paleoproterozoico, com a Tafrogênese Estateriana - processo relacionado ao rifteamento do Supercontinente Atlântica. (Figura 44) que se iniciou há cerca de 1,7 Ma. (Bizzi et al, 2003).

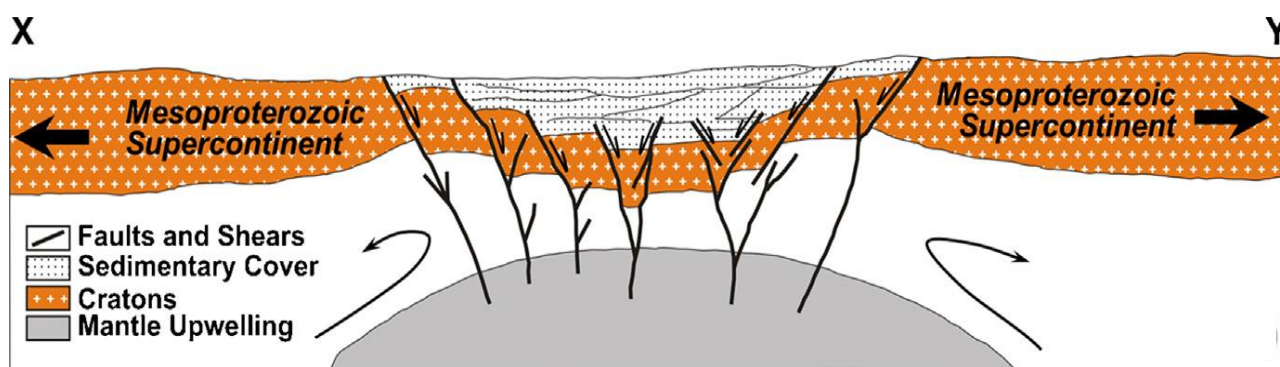


Figura 44 - Rifteamento gerado no paleoproterozoico, no evento de Tafrogênese Estateriana, que deu início a margem passiva (Santos et al., 2015).

Assim, associada a uma bacia plataformar mesoproterozoica (Santos et al., 2015; Hasui, 2012), a Formação Água Clara é constituída basicamente por rochas calciossilicatadas, anfibólio xisto e mármore proveniente de protólito carbonático impuros - corroborando diretamente com os litotipos observados nas encaixantes do batólito e entornos da área estudada.

Essa sedimentação representa o acamamento sedimentar (Figura 45) do protólito das rochas metapelíticas.

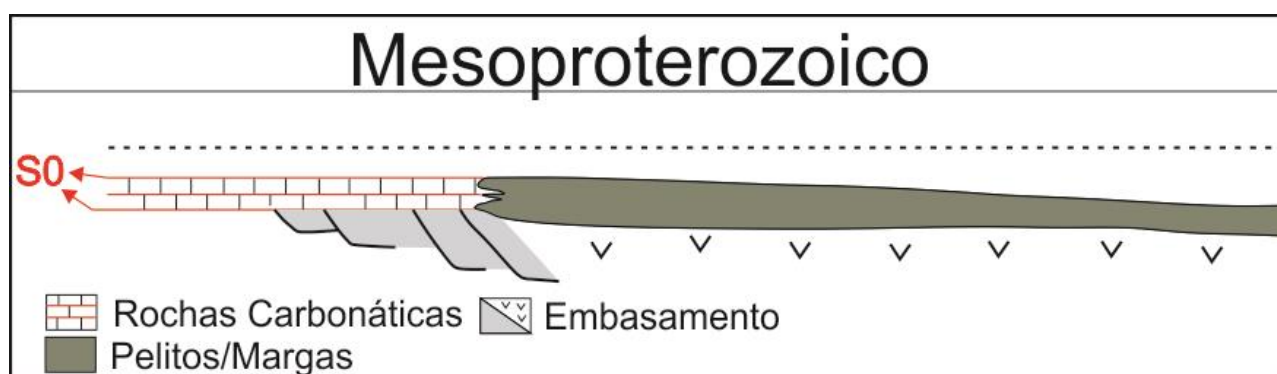


Figura 45 - Deposição dos sedimentos da Formação Água Clara (Modificado Campanha & Sadowski, 1999).

Segundo Campanha & Sadowski, (1999), o Grupo Lajeado tem idade de sedimentação Esteniana a Toniana, Meso e Neoproterozoico, respectivamente, nos intervalos de 1.2 a 1.0Ga e 1.0 a 0.72 Ga. Para os mesmos, a sequência metassedimentar se depositou em uma plataforma carbonática de mar aberto em margem passiva, com consequente intrusão pelo Gabro Apiaí. A bacia de margem passiva teria se formado com o rifteamento do Supercontinente Rodínia.

O Gabro Apiaí representa um magmatismo toleítico ligado com o início do rifteamento do Supercontinente Rodínia, e a formação dos basaltos oceânicos Brazilianos.

5.1.2 Processos Deformacionais e Metamórficos

Sucessivamente a deposição mesoproterozoica, no Neoproterozoico, ocorreram os

eventos relacionados a colagem do Supercontinente Gondwana e respectivo fechamento do Oceano Adamastor.

Ao menos três eventos deformacionais e metamórficos afetaram o Supergrupo Açunguá (Gimenez Filho, 1993; Faleiros, 2008). O primeiro e o segundo ocorridos entre 1.0 e 1.4 Ga (Gimenez Filho, 1993) e o principal entre 620 e 600 Ma - no Ciclo Brasileiro (Hackspacher & Godoy, 1999).

Na área, os dois primeiros eventos mesoproterozoicos, ligados a formação do Rodínia, e representados por foliações de baixo ângulo e direção NE – típicas de empurrão - não apresentam evidências.

Já o terceiro evento, relacionado a colagem do Supercontinente Gondwana, foi responsável por todas as foliações principais, de médio a alto ângulo e direção NE – basculadas pelo batólito nas encaixantes - constatados na área.

Weber et al., (2002; 2004) dataram os eventos metamórficos na Formação Água Clara entre 586 +/- 24 Ma (com ápice entre 0,6 e 0,7 Ga), confirmando as principais deformações relacionadas ao fechamento do Oceano Adamastor no Ciclo Brasileiro.

Relacionados ao início do processo de aglutinação continental, tem-se as deformações relacionadas a subducção e as foliações de empurrão, como citadas anteriormente, responsáveis por gerar a foliação NE de baixo angulo e metamorfismo regional da Fácies Xisto Verde (Figura 46)

Posteriormente, com o aumento da intensidade do processo de subducção, e começo da colisão continental se deu o evento deformacional principal, com falhas de empurrão e o cisalhamento simples. Esses eventos de empurrão correspondem ao ápice do metamorfismo progressivo.

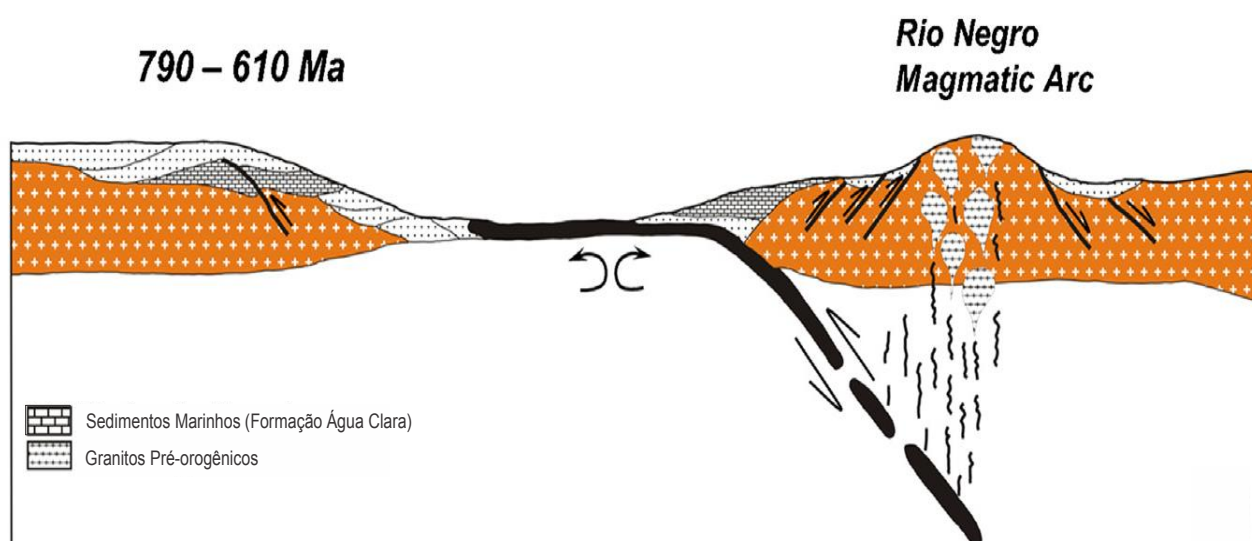


Figura 46 - Evento de subducção associado as deformações de empurrão (Santos et al., 2015).

Apresenta ainda inúmeras evidências estruturais e metamórficas, com uma nova foliação - que consiste no retrabalhamento da foliação principal da área nas rochas pelíticas e calciossilicatadas, que flexura devido a intrusão granítica, rochas de grau metamórfico hornblenda a piroxênio Hornfels e xenólitos/teto pendente de rochas calciossilicatadas, xistos, quartzitos, metarritmitos, metacalcários e metabasitos das rochas encaixantes.

5.1.4 Processos Pós-Colisionais

Como parte dos processos pós Ciclo Brasileiro, há a colocação de corpos graníticos tardios e/ou anarogênicos e início de extensão crustal com a futura instalação da Bacia do Paraná (Hackspacher et al., 2000).

Ocorrem, então, processos erosivos do Supercontinente Gondwana, que resultam nas configurações atuais da Faixa Ribeira. Posteriormente, ocorrem processos rúptil-dúctil cretáceos, relacionados a ruptura do Supercontinente Gondwana - que gera dobras de escala continental (Arco de Ponta Grossa) e alinhamentos (deformação Rúptil) NW-SE datados entre 129-131 Ma (Renne et al., 1996).

Na área mapeada quase não foram encontradas evidências a respeito dos processos de separação do Gondwana, com exceção das intrusões máficas a ultramáficas provavelmente ligadas às intrusões do Arco de Ponta Grossa.

5.1.5 Sedimentação Quaternária

Os processos de intemperismo sobre as rochas, de forma geral, resultam em sua alteração e transporte, ocorrendo a sedimentação aluvial e coluvial desses sedimentos. Ao chegar nas drenagens, os mesmos são transportados por processos fluviais, em suas margens, planícies de inundação até as faixas litorâneas.

A sedimentação é encontrada localmente em diversos pontos da área mapeada, porém de maneira mais expressiva, ao redor do Córrego dos Boavas/Rio Santo Antônio, e principalmente nas margens do Rio Ribeira.

Com isso, esses sedimentos são mais recentes e consequentemente recobrem litologias mais antigas de forma discordante e erosiva.

5.2 Conclusão

Finalmente, com base no que foi reconhecido em campo, e com o estudado nas literaturas, foi utilizado o modelo evolutivo da Província Mantiqueira de Santos et al. (2015). O modelo, apesar de certas divergências por se tratar de uma área muito específica se comparado com toda a Província Mantiqueira, ainda é o que melhor se encaixa na evolução reconhecida na área estudada (Figura 48), concordando também com o exposto por Hasui

(2012) para a Faixa Ribeira, com ruptura do Supercontinente Atlântica, formação de um oceano (Adamastor) e deposição sedimentar em margem passiva até o posterior fechamento do mesmo, com formação de um novo Supercontinente - o Gondwana.

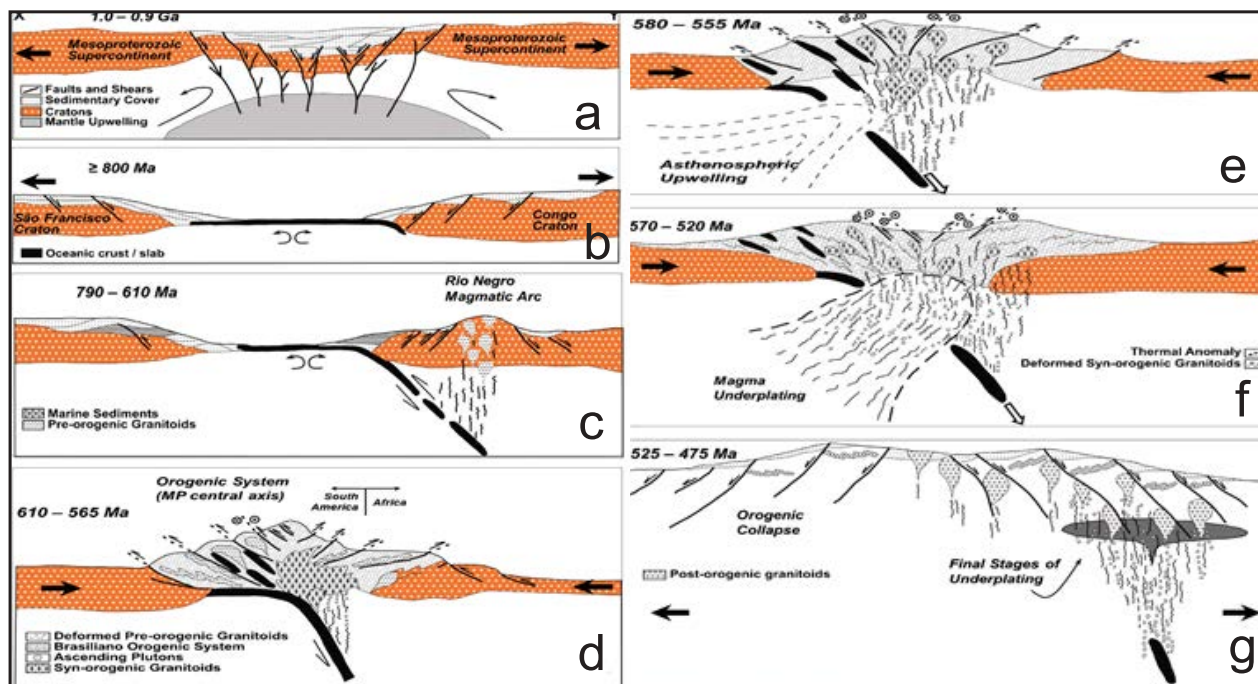


Figura 48 - Modelo Evolutivo da Província Mantiqueira (Modificado de Santos et al., 2015).

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Granito Itaoca (NP3y2li) apresenta-se na forma de um batólito neoproterozoico, aproximadamente circular, circunscrito por rochas encaixantes metassedimentares meso a neoproterozoicas, de dimensões controladas por falhas de empurrão e zonas de cisalhamento regionais. Mapeado em detalhe por Mello (1995), e dividido em unidades e fácies pelo mesmo, pode-se, neste trabalho, ser novamente mapeado, com o objetivo de refinar a divisão faciológica na representação em mapa.

Com a caracterização em campo e laboratório/escritório das diferentes fácies, além do auxílio da bibliografia (tanto regional, como de caracterização de rochas ígneas, como dos trabalhos anteriores da área), extenso uso da interpretação de imagens de sensores remotos, auxílio de técnicas fotointerpretativas e caracterização fotogeológica de cada fácies pré, durante e pós as campanhas de mapeamento, pode-se separar e representar em mapa a divisão de unidades e fácies do granito, assim como discutir sobre sua composição e evolução no contexto local e regional.

Desse modo, o mapeamento realizado foi capaz de identificar 3 Unidades dentro do granito, separadas de acordo com semelhança macroscópica e petrográfica, em termos gerais como cor, aspectos texturais, estruturais e mineralogia. Assim, obteve-se a Unidade Itaoca, cujo nome se deve ao fato da unidade se apresentar praticamente inteira dentro dos limites municipais de Itaoca; a Unidade Saltinho, com limites inseridos dentro do bairro Saltinho; e uma Associação de Fácies Indiferenciadas, sendo uma gama de rochas afetadas por processos tectônicos e metassomáticos de modo a inviabilizar a sua identificação dentro de uma fácies.

A Unidade Itaoca foi subdividida ainda em 3 fácies, denominadas de Cinza I, Cinza II e Cinza III, sendo que em mapa foi possível identificar uma transição circular, no qual a fácies cinza 3 se encontra na porção central do batólito, e a associação de fácies cinza I e II nas suas margens.

A Unidade Saltinho por sua vez foi subdividida em 3 fácies, Rosa I, Rosa II e Rosa III. As três fácies ocorrem em sequência, na porção oeste do maciço, e são caracterizadas por representarem as fácies mais evoluídas do corpo granitoide.

A última unidade mapeada, denominada de Associação de Fácies Indiferenciadas, é caracterizada por pelo menos dois grupos de rochas encontrados. Um, separado em mapa com o auxílio da fotointerpretação, muitas vezes intensamente orientado, caracterizando feições miloníticas a metagraníticas, com um início de bandamento da rocha. Associado a essas rochas orientadas, foram encontrados também afloramentos de rochas cinzentas a róseas, com características singulares, que não permitiram seu encaixe como uma nova Unidade ou mesmo pertencente a uma das outras. A outra gama de rochas caracterizadas nessa unidade são todas as rochas identificadas em fundos de vales encaixados e/ou leitos de rios e córregos, associados a falhas e fraturas. São rochas suborientadas a orientadas, metassomatizadas ou não, com veios de epidoto e/ou turmalina, potassificadas, alteradas ou, em alguns casos, melhores preservadas. Essas rochas também se caracterizam por difícil distinção faciológica, e de mapeamento principalmente, devido à localização restrita, sendo melhor encaixadas nesta Unidade.

Quimicamente, as rochas do Granito Itaoca constituem um evento magmático pertencente às séries cálcio-alcálicas alto potássio a shoshonítica, apresentando caráter predominantemente peraluminoso a metaluminoso.

Percebe-se uma nítida tendência, com as fácies rosas mais evoluídas em relação as fácies cinzas, o que pode sugerir a existência de dois pulsos magmáticos. O primeiro pulso (fácies cinzas), enriquecido em elementos mais pesados (Fe, Mg, Ti, Mn, Ca) e pobre em sílica (62 a 65%), representado por quartzo monzonitos; e um segundo pulso (fácies rosas),

empobrecido em elementos mais pesados e com enriquecimento em sílica (65 a 70%), representado por monzogranitos. Ainda, as duas fácies apresentam um leve zoneamento interno, que permite uma divisão em fácies cinza (I, II e III) e rosas (I, II e III).

Ainda, de acordo com a geoquímica das amostras coletadas, percebe-se que a fácies cinza 3 é a menos evoluída, seguido da fácies cinza II e finalmente a fácies cinza I. Deduz-se que essa relação indica tanto possível contaminação crustal por parte das fácies I e II, que margeiam o batólito, sendo uma única intrusão diferenciada por contaminação e resfriamento zonado, como também diferentes pulsos, sendo a fácies cinza III a primeira intrusão a se alojar na porção central do batólito.

No caso das fácies rosas, apesar da fácies rosa 2 estar entre a fácies rosa 1 e 3, a mesma se apresenta menos evoluída, caracterizando talvez uma intrusão primária, com as duas fácies surgindo posteriormente, assimilando e delimitando seus contatos. A Fácies rosa 3, por sua vez, encontra-se na margem do granitoide, fazendo contato com as rochas metamórficas encaixantes. Pode ser que sua evolução superior as outras fácies do granito se deva exatamente a uma associação, tanto de um pulso granítico mais evoluído quanto provável contaminação crustal a partir das bordas do batólito.

Os padrões de ETR são bastante similares e fracionados com anomalias negativas de Eu para as rochas mais diferenciadas, com a intensificação do processo de fracionamento do magma inicial, através da remoção dos plagioclásios e enriquecimento de feldspato potássio, e com consequente elevação dos níveis de ETRL e redução dos níveis de ETRP, além da participação de minerais acessórios.

O magmatismo é compatível com os granitos do tipo I, sin a tardi orogênico de arco magmático, com fusão de material da crosta inferior ao início do evento colisional da Orogênese Apiaí.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. F. M. DE. 1967. **Origem e evolução da plataforma brasileira**. Rio de Janeiro: DNPM/DGM. **Boletim 241**: 36p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS. Disponível em: <<http://www.abirochas.com.br/>>. Acesso em 20/08/2017.
- ARCHANJO, C. J.; CAMPANHA, G. A. C.; SALAZAR, C. A.; LAUNEAU, P. Using AMS combined with mineral shape preferred orientation analysis to understand the emplacement fabrics of the Apiaí gabbro-norite (Ribeira Belt, SE Brazil). **International Journal of Earth Sciences**, v. 101, n. 3, p. 731-745, 2012.

- BASEI, M. A. S.; BRITO NEVES, B. B. DE B.; SIGA JUNIOR, O.; BABINSKI, M.; PIMENTEL, M.; TASSINARI, C.; HOLLANDA, M. B. M. DE; NUTMAN, A.; CORDANI, U. Contribution of SHRIMP U–Pb zircon geochronology to unravelling the evolution of Brazilian Neoproterozoic fold belts. **Precambrian Research**, v. 183, n. 1, p. 112-144, 2010.
- BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, J. H. (Eds). *Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil*. CPRM-SGB-Brasília, 2003, 674p.
- BRASIL, IBGE. 2006. **Histórico dos municípios**. Disponível em: < <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>> acesso em 08 de outubro de 2016.
- BRASIL, IBGE 2011, **Histórico dos municípios**. Disponível em: < <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>> acesso em 08 de outubro de 2016.
- BRASIL, IBGE. 2014. **Histórico dos municípios**. Disponível em: < <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>> acesso em 09 de outubro de 2016.
- CAMPANHA, G. A. C. **Tectônica proterozóica no Alto e Médio Vale do Ribeira, Estados de São Paulo e Paraná**. São Paulo, 1991, 296p. Tese (Doutorado), Instituto de Geociências-Universidade de São Paulo.
- CAMPANHA, G. A. C. **O papel do sistema de zonas de cisalhamento transcorrentes na configuração da porção meridional da Faixa Ribeira**. 105 f. Tese (Livre Docência), Instituto de Geociências - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- CAMPANHA, G. A. C. & SADOWSKI, G. R. Tectonics of the Southern Portion of the Ribeira Belt (Apiaí Domain). Amsterdam: Elsevier. **Precambrian Research**, v. 28, n.1, pp. 31-51. 1999.
- CAMPANHA, G. A. C.; GIMENEZ Filho, A.; CAETANO, S. L. V.; PIRES, F. A.; DANTAS, A. S. L.; TEIXEIRA, A. L.; DEHIRA, L. K. **Geologia das folhas Iporanga (SG-22-X-B-V-2) e Gruta do Diabo (SG-22-X-B-VI-1), Estado de São Paulo**. São Paulo: PROMINÉRIO / IPT, Relatório 22.352. 1985.
- CAMPANHA, G. A. C.; GIMENEZ FILHO, A.; CAETANO, S. L. V.; PIRES, F. A.; DANTAS, A. S. L.; TEIXEIRA, A. L.; DEHIRA, L. K. Geologia e estratigrafia da região das folhas Iporanga e Gruta do Diabo, Vale do Ribeira, São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, Goiânia, 1986. **Atas...**Goiânia: Sociedade Brasileira de Geologia
- CAMPANHA, G. A. C.; FALEIROS, F. M.; BASEI, M. A. S.; TASSINARI, C. C. G.; NUTMAN, A. P.; VASCONCELOS, P. M. Geochemistry and age of mafic rocks from the Votuverava Group, southern Ribeira Belt, Brazil: Evidence for 1490 Ma oceanic back-arc magmatism. **Precambrian Research**, v. 266, p. 530-550, 2015.

- CAMPOS NETO, M. C. Orogenic Systems from Southwestern Gondwana: an approach to Brasiliano-Pan African cycle and orogenic collage in southeastern Brazil. **Tectonic Evolution of South America**, v. 31, p. 335-365, 2000.
- CAMPOS NETO, M. C. & FIGUEIREDO, M. C. H. A Orogênese Rio Doce. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA**, 37, São Paulo. Boletim de Resumos Expandidos. São Paulo, SBG, v. 1, p. 276-277.
- CHIODI FILHO, C.; SANTOS, J. F.; SOARES, P. C.; MORETZJOHN, J. S. Estudo de elementos terras raras para caracterização e avaliação metalogenética de granitoides no escudo paranaense. In: Congresso Brasileiro de Geoquímica, II. Rio de Janeiro, 1989. **Anais...**Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geologia, p. 487-493,
- CIIAGRO, **Udop - Relações Institucionais**. Disponível em: <www.ciiagro.sp.gov.br> acesso em 09 de outubro de 2016.
- CORDANI, U.G.; SATO, K. Crustal evolution of the South American Platform, based on Nd isotopic systematics on granitoid rocks. **Episodes-Newsmagazine of the International Union of Geological Sciences**, v. 22, n. 3, p. 167-173, 1999.
- DEBON, F. & LE FORT, P. A chemical-mineralogical classification of common plutonic rocks and associations. **Transactions of the Royal Society of Edinburgh Earth Sciences**, v. 73, p. 135-149, 1983.
- DEBON, F., LE FORT, P., SABATÉ, P. Uma classificação químico-mineralógica das rochas plutônicas comuns e suas associações, método e aplicações. **Revista Brasileira de Geociências**. v. 18, n. 2, p. 122-133, 1988.
- DIDIER, J. **Granites and their enclaves: the bearing of enclaves on the origin of granites**, 1973. Developments in Petrology. Amsterdam: Elsevier. v 3.
- FALEIROS, F. M. **Evolução de terrenos tectono-metamórficos da Serrania do Ribeira e Planalto do Alto Turvo (SP, PR)**. São Paulo, 2008. Tese (Doutorado em Geoquímica e Geotectônica), Instituto de Geociências - Universidade de São Paulo.
- FALEIROS, F. M.; FERRARI, V. C.; COSTA, V. S.; CAMPANHA, G. A. C. Geoquímica e petrogênese de metabasitos do grupo Votuverava (Terreno Apiaí, Cinturão Ribeira Meridional): evidências de uma bacia retroarco Callimiano. **Geologia USP. Série Científica**, v. 11, n. 2, p. 135-155, 2011.
- FALEIROS, F. M.; MORAIS, S M.; CROSTA, V. S. **Geologia e Recursos minerais da Folha Apiaí – SG.22-X-B-V**, Estados de São Paulo e Paraná, Escala 1:100.000 – São Paulo: CPRM, 107 p. 2012.

- FIORI, A. P. **Tectônica e estratigrafia do Grupo Açungui a norte de Curitiba. São Paulo.** 261 p. (Tese de Livre Docência, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo). 1990.
- FLEISCHER, R. A pesquisa de chumbo no Brasil. Anais do XXIX Congresso Brasileiro de Geologia, Ouro Preto, SBG, v. 1, p 19-32. 1976.
- FRASCA, M. H. B. O.; CAMPANHA, G. A. C.; FIGUEIREDO, M. C. H.; SADOWSKI, G. R. Geoquímica e ambiência tectônica de metabasitos do alto e médio Vale do Ribeira, São Paulo e Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 27, n. 1, p. 41-48, 1997.
- FROST, B.R., BARNES, C.G., COLLINS, W.J., ARCULUS, R.J, ELLIS, D.J, FROST, C.D. A geochemical classification for granitic rocks. **Journal of Petrology**, v. 40, p. 261-293, 2001.
- GIMENEZ FILHO, A. **Evolução do Complexo Granítico Três Córregos a noroeste de Apiaí-SP.** São Paulo, 1993. Tese (Doutorado), Instituto de Geociências-Universidade de São Paulo.
- GIMENEZ FILHO, A.; JANASI, V. A.; CAMPANHA, G.A.C.; TEIXEIRA, W.; TREVIZOLI JÚNIOR, L.E. U-Pb dating and Rb-Sr isotope geochemistry of the eastern portion of the Três Córregos batholith, Ribeira Fold Belt, São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 30, p. 45-50, 2000.
- GOMES, C. B.; ARRUDA, J.R.de; BERENHOLC, M.; HYPÓLITO, R. Geoquímica de maciços graníticos da região do Ribeira. Parte II; elementos traços. **Anais da Academia de Ciências e Letras**, v. 47, p. 459-476, 1975.
- GORAIEB, C .L. **Contribuição à Gênese do Depósito Primário Polimetálico (Sn, W±, Zn, Cu, Pb) Correias, Ribeirão Branco (SP).** São Paulo, 2001. Tese (Doutorado), Instituto de Geociências-Universidade de São Paulo.
- GUIMARÃES, G. B. **As rochas granitóides do complexo granítico Cunhaporanga, Paraná: aspectos geológicos, geofísicos, geoquímicos e mineralógicos.** São Paulo, 2000. 230p. Tese (Doutorado), Instituto de Geociências- Universidade de São Paulo.
- GUIMARÃES, G. B. & ULBRICH, H. H. G. J. Aspectos geoquímicos das rochas granitóides do complexo granítico Cunhaporanga, Sul do Brasil. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA**, 7., Porto Seguro, 1999. **Anais...**Porto Seguro: Sociedade Brasileira de Geoquímica, p. 522-524.
- HACKSPACHER, P. C. & GODOY, A. M. Vertical Displacement During Post-Colisional Escape Tectonic (Brasiliano Orogeny) of The Ribeira Belt, São Paulo, Brazil. **Journal of African Earth Sciences**. Elsevier Science Ltd., Africa do Sul, v. 29, n. 1, p. 25-32, 1999.

- HACKSPACHER, P. C.; DANTAS, E. L.; SPOLADORE, A.; FETTER, A. H.; OLIVEIRA, M. A. F. Evidence for Neoproterozoic backarcas in development in the central Ribeira Belt, southeastern Brazil: new geochronological and geochemical constraints from the São Roque- Açunguigr groups. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 30, p. 110-114, 2000.
- HACKSPACHER, P. C.; RIBEIRO, L. F. B.; RIBEIRO, M. C. S.; FETTER, A. H.; HADLER NETO, J. C.; S. TELLO, C. E.; DANTAS, E. L. Consolidation and break-up of the South American platform in southeastern Brazil: tectonothermal and denudation histories. **Gondwana Research**, v. 1, p. 91-101. 2004.
- HARKER, A. **The Natural History of Igneous Rocks**. London, Methuen, 384p., 1909.
- HASUI, Y. Evolução polifásica do precambriano a oeste de São Paulo. **Boletim IG**, v. 6, p. 95-108, 1975.
- HASUI, Y. A grande colisão pré-cambriana do Sudeste Brasileiro e a estruturação regional. **Geociências**, 29(2): 141-169. 2010.
- HASUI, Y. Sistema Orogênico Mantiqueira. In: HASUI, Y.; CARNEIRO, C. D. R.; ALMEIDA, F. F. M.; BARTORELLI, A (eds.). **Geologia do Brasil**. São Paulo: Beca, 896p. 2012.
- HASUI, Y. & PONÇANO, W. L. Organização estrutural e evolução da bacia de Taubaté. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA**, 30, Recife. Anais... Recife: Sociedade Brasileira de Geologia, 1978, v. 1, p. 368-381.
- HASUI, Y. & OLIVEIRA, M. A. F. Província Mantiqueira–Setor Central. In: **F.F.M. de Almeida & H. Hasui (eds.). O Precambriano do Brasil**, São Paulo, Edgard Blucher, 344 p. 1984.
- HEILBRON, M.; PEDROSA-SOARES, A. C.; CAMPOS NETO, M. D. C.; SILVA, L. D.; TROUW, R. A. J.; JANASI, V. Província Mantiqueira. In: Bartorelli, A.; Carneiro, C. D. R.; Brito-Neves, B. B (Orgs.). In: **Geologia do Continente Sul Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. Becca, p. 203-235. 2004.
- HEILBRON, M.; VALERIANO, C.M.; TASSINARI, C.C.G.; ALMEIDA, J.; TUPINAMBA, M.; SIGA JÚNIOR, O.; TROUW, R. Correlation of Neoproterozoic terranes between the Ribeira Belt, SE Brazil and its African counterpart: comparative tectonic evolution and open questions. **Geological Society, London, Special Publications**, v. 294, n. 1, p. 211-237, 2008.
- HOWELL, D. G. **Tectonics of Suspect Terranes**. Mountain Building and Continental Growth. Chapman & Hall, 233 p. 1989.
- HOWELL, D. G. Principles of terrane analysis: new applications for global tectonics. Springer Science & Business Media, 1995.

- IRVINE T.N. & BARAGAR W.R.A. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. **Canadian Journal of Earth Sciences**, v. 8, p. 523-548, 1971.
- JICA - Japan International Cooperation Agency/Metal Mining Agency of Japan. 1981. Report geological survey of Anta Gorda; phase 1. s.l. São Paulo. DNPM.
- JICA - Japan International Cooperation Agency/Metal Mining Agency of Japan. 1982. Report geological survey of Anta Gorda; phase 2. s.l. São Paulo. DNPM.
- JICA - Japan International Cooperation Agency/Metal Mining Agency of Japan. 1983. Report geological survey of Anta Gorda; phase 3. s.l. São Paulo. DNPM.
- JANASI, V. A. & VLACH, S. R. F. O magmatismo granitóide pós-orogênico: tipologia e aspectos genéticos. **Boletim IG-USP, Publicação Especial**, n. 9, p. 51-54, 1991.
- LAMEYRE, J. & BOWDEN, P. Plutonic Rock Types Series: Discrimination of Various Granitoid Series and Related Rocks. **Journal of Volcanology and Geothermal Research**, v. 14, p. 169-186, 1982.
- LANDIM, P. M. B.; GOMES, C. B.; ARRUDA, J. R.; FÚLFARO, V. J.. Análise de agrupamentos aplicada ao estudo geoquímico do granito Itaoca. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 27. Porto Alegre, 1975. Anaw.-Porto Alegre, SBG. Resumo das Comunicações, p. 269-270.
- LEITE, C. M. M.; SANTOS, R. A.; CONCEIÇÃO, H. A Província Toleiítica-Alcalina de Campo Alegre de Lourdes: geologia e evolução tectônica. In: SIMPÓSIO CRÁTON DO SÃO FRANCISCO, 1993, Atas.....: Sociedade Brasileira de Geologia, v. 2, p. 56-59.
- LE MAITRE, R.W. **Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms. Recommendations of the International Union of Geological-Sciences Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks**. Blackwell, Oxford, 193p. 1989.
- MANIAR, P.D. & PICOLLI, P.M. Tectonic Discrimination of Granitoids. Geological Society of America **Bulletin**, v. 101, p. 635-643, 1989.
- MARCONATO, A.; TURRA, B. B.; SALVADOR, E. D.; CHIEREGATI, L. A.; D'AGOSTINO, L. Z.; PERROTTA, M. M.; LOPES, R. C. **Geologia e recursos minerais do estado de São Paulo**. 2006.
- MELCHER, G. C.; GOMES, C. B.; CORDANI, U. G.; BETTENCOURT, J. S.; DAMACENO, E. C.; GIRARDI, V. A. V.; MELFI, A. J. Geologia e petrologia das rochas metamórficas e graníticas associadas do Vale do Rio Ribeira de Iguape, SP e PR. **Revista Brasileira de Geologia**, v. 3, n. 2, p. 97-123 1973.
- MELLO, I. S. C. Geologia e aspectos metalogenéticos do Maciço Itaoca, Vale do Ribeira, SP e PR. São Paulo. 168p. (USP, Instituto de Geociências. Tese de Doutorado). 1995.

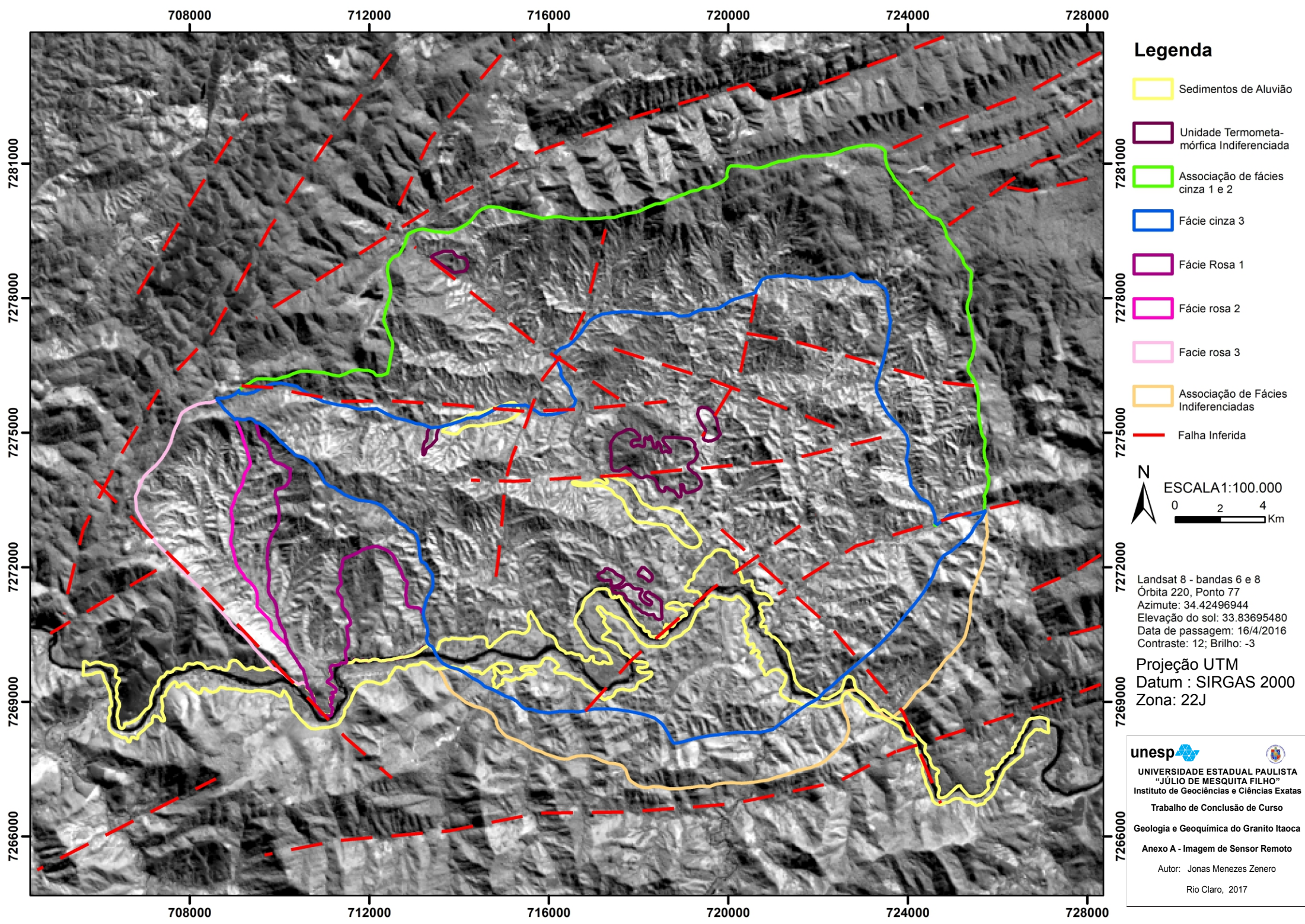
- MELLO, I. S. C. & SILVA, R.B.DA. Mineralizações associadas aos granitóides de Itaoca (SP). In: Congresso Brasileiro de Geologia, 33. Rio de Janeiro, 1984. Anais...Rio de Janeiro, SBG. v.6, p. 3001-3011.
- MELLO, I. S. C. & BETTENCOURT, J. S. Geologia e aspectos metalogenéticos do batólito Itaoca, Vale do Ribeira (São Paulo e PR). In: Congresso Brasileiro de Geologia, 37. São Paulo, 1992. Boletim de Resumos Expandidos...São Paulo, SBG. v.2, p. 209.
- MELLO, I. S. C. & BETTENCOURT, J. S. Geologia e gênese das mineralizações associadas ao maciço Itaoca, vale do ribeira, SP e PR. **Brazilian Journal of Geology**, v. 28, n. 3, p. 257-268, 1998.
- MELLO, I.S.C.; SILVA, J.R.B.da; BOIN, M.N.; SARAGIOTTO, A.J.R.; SILVA, R.B.da. Geologia dos granitóides de Itaoca (SP). In: Simpósio Regional de Geologia, 3. Curitiba, 1981. Atas...Curitiba: SBG, v.I, p. 82-93.
- MELLO, I.S.C.; SILVA, R.B.da; GORAIEB, C.L. As mineralizações de tungstênio (scheelita) nos granitóides de Itaoca (SP). In: Simpósio Regional de Geologia, 5. São Paulo, 1985. Ato...São Paulo, SBG. v.2, p. 433-444.
- MORGENTAL, A.; BATTOLA JÚNIOR, F.; PINTO, G.G.; PAIVA, I.P.; DRUMOND, J.B.V. **Projeto Sudelpa: relatório final**. São Paulo. SUDELPA/CPRM. 18v. 1975.
- NUNES, B. A.; RIBEIRO, M. I de C.; ALMEIDA, V. J.; NATALI FILHO, T. Manual técnico de geomorfologia. Rio de Janeiro: IBGE, 1994. 113p. (Série Manuais Técnicos em Geociências, n.5).
- OLIVEIRA, M.A.F.; MANIESI, V.; NARDY, A.J.R. Litogeoquímica, química mineral e termobarometria do metagrabo de Apiaí, SP. São Paulo, Unesp, **Geociências**, v. 31, n. 4, p. 665-680, 2012.
- PAIVA, I.P.; MORGENTAL, A. Prospecto Ouro nas Regiões Auríferas dos Agudos Grandes e Morro do Ouro, Vale do Ribeira. **CPRM, São Paulo (IV)**, 1980.
- PEACOCK, M.A. Classification of igneous rocks series. **Journal Geology**, v. 39, p. 54-67, 1931.
- PEARCE, J.A.; HARRIS N. B.W.; TINDLE A.G. Trace Element Discrimination Diagrams for the Tectonic Interpretation of Granitic Rocks. **Journal of Petrology**, v. 25, p. 956-983, 1984.
- PICANÇO, J.L. **Composição isotópica e processos hidrotermais associados aos veios auríferos do Maciço Granítico Passa Três, Campo Largo, PR**. São Paulo, 2000. Tese (Doutorado), Instituto de Geociências - Universidade de São Paulo.

- PITCHER, W.S. Granite: typology, geological environment and melting relationships. In: ATHERTON, M.P. & GRIBBLE, C.D). (Coords). **Migmatites, Melting and Metamorphism**. Shiva Pub. Ltd., Cheshire, p. 277-285, 1983.
- PONTES, J. B. Geologia e potencialidades econômicas da Formação Água Clara - Paraná. Relatório interno da MINEROPAR, 1981.
- PONTES, J. B. Geologia e potencialidades econômicas da Formação Água Clara -Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32. 1982. Salvador. **Anais...**Salvador: Sociedade Brasileira de Geologia, 1982. v. 3, p. 1002-1016.
- PRAZERES FILHO, H. J. **Caracterização geológica e petrogenética do batólito granítico Três Córregos (PR-SP) geoquímica isotópica (Nd-Sr-Pb), idades (ID-TIMS/SHRIMP) e $\delta^{18}O$ em zircão**. São Paulo. 2005.Tese (Doutorado), Instituto de Geociências- Universidade de São Paulo.
- PRAZERES FILHO, H.J.; HARARA, O.; BASEI, M.; PASSARELLI, C.; & SIGA JR., O. Litoquímica, geocronologia U-Pb e geologia isotópica (Sr-Nd-Pb) das rochas graníticas dos batólitos Cunhaporanga e Três Córregos na porção sul do Cinturão Ribeira, Estado do Paraná. **Geologia USP. Série Científica**, v. 3, p. 51-70, 2003.
- REIS NETO, J. M. **Faixa Itaiacoca: registro de uma colisão entre dois blocos continentais no Neoproterozóico**. 1994. Tese (Doutorado), Instituto de Geociências- Universidade de São Paulo.
- RENNE, P. R.; DECKART, K.; ERNESTO, M.; FÉRAUD, G.; PICCIRILLO, E. M. Age of the Ponta Grossa dike swarm (Brazil), and implications to Paraná flood volcanism. **Earth and Planetary Science Letters**, v. 144, p. 199–211, 1996.
- SALAZAR, C. A. **Anisotropia de susceptibilidade magnética dos plútons Ribierão Branco, Sguário e Capão Bonito e implicações tectônicas para a Faixa Ribeira (Domínio Apiaí, SP)**. São Paulo, 2010. Tese (Doutorado), Instituto de Geociências- Universidade de São Paulo.
- SALAZAR, C.; ARCHANJO, C.; BABINSKI, M.; LIU, D. Magnetic fabric and zircon U–Pb geochronology of the Itaóca pluton: implications for the Brasiliano deformation of the southern Ribeira belt (SE Brazil). **Journal of South American Earth Sciences**, v. 26, n. 3, p. 286-299, 2008.
- SALLUN, A.E.M; SALLUN FILHO, W. "Geologia em planos de manejo: subsídios para zoneamento ambiental do Parque Estadual Intervales (PEI), Estado de São Paulo. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 28, n. 1, p. 91-107, 2009.
- SANTOS, T.M.B.; TASSINARI, C.C.G; FONSECA, P.E. Diachronic collision, slab break-off and long-term high thermal flux in the Brasiliano–Pan-African orogeny: Implications for the

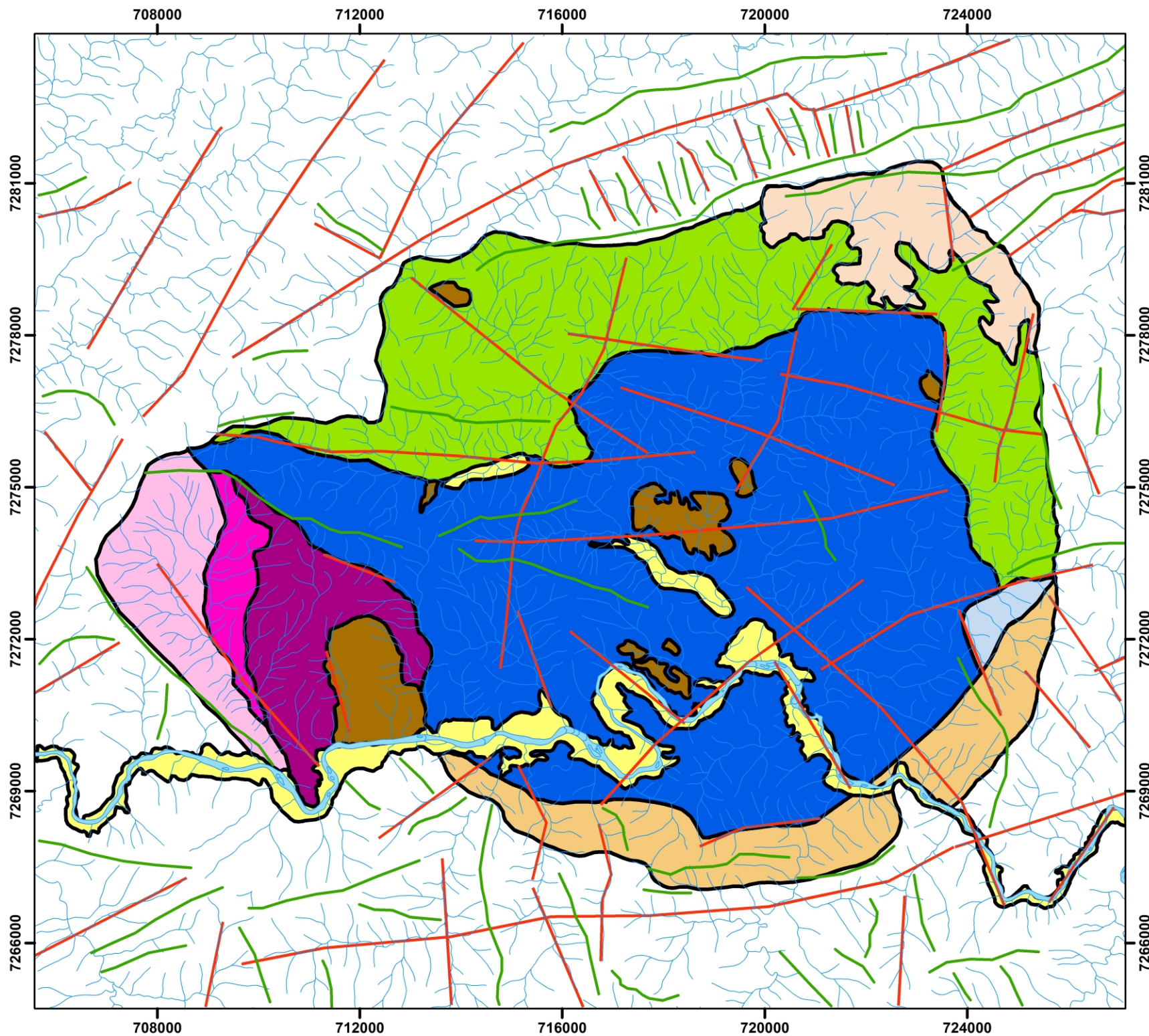
- geodynamic evolution of the Mantiqueira Province. **Precambrian Research**, v. 260, p. 1-22, 2015.
- TASSINARI, C.C.G. & MELLO, I.S.C. A idade e a origem das mineralizações do granitoide de Itaoca. In: CONG. BRAS. GEOL., 38. Florianópolis, 1994. Boletim de Resumos Expandidos...SÃO Paulo, SBG. v.J, p, 304-305.
- TAYLOR, W.P. Intrusion and differentiation of granitic magma at high level in the crust: the Puscao Pluton. Lima, Peru. **Journal of Petrology**, p. 82-133, 1976.
- THOMPSON, R.N. British Tertiary volcanic province. **Journal of Geology**, v. 18, p. 49-107, 1982.
- VIEIRA, O. A. R. P. Petrologia e geoquímica das rochas graníticas do maciço do Capão Bonito, SP. 2015. Monografia. Rio Claro, IGCE, UNESP. 105p.
- VLACH, S.R.F.; JANASI, V.A.; VASCONCELLOS, A.C.B.C. The Itú Belt: associated calc alkaline and aluminous a-type late Brasiliano granitoids in the states of São Paulo and Paraná, southern Brazil. In: CONGRESSO BRASILEIRA DE GEOLOGIA, 36, Natal, 1990. **Anais...** Natal: Sociedade Brasileira de Geologia, v. 4, p. 1700-1711
- WEAVER, B. & TARNEY, J. Empirical approach to estimating the composition of the continental crust. **Nature**, v. 310, p. 575-57, 1984.
- WEBER, W.; SIGA JUNIOR, O.; BASEI, M. A. S.; SATO, K.A. Formação Água Clara na Região de Araçáiba –SP, Registro de uma bacia Mesoproterozóica. In: CONGRESO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 41, 2002. João Pessoa. **Anais...**João Pessoa: Sociedade Brasileira de Geologia, 2002, p. 346.
- WEBER, W.; SIGA JUNIOR, O.; SATO, K; BASEI, M.A.S.; REIS NETO, J. M.; NUTMAN, A.P. A Formação Água Clara na Região de Araçáiba - SP: Registro U-Pb de Uma Bacia Mesoproterozoica. In: **Geologia USP Série Científica**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 101-110. 2004.
- WERNICK, E. & GOMES, C.B. Granitos e metamorfismo no vale do rio Ribeira de Iguape, SP e PR. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 28. Porto Alegre. **Anais...**Porto Alegre: SBG. v.5,p.145-154.
- WERNICK, E. & GOMES, C.B. Geoquímica de Maciços Graníticos da Região do Ribeira. Parte HI: Considerações Petrológicas. **Anais da Academia de Ciências e Letras**, v. 49, p. 157-169, 1977.
- WERNICK, E. & ALMEIDA, F. F. M. DE. The geotectonic environments of Early Precambrian granulites in Brazil. **Precambrian Research**, v. 8, n. 1, p. 1-17, 1979.

WERNICK, E.; RIGO JÚNIOR, L.; GALEMBECK, T. M. B.; WEBERDIEFENBACH, K. Os complexos granitoides Cunhaporanga e Tres Corregos (PR) zoneamento magmático e implicações geotectônicas. **Geociências**, p. 67-88, 1990.

ANEXO A
IMAGEM DE SENSOR REMOTO



ANEXO B
MAPA FOTOLITOLÓGICO



Zonas Homólogas

- Zona 1
- Zona 2
- Zona 3
- Zona 4
- Zona 5
- Zona 6
- Zona 7
- Zona 8
- Zona 9
- Zona 10

Elementos Texturais e Estruturais

- Rede de Drenagem
- Lineamento Positivo
- Lineamento Negativo



ESCALA 1:100.000

0 2 4 Km

unesp



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Trabalho de Conclusão de Curso

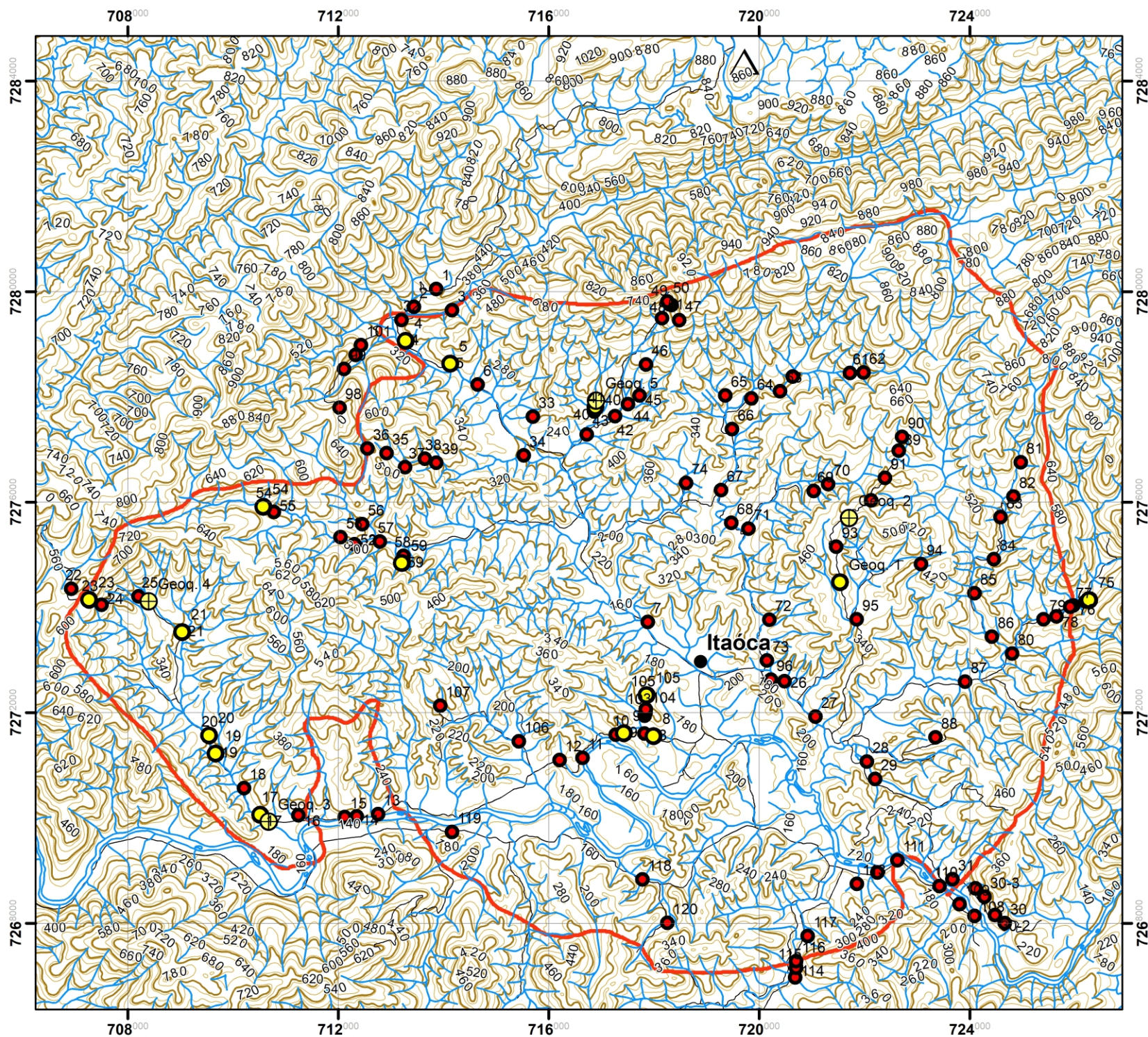
Geologia e Geoquímica do Granito Itaoca

Anexo B - Mapa Fotolitológico

Autor: Jonas Menezes Zenero

Rio Claro, 2017

ANEXO C
MAPA DE PONTOS



Legenda

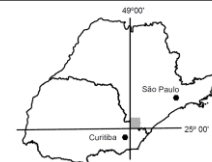
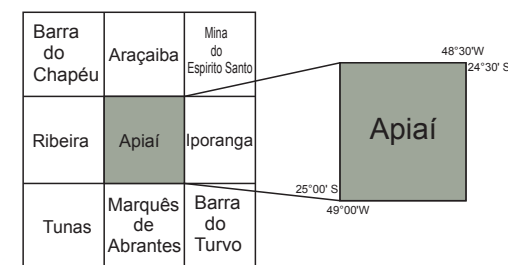
-  Amostras Geoquímica
-  Pontos de Lâmina Delgada
-  Pontos de Campo (fotos e amostra de mão)
-  Distrito Municipal
-  Contorno Batolito
-  CIEM - Apiaí
-  Estradas Principais
-  Linhas Hipsográficas



ESCALA 1:100.000



Projeção UTM
Datum : SIRGAS 2000
Zona: 22J
Equidistância das : 40 m
Curvas de Nível



unesp Universidade Estadual Paulista

Trabalho de Conclusão de Curso

Geologia e Geoquímica
do Granito Itaoca

Anexo C - Mapa de Pontos

Autor: Jonas Menezes Zenero
Rio Claro, 2017

ANEXO D
MAPA DE GEOLÓGICO

