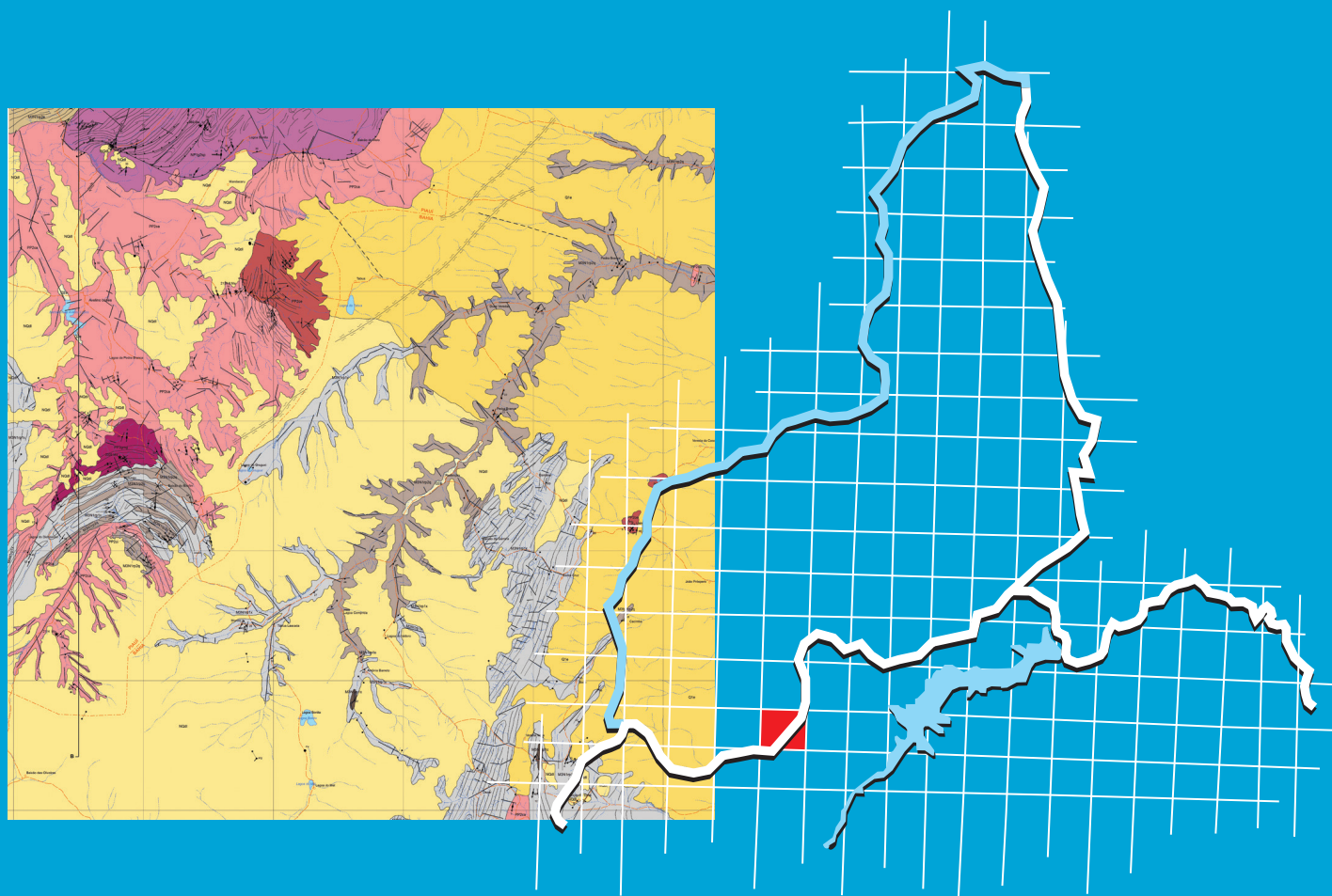


Programa Geologia do Brasil
Levantamentos Geológicos Básicos

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA
FOLHA AVELINO LOPES – SC.23-Z-A-III



Escala 1:100.000
2011

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM
DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
RESIDÊNCIA DE TERESINA

Programa Geologia do Brasil

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA
FOLHA AVELINO LOPES
SC.23-Z-A-III

ESCALA 1:100.000
ESTADOS DO PIAUÍ E BAHIA



TERESINA
2011

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL – PGB
INTEGRAÇÃO, ATUALIZAÇÃO E DIFUSÃO DE DADOS DA GEOLOGIA DO BRASIL

CPRM - RESIDÊNCIA DE TERESINA
R. GOIÁS, 312 - BAIRRO FREI SERAFIM
TERESINA – PI – 64.001-620
FAX: (86) 3222-6963
TEL: (86) 3222-4153
HTTP://WWW.CPRM.GOV.BR

Aquino. Milena Rocha de.

Geologia e recursos minerais da Folha Avelino Lopes – SC.23-Z-A-III,
Estados do Piauí e da Bahia, Escala 1:100.000 / Ivo Hermes Batista, Teresina :
CPRM, 2011.

88 p. : Il. Color. 01 mapa geológico, escala 1:100.000 (Série Programa Geologia
do Brasil)
versão impressa em papel e em meio digital, textos e mapas.

Programa Geologia do Brasil – PGB. Integração e Difusão de Dados da Geolo-
gia do Brasil.
ISBN 978-85-7499-147-4

1. Geologia Regional – Piauí e Bahia. 2. Recursos Minerais – Piauí e Bahia. 3.
Estratigrafia – Piauí e Bahia. 4. Geotectônica – Piauí e Bahia. 5. Petrologia – Piauí
e Bahia. I. Batista, Ivo Hermes. II. Título.

CDD 558.1

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA NA CPRM-PI POR BIBL. MÔNICA CORDULINA DA SILVA - CRB-3/927

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM
DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
RESIDÊNCIA DE TERESINA

Programa Geologia do Brasil

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA
FOLHA AVELINO LOPES
SC.23-Z-A-III

ESCALA 1:100.000
ESTADOS DO PIAUÍ E BAHIA

Milena Rocha de Aquino
Ivo Hermes Batista



TERESINA
2011

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
RESIDÊNCIA DE TERESINA

Programa Geologia do Brasil
GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA
FOLHA AVELINO LOPES

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Edison Lobão
Ministro de Estado

SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

Cláudio Scliar
Secretário

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

Manoel Barretto da Rocha Neto
Diretor Presidente

Roberto Santos Ventura
Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Thales de Queiroz Sampaio
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Antônio Carlos Bacelar Nunes
Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Eduardo Santa Helena
Diretor de Administração e Finanças

Reginaldo Santos
Chefe do Departamento de Geologia

João Henrique Gonçalves
Chefe de Divisão de Geoprocessamento

Paulo Roberto Macedo Bastos
Chefe da Divisão de Cartografia

Ernesto von Sperling
Chefe do Departamento de Relações Institucionais e Divulgação

José Márcio Henriques Soares
Chefe da Divisão de Marketing e Divulgação

RESIDÊNCIA DE TERESINA

Antonio Reinaldo Soares Filho
Chefe da Residência

Liliane Lavoura Bueno Sachs
Assistente de Produção de Geologia e Recursos Minerais

Francisca de Paula da Silva Braga
Assistente de Produção de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Francisco das Chagas Lages Correia Filho
Assistente de Produção de Hidrologia e Gestão Territorial

Thiago Moraes Sousa
Assistente de Produção de Administração e Finanças

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
RESIDÊNCIA DE TERESINA

CRÉDITOS DE AUTORIA DA CARTOGRAFIA GEOLÓGICA

Milena Rocha de Aquino
Ivo Hermes Batista

CRÉDITOS DE AUTORIA DO RELATÓRIO

Capítulo 1 – INTRODUÇÃO

Milena Rocha de Aquino
Ivo Hermes Batista

Capítulo 2 – CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

Milena Rocha de Aquino
Ivo Hermes Batista

Capítulo 3 – UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

Milena Rocha de Aquino
Magda Terezinha Guimarães
Léo Rodrigues Teixeira

**Capítulo 4 – GEOLOGIA ESTRUTURAL E
EVOLUÇÃO TECTÔNICA**

Milena Rocha de Aquino

Capítulo 5 – GEOCRONOLOGIA

Milena Rocha de Aquino
Joseneusa Brilhante Rodrigues

Capítulo 6 – GEOFÍSICA

Roberto Gusmão de Oliveira

Capítulo 7 – GEOQUÍMICA PROSPECTIVA

Carlos Alberto Cavalcanti Lins

Capítulo 8 – RECURSOS MINERAIS

Milena Rocha de Aquino
Liliane Lavoura Bueno Sachs

Capítulo 9 – CONCLUSÕES

Milena Rocha de Aquino

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
RESIDÊNCIA DE TERESINA

Programa Geologia do Brasil

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS
DA FOLHA AVELINO LOPES

APOIO TÉCNICO DA CPRM

JOÃO DALTON DE SOUZA
(GEÓLOGO – CONSULTOR)

JOÃO BATISTA ARCANJO
(GEÓLOGO – FOTOINTERPRETAÇÃO)

JOSENEUSA BRILHANTE RODRIGUES
(GEÓLOGA – GEOCRONÓLOGA)

FREDERICO JOSÉ CAMPELO DE SOUZA
(GEÓLOGO – GEOQUÍMICO)

LÉO RODRIGUES TEIXEIRA
(GEÓLOGO – LITOQUÍMICO)

MAGDA TEREZINHA GUIMARÃES
(GEÓLOGA – PETRÓGRAFA)

MÔNICA MAZZINI PERROTTA
(GEÓLOGA – GEOPROCESSAMENTO)

MARIA TEREZA BARRADAS
(TÉCNICA EM GEOPROCESSAMENTO)

KELSON FRANÇA DE SOUZA
(ESTAGIÁRIO EM GEOPROCESSAMENTO)

FRANKLIN VINICIUS CASTRO BARROS
(ESTAGIÁRIO EM GEOPROCESSAMENTO)

MÔNICA CORDULINA DA SILVA
(BIBLIOTECÁRIA)

MIGUEL DA CRUZ TEIXEIRA
(TÉCNICO PRÁTICO DE PROSPECÇÃO)

LUIZ ANTÔNIO RODRIGUES ALMENDRA
(MOTORISTA)

FRANCISCO ADEMIR DOS SANTOS
(AUXILIAR DE LABORATÓRIO)

EDINILTON FRANCISCO DE SANTANA – DIDI
(AUXILIAR DE CAMPO)

MARULIM EDUARDO DOS SANTOS – MARU
(AUXILIAR DE CAMPO)

ERINALDO CIRQUEIRA RIBEIRO – GABI
(AUXILIAR DE CAMPO)
COLABORADORES

FREDERICO JOSÉ CAMPELO DE SOUZA
LILIANE LAVOURA BUENO SACHS
LÉO RODRIGUES TEIXEIRA
REGINALDO ALVES DOS SANTOS
REVISÃO DO TEXTO

LILIANE LAVOURA BUENO SACHS
SUPERVISOR TÉCNICO

MILENA ROCHA DE AQUINO
ORGANIZAÇÃO

MILENA ROCHA DE AQUINO
FRANCISCA DE PAULA DA SILVA BRAGA
MARIA TEREZA BARRADAS
SIG GEOLÓGICO

APRESENTAÇÃO

O programa Geologia do Brasil (PGB) desenvolvido pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil, responsável pela retomada dos levantamentos geológicos básicos no país, teve início no Estado do Piauí a partir de 2008. A Folha Avelino Lopes é uma das primeiras a serem concluídas no âmbito deste programa no Estado do Piauí.

O mapeamento geológico desta folha na escala 1:100.000 integra, assim como os demais levantamentos geoquímicos e geofísicos realizados no sul e sudeste do Piauí, o planejamento de ações governamentais que visam a aceleração do conhecimento geológico do território brasileiro. Este mapeamento tem como finalidade fornecer subsídios geológicos que contribuam para o entendimento e avanço da pesquisa mineral, dos recursos hídricos e da gestão territorial, além de demais atividades aplicadas ao interesse social.

Os resultados alcançados demonstram verdadeiro avanço na cartografia geológica regional com refinamento na escala de trabalho adotada, a qual pode vir a contribuir na instalação de empreendimentos mineiros que resultam em geração de oportunidades de renda e empregabilidade.

O projeto foi integralmente concebido em ambiente SIG, vinculado ao Banco de Dados Geológicos do SGB (GEOBANK), incorporando as atualizações mapeadas através de técnicas de geoprocessamento aplicadas à cartografia geológica. O GEOBANK encontra-se disponível no Portal do SGB www.cprm.gov.br.

A Nota Explicativa e o Mapa Geológico na escala 1:100.000 da Folha Avelino Lopes (SC.23-Z-A-III), localizada na divisa dos estados do Piauí e Bahia, em ambiente SIG, foram executados pela Residência de Teresina e encontram-se disponíveis conjuntamente em CD que acompanha este Relatório Final impresso.

MANOEL BARRETO DA ROCHA NETO
Diretor Presidente

ROBERTO SANTOS VENTURA
Diretor de Geologia e Recursos Minerais

RESUMO

A Folha Avelino Lopes (SC. 23. Z-A- III) está localizada a sul do estado do Piauí e noroeste da Bahia, mais precisamente na divisa entre os dois estados, e é limitada pelas coordenadas geográficas 10°00' e 10°30' de latitude sul e 43°30' e 44°00' de longitude oeste. Insere-se no contexto geológico de borda do Cráton do São Francisco abrangendo rochas gnáissicas e granitóides paleoproterozóicas e rochas metassedimentares mesoproterozóicas da Faixa Rio Preto adjacente.

O mapeamento geológico da Folha Avelino Lopes permitiu a reformulação da estratigrafia regional através da melhor definição em campo de contatos entre as unidades e da realização de datações geocronológicas que melhor posicionaram as rochas na coluna litoestratigráfica reformulada.

A divisão dos metassedimentos do Grupo Rio Preto em duas unidades faciológicas pela observação de dominâncias litológicas é uma das contribuições deste mapeamento. A divisão em unidades faciológicas auxiliará na definição futura de diferentes formações dentro desse grupo.

A unidade faciológica M3N1rp1 corresponde às rochas de carácter xistoso ou que a elas estão relacionadas, encontradas sob a forma de lentes metaconglomeráticas. Um fácies arenítico definido como M3N1rp2 abrange rochas psamíticas, tais como quartzitos e metarenitos.

As datações realizadas no mapeamento da folha também determinaram a realocação litoestratigráfica de dois corpos granitóides (Serra da Pintada e Mulungu) e do embasamento cristalino. O Granitóide Serra da Pintada, de carácter alcalino e localizado a noroeste da folha, datado de idade Toniana (aproximadamente 969 Ma), torna-se a rocha cristalina mais jovem da área, tendo sofrido as deformações relativas ao Brasileiro, sendo sin-tectônico a este evento.

O embasamento gnáissico-migmatítico mapeado na área corresponde a rochas gnáissicas orto e paraderivadas, muitas vezes milonitizadas e/ou migmatizadas. Tais rochas foram realocadas do Arqueano para o Riáciano no Paleoproterozóico (2139 Ma).

O Granitóide do Mulungu, um corpo granodiorítico a tonalítico de carácter cálcio-alcalino mapeado na parte oeste da folha também datado no Paleoproterozóico, em 2025 Ma, portanto de idade Orosiriana, tem uma clara associação ao embasamento cristalino, sobre o qual atuaram todas as fases deformacionais e metamórficas também constatadas no embasamento adjacente. Presumi-se que o Granitóide do Mulungu seja um corpo intrusivo no embasamento gnáissico-migmatítico durante as primeiras fases deformacionais sofridas por este.

Todas as rochas compreendidas nesta área de borda cratônica encontram-se intensamente metamorfozadas e alteradas hidrotermalmente. Há na região uma grande profusão de diques quartzosos que demonstram enfaticamente a abrangente ocorrência de percolação de flúidos durante os eventos tectono-metamórficos ocorridos na área.

O conjunto de rochas e estruturas deformacionais, até aquelas de carácter regional, como a megaestrutura em leque no centro-oeste da folha, denotam uma complexa evolução geológica para a região. Admiti-se que a área corresponda a um região relativamente antiga de borda de cráton, com superposição de eventos colisionais e deformações que resultaram na metamorfozização de sedimentos, com geração e intrusão de corpos ígneos tanto no embasamento quanto na sequência metassedimentar.

Coberturas sedimentares mais recentes são encontradas sobre este conjunto de rochas. Tais coberturas associam-se a eventos erosionais e intempéricos atuantes ao longo do tempo e que resultaram em duas grandes regiões de cobertura, além dos sedimentos aluvionais: Coberturas do tipo Detrito-lateríticas (N1dl) de composição

argilo-arenosa, presentes predominantemente sobre regiões onde afloram xistos e gnaisses de embasamento; e Depósitos eólicos continentais (Q1e), sobre as áreas com predominância de quartzitos.

Toda a área abrangida pela Folha Avelino Lopes está tomada por requerimentos para pesquisa e prospecção de minerais metálicos junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, direcionados principalmente para pesquisa de ferro e manganês, que ocorrem como concentrações secundárias através de enriquecimento supergênico.

Além destes elementos também há grande possibilidade para exploração de materiais para construção civil (britas, paralelepípedos ou revestimentos) nas lavras de granitóides que encontram-se atualmente inativas. A argila para tijolos também é explorada em pequenos garimpos com produção manual para uso da comunidade.

ABSTRACT

The Avelino Lopes Sheet (SC.23. Z-A-III) is located in boundary south of Piauí State and Northwest of Bahia, Brazil South America, and limited by geographic coordinates 10° 00' to 10° 30' South and 43° 30' to 44° 00' West. It is inserted in geological context of São Francisco Craton border with gneissics, paleoproterozoic granitoids and mesoproterozoic metasedimentary rocks of adjacent Rio Preto Folded Belt.

The geologic mapping of Avelino Lopes Sheet, provide the reformulation of regional stratigraphy through of better definition in field of contacts between units and realization of geochronologic dating that better positioning the rocks in review lithostratigraphy column.

The division of metasediments of Rio Preto Group in two fasciologic units by observation of lithologic domains is a initiative of mapping. This suggestion may contribute in definitions of different formations in Rio Preto Group.

The fasciologic unit M3N1rp1 is the schistous rocks or related, found as metaconglomeratic lens. One arenitic fascies defined as M3N1rp2 are rocks with compose more psamitics as quartzites and metarenitic rocks.

Datings made in this survey also determinate the reallocation of two granitoids body (Serra Pintada and Mulungu) and crystalline basement. The Serra Pintada granitoid of alkaline character at northwest of chart, dated as Tonian, about 969 Ma, come to be the youngest rock of area, has suffer deformations related to Brazilian, being sin tectonic to this event.

The gneissic-migmatitic embasement surveyed at area, is related to ortho and paraderivated gneissic rocks, some milonitized and/or migmatized. This rocks was reallocated from Archean to Riacian in Paleoproterozoic (2139 My).

The Mulungu Granitoid, a granodioritic to tonalitic body, of character calcic-alkaline, mapped in area, also dated in Paleoproterozoic, in 2025 My, so, Orosirian age, show a clear relation with crystalline basement, on which had acted all deformation and metamorphic stages evidenced on adjacent embasement. It had presumed that Mulungu Granitoid is intruded pluton in gneissic-migmatitic embasement during the firsts deformations events that its affected.

All rocks inserted in this cratonic border area, are greatly metamorphized and hydrothermally altered. In region have a great profusion of quartz dykes that show enfatically the occurrence of percolation fluids during the tectonic-metamorphics events occurred in area.

The conjunct of rocks and structures of deformations, until those of regional character, as the fan megastructure in west center of sheet, denotes a complex geological evolution to region. This area is a cratonic border, relatively ancient with collisional events overlap and deformations that result in sediments supra-crustal metamorphization, generations and intrusions magmatics and after reworking of this rocks.

More recent sediments covers are found over this conjunct of rocks. This covers is associated to erosional and interperic events actuants at time and that results in two great regions of cover, beyond of alluvionary sediments: detritic lateritic cover (NQdl) compound by argillitic-arenites, presents in predominance over regions where occur schists and gneisses from basement; and eolic continental deposits (Q1e), over quartzitic predominance areas.

All abridged area for Avelino Lopes Sheet is required to metallics minerals prospection and research in DNPM, mainly to iron and manganese that occur as secondary concentrations through supergenic enrichment.

Beyond this elements, also have great possibility to exploitation of materials to civil building (pebbles, parallelepiped or covering) in granitoids mines that found actually desactivates. The argile to bricks also is explored in small garimps, with a hand-made production to community use.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	17
2 – CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	19
3 – UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	23
3.1 – COMPLEXO CRISTALÂNDIA DO PIAUÍ	24
3.1.1 - Ortognaisses e Metagranitóides (PP2cag).....	26
3.1.2 - Paragnaisses Bandados Miloníticos e/ou Migmatíticos (PP2cpg)	27
3.1.3 - Ortognaisses Graníticos com Enclaves (PP2com)	28
3.1.4 - Litogeoquímica	28
3.2 - GRANITÓIDES	31
3.2.1 - Granitóide Serra da Pintada (NP1γ2sp)	31
3.2.2 - Granitóide do Mulungu (PP3γmg)	32
3.2.3 - Granitóides do Embasamento	33
3.2.4 - Litogeoquímica	34
3.3 - GRUPO RIO PRETO (M3N1rp)	39
3.3.1 - Fácies xistoso (M3N1rp1).....	39
3.3.1.1 - Xistos (M3N1rp1x).....	40
3.3.1.2 - Metaconglomerados (M3N1rp1c).....	41
3.3.2 - Fácies quartizítico (M3N1rp2)	42
3.3.2.1 - Quartzitos (M3N1rp2q)	42
3.3.2.2 - Metarenitos (M3N1rp2a)	43
3.4 - COBERTURAS SEDIMENTARES	43
3.4.1 - Coberturas Detrito-Lateríticas (N1dl)	43
3.4.2 - Depósitos Eólicos Continentais (Q1e)	44
3.4.3 - Depósitos Aluvionares (Q2a)	44
4 – GEOLOGIA ESTRUTURAL E EVOLUÇÃO TECTÔNICA	45
4.1 - ESTRUTURAS DÚCTEIS	45
4.2 - ESTRUTURAS RÚPTEIS E DÚCTEIS-RÚPTEIS	51
5 – GEOCRONOLOGIA	55
5.1 - ANÁLISES U-Pb SHRIMP EM ZIRCÃO	55
5.2 - INTERPRETAÇÃO	56
6 – GEOFÍSICA	63
6.1 - INTRODUÇÃO.....	63
6.2 - Interpretação dos Domínios Aerogefísicos	63
6.2.1 - Domínio A.....	63
6.2.2 - Domínio B	63
6.2.3 - Domínio C	63
6.2.4 - Domínio D	64
6.3 - Interpretação Tectônica dos Alinhamentos Magnéticos	64
6.4 - Conclusões	64

7 – GEOQUÍMICA PROSPECTIVA.....	69
7.1 - INTRODUÇÃO.....	69
7.2 - MATERIAIS E MÉTODOS.....	69
7.2.1 - Generalidades	69
7.2.2 - Método de Campo	69
7.2.3 - Método Analítico.....	69
7.2.3.1 - Sedimentos de corrente.....	69
7.2.3.2 - Concentrados de Bateia.....	69
7.3 - Tratamento dos Dados e Resultados Obtidos	70
7.3.1 - Sedimentos de Corrente.....	70
7.3.2 - Estudo da Variância	70
7.3.2.1 - Sumário dos estimadores	71
7.3.2.2 - Box-whiskers e tipos de distribuição.....	71
7.3.2.3 - Correlações e agrupamentos	71
7.4 - Distribuição dos elementos e estabelecimento das anomalias	74
7.4.1 - Concentrados de bateia	74
7.5 - MAPA GEOQUÍMICO.....	74
7.6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	75
8 – RECURSOS MINERAIS.....	77
8.1 - Ferro	77
8.2 - Grafita	77
8.3 - Ouro e Cromo.....	77
8.4 - Anomalias de Au, Cr, Cu, La, Nb, Ni, P, Pb, Sc, Sn, Th, U, V, Y e Zn.....	77
8.5 - Rochas Granitóides	78
8.6 - Quartzito	78
8.7 - Argila.....	78
8.8 - Conclusões	79
9 – CONCLUSÕES.....	81
10 – REFERÊNCIAS.....	83
ANEXO	85

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA AVELINO LOPES

SC.23-Z-A-III

ESCALA 1:100.000

ESTADOS DO PIAUÍ E BAHIA

1 – INTRODUÇÃO

A Folha Avelino Lopes (SC. 23. Z-A- III) alvo deste levantamento geológico na escala 1:100.000 está situada na divisa entre os estados do Piauí e Bahia e é limitada pelas coordenadas geográficas 10°00' e 10°30' de latitude sul e 43°30' e 44°00' de longitude oeste (Figura 1.1). Abrange parte dos municípios piauienses de Avelino Lopes, Júlio Borges, Morro Cabeça no Tempo e Curimatá, e parte dos municípios baianos de Buritirama e Pilão Arcado.

O único município com sede dentro dos limites da folha é o de Avelino Lopes, o qual dá nome à carta topográfica do IBGE, escala 1: 100.000. Avelino Lopes tem sua sede situada à latitude 10° 08' 12" S e longitude 43° 56' 55" W e está a 437 metros de altitude do nível do mar. Abrange área de 1.209,397 km² e conta com uma população de 11.507 habitantes, conforme censo de 2007, para uma densidade demográfica de 9,61 hab/ km². Limita-se a norte com o município de Morro Cabeça no Tempo; a oeste com Curimatá; a sudoeste com Júlio Borges; a sudeste com Buritirama; e a leste com Pilão Arcado.

O acesso à folha é feito exclusivamente por rodovias. A partir de Teresina – PI, pela BR-343, passando por Amarante e Floriano. A partir daí segue-se pela BR-324/PI-140 passando por Canto do Buriti e depois São Raimundo Nonato, de onde toma-se a BR-020 para sul (não pavimentada) em direção à cidade de Campo Alegre de Lourdes – BA, seguindo até o limite nordeste da área. (Figura 1.2). Pode-se, por outro modo, optar pelo acesso através da BR-135 (Transpiauí), a partir de Floriano rumo à cidade de Cristino Castro e Redenção do Gurguéia, e daí tomando-se o acesso que passa por Curimatá até chegar a Avelino Lopes pelo canto noroeste da área.

As atividades econômicas praticadas na região estão relacionadas à agricultura e à pecuária de subsistência; como é o caso das produções sazonais de feijão, algodão, milho e mandioca e à criação de ovinos, caprinos e bovinos em propriedades de pequeno a médio porte. A pesca é atividade de muito menor relevância, sendo praticada de forma descontínua somente nos períodos chuvosos quando riachos e barragens adquirem volume suficiente para tanto.

A área da Folha Avelino Lopes havia sido mapeada regionalmente durante o Projeto Curimatá-Corrente na escala de 1:250.000, executado pela CPRM no ano de 1993. A escolha desta folha para mapeamento em maior escala de detalhe, 1:100.000, foi embasada no desnível de conheci-

mento geológico da área em relação a outros tratos da Província São Francisco (PSF), na borda da qual ela se encontra inserida. E também por sua importância na integração do conhecimento tectono-geológico da PSF, com reconhecida potencialidade genética para metais e não-metais.

Apesar da área da folha ter cobertura do levantamento aerogeofísico realizado pela CPRM e DNPM em 1976, no Projeto Borda Sul da Bacia do Parnaíba (magnético e gamaespectométrico), estes dados não foram aproveitados. O largo espaçamento nas linhas de vôo (2 km) e demais processos de tratamento e correlação aplicados resultaram em imagens com muito ruído e não ajudaram na composição de mapas geofísicos de boa qualidade.

Contudo, a área foi contemplada pelo levantamento aerogeofísico Projeto Médio São Francisco (CPRM, 2009) realizado já na etapa final do projeto e com espaçamento para as linhas de vôo de 500m. Este levantamento propiciou uma boa integração de resultados geofísicos com os dados de campo nesta escala de trabalho.

As atividades preliminares do Projeto Folha Avelino Lopes foram iniciadas em abril de 2008 com compilação e integração de dados bibliográficos pré-existentes e elaboração de um mapa geológico preliminar já em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas) através de interpretação de fotografias aéreas na escala 1:60.000 e de imagens de sensores ativos e passivos dos satélites Landsat 7 e SRTM.

No período entre agosto de 2008 a outubro de 2009 foram realizadas 2 etapas de campo para levantamento geoquímico e 5 etapas para cartografia da expressão geológica em superfície. Nestas etapas foram coletadas amostras para análises químicas e litogeoquímicas, petrográficas e geocronológicas. Os resultados obtidos nestes estudos estão resumidos e organizados neste relatório, que integra junto ao SIG geológico o produto final do mapeamento da Folha Avelino Lopes e cujos dados podem ser encontrados no GEOBANK, o banco de dados da CPRM/Serviço Geológico do Brasil, em conjunto aos mapas geoquímicos e geológico final.

No SIG geológico final estão sintetizados todos os dados obtidos em campo e laboratório: 82 amostras de sedimento de corrente e 82 amostras de concentrado de bateia, 572 afloramentos descritos, com 238 amostras de rochas coletadas, das quais 116 foram analisadas petrograficamente e 70 analisadas quimicamente, além de 4 amostras datadas pelo método U-Pb.

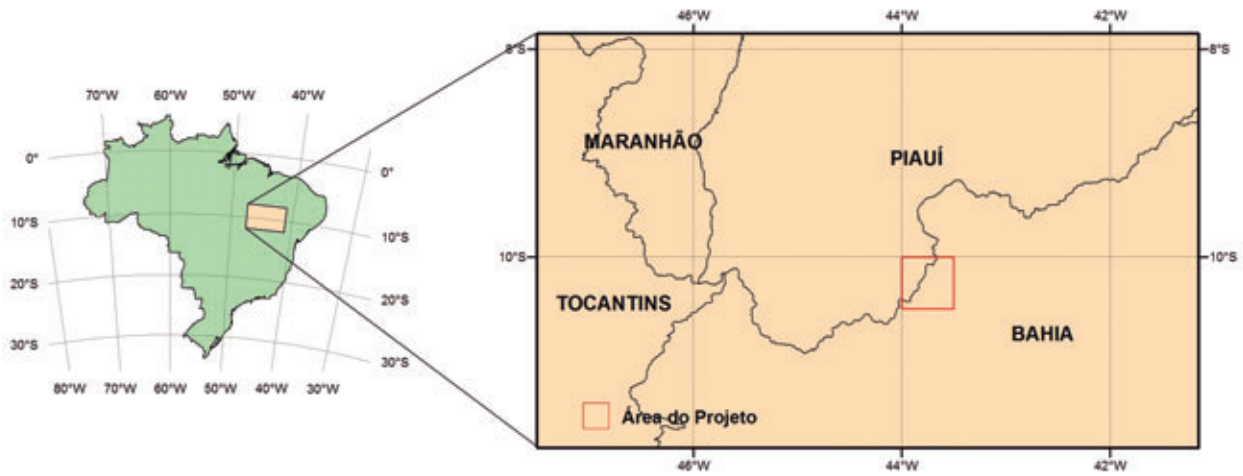


Figura 1.1 – Localização da Folha Avelino Lopes

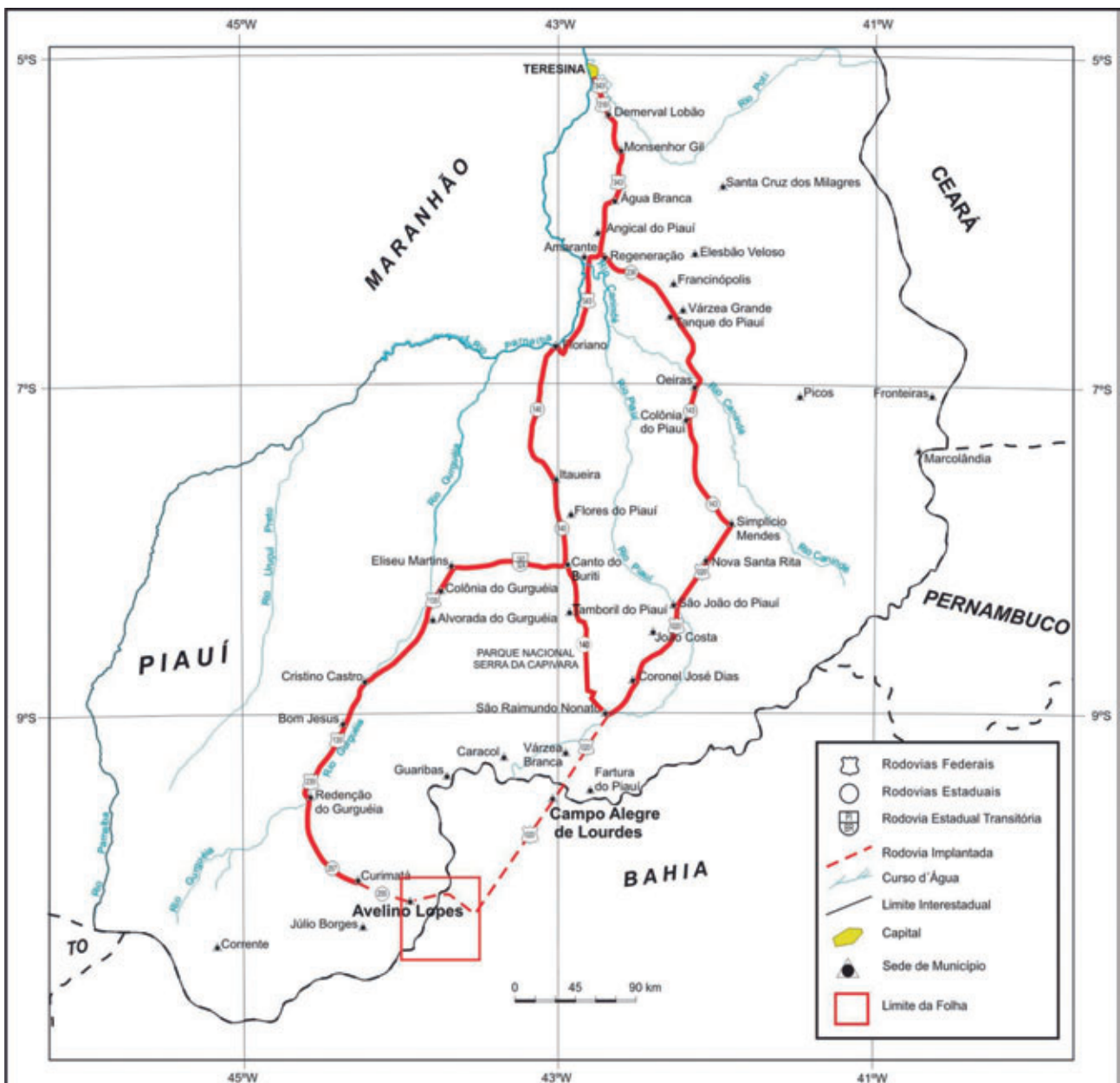


Figura 1.2 – Localização da Folha Avelino Lopes e vias de acesso.

2 – CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

A Folha Avelino Lopes está localizada na Província São Francisco (PSF), mais precisamente na borda noroeste do Cráton do São Francisco, entidade geotectônica estabilizada no Ciclo Brasileiro (Almeida, 1977).

De acordo com diversos autores, na PSF encontram-se segmentos com histórias geológicas similares, como é o caso dos terrenos de idade arqueana, dos cinturões e plutonismos paleoproterozóicos, das bacias rifte/transcorrentes e intracratônicas neoproterozóicas e das bacias fanerozóicas. A divisão desta província em domínios tectônicos auxilia a compreensão de sua evolução geológica. (Figura 2.1).

A Província São Francisco é uma das províncias onde são encontradas as rochas mais antigas do Brasil e da América do Sul. São comumente ortognaisses cinza de complexos TTG que formam pequenos núcleos, domos e/ou maciços envoltos por rochas mais jovens, de idade mesoarqueana e/ou neo-arqueana, também similares a TTG ou com afinidade calcialcalina. Tal arcabouço geológico denota uma sucessão de eventos acrescenciais que edificaram os segmentos crustais mais antigos. Estes núcleos estão dispersos em terrenos mesoarqueanos ou podem formar imbricações de lascas tectônicas em seqüências supracrustais arqueano-paleoproterozóicas. (Delgado *et al.*, 2003).

O Terreno Rio Preto (TRP) separa-se do Bloco Sobradinho a leste por falhas regionais profundas de direção NS que estruturam a Serra do Estreito, onde afloram rochas neoproterozóicas do Grupo Santo Onofre (Costa e Inda, 1982). Estas falhas compõem as estruturas mais orientais do Rife do Espinhaço, um lineamento estrutural regional policíclico, iniciado possivelmente no Arqueano e retomado até o Ciclo Brasileiro.

O TRP é um segmento crustal de idade desconhecida, provavelmente arqueana, afetado pelo Ciclo Orogênico Transamazônico (plutonismo granítico, deformação e metamorfismo de fácies anfibolito) e intensamente retrabalhado pelo Ciclo Brasileiro (metamorfismo de fácies xisto verde e deformação polifásica).

Os limites da folha mapeada a inserem dentro do chamado Terreno Rio Preto, na porção noroeste da Província São Francisco, o qual aflora entre as coberturas fanerozóicas da Bacia do Parnaíba, a norte, Formação Uruçuia, a oeste e formações superficiais cenozóicas, a leste; e a sul, encoberto pelos metassedimentos da Faixa Rio Preto.

Estudos realizados no noroeste da Bahia por Silva (1987) e Silva *et al.* (1989, 1990), estabeleceram que a Faixa Rio Preto está estruturada em leque as-

simétrico, com cinco domínios lito-estruturais separados por grandes descontinuidades. Datações K-Ar em muscovita e anfibólio resultaram em idades de 543 e 552 Ma, e 840 Ma, respectivamente, o que levou à conclusão de que a tectônica relacionada ao Ciclo Brasileiro foi responsável pelas deformações na faixa. (Silva *op. cit.*)

A contextualização geológica da área, definida em escala de mapeamento 1:250.000 (Arcanjo & Braz Filho, 1999), insere-a dentro deste terreno abrangendo parte da Faixa de Dobramentos Rio Preto e do Cráton do São Francisco (CSF) (Figura 2.2). Na região da Faixa Rio Preto afloram rochas metassedimentares do grupo homônimo (paragnaisses, quartzitos, xistos e filitos) sobre embasamento cristalino correlacionado ao Complexo Cristalândia do Piauí, constituído de rochas gnáissico-migmatíticas; além das coberturas cenozóicas que recobrem grandes extensões da folha. (ver mapa geológico).

O embasamento da área é composto por um complexo gnáissico-migmatítico intrudido por plutões graníticos de geometrias elipsoidais e com idade paleoproterozóica estimada acima de 2.046 Ma. Este complexo gnáissico-migmatítico consiste de uma associação de gnaisses (orto e para), rochas máficas e ultramáficas subordinadas e esporádicos níveis de metacherte ferrífero e rocha calcissilicática, migmatito e ortogneisse porfiroclástico.

As intrusões graníticas são de dois tipos: i) tonalito, com fácies tardia mais fina, metaluminoso, calcialcalino, com tendência para o *trend* trondhjemitico (Mansidão) e ii) granodiorito alcalino (Serra da Pintada).

Os eventos metamórficos afetaram intensamente as rochas no Terreno Rio Preto, inclusive os granitóides, os quais também exibem foliação gnáissica dobrada.

Silva (1987) reconheceu no complexo gnáissico-migmatítico 4 fases de deformação (pós-banda-mento gnáissico), também impressas na seqüência neoproterozóica da faixa de dobramentos Rio Preto, comprovando a atuação enérgica de eventos tectônicos no Ciclo Brasileiro. No entanto, os dados geocronológicos obtidos anteriormente, tanto para o embasamento quanto para os corpos graníticos, atualmente não são tidos como confiáveis por terem sido aplicados métodos (K-Ar e Rb-Sr) que podem mascarar a idade da rocha, registrando indistintamente os vários retrabalhamentos sofridos durante os eventos tectônicos no neoproterozóico.

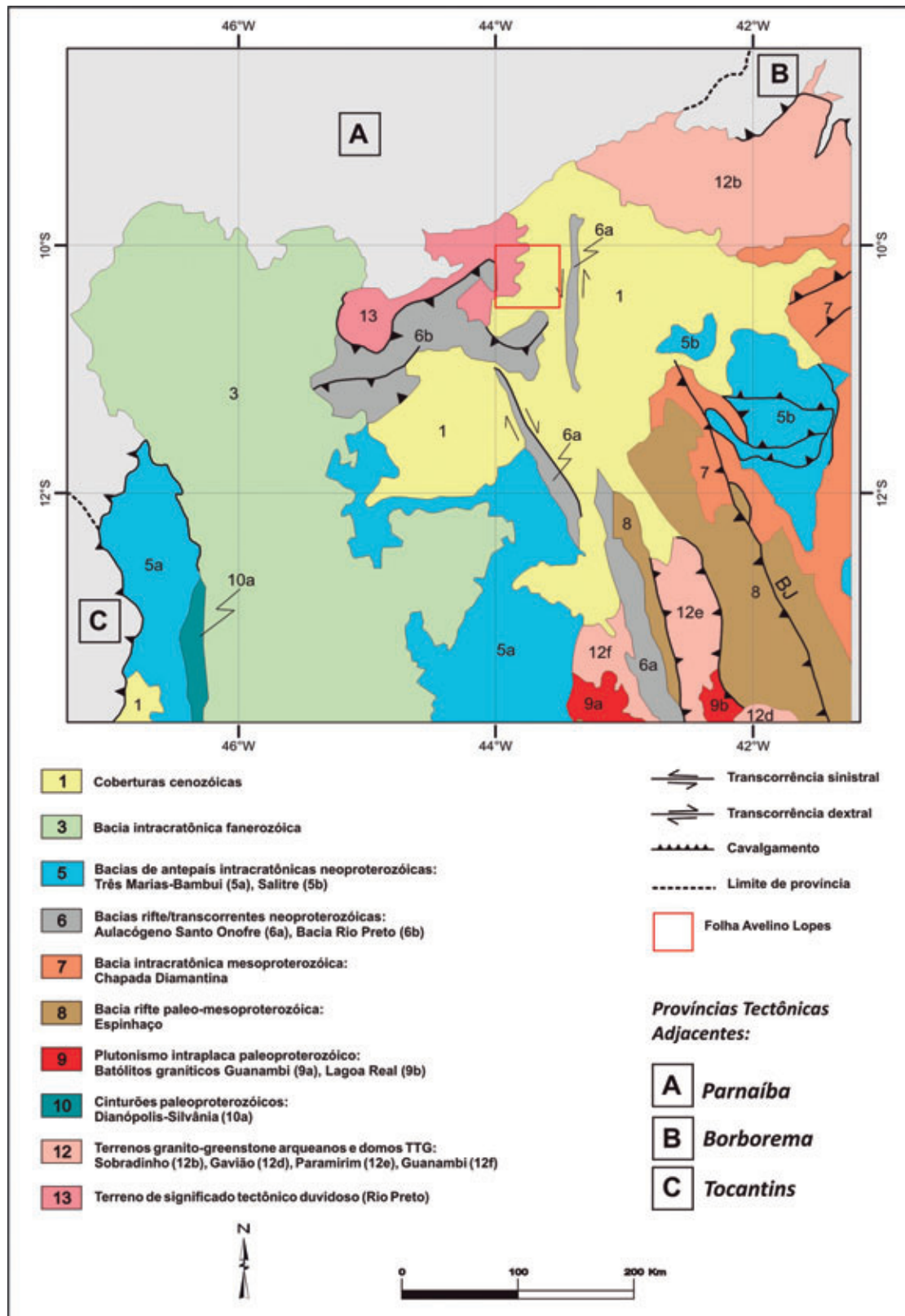


Figura 2.1 – Esquema dos domínios tectônicos na porção noroeste da Província São Francisco. BJ: Lineamento Barra do Mendes – João Correia. Área mapeada da Folha Avelino Lopes indicada em vermelho. Modificada de Bizzi et. al., 2003.

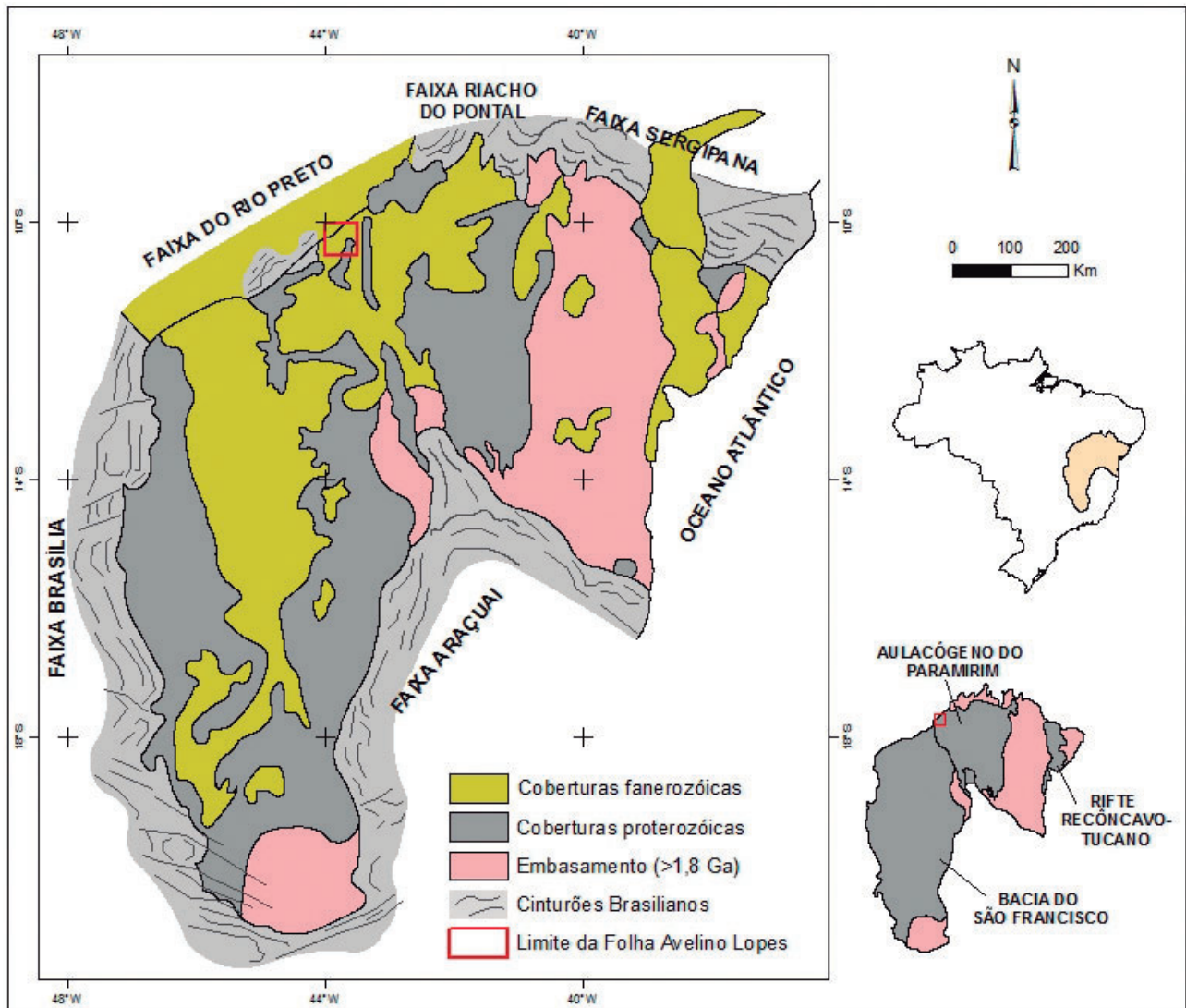


Figura 2.2 – Esquema simplificado do Cráton do São Francisco e as Faixas de Dobramentos Marginais com a localização da área da Folha Avelino Lopes. Modificada de Alkmim, 1993.

3 – UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS

Neste capítulo serão descritas as unidades litoestratigráficas mapeadas na área da Folha Avelino Lopes, considerando-se não apenas as revisões de trabalhos anteriores, mas sobretudo as observações realizadas em campo e sua integração com os resultados das análises petrográficas e litoquímicas.

Ainda durante e após as etapas de campo para o mapeamento da folha, foram selecionadas amostras para realização de estudo petrográfico e também para análises químicas de rocha total. Para o estudo petrográfico 116 lâminas delgadas dos vários tipos litológicos presentes na área foram confeccionadas, analisadas e fotografadas ao microscópio óptico.

Procurando estabelecer a maior representatividade possível das unidades aflorantes na folha e também a mais ampla distribuição geográfica sobre a área, das 116 amostras de rochas com lâminas delgadas confeccionadas, 70 foram encaminhadas ao laboratório de análises litogeoquímicas.

O estudo petrológico foi realizado concomitantemente às descrições petrográficas das lâminas delgadas, pela petrógrafa Magda Terezinha Guimarães em laboratório próprio da CPRM.

As análises litogeoquímicas foram realizadas pela SGS GEOSOL Laboratórios Ltda., em Minas Gerais – Brasil. Óxidos Maiores foram analisados por fusão com metaborato de lítio e determinação por ICP-ES.

Devido à existência de grandes extensões cobertas por sedimentos cenozóicos, os afloramentos dos quais se extraiu grande parte das observações de campo não possuem grande expressão em área, à exceção de alguns pontos onde afloram lajedos do embasamento com até dezenas de metros e de algumas pedreiras em granitóides. Quase a totalidade de afloramentos descritos na área encontram-se moderadamente intemperizados a muito intemperizados, principalmente nas áreas aflorantes das rochas metassedimentares do Grupo Rio Preto.

Nestas regiões houve pontos onde os dados foram obtidos pela observação de exposições rasteiras e curtas e/ou aproveitando-se ravinas rasas (com até 50 cm de profundidade máxima) escavadas por ação da chuva às margens de estradas carroçáveis que cortam desníveis de relevo.

De acordo com o contexto geológico regional, etapas de campo e as análises realizadas, uma nova coluna foi construída para a área mapeada. (Figura 3.1).

Nesta coluna propõem-se algumas alterações que representam considerável avanço na

interpretação tectono-estratigráfica para a área, principalmente para o Grupo Rio Preto. Além de apresentar o posicionamento correto de cada unidade com base nos dados geocronológicos U/Pb obtidos para o embasamento e para os corpos granitóides da região.

Corpos graníticos sem expressão areal e com características litoquímicas distintas dos outros já descritos na literatura (Tipo Mansidão e Tipo Serra da Pintada) não foram inseridos nesta nova coluna litoestratigráfica por não constituírem um evento magmático expressivo. Tais corpos estão muito provavelmente relacionados a pequenas zonas de fusão parcial dos metassedimentos do Grupo Rio Preto que geraram pequenos corpos graníticos com características do Tipo S inseridos no limite oeste-sudoeste do contato entre estes e o corpo granodiorítico/tonalítico da serra do Mulungu. Os pontos descritos deste tipo granítico encontram-se difusos naquela região aflorando de forma “intercalada” aos metassedimentos, comprovando sua origem através de fusão dos mesmos.

O Grupo Rio Preto, antes descrito apenas como uma sequência única de rochas metassedimentares, foi fragmentado em duas unidades faciológicas distintas. Análises granulométricas e mineralógicas das formações superficiais cenozóicas que recobrem grande parte da folha em questão, permitiram que se confirmasse a distinção e interpretação das mesmas.

A extensa cobertura localizada na borda leste e a nordeste da área, antes interpretada como área de dunas através de observações apenas das fotografias aéreas, agora pôde ser melhor avaliada. Conclui-se que se trata de uma cobertura sedimentar originada por processos intempéricos erosionais sobre rochas do embasamento a leste e quartzitos a nordeste; e que a mesma foi e tem sido intensamente retrabalhada por ação eólica, sem que haja aglomerações de grande volume sedimentar, devido principalmente à cobertura vegetal arbustiva característica da caatinga.

A ação intempérica sofrida por estes sedimentos, através de comparação por observação remota (fotografias aéreas e imagens de satélite) imprime a eles uma geometria semelhante àquela observada em dunas litorâneas, porém não caracterizando-os como dunas em contexto específico.

As modificações propostas na coluna litoestratigráfica apresentada neste trabalho serão mais detalhadamente discutidas nas descrições de cada unidade.

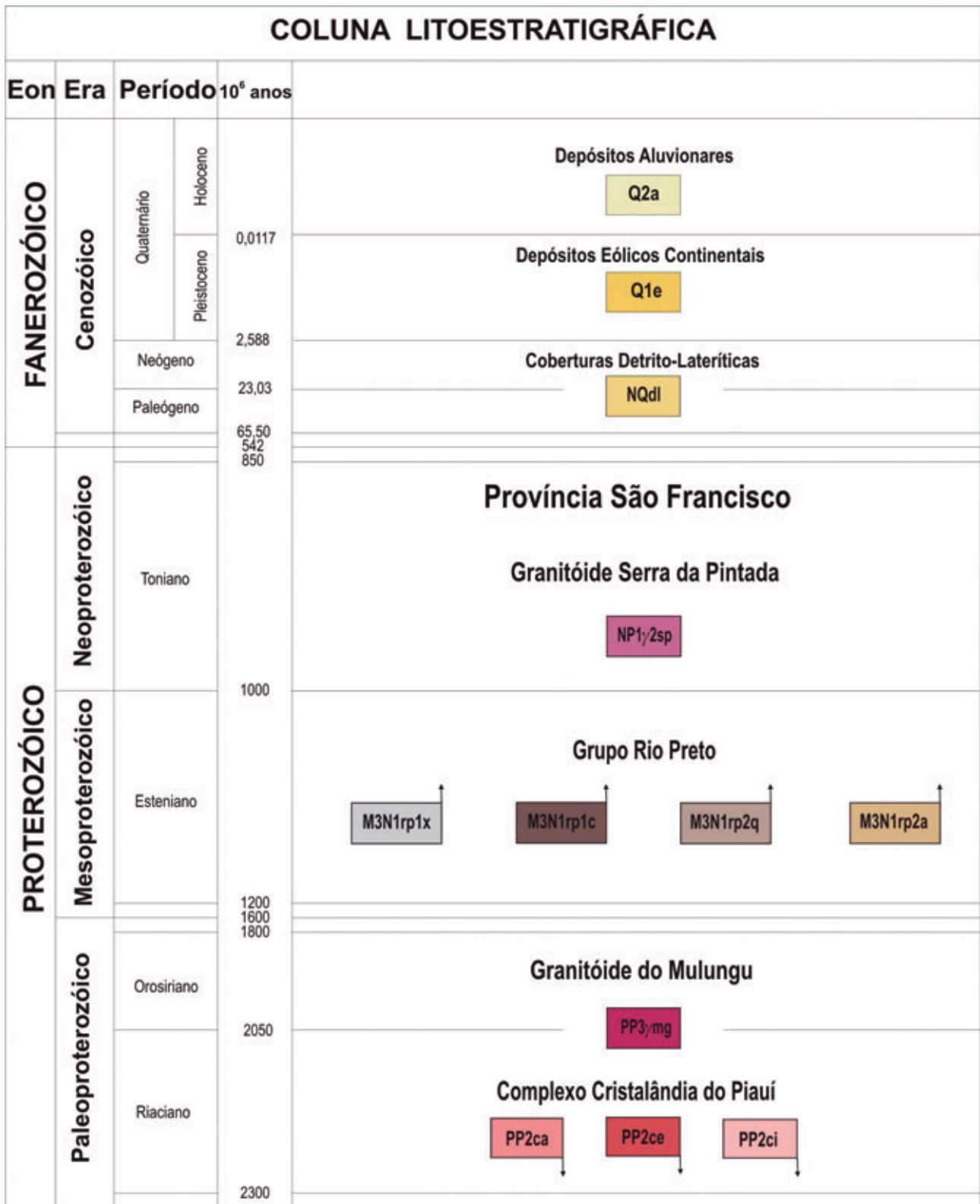


Figura 3.1 – Coluna litoestratigráfica proposta no mapeamento da Folha Avelino Lopes.

3.1 - COMPLEXO CRISTALÂNDIA DO PIAUÍ

Na base da coluna litoestratigráfica, com idade paleoproterozóica encontra-se um complexo gnáissico e/ou migmatítico de embasamento, inicialmente chamado de Complexo Antigo (Winge, 1972), cujos

litotipos incluíam ortognaisses variados e também paragnaisses e granitóides.

Tais litotipos também integram o conjunto de rochas do embasamento, denominado Complexo Cristalândia do Piauí, descrito em Silva (1989). Apesar desta unidade ter sido descrita apenas como

Complexo Gnáissico-Migmatítico no trabalho de mapeamento PLGB-CPRM (Arcanjo & Braz Filho, 1999), no qual os eventos/corpos graníticos encontram-se separados das rochas gnáissicas do embasamento, optou-se por manter a nomenclatura definida por Silva (*op. cit.*).

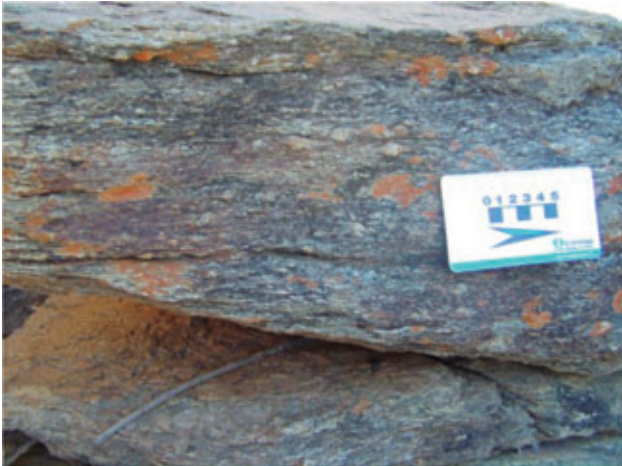


Foto 3.1 – Biotita-muscovita gnaiss em corte no ponto MR 005.

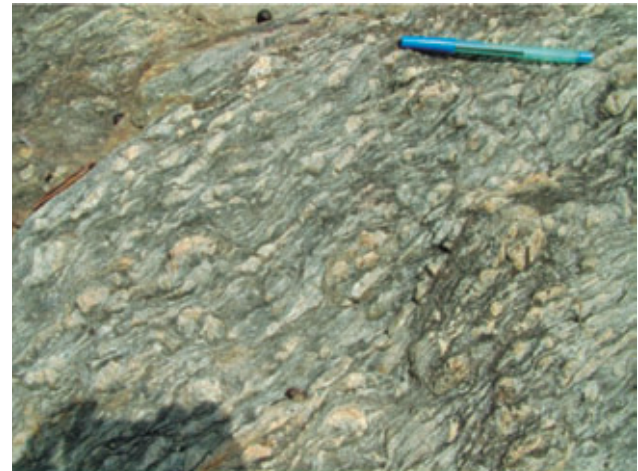


Foto 3.3 – Epidoto-biotita-muscovita gnaiss em bloco deslocado no ponto MR 157. Apresenta porfiroclastos em formato de "augens".

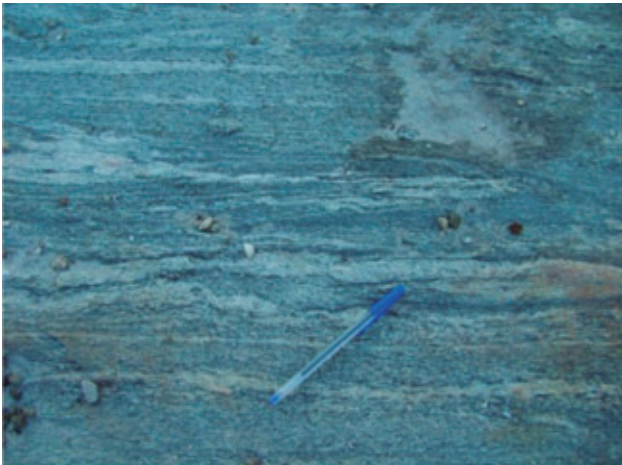


Foto 3.2 – Granada-biotita gnaiss migmatítico no ponto MR 039.



Foto 3.4 – Biotita-muscovita gnaiss no ponto MR 004.

Os gnaisses bandados se distribuem na região central e à norte da área mapeada, constituindo os tipos litológicos que ocorrem com maior frequência nas áreas atribuídas ao embasamento. Apresentam tipos litológicos predominantes como muscovita-biotita gnaisses com alguma variação composicional de epidoto, granada, turmalina, clorita e carbonato. Para uma descrição mais compreensível, tais rochas foram classificadas de acordo com sua paragênese mineral e separadas em dois grupos, em um a origem ígnea é certa, e no outro considera-se que os gnaisses formados são oriundos ou obtiveram importante influência de rochas sedimentares em sua formação. Entretanto, há algumas rochas em que a avaliação mineralógica em lâmina torna dúbia a interpretação de sua origem;

a sugestão de uma origem sedimentar ou ígnea não é de todo descartada ou confirmada.

A ocorrência de todos estes litotipos, ígneos e paraderivados e por vezes com origem petrograficamente não definida, aliada à distribuição espacial irregular dos mesmos dentro da área de embasamento e considerando os eventos metamórficos observados e definidos em lâmina, resultam na interpretação de que este conjunto geral de gnaisses correspondem a três unidades litoestratigráficas.

Foram definidas três unidades litoestratigráficas: Ortognaisses e Metagranitóides (PP2cag), Paragnaisses Bandados Miloníticos e/ou Migmatíticos (PP2cpg) e Ortognaisses Graníticos com Enclaves (PP2com), conforme descrição de subitens a seguir.

3.1.1 - Ortognaisses e Metagranitóides (PP2cag)

A maioria dos gnaisses bandados aflorantes foram agrupados nesta unidade. As rochas possuem tons de cor cinza e texturas média a fina, conforme a proximidade maior ou menor de planos cizalhados. As bandas gnáissicas possuem espessuras de ordem milimétrica a decimétrica e diferenciam-se composicionalmente em bandas quartzo-feldspáticas com tonalidade cinza claro e bandas máficas com maior teor de biotitas e anfibólios, estas com tons cinza escuro. Os melhores afloramentos são encontrados nos leitos e margens de drenagens de 1ª e 2ª ordem em toda área aflorante.

Para fins cartográficos de delimitação entre unidades do embasamento, estabeleceu-se que onde houvesse predominância de ortognaisses a unidade correspondente seria a unidade denominada PP2cag.

Os gnaisses cuja composição mineralógica incluem percentuais significativos de minerais como allanita, zircão e apatita, associados a texturas microcristalinas primárias em mosaicos bem preservados e macroscopicamente aflorando com veios e/ou vênulas de composição aplítica a pegmatítica intercalados e/ou oblíquos ao bandamento, indicam os tipos litológicos de origem ígnea plutônica, considerados nesta unidade.

As associações mineralógicas presentes nas lâminas delgadas, compostas por qz+pt+bi+gr+pl, bi+ep e gr+bi, indicam um fácies metamórfico anfíbolito baixo a médio que foi posteriormente retrometamorfizado para fácies xisto-verde, durante processos miloníticos, resultando em novas associações mineralógicas características: qz+ab+mu+ep e mu+ep+ab+mc. Fotos 3.5 a 3.8.

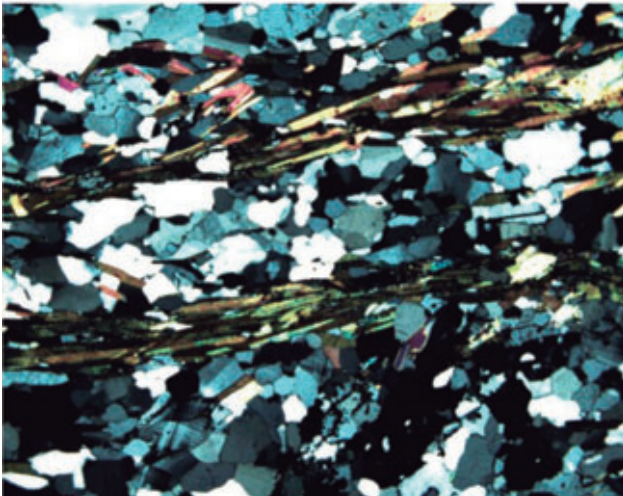


Foto 3.5 – Fotografia de lâmina delgada de biotita-muscovita ortognaisse do afloramento MR 005. Aumento 4x em luz polarizada.

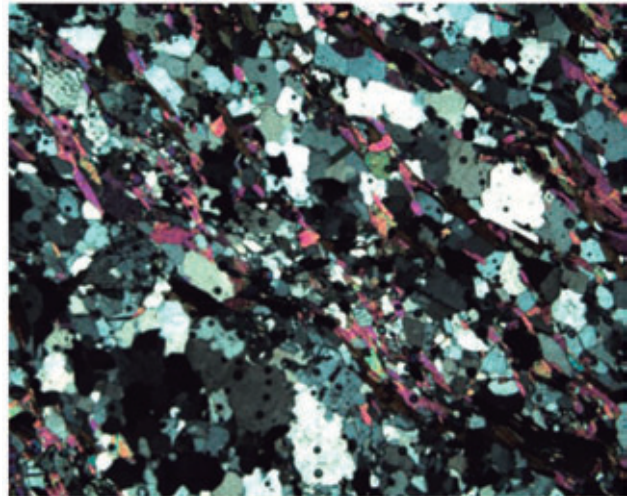


Foto 3.6 – Fotografia de lâmina delgada de epidoto-biotita-muscovita ortognaisse do afloramento MR 157. Aumento 4x em luz polarizada.

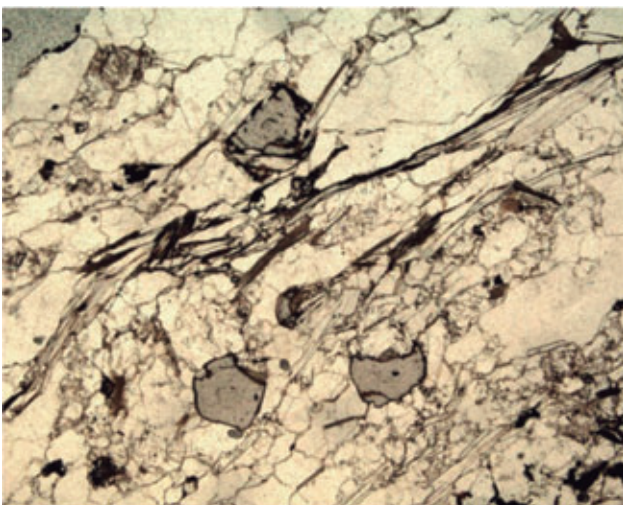


Foto 3.7 – Fotografia de lâmina delgada de granada-biotita-muscovita paragnaisses do afloramento MR 022. Aumento 4x em luz polarizada.

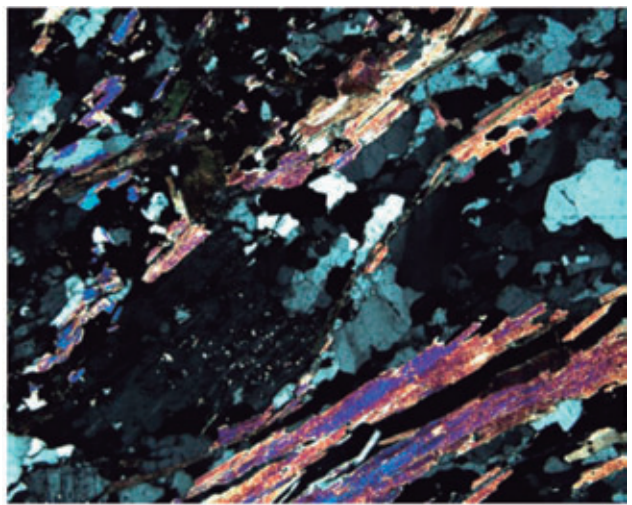


Foto 3.8 – Fotografia de lâmina delgada de granada-muscovita paragnaisses do afloramento MR 494. Aumento 4x em luz polarizada.

Os ortognaisses porfiroclásticos apresentam textura predominantemente grossa e cor cinza variando entre tons claro e escuro. Apesar de exibirem pórfiros de até 5cm, seu aspecto é predominantemente foliado. São mineralogicamente compostos por qz+pl+bi+mu+mc com ep+ti+al e carbonato como acessórios. Os pórfiros são formados por cristais eudrais a subdrais de plagioclásio e de feldspatos, os quais se encontram alinhados e estirados segundo a foliação, adquirindo formatos em estilo “augen”. Em alguns pontos observa-se elevado grau de deformação que resultam em faixas miloníticas paralelizadas à foliação.

3.1.2 - Paragnaisses Bandados Miloníticos e/ou Migmatíticos (PP2cpg)

Considerando-se a presença de determinados minerais, cujo processo e ambientes de formação/cristalização são conhecidos, devido principalmente aos parâmetros de temperatura e pressão necessários à sua formação, torna-se possível a separação de grupos litológicos de acordo com sua origem presumida. Esta divisão está também fundamentada nos aspectos texturais observados tanto ao nível microscópico quanto macroscópico (feições de campo).

Os gnaisses que apresentam bandas composicionais com espessuras finas, sub-centimétricas, no geral milimétricas, alternadas com bandas de maior espessura, até decimétricas, por vezes apresentando delgados níveis ferríferos; e cuja composição é constituída de minerais aluminosos, como granada, muscovita e biotita, são sugestivos de origem paraderivada.

Definiu-se cartograficamente a unidade PP-2cpg numa área localizada na porção centro-noro-

este onde há concentração de gnaisses de origem paraderivada, os quais foram definidos petrograficamente. Apenas nesta área do mapa foi possível fazer esta delimitação; havendo, porém pontos isolados onde paragnaisses afloram em meio a regiões de predominância de gnaisses ortoderivados, o que demonstra e comprova que as rochas de embasamento estão muito retrabalhadas.

Este conjunto de rochas gnáissicas bandadas pode ser considerado como uma unidade composta de gnaisses geneticamente distintos em uma sequência de imbricações tectônicas entre rochas para e ortoderivadas.

Na área não é incomum encontrar-se rochas gnáissicas que apresentam um maior grau de deformação, apresentando-se milonitizadas e até migmatizadas.

Tais ocorrências estão principalmente ao longo da borda leste da área, onde estão os afloramentos mais representativos. (Fotos 3.9 e 3.10). Esta distribuição em área, todavia está coberta por coberturas arenosas que impedem a delimitação precisa do contato com a faixa metassedimentar do Grupo Rio Preto a oeste. Alguns pontos aflorantes de gnaisses miloníticos também foram encontrados na porção oeste central da área. Foram descritos tipos litológicos tanto de origem para quanto ortoderivada.

Estes gnaisses possuem geralmente cor cinza com tonalidades claras a escuras, com alternâncias de faixas leucocráticas que apresentam tonalidades brancas a rosadas, presentes nos pontos onde a rocha está migmatizada. Geralmente possuem textura média, que torna-se mais fina nas regiões miloníticas e mais grossa nos trechos migmatíticos, onde há a formação de minerais leucossomáticos no neossoma e mesossoma.

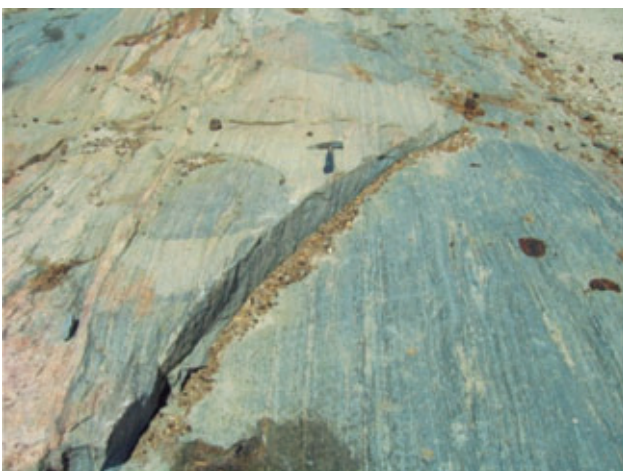


Foto 3.9 – Aspecto geral do afloramento de granada-biotita paragnaisse do ponto MR 039.



Foto 3.10 – Detalhe do afloramento de biotita ortognaisse do ponto MR 471, mostrando leucossoma e melanossoma gerados por processo de migmatitização da rocha.

As bandas gnáissicas possuem espessuras bastante variadas e diferenciam-se composicionalmente em bandas félsicas quartzo-feldspáticas e bandas máficas com biotitas e anfibólios predominantes. Os pontos desta unidade afloram exclusivamente na forma de grandes lajedos, com até dezenas de metros de extensão. A discriminação de zonas de cisalhamento é mais dificilmente realizada nestes afloramentos, devido à intensa deformação registrada nestes litotipos, que ocasionou a paralelização de estruturas superpostas. Contudo o *trend* geral de deformação é de 350Az a 15Az, marcado pela estruturação verticalizada da foliação penetrativa observada em campo.

3.1.3 - Ortognaisses Graníticos com Enclaves (PP2com)

Estas rochas dominam uma faixa estreita com direção 315 Az, conforme pode ser vista no mapa geológico. Os afloramentos são no geral na forma de pequenos lajedos ao longo de drenagens e de curtas (ordem métrica) exposições rasteiras que estão, sobretudo, aflorantes nas quebras de relevo.

Apenas uma área definida em mapa como PP2com, corresponde a esta faixa de ocorrência de afloramentos de rochas máficas associadas a ortognaisses que estão em contato com o Grupo Rio Preto no flanco leste interior da estrutura em leque no centro-oeste da folha. As análises petrográficas dos enclaves máfico-ultramáficos mostram percentagem alta da associação hb+ep+pl+gr, maior que 70% do total da rocha, com baixa percentagem de quartzo, em torno de no máximo 20%, além de op+ti+ru como acessórios.

3.1.4 - Litogeoquímica

No estudo de análises litogeoquímicas do Complexo Gnáissico-Migmatítico apenas os resultados de 12 amostras de gnaises ortoderivados foram considerados. Tais amostras correspondem a meta-granitóides de composição tonalítica a granodiorítica e raramente monzodiorítica a monzogranítica. O diagrama QAP de Streickeisen (1974) mostra esta distribuição. Figura 3.2.

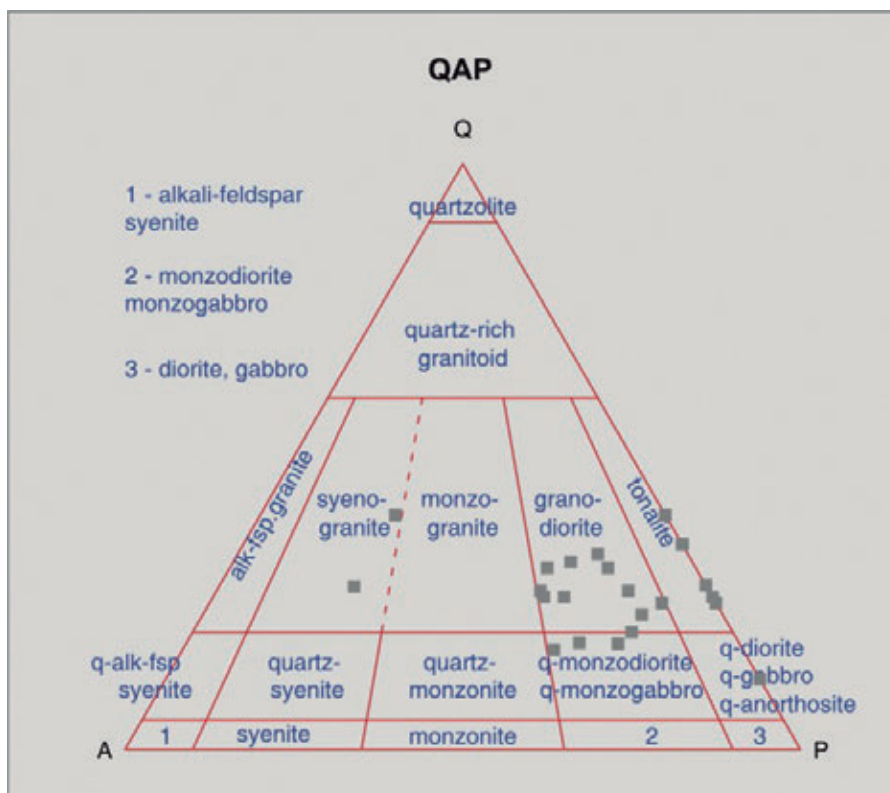


Figura 3.2 – Diagrama QAP de Streickeisen (1974) mostrando a distribuição litológica para os ortognaisses do embasamento.

Estes gnaisses apresentam granulação fina a média em campo e texturas granoblásticas e porfiroblásticas em lâmina. Enclaves máfico-ultramáficos podem ser encontrados nesta unidade. No geral são gnaisses bandados afetados por zonas de cisalhamento, deixando-os miloníticos e até ultramiloníticos e migmatíticos, principalmente na porção leste da

área. Quanto ao índice de aluminosidade os gnaisses analisados são em sua maioria peraluminosos (Figura 3.3), possuem ampla dispersão de K_2O , não podendo ser definida nenhuma série magmática característica para estas rochas apesar da Figura 3.4 mostrar uma tendência de concentração das amostras no campo da série cálcio-alcálica de alto potássio.

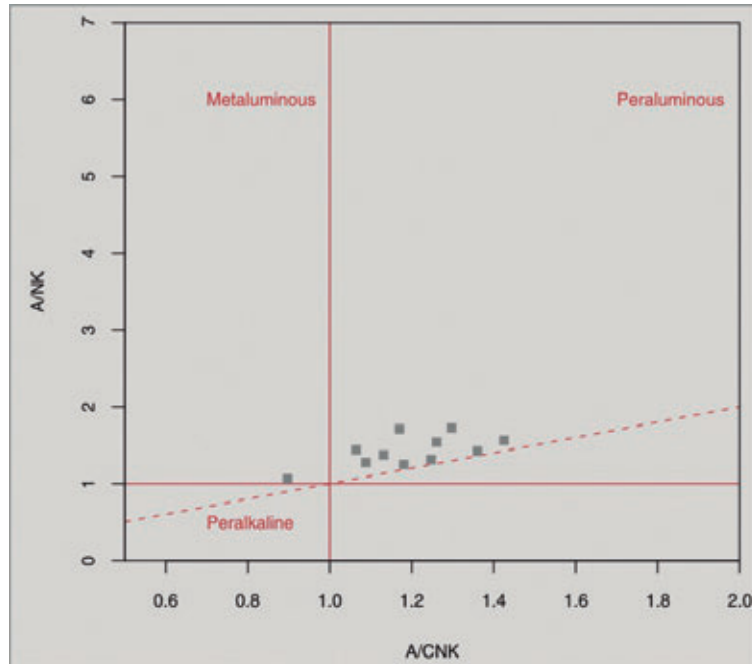


Figura 3.3 – Diagrama A/CNK-A/NK de Shand (1943) mostrando a relação de aluminosidade para os ortognaisses do embasamento.

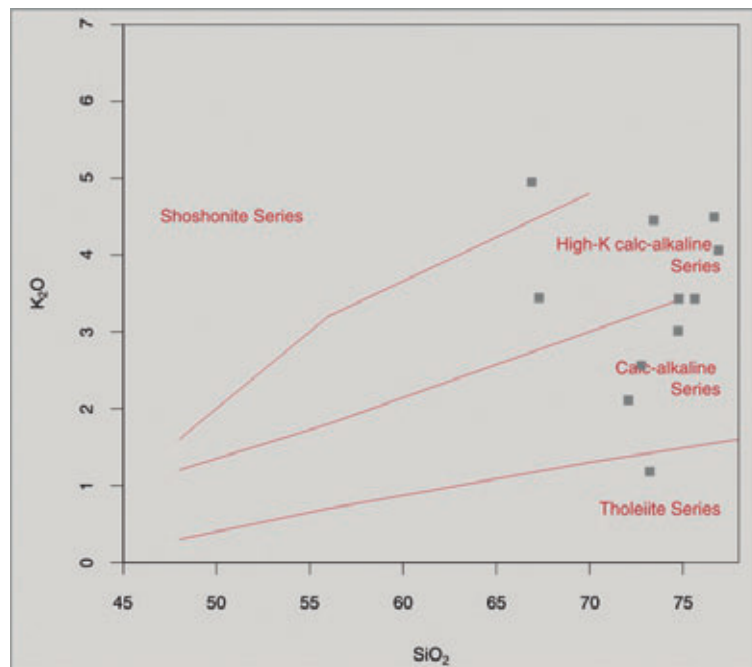


Figura 3.4 – Diagrama de Séries Mágmatias de Peccerillo & Taylor (1976) mostrando a ampla dispersão em K_2O para os ortognaisses do embasamento.

Os diagramas multielementares (Terras Raras e Spider) mostram rochas enriquecidas em ETR totais, com fortes anomalias negativas de Eu e espectros de ETR pesados horizontalizados, bastante semelhantes àqueles exibidos pelos granitóides do tipo A. Apenas duas amostras destoam deste padrão, exibindo forte empobrecimento de ETR pesados. A milonitização pode deixar rochas de diferentes tipos litológicos com mesmo aspecto em campo (ver figura 3.5). No diagrama multielementar da figura 3.6 vê-se claramente a variação das duas amostras “estranhas” no lado direito do gráfico, devido ao seu empobrecimento em Y, Yb e Lu. As demais amostras são enri-

quecidas nestes elementos e também em Rb, Ba e K, e fortemente empobrecidas em Ti e P. Este padrão também é sugestivo de um magmatismo do tipo A.

A ambientação tectônica destes gnaisses foi estabelecida utilizando-se os diagramas tectônicos de Pearce *et al.*(1984); nele a maioria das amostras posiciona-se no campo intraplaca, junto ao limite dos arcos vulcânicos e dentro do campo dos granitóides pós-colisionais, conforme mostra a Figura 3.7. Em resumo, o conjunto do embasamento mostra características de um magmatismo do Tipo A, colocado em ambiente pós-colisional tardio, mas ainda com influência de um manto metassomatizado.

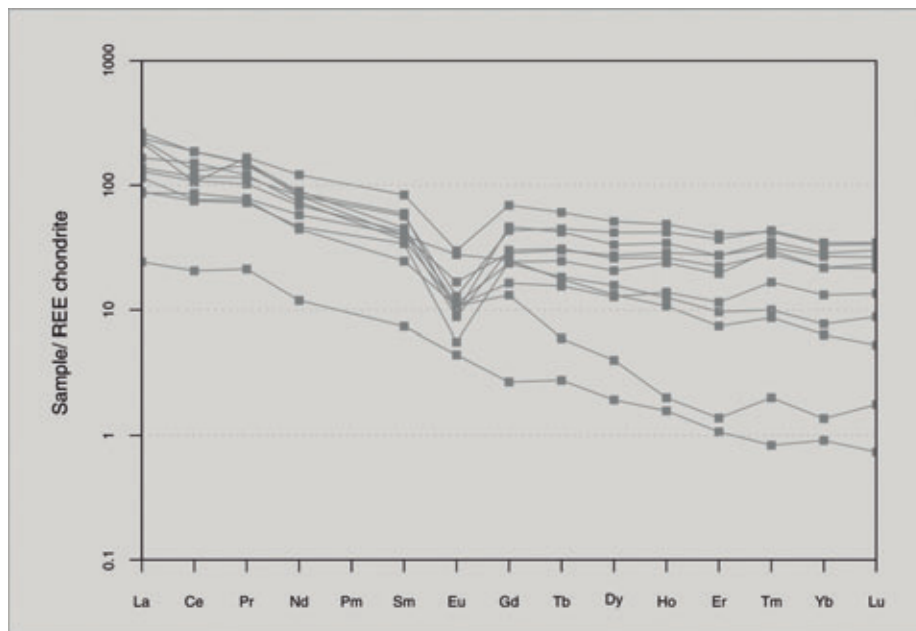


Figura 3.5 – Diagramas de variação composicional de Terras Raras segundo Nakamura (1974) para os ortognaisses de embasamento.

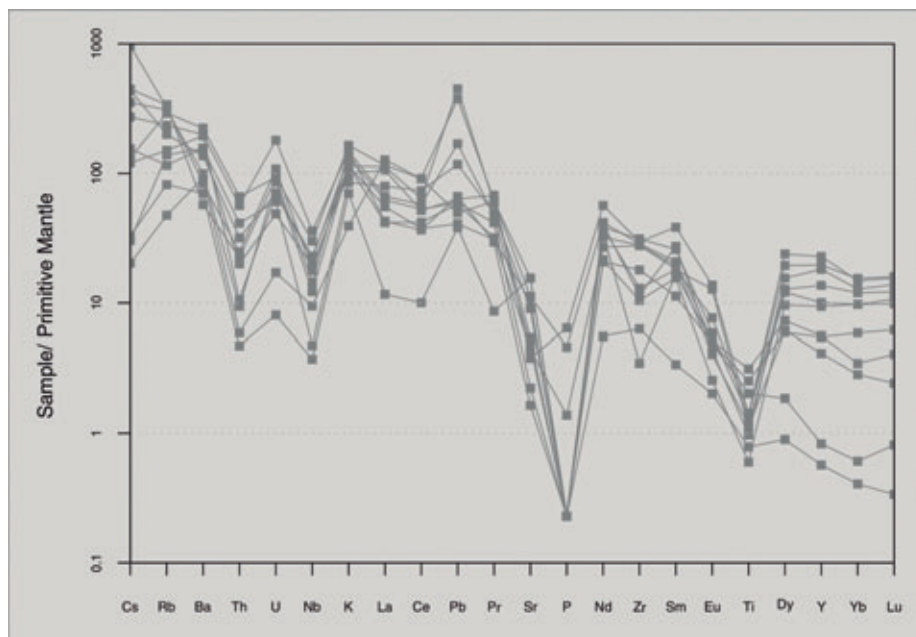


Figura 3.6 – Diagrama spider de variação composicional de Terras Raras segundo Sun & McDonough (1989) para os ortognaisses de embasamento.

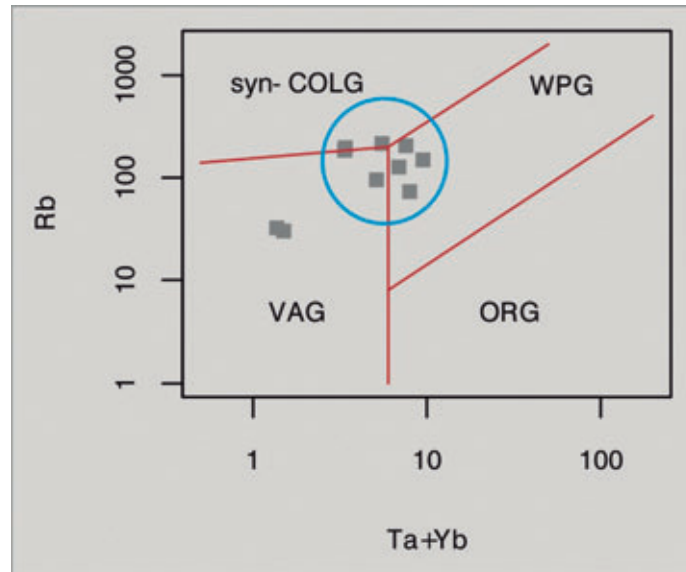


Figura 3.7 – Diagrama de ambientação tectônica segundo Pearce (1984) para os ortognaisses de embasamento.

3.2 - GRANITÓIDES

Primordialmente os granitóides foram incluídos por Winge (1972) no Complexo Antigo, sendo parte do embasamento cristalino da Faixa Rio Preto.

Os granitóides considerados por Winge (*op. cit.*) constituem grandes estruturas dômicas, como os corpos de Mansidão, Lagoa e Piripiri e o corpo denominado Serra da Pintada, este parcialmente dentro da folha. Estes corpos são, em geral, ovalados, mostrando-se alongados na direção NNW de acordo com *trend* deformacional geral dos gnaisses que os envolvem. (Arcanjo *et al.*, 1993). Apenas parte do corpo denominado Serra da Pintada localiza-se dentro da área do projeto, na borda noroeste da folha.

Um corpo granítico posicionado no interior do padrão estrutural em flor/leque inserido apenas parcialmente na porção oeste da área, já havia sido mapeado em escala regional e considerado como sendo do tipo Mansidão por Arcanjo *et al.*, *op. cit.*

Além destes, outra ocorrência granítica foi distinguida logo na primeira fase do projeto, a partir da observação e interpretação de combinações RGB sobre imagens de satélite. Este corpo localiza-se logo acima da estrutura em flor/leque e se distribui como um domo com bordas irregulares e forma alongada leste-oeste.

Alguns afloramentos graníticos encontrados próximos têm composição distinta dos demais corpos: são leucocráticos, apresentam textura média a grossa e cristais granatíferos disseminados homogêneamente. Tais ocorrências sugerem a interpretação de que houve interação de metassedimentos do Grupo Rio Preto por fusão parcial de crosta durante os eventos deformacionais ocorridos na região.

A descrição de todos estes corpos granitóides será feita detalhando-se os padrões texturais e mineralógicos encontrados em campo e nas análises petrográficas.

3.2.1 - Granitóide Serra da Pintada (NP1γ2sp)

Esse granitóide, também incluído no Complexo Antigo por Winge (*op. cit.*), aflora na porção norte/noroeste da área, cobrindo cerca de 20km no sentido leste-oeste e 5,5km no sentido norte-sul. Esta área possui excelentes exposições deste granito. (Fotos 3.11 e 3.12).

O corpo se apresenta tanto na forma de lajedos como em enormes matacões em encostas de cerca de 40m de altura em média, atingindo altitude de 590m. A rocha possui composição granítica a sienogranítica, cor clara com tonalidade em geral rosada, granulação média a grossa, e é fortemente foliada. Qz+pl+mc e fd, são os constituintes mineralógicos principais, enquanto bt+mu+ep+op, constituem os acessórios. (Fotos 3.13 e 3.14).

A presença quase constante de pórfiros estirados, envolvidos por bt e qtz, denota uma origem ígnea porfírica para essa rocha. Pelas análises químicas, os granitóides tipo Serra da Pintada evidenciam um carácter alcalino, com teores de sílica acima de 68% e sódio+potássio entre 7 e 9%.

Esses granitóides mostram, ainda, planos de foliação definidos, nos quais frequentemente estão impressas lineações de estiramento mineral de alto "rake". Também dobras apertadas, com padrão de redobramento do tipo coaxial, são encontradas localmente.

Tais características estruturais comprovam a existência de uma zona de compressão que atuou em frentes de empurrão com transporte de norte/noroeste para sul/sudeste, ora afetando a rocha de forma

dúctil e ora frágil. Estas estruturas são bem marcadas e podem ser visualizadas em fotografias aéreas e imagens de satélite. Nas bordas do corpo as rochas encontram-se fortemente cominuídas e até milonitizadas.



Foto 3.11 – Aspecto geral do afloramento de muscovita-biotita ortognaisse do ponto MR 144.



Foto 3.12 – Aspecto geral do afloramento de opaco-biotita sienogranito milonítico do ponto MR 444.

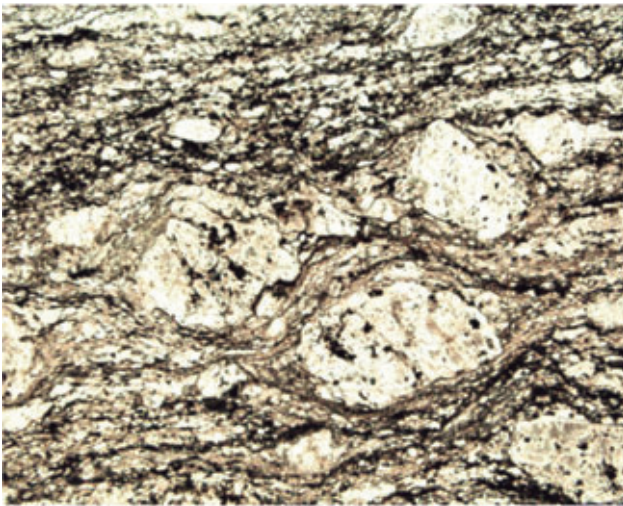


Foto 3.13 – Fotografia de lâmina delgada de milonito do afloramento MR 137. Aumento 4x em luz polarizada.

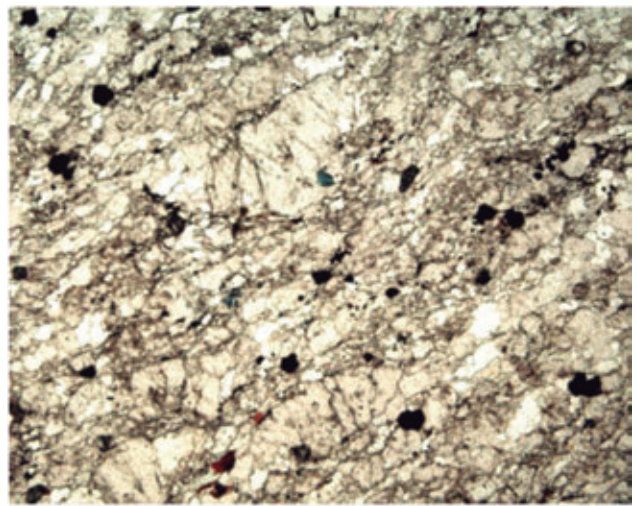


Foto 3.14 – Fotografia de lâmina delgada de ultramilonito do afloramento MR 147. Aumento 4x em luz polarizada.

3.2.2 - Granitóide do Mulungu (PP3γmg)

O afloramento característico deste granitóide (Fotos 3.15 e 3.16) é a pedreira do Mulungu localizada na parte centro-oeste da área, a norte da estruturação em “leque” que se apresenta na área mapeada.

Este corpo foi muito bem delimitado a partir de imagens de satélite, já nas etapas preliminares do projeto (pré-campo) e posteriormente confirmado em campo, pelos afloramentos em várias pedreiras existentes na região.

Suas dimensões são de aproximadamente 5,5 km leste-oeste e 3,5 km norte-sul aproximadamente, numa geometria triangular arredondada nos vértices.

Encontra-se encaixado na área de contato a norte e leste com gnaisses do embasamento e a sul e oeste com os metassedimentos do Grupo Rio Preto.

As exposições na forma de lajedos e matacões, tanto nas encostas de serras, quanto nas pedreiras, chegam a ter até 20m de altura e extensões de até 300m.

A rocha é predominantemente de coloração cinza claro a cinza médio e em raras exposições encontram-se tonalidades rosada e/ou cinza escura. A granulação é fina a média e o corpo apresenta-se foliado. Porém esta foliação torna-se, por vezes, tão incipiente que é quase impossível de ser vista a olho nu, e a rocha nestas porções adquire um caráter equigranular homogêneo.



Foto 3.15 – Aspecto geral do afloramento de epidoto-biotita monzogranito foliado do ponto MR 064.



Foto 3.16 – Detalhe da foliação do afloramento de epidoto-biotita monzogranito do ponto MR 064.

Petrograficamente a rocha é um tonalito/granodiorito deformado no fácies anfibolito e com afinidade e alinhamento no *trend* calcialcalino.

Sua composição mineralógica é essencialmente $qz+fd+pl$, com os acessórios $mu+bi+ep+se$. (Fotos 3.17 e 3.18.).

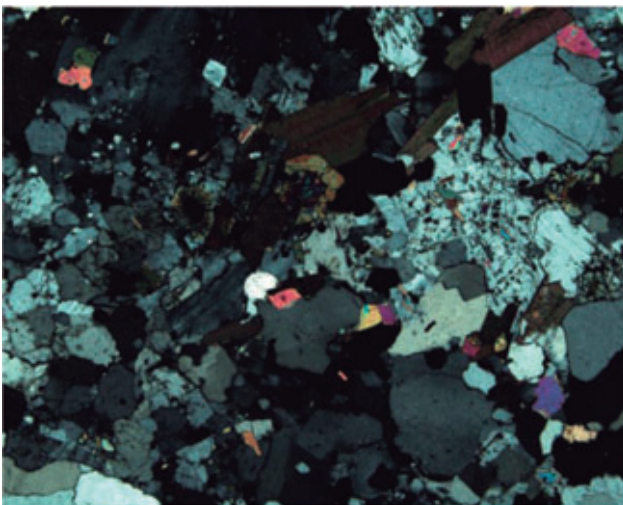


Foto 3.17 – Fotografia de lâmina delgada de epidoto-biotita granodiorito foliado do afloramento MR 028. Aumento 4x em luz polarizada.

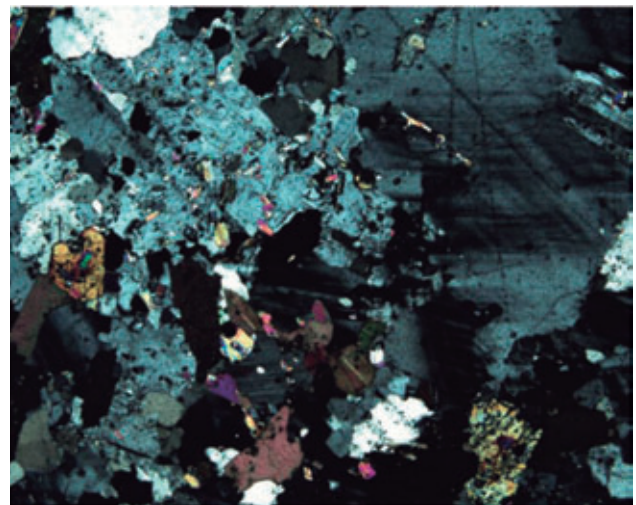


Foto 3.18 – Fotografia de lâmina delgada de epidoto-biotita monzogranito foliado do afloramento MR 064. Aumento 4x em luz polarizada.

3.2.3 - Granitóides do Embasamento

Na área ocorrem corpos graníticos com características mineralógicas e litoquímicas que os diferenciam dos demais mapeados. Um dos exemplos desta ocorrência é um afloramento localizado na porção oeste da área, margeando o corpo Granitóide do Mulungu, mais precisamente a oeste da Pedreira do Mulungu.

Os afloramentos deste tipo granítico ocorrem como pequenas exposições abauladas com extensões máximas de 3 a 4 metros e alturas não superiores a 1 metro. A rocha é leucocrática de cor, em geral, rosa leitosa, granulação média a grossa, e apresenta-se orientada para nordeste. Os seus constituintes

mineralógicos principais são $qz+pl+mc$ com alta percentagem de granadas; enquanto a $bt+mu+ep+gd$, constituem os acessórios.

Tais características sugerem a classificação do Tipo S para este corpos, produto de fusão de rochas metassedimentares (paragneisses de embasamento e xistos do Grupo Rio Preto) que o circundam, durante processos metamórficos ocorridos no Brasiliano, evento que afetou toda a região; ou talvez seja uma fácies tardia que sofreu forte influência destas rochas (assimilação) durante pulsos em um longo período até a total instalação do corpo granodiorítico da Pedreira do Mulungu.

Considera-se mais coerente que estes pequenos corpos graníticos sejam de fusão do embasamen-

to com contribuição química de metassedimentos devido à configuração estrutural da região e da distribuição dos afloramentos sempre próximos a zonas de contato do embasamento com o Grupo Rio Preto.

3.2.4 - Litogeoquímica

O estudo litoquímico dos granitóides que ocorrem na área mapeada foi realizado pela análise de rocha total em 15 amostras. Oito amostras são do granitóide Serra da Pintada, quatro amostras são do Granitóide do Mulungu e três dos granitóides do embasamento.

O Granitóide Serra da Pintada é constituído por rochas graníticas a sienograníticas porfiríticas, que possuem cor, em geral, rosa e granulação média a grossa. Tais rochas apresentam texturas e orientação de minerais ao longo de planos foliados que evidenciam a deformação dúctil-rúptil no corpo. Em muitos afloramentos ganha aspecto gnaissificado e até milonitizado, principalmente nas bordas do corpo, onde se encontram frentes de empurrão.

As rochas do corpo Granitóide do Mulungu possuem composição tonalítica, monzogranítica e predominantemente granodiorítica. As exposições apresentam-se foliadas; porém tal foliação torna-se incipiente sobre uma textura equigranular homogênea ou, por vezes, não observável. Sua afinidade é calcialcalina, o que além de sua composição granodiorítica torna possível associar este granitóide ao granitóide do Tipo Mansidão, descrito em Arcanjo & Braz Filho (1999).

Todas as amostras, destes três tipos de granitóides, estão plotadas conjuntamente nos vários diagramas classificatórios e composicionais.

A partir do diagrama QAP de Streickeisen e do diagrama classificatório de De La Roche *et al.* (1980) é possível constatar as distintas distribuições litológicas, principalmente entre os Granitóides Serra da Pintada e do Mulungu (Figuras 3.8 e 3.9). No diagrama R_1-R_2 , o granitóide Serra da Pintada exhibe um *trend* alcalino muito nítido, enquanto o granitóide do Mulungu seria subalcalino ou cálcio alcalino.

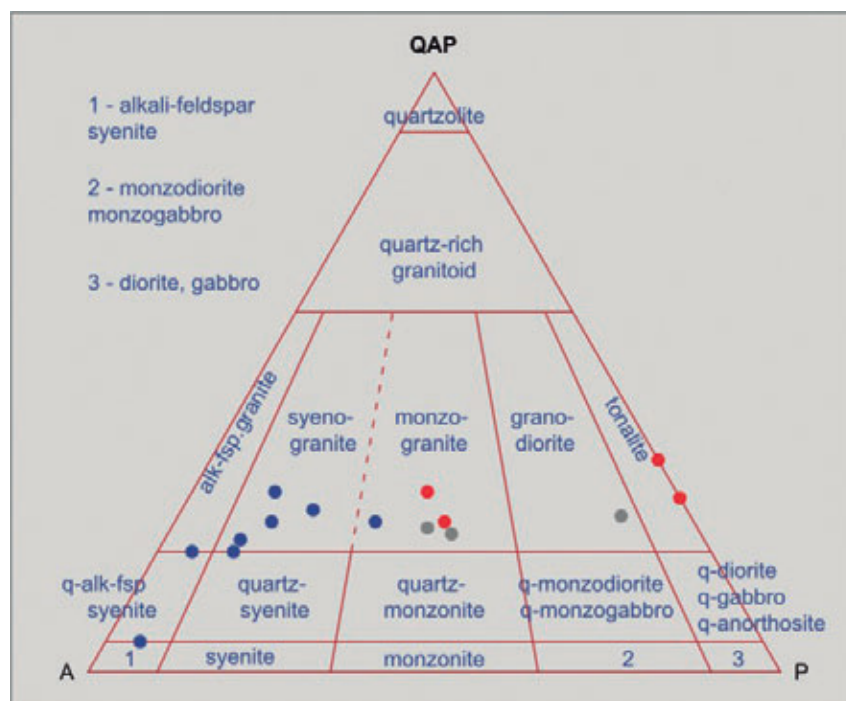


Figura 3.8 – Diagrama QAP de Streickeisen (1974) mostrando a distribuição litológica para os granitóides: Serra da Pintada (azul), Mulungu (vermelho) e rochas granitóides do embasamento (cinza).

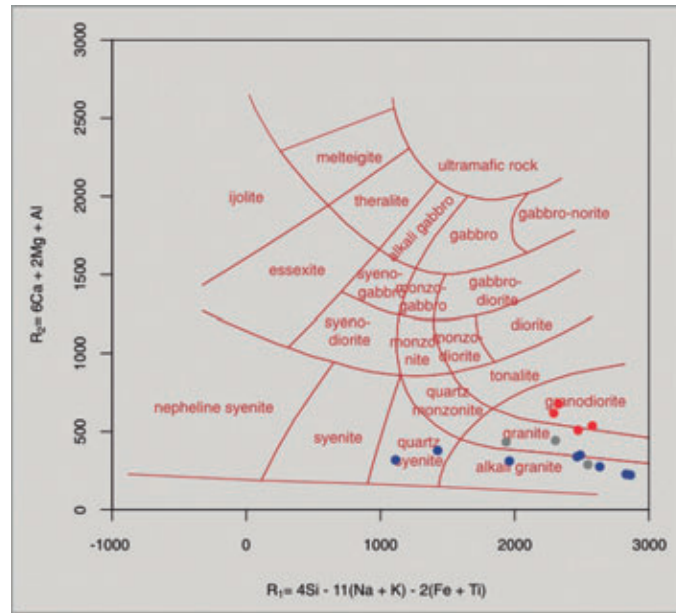


Figura 3.9 – Diagrama $R_1 - R_2$ de De La Roche et. al. (1980) mostrando a distribuição litológica para os granitóides: Serra da Pintada (azul), Mulungu (vermelho) e rochas granitóides do embasamento (cinza).

Os granitóides Serra da Pintada variam de peraluminosos a peralcalinos e os granitóides do embasamento e do Mulungu são metaluminosos (Figura 3.10). A dispersão de K_2O no diagrama de séries magmáticas não dá uma boa definição para estas rochas. Porém é possível observar que os granitóides do embasamento se aproximam mais da composição da série cálcio-alcalina de alto potássio das rochas sienograníticas da Serra da Pintada, enquanto as amostras do Granitóide do Mulungu localizam-se mais abaixo no gráfico, na série cálcio-alcalina normal (Figura 3.11).

A hidrotermalização presente na área e detectada a partir das análises petrográficas em grande parte das rochas, não dificultou a visualização de *trends* de distribuição nos diagramas de óxidos maiores, os quais podem ser delineados para os granitóides Serra da Pintada e do Mulungu (Figura 3.12). Nas três amostras de granitóides do embasamento, vê-se a influência desta hidrotermalização nos gráficos; porém tendo-se apenas poucas amostras para análise, a interpretação dos resultados torna-se muito difícil.

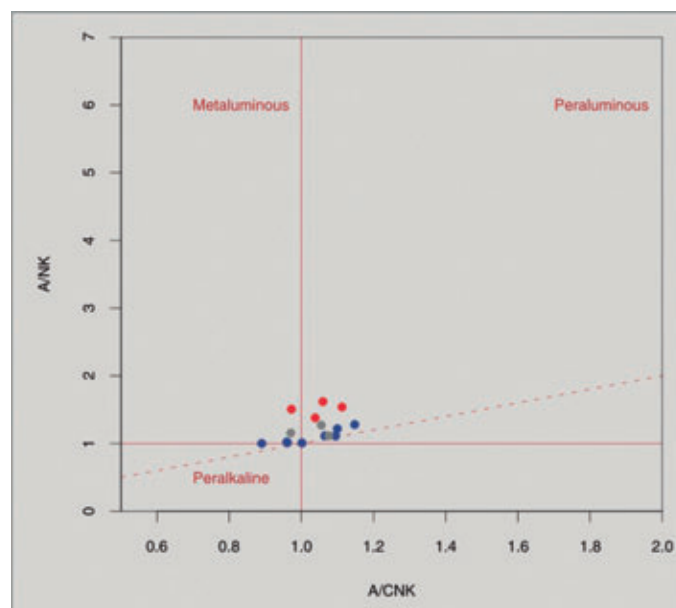


Figura 3.10 – Diagrama $A/CNK-A/NK$ de Shand (1943) mostrando a relação de aluminosidade para os granitóides: Serra da Pintada (azul), Mulungu (vermelho) e rochas granitóides do embasamento (cinza).

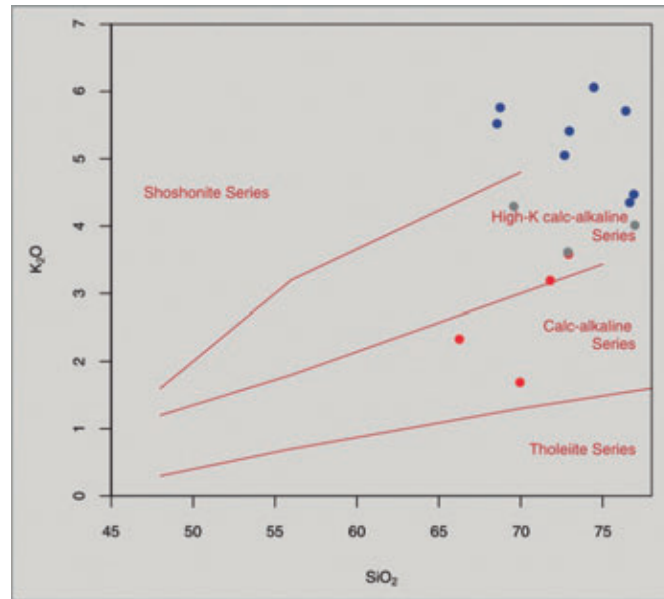


Figura 3.11 – Diagrama de Séries Magmáticas de Peccerillo & Taylor (1976) mostrando a dispersão em K_2O para os agrupamentos dos granitóides: Serra da Pintada (azul), Mulungu (vermelho) e rochas granitóides do embasamento (cinza).

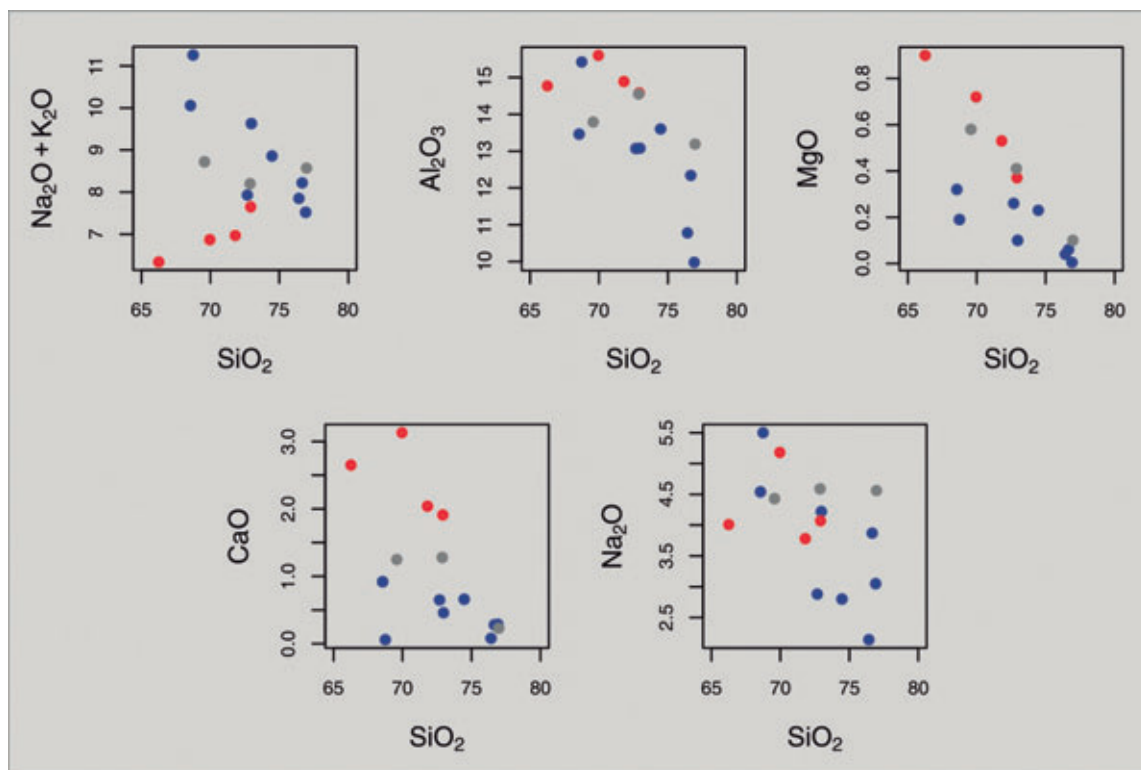


Figura 3.12 – Diagramas de Óxidos Maiores para os granitóides: Serra da Pintada (azul), Mulungu (vermelho) e rochas granitóides do embasamento (cinza).

O diagrama ETR construído para o granitóide Serra da Pintada mostra espectros característicos de magmatismo do tipo A e as amostras possivelmente apresentam duas fácies, uma mais enriquecida do que a outra em ETR totais (Figura 3.13). A análise de ETR das amostras do granitóide do Mulungu resultou em espectros irrealistas, devido a erros analíticos ou mesmo devido à atuação de processos pós-magmáticos que afetaram as amostras. Os espec-

tros em diagrama ETR para amostras do embasamento também não obtiveram bons resultados.

Mais uma vez, o Granitóide Serra da Pintada exhibe características fortemente indicadoras de magmatismo alcalino do tipo A, a partir da análise de multielementos no diagrama *spider*. Seus espectros multielementares exibem uma quase ausência de anomalia negativa de Nb, fortes anomalias negativas

de Sr, P e Ti aliados a um importante enriquecimento de HFSE representados por Y, Yb e Lu (Figura 3.14).

O Granitóide do Mulungu apresenta espectros desarmônicos no diagrama spider, porém,

mostra características que apontam para uma série cálcio alcalina, como a anomalia negativa de Nb e enriquecimento em LILE em relação aos HFSE (Figura 3.15).

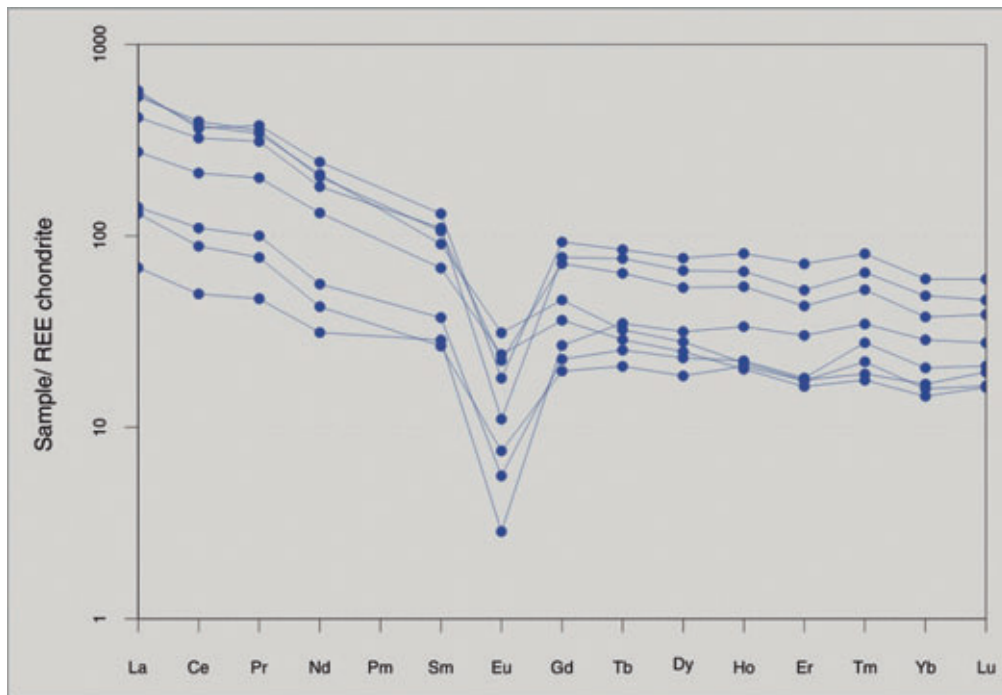


Figura 3.13 – Diagramas de variação composicional de Terras Raras segundo Nakamura (1974) para o Granitóide Serra da Pintada.

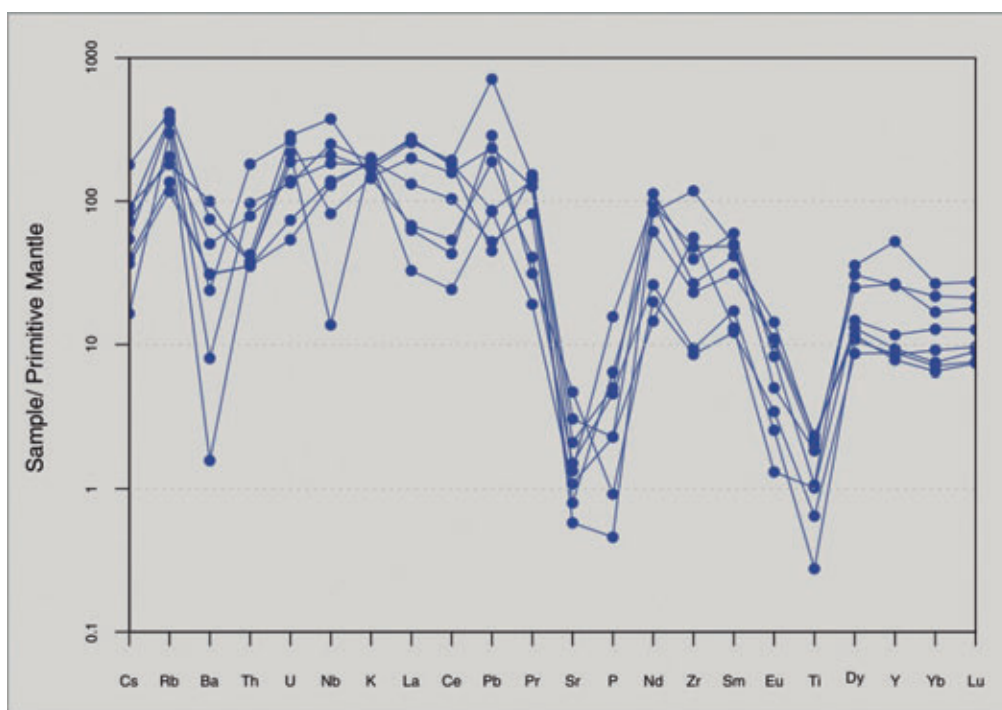


Figura 3.14 – Diagrama "spider" de variação composicional de elementos Terras Raras segundo Sun & McDonough (1989) para o Granitóide Serra da Pintada.

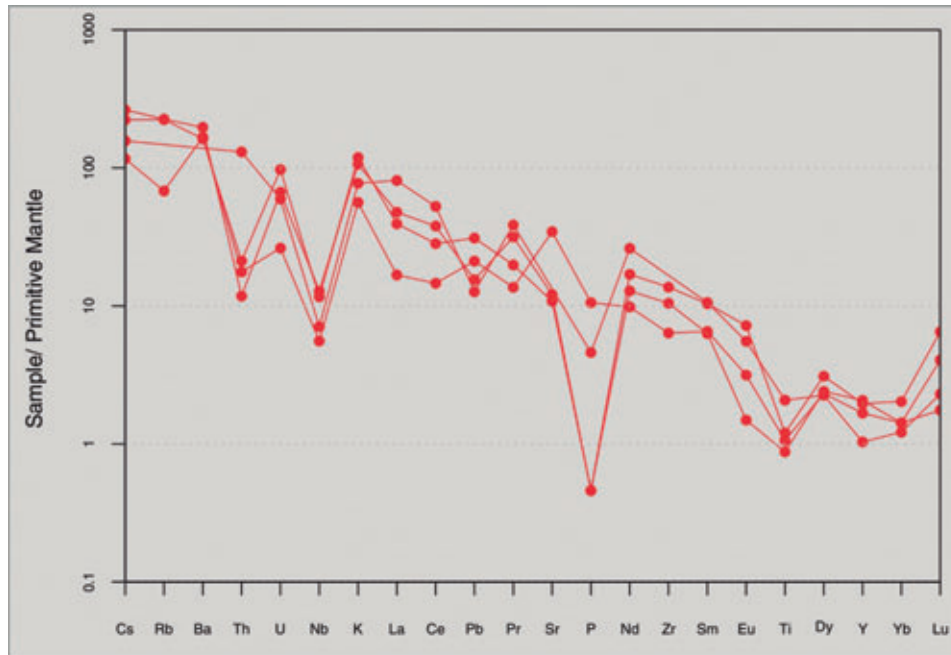


Figura 3.15 – Diagrama “spider” de variação composicional de elementos Terras Raras segundo Sun & McDonough (1989) para o Granitóide do Mulungu.

Tentou-se estabelecer a ambientação tectônica dos granitóides utilizando-se os diagramas tectônicos de Pearce et. al. (1984) e de Whalen et. al., 1987. O Granitóide Serra da Pintada fica claramente definido como um corpo alcalino que se formou a partir de um

magmatismo em ambiente intraplaca. A assinatura geoquímica de rochas cálcio-alcalinas para os granitóides do Mulungu e do embasamento sugerem a sua formação associada a ambientes de arcos magmáticos em limites convergentes de placa. Figuras 3.16 e 3.17.

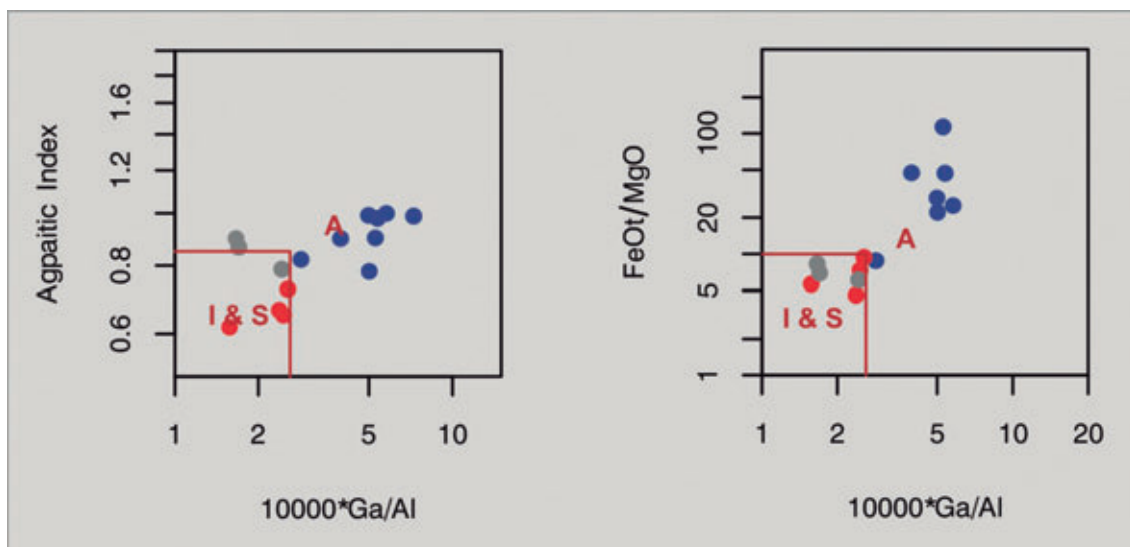


Figura 3.16 – Diagramas de ambientação tectônica segundo Whalen et. al. (1987) para os granitóides: Serra da Pintada (azul), Mulungu (vermelho) e rochas granitóides do embasamento (cinza).

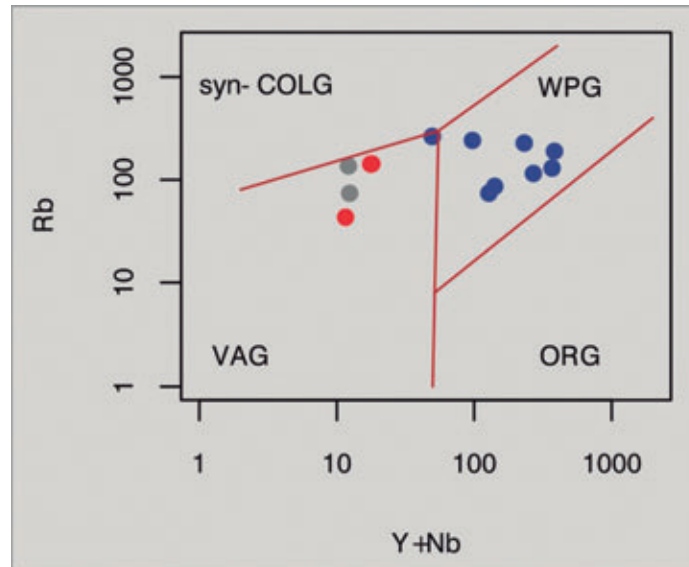


Figura 3.17 – Diagrama de ambientação tectônica segundo Pearce (1984) para os granitóides: Serra da Pintada (azul), Mulungu (vermelho) e rochas granitóides do embasamento (cinza).

3.3 - GRUPO RIO PRETO (M3N1rp)

A primeira referência ao Grupo Rio Preto (GRP) foi feita em 1971 por Barbosa & Batista (1971) como uma sequência metassedimentar situada na borda noroeste do Cráton do São Francisco, composta por gnaisses, xistos e filitos.

Compreende uma ampla faixa irregular e descontínua, projetada preferencialmente na direção nordeste; e constitui a região serrana que limita o estado do Piauí com a Bahia, sendo denominada Chapada da Tabatinga, uma unidade geomorfológica.

A distribuição espacial do Grupo Rio Preto e seus limites com as outras unidades litoestratigráficas dentro do limite da folha podem ser vistos na figura 4.1 no próximo capítulo.

O GRP mapeado na área apresenta expressivos marcadores estruturais, com uma alta densidade de lineamentos individualizados em imagens e produtos radarmétricos, tais como alinhamentos contínuos e curvos em sua foliação e padrões regionais de dobras e falhas.

Nesse conjunto de rochas, consideradas de idade mesoproterozóica pela literatura, os melhores afloramentos são encontrados em cortes de estradas e nas encostas de serras. Com destaque para aqueles situados na região das localidades de Conceição de Cima, Dionisinho, Baixão do Garrafa e Pedra Branca, merecendo destaque maior os afloramentos situados nas duas últimas localidades.

Importa registrar que os estudos de campo realizados nos afloramentos deste grupo foram muito prejudicados pelo elevado grau de alteração das

rochas, principalmente nos gnaisses e xistos, assim como, também, pela constante presença de camadas de poeira cobrindo as exposições.

Na área cartografada da Folha Avelino Lopes o GRP é composto por gnaisses, xistos, por vezes grafitosos e/ou granatíferos, e quartzitos puros e impuros, além de metarenitos e lentes de metaconglomerados subordinados. Nessas rochas pode-se encontrar frequente enriquecimento supergênico de ferro e/ou manganês.

Como não há até o momento nenhuma subdivisão oficial do Grupo Rio Preto na bibliografia e tendo-se encontrado tipos litológicos distintos (paragnaisse, xisto, quartzito, metarenito e metaconglomerado) em áreas dominantes para pelo menos dois destes tipos; neste mapeamento optou-se por uma subdivisão em dois fácies: um fácies quartzítico, onde há dominância de quartzitos e metarenitos; e um fácies correspondente as áreas onde dominam xistos e metaconglomerados subordinados. Todos estes tipos litológicos serão descritos admitindo-se esta subdivisão ainda informal. Descrevendo-se a forma de ocorrência destas rochas pretende-se o estabelecimento dos critérios necessários ao futuro registro de unidades formais (formações) dentro do Grupo Rio Preto.

3.3.1 - Fácies xistoso (M3N1rp1)

Neste fácies estão agrupadas todas as rochas xistosas, alguns paragnaises e lentes metaconglomeráticas, as quais encontram-se relacionadas em campo, em contato direto e/ou por sua distribuição em área.

Alguns afloramentos de paragneisses foram encontrados na região central e sudoeste da folha ao longo da rede de drenagens que correm para nordeste. Porém devido a pouca quantidade destes afloramentos (confirmados pela petrografia), não estabeleceu-se como uma unidade litológica passível de ser representada cartograficamente. Tais afloramentos foram então agrupados dentro do fácies xistoso.

Os poucos afloramentos de paragneisses são rasteiros, em ravinações pouco profundos nas margens de estradas carroçáveis e muito raramente encontram-se exposições maiores que um metro de altura em cortes de estrada. As rochas possuem coloração, em geral, acinzentada com tons claros a médios, devido à lixiviação atuante, granulação média e são fortemente foliadas. Mineralogicamente, quartzo, feldspatos e micas são os constituintes principais e opacos são acessórios. As rochas denominadas de paragneisses associadas ao Grupo Rio Preto normalmente apresentam bandamentos não espessos.

A mineralogia destas rochas e o delgado bandamento sugerem que são produto de metamorfismo atuante sobre rochas sedimentares de transição entre sedimentos pelíticos e psamíticos na pretérita Bacia do Rio Preto.

A estruturação principal observada nestes afloramentos, além da foliação metamórfica marcada principalmente por delgadas bandas com espessuras milimétricas a centimétricas de minerais micáceos, são os fraturamentos com vários sets sobrepostos.

3.3.1.1 - Xistos (M3N1rp1x)

Afloram na porção central e oeste da área, intercalados aos quartzitos do Grupo Rio Preto, estruturados ao longo de serras que integram o padrão estrutural regional em flor/leque presente naquela região. Estes xistos também afloram na região sudeste da área compondo uma seqüência em faixa com largura de até 20km e com cerca de 30km no sentido norte-sul, porém estruturada e alinhada na direção nordeste.

Os afloramentos são na maioria rasteiros, em ravinações pouco profundos nas margens de estradas carroçáveis e em cortes de estrada não muito altos com até, no máximo, um metro. Porém encontram-se melhores exposições com até 10m de altura em encostas de morros nas localidades de Conceição de Cima, Oscar e Antônio Barreto (Fotos 3.19 a 3.21).

A rocha possui coloração geralmente acinzentada em tons claros a escuros, textura média, podendo assumir colorações avermelhadas escuras nas porções granatíferas e até cinza-azuladas onde os

xistos são grafitosos, o que lhes atribue uma textura sedosa. Sua composição mineralógica é preponderantemente composta por muscovita com quartzo, feldspatos, sendo granada e/ou grafita constituintes secundários comuns e opacos são seus acessórios. Fotos 3.22 a 3.24.

Os estudos petrográficos definem uma origem a partir de sedimentos pelíticos que sofreram a ação de evento tectono-metamórfico de baixo a médio grau e que atuou sobre a chamada Bacia do Rio Preto.

A estruturação principal observada nestes afloramentos, além da foliação metamórfica marcada pela xistosidade, são dobras e fraturas observadas tanto em nível macroscópico quanto microscópico.

A partir destas observações e por sua distribuição espacial na área mapeada, propõe-se que este conjunto de tipos litológicos seja considerado uma unidade separada dentro do Grupo Rio Preto, e sugere-se o nome de Formação Bureré.



Foto 3.19 – Aspecto geral do afloramento de opaco – quartzo – muscovita xisto do ponto MR 348.



Foto 3.20 – Detalhe do afloramento de opaco – quartzo – muscovita xisto do ponto MR 348. Acentuada concentração de granadas alteradas (opacos) e crenulações no plano da foliação são bastante visíveis.

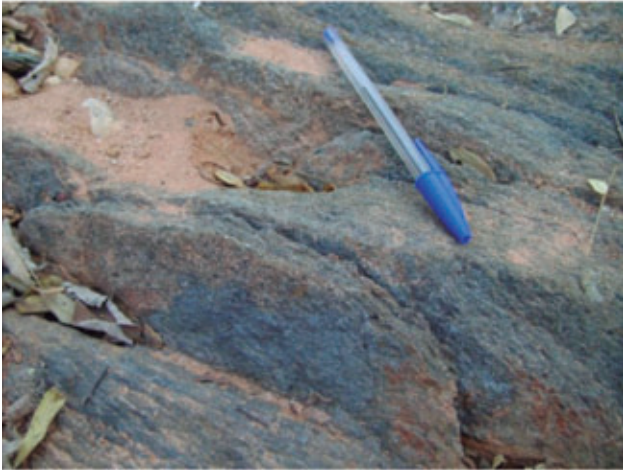


Foto 3.21 – Detalhe do afloramento de granada - grafita - muscovita - quartzo xisto do ponto MR 065, mostrando a tonalidade cinza escuro e aspecto textural mais fino.

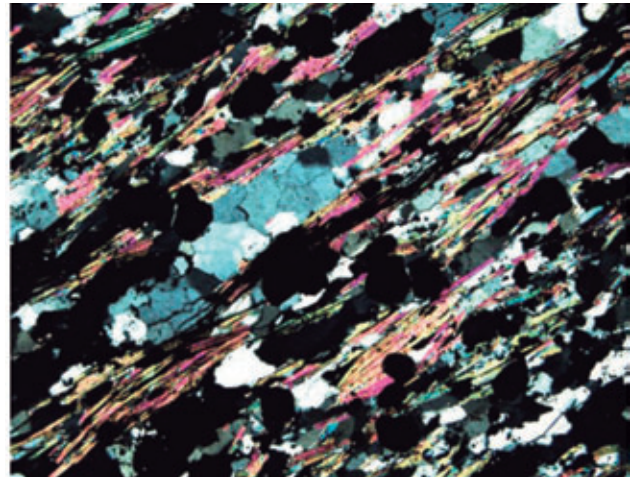


Foto 3.24 – Fotografia de lâmina delgada de granada - opaco - muscovita - quartzo xisto do afloramento MR 065. Aumento 4x em luz polarizada.

3.3.1.2 - Metaconglomerados (M3N1rp1c)

Os metaconglomerados são encontrados em lentes encaixados na faixa de xistos na porção sudeste da área. Tais lentes assumem dimensões de até 500m de largura por 2000m de comprimento.

Os pontos desta litologia compõem afloramentos em encostas de pequenas elevações (Fotos 3.25 e 3.26), alinhados de acordo com a direção da foliação metamórfica dos xistos nos quais estão encaixados.

A rocha possui coloração escura, marrom a castanho-avermelhada, textura grossa e é muito fracamente foliada. A matriz é silicosa e cimentada por material ferruginoso e os seixos são monomíticos, com média a alta esfericidade, subarredondados a bem arredondados, compostos por quartzo, chegando a até 20cm no eixo de maior comprimento.

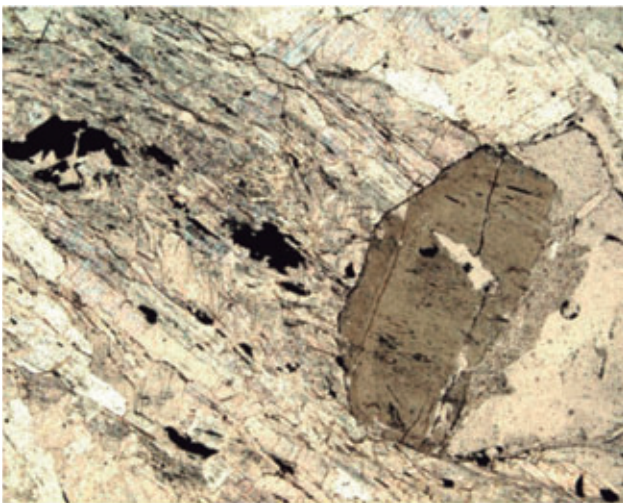


Foto 3.22 – Fotografia de lâmina delgada de turmalina - muscovita xisto do afloramento MR 340. Aumento 4x em luz polarizada.

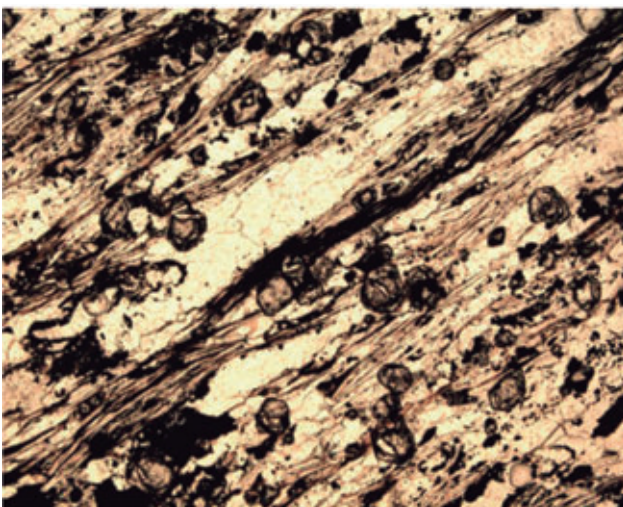


Foto 3.23 – Fotografia de lâmina delgada de granada - opaco - muscovita - quartzo xisto do afloramento MR 065. Aumento 4x em luz refletida.



Foto 3.25 – Aspecto geral de afloramento de metaconglomerado do ponto MR 337, mostrando o aspecto textural grosso com seixos e matações de quartzo.

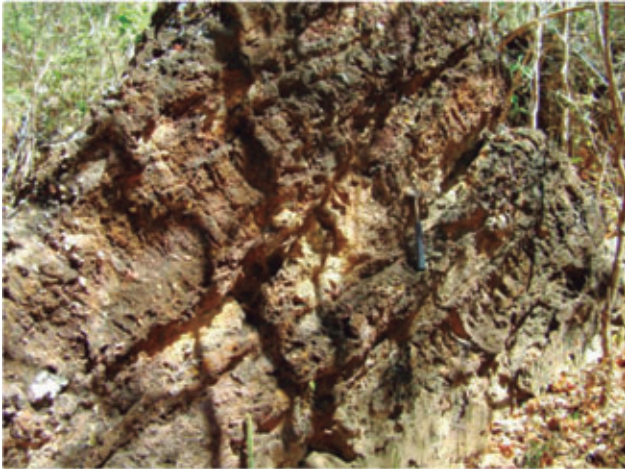


Foto 3.26 – Aspecto geral de afloramento de metaconglomerado do ponto MR 331, mostrando a matriz argilosa avermelhada na qual os seixos e matacões de quartzo encontram-se alinhados segundo planos de estruturas S0//S1.

As observações das características aqui descritas nos dão a interpretação de que estas lentes são o testemunho do resultado do retrabalhamento metamórfico de baixo grau que afetou minimamente tais sedimentos conglomeráticos. Provavelmente estes sedimentos mais grossos foram depositados intercalados em material areno-argilítico em canais onde a força do fluxo e a capacidade de transporte variavam, conforme as estações climáticas, alternando a deposição de sedimentos grossos e finos.

3.3.2 - Fácies quartizítico (M3N1rp2)

3.3.2.1 - Quartzitos (M3N1rp2q)

Essas rochas afloram na porção central e oeste da área, intercaladas aos mica-xistos do GRP. Na região central afloram como extensas e espessas camadas que sustentam o relevo, constituindo as regiões de mais altas altitudes ao longo do sistema de serras que se observa no local. Também afloram na região central e nordeste da área seguindo a direção da rede de drenagem que corre para nordeste da folha.

Exposições com menores altitudes, rasteiros nos pisos de estradas, em margens e paredes de pequenas barragens também são encontrados (Fotos 3.27 e 3.28).

As rochas possuem coloração, em geral, em tons claros creme/bege, com textura compacta nos quartzitos puros e textura de granulação fina a média naqueles próximos e/ou alternados aos xistos, onde tornam-se impuros, com presença de minerais micáceos. A foliação é facilmente observada mesmo nos pontos em que afloram quartzitos puros, onde é possível observar que o seu acamamento é paralelo à direção de foliação me-

tamórfica da área. Os ângulos de mergulhos dos planos de foliação nesta litologia variam de acordo com a região onde afloram, altos nas serras da porção central e baixos nos afloramentos mais a nordeste da folha.



Foto 3.27 – Aspecto geral de afloramento de muscovita quartzito do ponto MR 001, nunha parede de encosta na localidade do Lavarinto.



Foto 3.28 – Aspecto geral de quartzito, composicionalmente quase puro, no afloramento do ponto MR 204, as margens de um açude na localidade de Pedra Branca.

Os teores de quartzo estão sempre próximos aos 70%, chegando a até 96% nos quartzitos quase puros. As micas, muscovita e biotita, são os constituintes secundários mais comuns, porém em alguns pontos há também a presença de granadas e cianita. Os altos teores de quartzo das análises petrográficas indicam a formação destes quartzitos pelo metamorfismo sobre rochas psamíticas da Bacia do Rio Preto pré-existente.

Nestes afloramentos os padrões de fraturas podem ser observados e interpretados mais facilmente, devido ao carácter mais coeso desta litologia. As análises petrográficas mostram microfaturamento dos cristais na assembléia mineral destas rochas. Fotos 3.29 a 3.32.

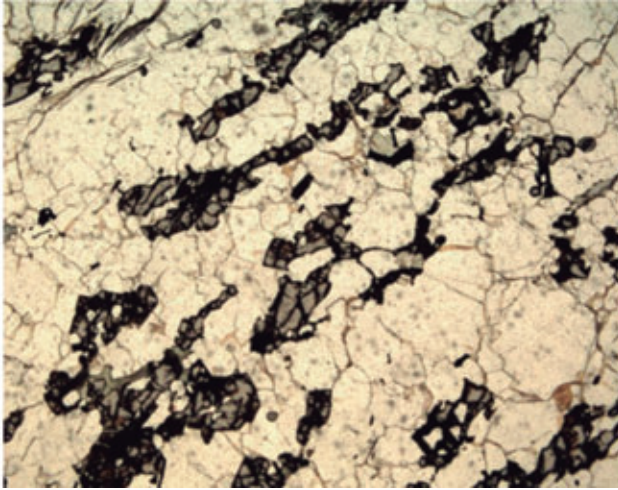


Foto 3.29 – Fotografia de lâmina delgada de granada-muscovita quartzito do afloramento MR 013. Aumento 4x em luz polarizada.

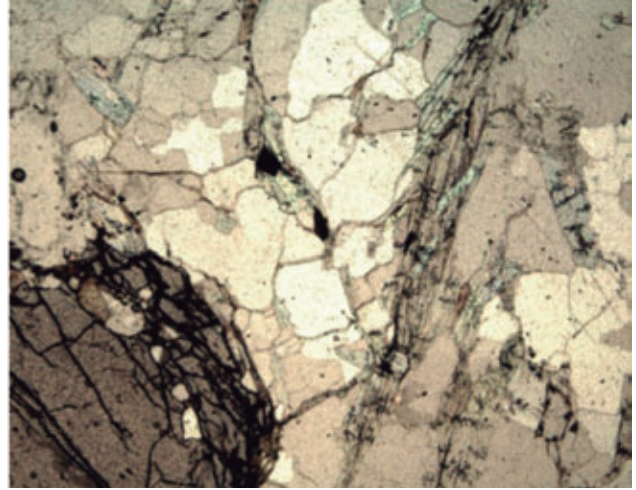


Foto 3.32 – Fotografia de lâmina delgada de muscovita-granada quartzito do afloramento MR 474 A. Aumento 4x em luz natural.

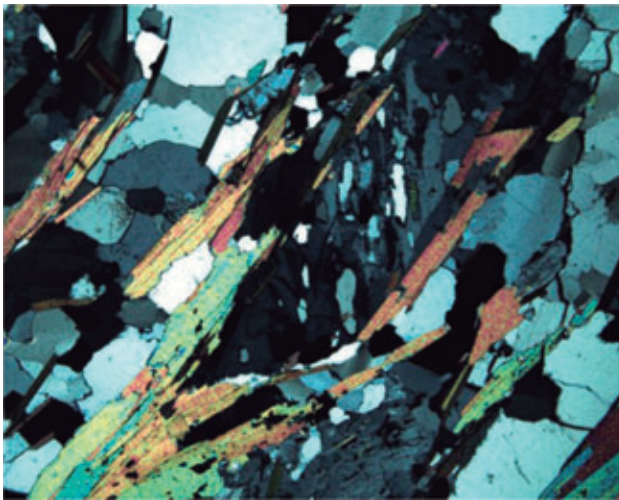


Foto 3.30 – Fotografia de lâmina delgada de muscovita-plagioclásio quartzito do afloramento MR 475 B. Aumento 4x em luz polarizada.

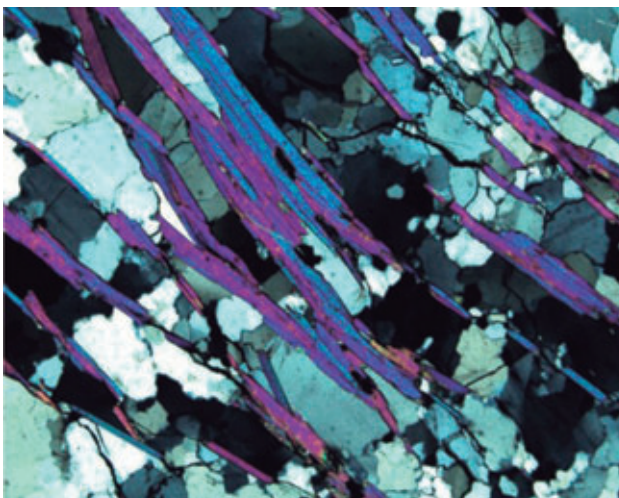


Foto 3.31 – Fotografia de lâmina delgada de muscovita quartzito do afloramento MR 338. Aumento 4x em luz polarizada.

3.3.2.2 - Metarenitos (M3N1rp2a)

Os afloramentos de metarenitos também estão inclusos nesta unidade informal pois adotou-se o critério de agrupamento de litologias, observando-se o tipo de material sedimentar de origem, ou seja, neste caso, sedimentos de composição psamítica, como fator preponderante na separação de fácies dentro do Grupo Rio Preto.

Os metarenitos encontrados na área estão localizados no canto noroeste da folha, alinhados para nordeste segundo a direção da faixa metassedimentar que ultrapassa os seus limites. Tais rochas possuem coloração bege a rosada e textura fina a grossa. É possível visualizar os grãos sedimentares pretéritos alinhados segundo sets de estratificações plano-paralela e cruzada-tabular de pequeno porte.

3.4 - COBERTURAS SEDIMENTARES

3.4.1 - Coberturas Detrito-Lateríticas (N1dl)

Esta é a unidade de cobertura mais extensa na área da Folha Avelino Lopes, correspondendo a 40% da superfície mapeada.

Corresponde a sedimentos essencialmente arenosos com níveis argilosos e/ou cascalhosos e repleto de crostas lateríticas predominantemente ferruginosas. Tais sedimentos apresentam-se cobrindo áreas onde afloram xistos e gnaisses de embasamento, desde o quadrante sudoeste até o centro e noroeste da folha.

Tal cobertura está associada claramente aos eventos intepéricos atuantes ao longo do tempo sobre as rochas subjacentes, das quais resultam as concentrações ferruginosas das crostas lateríticas.

3.4.2 - Depósitos Eólicos Continentais (Q1e)

Esta unidade é bastante abrangente na Folha Avelino Lopes, recobrando desde o sudeste até a porção nordeste e centro-norte da área mapeada, perfazendo aproximadamente 30% da superfície da folha.

São sedimentos arenosos e areno-argilosos que formam lençóis de areia com geometria irregular, mas que apresentam certo alinhamento no sentido leste-oeste, devido provavelmente ao retrabalhamento eólico preponderante nesta direção.

Estes sedimentos recobrem principalmente áreas no noroeste da área, onde há predominância de afloramentos de quartzitos do Grupo Rio Preto.

3.4.3 - Depósitos Aluvionares (Q2a)

Correspondem aos sedimentos arenosos ou areno-argilosos com restos de matéria orgânica que ocorrem ao longo dos canais mais espessos das principais drenagens da Folha Avelino Lopes. Esta unidade não é muito representativa na área pois poucas drenagens possuem preenchimento por sedimentos, e somente duas regiões na folha têm drenagens preenchidas por sedimentos com dimensões suficientes para serem cartografadas na escala utilizada neste mapeamento. Estas regiões onde a unidade sedimentar de depósitos aluvionares foram representadas no mapa geológico estão na localidade de Redenção e na drenagem que alimenta a barragem do município de Avelino Lopes.

4 – GEOLOGIA ESTRUTURAL E EVOLUÇÃO TECTÔNICA

A área englobada pela Folha Avelino Lopes apresenta forte estruturação tectônica, estando inserida na margem noroeste do Cráton do São Francisco (CSF), onde além do embasamento gnáissico afloram os metassedimentos da Faixa de Dobramentos Rio Preto, composta por quartzitos e xistos do Grupo Rio Preto (GRP).

As faixas dobradas que margeam o CSF vêm a muito sendo estudadas com objetivo de entender-se as relações tectônicas entre elas e de cada uma delas com o cráton. Porém, devido à existência de coberturas meso-cenozóicas sobre os limites sudoeste e noroeste, na Faixa Rio Preto o estabelecimento destas relações ainda encontra-se um tanto indeterminado.

Consenso entre todas as pesquisas já realizadas na Faixa Rio Preto é a sua clara relação com o Ciclo Brasileiro, relação esta evidenciada por analogia com as Faixas Brasília e Riacho do Pontal, através dos padrões deformacionais e de metamorfismo (Fuck, 1992) (Figura 2.2).

O estudo realizado por Silva (1987) reconheceu no complexo gnáissico-migmatítico 4 fases de deformação (pós-bandamento gnáissico), também impressas na sequência neoproterozóica da Faixa Rio Preto, comprovando a atuação energética de eventos tectônicos no Ciclo Brasileiro.

O trabalho de Caxito (2010) confirma os padrões estruturais polifásicos e a presença de uma estrutura quilométrica na forma de um leque de dupla vergência para a região da Faixa Rio Preto, descritos anteriormente por outros autores (Jardim de Sá e Hackspacher, 1980; Silva, 1987 e Silva *et al.*, 1989, 1990) e sugere a origem de tal estrutura durante o brasileiro através de uma convergência oblíqua entre o CSF e o complexo de embasamento. (Figura 4.1).

O carácter polifásico das estruturas encontradas em campo no presente mapeamento concordam com os *trends* descritos em Fuck (1992); havendo inversões de mergulhos em alternâncias que podem ser explicadas pela influência da proximidade dos pontos descritos em relação ao flanco leste do leque assimétrico, o qual transcende o limite oeste da folha mapeada.

Tais inversões de mergulho nos planos de foliações foram encontradas tanto nos gnaisses do embasamento quanto nas rochas metassedimentares do Grupo Rio Preto, principalmente nos quartzitos e xistos. Muitas outras estruturas foram encontradas nos pontos aflorantes de rochas gnáissicas do emba-

samento e metassedimentares da porção norte da Faixa Rio Preto, inseridas na folha mapeada.

4.1 - ESTRUTURAS DÚCTEIS

Na Folha Avelino Lopes afloram predominantemente rochas metamórficas, seja do embasamento ou da faixa dobrada adjacente, onde as principais estruturas visíveis em afloramento são aquelas originadas pela sucessão dos eventos tectônicos que ocorreram na região e das respectivas deformações a eles relacionadas.

Os elementos estruturais predominantes são as estruturas dúcteis decorrentes dos eventos tectono-metamórficos ocorridos na área.

Como dito anteriormente, durante as etapas de campo, apesar da rara presença de bons afloramentos, devido à presença de extensas áreas de coberturas cenozóicas, foram identificadas estruturas relacionadas, no mínimo, a três fases de deformação.

As principais estruturas vistas foram as foliações miloníticas em gnaisses e granitóides, os bandamentos gnáissico e milonítico próximos a zonas de cisalhamento em escalas métricas a decamétricas e xistosidade com crenulações nos metassedimentos (Fotos 4.1 a 4.8). As mesozonas de cisalhamento ocorrem principalmente nos ortognaisses e no corpo granodiorítico do Mulungu, como estruturas indicadoras de deslocamento ora dextral, ora sinistral, em sua maioria com altos mergulhos e muitas vezes subverticais; porém sem representatividade na escala mapeada.



Foto 4.1 – Bandamento gnáissico em ortognaisse, em planta, no ponto de afloramento MR 544. Atitude 355°Az/36° ENE.

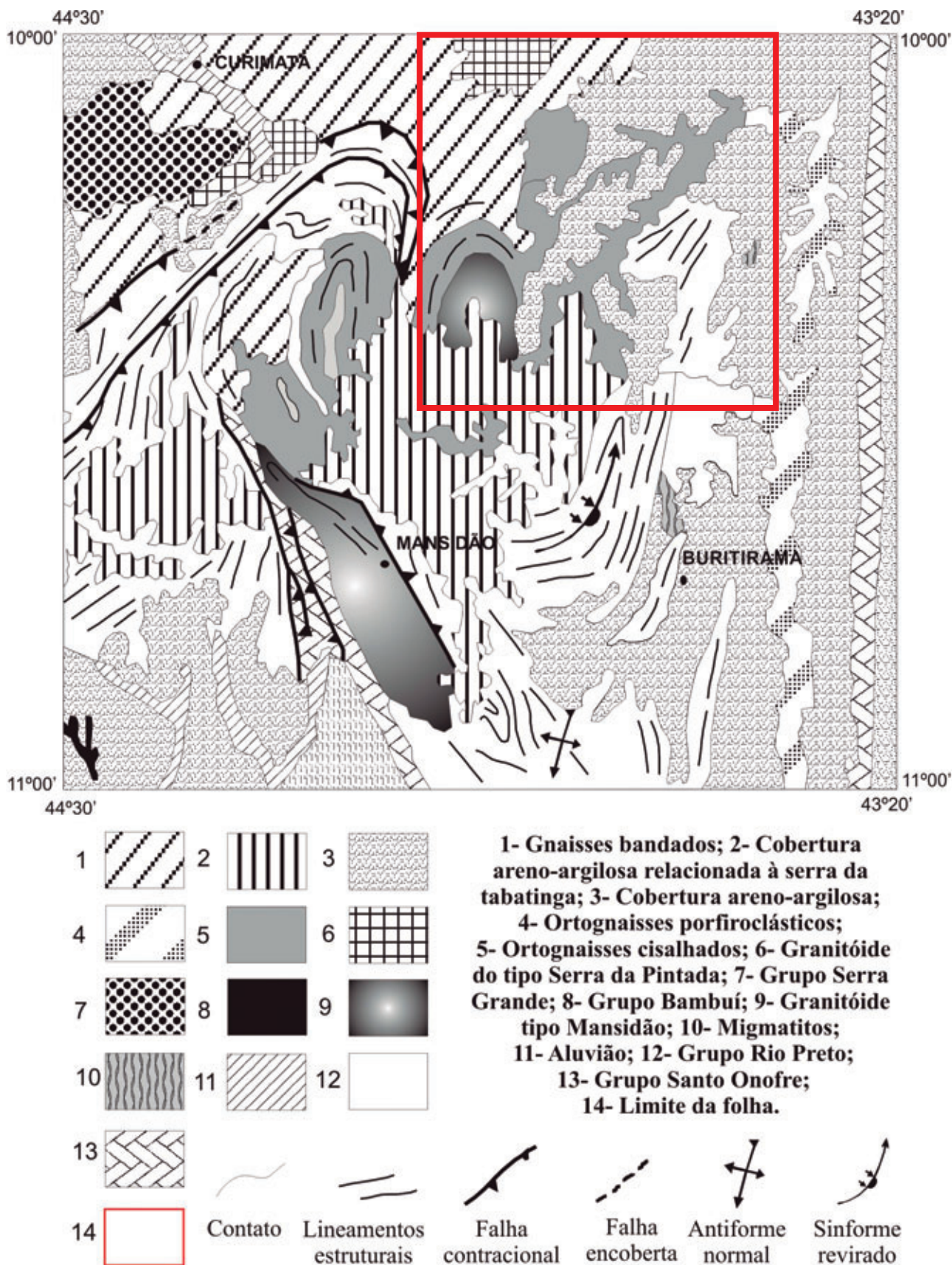


Figura 4.1 – Mapa geológico simplificado mostrando a estruturação em leque que ocorre parcialmente na área da folha Avelino Lopes. Modificado de Arcanjo et al. (1999).



Foto 4.2 - Porfiroclastos de feldspato estirados segundo o bandamento gnáissico em ortognaisse em planta no afloramento MR 446.
Atitude 10°Az/82° NW.



Foto 4.5 – Mesozona de cisalhamento com cinemática dextral em granodiorito do Granitóide do Mulungu em planta no ponto de afloramento MR 064.
Atitude 330°Az/subvertical.



Foto 4.3 – Bandamento milonítico em ortognaisse em corte no ponto de afloramento MR 147, mostrando alternância de cores que reflete as composições mais e menos enriquecidas de minerais máficos.
Atitude 218°Az/43° NW.



Foto 4.6 - Mesozona de cisalhamento com espessura centimétrica e indicação de movimento sinistral em planta no ponto MR 169.
Atitude 315°Az/subvertical.



Foto 4.4 – Foliação milonítica em ortognaisse em corte com cristais cominuídos e estirados segundo o eixo de maior “strain” no ponto de afloramento MR 150.
Atitude 255°Az/27° NW.



Foto 4.7 – Aspecto da xistosidade que marca as rochas metassedimentares do Grupo Rio Preto. Planos S/C em corte no ponto de afloramento MR 024, caracterizando um empurrão. Atitude 235°Az/34° NW.

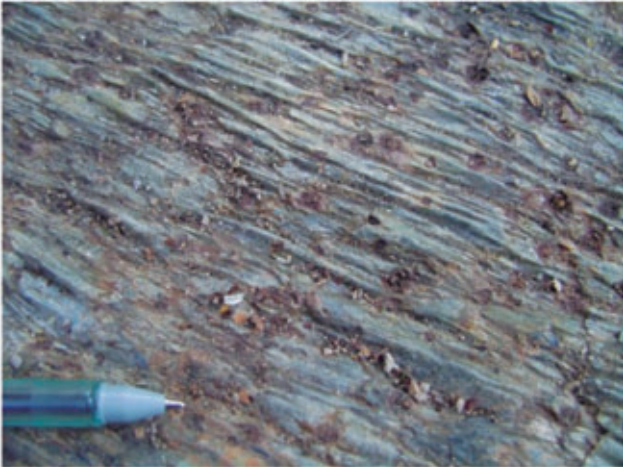


Foto 4.8 – Vista em planta de crenulações (5°/223°Az) em plano de foliação de rocha xistosa no ponto de afloramento MR 348. Atitude 40°Az/33° NW.

Outras estruturas relacionadas à deformação dúctil como dobras, dobras intrafoliais, veios dobrados, *tension gashes*, boudins e estiramentos também foram observados (Fotos 4.9 a 4.12); além de elementos de maior detalhe, como indicadores cinemáticos: porfiroclastos sigmóidais indicadores de planos S/C, lineações de estiramento (Lx) e de eixos de dobras (Lb), os quais foram encontrados com menor frequência, porém não menos importantes ao entendimento e compreensão dos eventos tectônicos ocorridos na área.



Foto 4.9 – Veio dobrado em granitóide do ponto de afloramento MR 028.

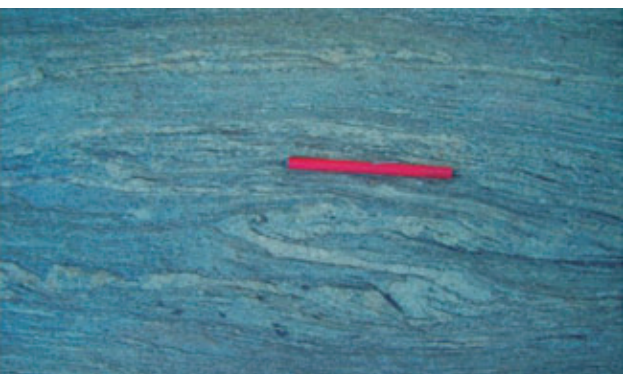


Foto 4.10 – Exemplo de dobra intrafolial em ortogneisse milonítico (em planta) no ponto de afloramento MR 039. Atitude 40°Az/subvertical.



Foto 4.11 – “Tension gashes” no Granitóide Serra da Pintada (em corte oblíquo). Ponto de afloramento MR 139. Atitude 65°Az/28°NW.

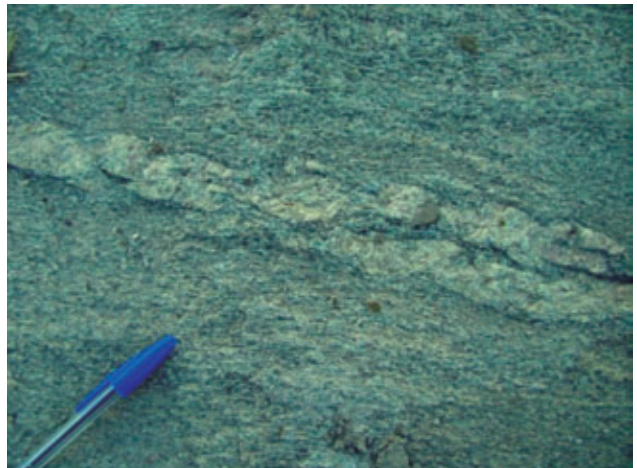


Foto 4.12 – Ortogneisse de embasamento no ponto de afloramento do ponto MR 039 apresentando veio em processo de “boudinagem”, não completamente rompido. Atitude 40°Az/78°SE.

Tanto os gnaisses de embasamento quanto as rochas xistosas em muitos afloramentos apresentam dobras que variam de fechadas a suaves. As minidobras em “S” e “Z” que caracterizam flancos de dobras maiores D_2 , são comumente observadas em afloramentos xistosos do Grupo Rio Preto; porém também podem ser vistas nos afloramentos dos gnaisses de embasamento (Figura 4.2).

As dobras intrafoliais reliquiais encontradas principalmente nos gnaisses miloníticos e migmatizados do embasamento e denotam que há pelo menos uma fase de deformação pretérita, a qual está quase completamente transposta pelas estruturas deformacionais S_2 . As estruturas relacionadas à S_2 são as dobras fechadas, normais e abertas vistas nos gnaisses e dobras fechadas a normais encontradas nos metassedimentos. Tais dobras em alguns pontos são encontradas como dobras recumbentes. As medidas de eixos de dobras foram tomadas principalmente nestas do-

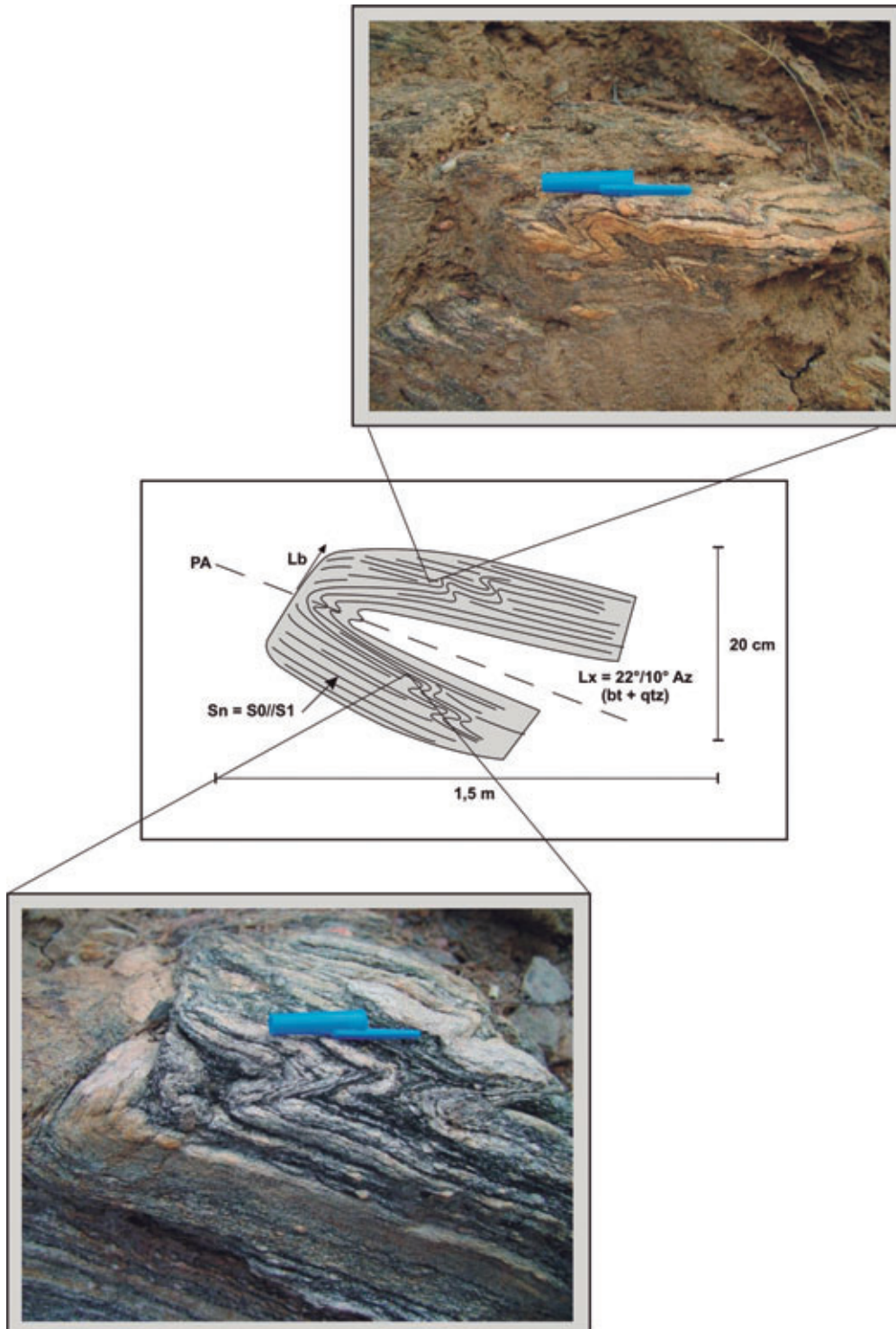


Figura 4.2 – Minidobras em “Z” e “S” nos flancos de dobra recumbente em afloramento de gnaiss do ponto MR 493.

bras D_2 , quando suas charneiras foram encontradas, ou então, a partir dos eixos das minidobras que possibilitaram esta medição. As lineações de eixo de dobras L_b em D_2 variam de 3° a 37° para $115^\circ Az$. Ao longo de leitos de drenagem, dobras suaves ocorrem em alguns afloramentos de lajedos nos gnaisses do embasamento. Estes arqueamentos podem ainda estar relacionados ao even-

to D_2 ou podem ser expressões de um esforço D_3 de menor intensidade.

Como exemplo de estruturas associadas a D_3 estão dobras coaxiais com padrão de interferência tipo laço, vistas em alguns afloramentos. O exemplo melhor visualizado ocorre no ponto MR 147, num gnaiss milonítico com bandamento de espessura milimétrica. (Figura 4.3.).

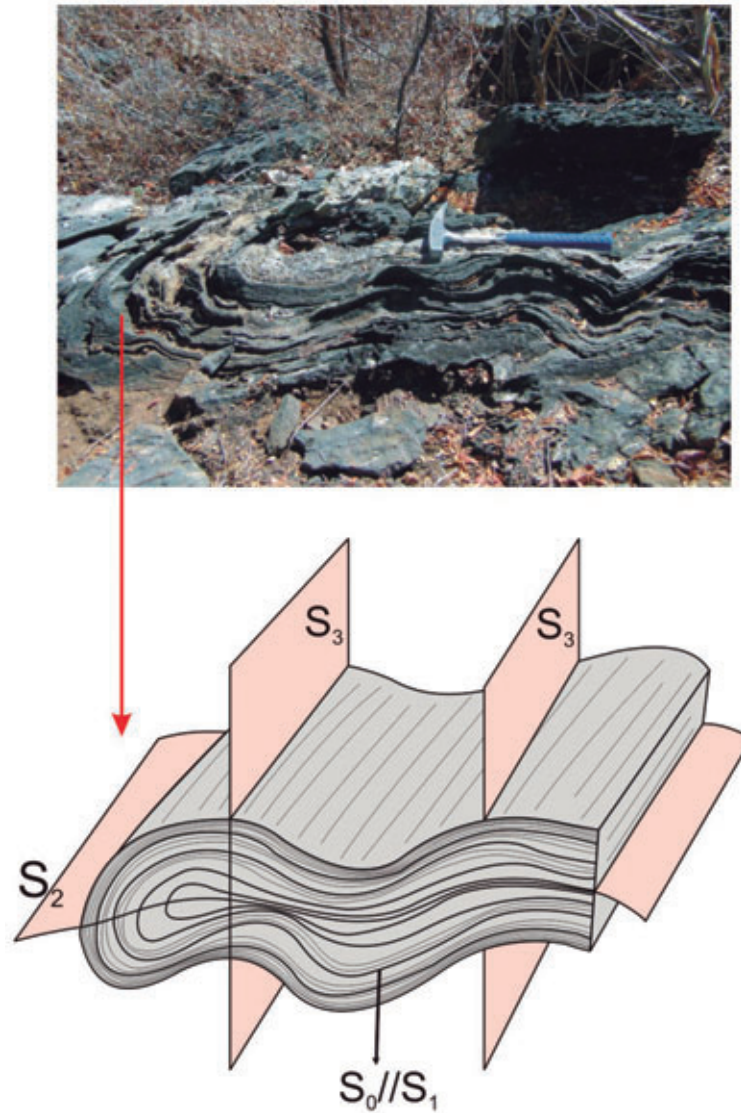


Figura 4.3 – Esquema de redobramento tipo laço observado em gnaiss milonítico com bandas ferríferas magnéticas no ponto de afloramento MR 147.

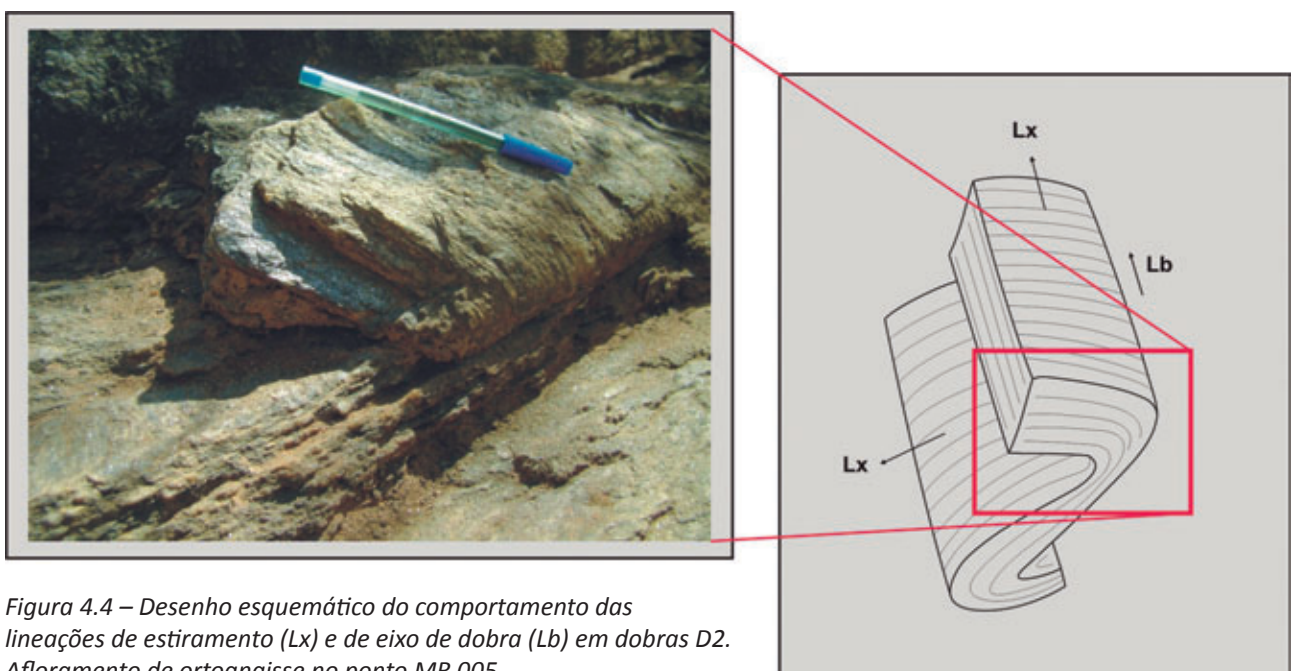


Figura 4.4 – Desenho esquemático do comportamento das lineações de estiramento (Lx) e de eixo de dobra (Lb) em dobras D2. Afloramento de ortognaiss no ponto MR 005.

As estruturas lineares do esforço dúctil mais fáceis e comuns de serem identificadas foram as lineações de estiramento sobre planos de foliação em D_2 , tanto nos gnaisses quanto nos xistos. (Figura 4.4).

Tectonitos L também foram encontrados nas zonas de borda do Granitóide Serra da Pintada, onde também vê-se fortes lineações de estiramento nos planos de foliações miloníticas geradas pelas zonas de empurrões que o delimitam dos gnaisses de embasamento a sul.

As lineações de estiramento nesta região têm caimentos que variam de 24° a 36° no sentido norte predominante, com algumas lineações caindo para sul com menor intensidade, de 3° a 22° .

Já as lineações de estiramento na região centro-oeste da folha, no interior da mega-estrutura em leque, parcialmente presente na área, têm seus caimentos variando de 4° a 21° para sudeste e sudoeste e com maior intensidade, de 36° a 40° para norte.

Lineações de eixo de dobras no interior e no flanco leste da estrutura em leque têm caimentos, respectivamente, para sudeste, variando de 3° a 37° ; e de 30° para norte.

4.2 - ESTRUTURAS RÚPTEIS E DÚCTEIS-RÚPTEIS

Estruturas relacionadas à deformação no limite dúctil-rúptil tais como *stock works*, *tension gashes* e sistemas de veios aplíticos e/ou quartzosos em direções repetitivas, demonstram que durante esta fase da deformação, também houve condições ideais para o desprendimento e percolação de fluídos que preencheram tais estruturas.

Em toda a área é extremamente comum a presença de veios e diques quartzosos com espessuras milimétricas a decimétricas e extensões métricas a decamétricas, que cortam as rochas (gnaisse e metassedimentos) em várias direções. Como se sabe, tamanha profusão de veios e diques quartzosos relaciona-se a regiões onde fluídos hidrotermais estiveram presentes, ocasionando rearranjo e alterações mineralógicas nas rochas durante e após a cessação dos processos metamórficos. Tais veios e diques, que denotam uma fase de alívio de tensões, adquirem direções preferenciais ao longo das zonas de fraqueza nas rochas. As principais direções dos veios e diques observados têm direções nordeste (20° a 30° Az) e noroeste (330° a 350° Az).

Além destas estruturas com preenchimento de fluídos, após os eventos deformacionais de maior expressão térmica, ocorreram, na área, esforços tardios que causaram a ruptura das rochas através de falhas e fraturas. A ocorrência destas estruturas é bastante expressiva na área, principalmente as fraturas. Aqui podemos listar sets de fraturas em várias direções, juntas secas e/ou juntas preenchidas com

espessuras milimétricas e extensões até métricas. Alguns tipos especiais de juntas também foram encontradas, tais como juntas de cisalhamento conjugadas, juntas extensionais escalonadas e juntas híbridas em *pull-a-part*. (Fotos 4.13 a 4.16 e Figura 4.5).



Foto 4.13 – Par de juntas conjugadas de cisalhamento, subverticais, em planta, em afloramento granítico no ponto MR 032. Atitudes 305° Az e 240° Az.



Foto 4.14 – Juntas extensionais escalonadas em afloramento granítico no ponto MR 181. Marcam uma zona de cisalhamento sinistral com atitude aproximada 315° Az.



Foto 4.15 – Juntas extensionais escalonadas em afloramento granítico no ponto MR 181. Marcam uma zona de cisalhamento sinistral com atitude aproximada 10° Az.



Foto 4.16 – Junta em “pull-a-part” em afloramento granítico no ponto MR 034. Atitude 350°Az/subvertical.

A maioria das fraturas e juntas não apresenta caimento, sendo verticais ou subverticais. Fez-se

um tratamento estatístico das principais direções de ocorrência destas estruturas na tentativa de obter-se os principais eixos de tensão dos esforços mais recentes. Para tanto, agruparam-se todas as medidas de mesma característica num diagrama de roseta. O resultado pode ser comparado com o estudo de lineamentos realizado na fase preliminar do mapeamento da folha. Concluiu-se que as duas rosetas obtidas apresentam duas direções preferenciais: NE-SW e NW-SE, e na direção N-S subordinadamente, no diagrama que representa a ocorrência de fraturas e juntas em campo (Figura 4.6).

A interpretação do campo de tensões atuantes na área, baseada no tratamento estatístico, indica a predominância de direções NE sobre NW, sugerindo a atuação de s_1 compressivo nestas direções para estruturas regionais maiores; e de duas direções predominantes NE e NW, correspondentes ao registro de tais direções, como s_1 e s_1' , em estruturas de afloramento.

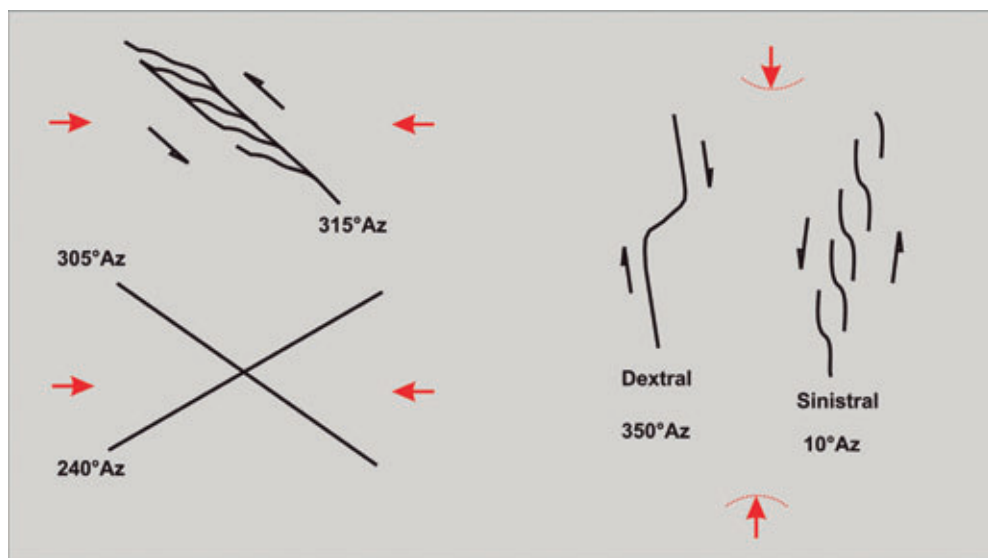


Figura 4.5 – Desenhos esquemáticos das juntas mostradas nas fotos anteriores, mostrando os vetores de compressão máxima s_1 em vermelho.

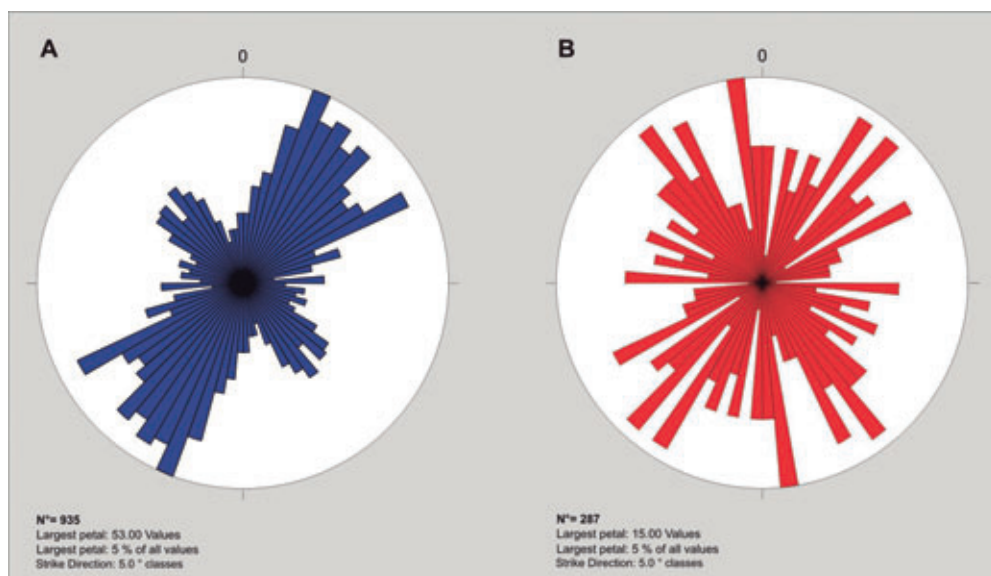


Figura 4.6 – Diagramas de rosetas de estruturas rúpteis. Em A estão representados os lineamentos rúpteis interpretados em fotografias aéreas na fase preliminar do projeto; em B estão representados os dados de fraturas medidas nas etapas de campo do mapeamento.

A partir da observação das estruturas em campo e correlacionando-as aos eventos tectônicos que explicam o surgimento de cada uma delas, pode-se constatar que a Folha Avelino Lopes insere-se numa área onde ocorreram eventos tectônicos superpostos.

A começar pelas rochas de embasamento, a presença de vários tipos de dobras e padrões de redobramento em laço, além dos bandamentos miloníticos, reforçam a teoria de esforços polifásicos. Segundo as estruturas observadas a região sofreu, no mínimo, a atuação de três fases deformacionais. Ao menos uma fase de deformação estaria transposta em S_2 , que corresponderia a S_0/S_1 e S_2 teria sofrido novo evento tectônico em S_3 , o qual está associado às estruturas miloníticas e dobras redobradas em laço. Este evento D_3 pode ser associado ao Evento Brasiliano que afetou todas as rochas da região, conforme demonstram as análises petrográficas (hidrotermalismo expressivo) e geocronológicas efetuadas.

O Granitóide do Mulungu é um plúton granodiorítico que pode ser associado ao embasamento gnáissico devido a sua idade paleoproterozóica, como o evento ígneo mais antigo posterior ao embasamento. Sendo assim, este corpo sofreu pelo menos uma das fases deformacionais S_n (sin a tardi) que teriam ocorrido sobre o embasamento e que hoje encontram-se completamente obliteradas.

Nos metassedimentos, em alguns pontos ainda é possível identificar-se $S_0//S_1$; além de S_2 e S_3 , os quais também estão presentes no embasamento. As observações e medidas tomadas em campo provam que na área há pelo menos 3 fases deformacionais observáveis, podendo-se sugerir ao menos mais uma fase inerente, unicamente, à deformação anterior a estes eventos, restrita ao embasamento.

A partir de novos estudos geocronológicos mais detalhados será possível melhor relacionar cada uma destas fases, principalmente, a partir de datações nos metassedimentos do Grupo Rio Preto.

5 – GEOCRONOLOGIA

Apenas poucos dados geocronológicos encontram-se disponíveis na literatura para a região abrangida pela Folha Avelino Lopes. As idades encontradas nestas datações foram realizadas em gnaisses de embasamento e no corpo denominado Granito Mansidão próximo à cidade de mesmo nome na Bahia e estão disponíveis em Arcanjo e Braz Filho (1999).

No Granito Mansidão foi utilizado o método Rb/Sr em uma isócrona de afloramento que forneceu a idade de 2.046 Ma, atribuída ao período de instalação e cristalização plutônica no Paleoproterozóico. Idades em torno de 600 Ma obtidas pelo método K/Ar, no mesmo corpo, foi compatível à idade de 540 Ma encontrada em gnaisses bandados de embasamento próximo a cidade de Cristalândia do Piauí; tais idades revelaram a existência de processos de rejuvenescimento isotópico equivalentes ao retrabalhamento Brasileiro sobre a faixa de rochas pré-cambrianas, segundo os autores.

Os dados destas análises podem ser encontrados no Mapa Geocronológico do Estado da Bahia (Mascarenhas e Garcia, 1989).

Neste projeto de mapeamento foram efetuadas 4 análises geocronológicas em zircão pelo método U-Pb SHRIMP (Sensitive High Resolution Ion

MicroProbe) no Laboratório de Geocronologia da Universidade de Brasília.

As quatro amostras escolhidas para datação pelo método U-Pb, juntamente a uma quinta amostra, foram enviadas para datação pelo método Sm-Nd em rocha total no Laboratório de Geocronologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. No entanto, até a finalização deste relatório, os resultados destas análises ainda não haviam sido obtidos.

O primeiro método, U-Pb, visou a determinação das idades de cristalização de cada rocha, a partir da escolha dos melhores zircões; e com o método Sm-Nd, espera-se complementar os resultados obtidos através da confirmação por idades modelo e índices (+ε/-ε) de proveniência das rochas.

Foram escolhidas duas amostras do embasamento, MR-005 e MR-412, uma amostra do Granitóide do Mulungu, (MR-064) e uma amostra, MR-151, do Granitóide Serra da Pintada.

Apesar de todas as rochas aflorantes na área estarem intensamente hidrotermalizadas, a coleta das amostras sempre foi feita com critérios de qualidade para que apenas as partes não alteradas da rocha fossem obtidas. A relação e a descrição petrográfica de cada amostra constam na tabela 5.1, abaixo. A amostra MR-069 foi enviada apenas análise geocronológica pelo método Sm-Nd.

Amostra	Tipo de rocha	Grau metamórfico	Método U-Pb	Método Sm-Nd
MR-005	Biotita-muscovita-gnaisse	Alto	Sim	Sim
MR-069	Granada-muscovita-gnaisse	Alto	Não	Sim
MR-412	Biotita-epidoto-muscovita-monzogranito foliado	Médio	Sim	Sim
MR-064	Epidoto-biotita-monzogranito foliado	Médio	Sim	Sim
MR-151	Opaco milonito	Alto	Sim	Sim

Tabela 5.1 – Relação de amostras enviadas para análises geocronológicas, U-Pb e Sm-Nd.

5.1 - ANÁLISES U-Pb SHRIMP EM ZIRCÃO

Todos os resultados analíticos pelo método U-Pb SHRIMP em zircão estão dispostos nas Tabelas 5.2, 5.3, 5.4 e 5.5.

Os resultados obtidos para a amostra MR-005, um ortognaisse de embasamento, expostos na Tabela 5.2, mostram que dezesseis cristais de zircão foram analisados, sendo um ponto analítico em cada cristal, tendo-se descartado o resultado de, apenas, dois

pontos de cristais nesta amostra. O conjunto de análises apresentou apenas uma população concordante que define uma idade de cristalização em 2139,9 +/-09,9 Ma. Nesta amostra um segundo cruzamento em torno de 443 +/-120 Ma foi obtido na isócrona, sugerindo apenas a ocorrência de retrabalhamento em idade mais jovem. Contudo, o resultado nesta determinação foi muito impreciso (Figura 5.1.).

Mais duas isócronas foram estabelecidas para o embasamento em rocha tonalítica, na amos-

tra MR-412, apresentando melhor determinação geocronológica para a idade de retrabalhamento em torno de 636 ± 037 Ma. Em contrapartida a idade de cristalização de 2114 ± 012 Ma, um pouco menos precisa que na amostra MR-005 (Figura 5.1.). Tais resultados são bastante aproximados, considerando-se o erro analítico que em ambas as amostras apresentam um MSWD de 1.6 para as isócronas de cristalização, e de 1.3 para a isócrona de retrabalhamento na amostra MR-412.

A análise realizada na amostra MR-064, granodiorito do Granitóide do Mulungu, apresentou agrupamento de zircões em duas populações, sendo a primeira com oito cristais/pontos analisados e a segunda população com quatorze pontos analisados, sendo dois deles em cristais também analisados no primeiro agrupamento (Tabela 5.4.). Os resultados obtidos para cada uma das populações exprimem uma concordância, dentro do erro analítico, para a idade de cristalização da rocha estudada. A primeira e a segunda população apresentaram MSWD de 1.3 e 3.6 respectivamente o que demonstra uma maior confiabilidade das idades obtidas pelo primeiro agrupamento. As idades de cristalização desta amostra, segundo as populações, foram de 2025 ± 013 Ma e de 2107 ± 011 Ma, respectivamente. A primeira população de zircões também resultou no cruzamento da isócrona em torno de 575 ± 063 Ma, indicando a ocorrência de um processo de rejuvenescimento isotópico já observado nas amostras MR-005 e MR-412, de rochas associadas ao embasamento da área. Os diagramas concórdia destas populações podem ser vistos na Figura 5.2.

Por fim a amostra MR-151 do Granitóide Serra da Pintada foi analisada com certa cautela, devido ao seu carácter milonítico que poderia obliterar os resultados. Efetuaram-se duas etapas de análise para esta amostra, após os primeiros resultados terem causado surpresa, tornando-os suspeitos para algum erro analítico.

Porém, mesmo após uma segunda etapa de novas análises, com a obtenção de melhores cristais de zircão, os resultados obtidos anteriormente foram corroborados, chegando-se a obter o melhor índice de confiabilidade dentre todos os resultados obtidos para as análises geocronológicas realizadas nesse projeto.

Na Tabela 5.5 encontram-se as idades obtidas para os onze cristais que foram analisados na segunda etapa de confirmação dos resultados. Os pontos analíticos constituem uma população bastante consistente que resultou numa idade de 969 ± 011 Ma com o índice de confiabilidade MSWD de 0,72 para esta amostra.

5.2 - INTERPRETAÇÃO

A partir da análise e integração de todos os resultados obtidos pelo método U-Pb SHRIMP em zircão realizados em amostras de rochas do embasamento e em dois corpos granitóides pôde-se chegar a algumas conclusões e propostas de evolução tectônica para a área.

As rochas de embasamento têm idade mínima no Paleoproterozóico, período para o qual todos os resultados das amostras MR-005 e MR-412 apontaram. O Granitóide do Mulungu teve sua instalação também no Paleoproterozóico, sendo provavelmente um plúton intrusivo do próprio complexo de embasamento. Já o Granitóide Serra da Pintada corresponderia a um magmatismo toniano que se instalou na região e que evidencia a atuação do Evento Brasileiro na área mapeada.

A idade toniana do Granitóide Serra da Pintada pode ser associada à tafrogênese toniana (850 Ma) descrita em Almeida (2005). Nesta tafrogênese houve a formação de um sistema de riftes e margens passivas, denominado Macaúbas, durante o qual corpos graníticos se instalaram através de mecanismo de fusão de ortognaisses do embasamento.

Silva et. al. (2008), descrevem a Suíte Granítica de Salto da Divisa – MG, na porção sudeste do Cráton do São Francisco como um plutonismo continental do tipo A, com idade entre 560 e 580 Ma, relacionado a um rifteamento toniano que ocorreu no Orógeno Araçuaí. Este estudo pode fornecer uma interpretação equivalente para o Granitóide Serra da Pintada na porção noroeste do cráton. Silva et al. (op. cit.), relacionam este rifteamento toniano a uma nova evidência do estágio de separação do Paleocôntinente São Francisco – Congo.

Grão/Spot	Razões Isotópicas										Idades Aparentes												
	f206(%)	Th	206Pb	207Pb	206Pb	err (%)	207Pb	235U	err (%)	206Pb	err (%)	206Pb	238U	Rho	207Pb	206Pb	207Pb	235U	206Pb	238U	206Pb	238U	Conc.(%)
Z01	0,05	0,22	27226	0,133662	0,59	7,416	1,30	0,402380	1,16	0,89	2147	10	2163	12	2180	22	101,55						
Z02	0,10	0,14	14608	0,135732	0,79	7,637	1,96	0,408087	1,79	0,91	2173	14	2189	18	2206	34	101,51						
Z03	0,12	0,23	12520	0,127921	0,97	5,565	1,28	0,315517	0,84	0,76	2070	17	1911	11	1768	13	85,42						
Z04	0,05	0,19	31897	0,134498	0,62	7,569	1,21	0,408172	1,04	0,85	2158	11	2181	11	2207	19	102,27						
Z05	0,08	0,14	12433	0,135319	0,64	8,028	1,73	0,430280	1,61	0,93	2168	11	2234	16	2307	31	106,40						
Z06	0,06	0,23	24527	0,132986	0,61	7,439	1,30	0,405683	1,15	0,88	2138	11	2166	12	2195	21	102,68						
Z08	0,03	0,20	23584	0,135908	0,93	8,291	1,46	0,442468	1,13	0,76	2176	16	2263	13	2362	22	108,55						
Z09	0,02	0,23	67165	0,134057	0,83	8,698	1,26	0,470550	0,94	0,73	2152	15	2307	11	2486	19	115,53						
Z10	0,05	0,19	29679	0,135354	1,09	8,098	1,84	0,433902	1,48	0,87	2169	19	2242	17	2323	29	107,13						
Z12	0,03	0,22	42993	0,136794	0,63	8,735	1,08	0,463149	0,88	0,80	2187	11	2311	10	2453	18	112,18						
Z13	0,02	0,24	91044	0,135445	0,57	8,904	0,82	0,476801	0,58	0,65	2170	10	2328	7	2513	12	115,83						
Z15	0,03	0,22	27857	0,135202	0,52	8,501	1,22	0,456031	1,10	0,90	2167	9	2286	11	2422	22	111,79						
Z16	0,04	0,17	36825	0,134677	0,46	8,653	0,96	0,465984	0,84	0,86	2160	8	2302	9	2466	17	114,17						
Z17	0,04	0,20	31680	0,137076	1,23	9,445	1,84	0,499716	1,37	0,88	2191	21	2382	17	2613	29	119,26						
Z18	0,02	0,21	61142	0,133808	0,49	8,002	1,09	0,433752	0,97	0,88	2149	9	2231	10	2323	19	108,10						
Z19	0,10	0,12	17427	0,136988	0,63	8,218	0,95	0,435077	0,71	0,71	2189	11	2255	9	2329	14	106,35						

1sigma = erro em percentagem; f206(%) = Pb comum; Rho = erro corrigido

Tabela 5.2 – Relação dos resultados U-Pb em zircão obtidos para a amostra MR-005 de um ortogneiss do Complexo Gnáissico-Migmatítico de embasamento.

Grão/Spot	Razões Isotópicas										Idades Aparentes						
	Ih					U					Rho		207Pb (Ma)		206Pb (Ma)		Conc.(%)
	f206(%)	206Pb	207Pb	err (%)	1sigma	err (%)	206Pb	238U	err (%)	1sigma	207Pb	235U	206Pb	238U			
Z03	0,06	0,16	23351	0,132920	0,89	7,892	1,41	0,430645	1,10	0,86	2137	16	2219	13	2309	21	108,04
Z04	0,02	0,18	77052	0,134491	0,54	7,838	0,87	0,422657	0,69	0,75	2157	9	2213	8	2273	13	105,34
Z07	0,09	0,21	16454	0,126661	0,92	5,915	1,35	0,338681	0,98	0,84	2052	16	1963	12	1880	16	91,63
Z09	0,09	0,18	17247	0,129187	0,66	6,035	1,81	0,338814	1,68	0,93	2087	12	1981	16	1881	27	90,13
Z17n	0,06	0,14	28502	0,123806	0,54	5,002	1,50	0,293017	1,39	0,93	2012	10	1820	13	1657	20	82,34
Z18	0,06	0,11	35107	0,125110	0,55	5,658	1,41	0,328012	1,30	0,92	2030	10	1925	12	1829	21	90,07
Z22	0,03	0,27	52195	0,125769	0,57	5,494	1,01	0,316840	0,83	0,80	2040	10	1900	9	1774	13	86,99
Z22	0,17	0,33	9115	0,130999	0,88	7,161	3,10	0,396437	2,98	0,96	2111	15	2132	28	2153	54	101,95
Z23	0,09	0,28	15582	0,131715	1,00	7,345	1,83	0,404441	1,53	0,93	2121	18	2154	16	2189	28	103,23
Z15	0,19	0,02	12267	0,061443	0,96	0,829	1,57	0,097827	1,24	0,78	655	20	613	7	602	7	91,89
Z14	0,40	0,38	4483	0,063497	2,78	0,835	3,13	0,095353	1,43	0,70	725	58	616	14	587	8	80,99
Z11	0,49	0,03	3592	0,062715	1,43	0,864	2,08	0,099933	1,50	0,72	699	30	632	10	614	9	87,90
Z20	0,17	0,03	10178	0,060991	2,04	0,867	2,29	0,103081	1,04	0,67	639	44	634	11	632	6	98,98

1sigma = erro em percentagem; f206(%) = Pb comum; Rho = erro corrigido

Tabela 5.3 – Relação dos resultados U-Pb em zircão obtidos para a amostra MR-412 de um monzogranito do Complexo Gnáissico-Migmatítico de embasamento.

Grão/Spot	Razões Isotópicas										Idades Aparentes							
	f206(%)		Ih		U		206Pb		207Pb		Rho		207Pb (Ma)		206Pb (Ma)		Conc.(%)	
	206Pb	204Pb	206Pb	207Pb	err (%)	1sigma	235U	206Pb	err (%)	1sigma	238U	206Pb	err (%)	1sigma	235U	206Pb	err (%)	1sigma
Z02	0,17	0,20	3890	0,106378	0,81	2,930	2,44	0,199767	2,30	0,94	1738	15	1390	18	1174	25	67,54	
Z03b	0,02	0,12	83342	0,117595	2,05	4,369	2,21	0,269452	0,83	0,35	1920	36	1706	18	1538	11	80,11	
Z04	0,02	0,40	65816	0,119515	0,42	4,812	0,82	0,291990	0,70	0,83	1949	8	1787	7	1651	10	84,73	
Z12	0,05	0,77	9557	0,117112	1,45	4,663	1,73	0,288753	0,94	0,52	1913	26	1761	14	1635	14	85,50	
Z17	0,09	0,09	10381	0,118937	0,76	5,215	2,17	0,317996	2,03	0,94	1940	13	1855	18	1780	31	91,73	
Z19	0,02	0,05	80619	0,123950	0,47	6,066	0,88	0,354949	0,74	0,82	2014	8	1985	8	1958	12	97,24	
Z22	0,13	0,07	12698	0,116995	1,36	4,604	2,83	0,285420	2,48	0,96	1911	24	1750	23	1619	35	84,71	
Z23	0,02	0,05	80619	0,124176	0,37	6,111	0,81	0,356935	0,72	0,87	2017	6	1992	7	1968	12	97,55	
Z01	0,01	0,40	119578	0,130592	0,90	6,472	1,82	0,359416	1,58	0,86	2106	16	2042	16	1979	27	93,99	
Z03n	0,03	0,38	53415	0,131078	0,60	7,146	0,93	0,395370	0,70	0,80	2112	11	2130	8	2148	13	101,67	
Z05	0,00	0,27	505122	0,131258	0,43	6,630	1,03	0,366348	0,93	0,90	2115	7	2063	9	2012	16	95,15	
Z09	0,02	1,09	61183	0,128860	0,46	7,268	1,17	0,409073	1,08	0,91	2082	8	2145	10	2211	20	106,16	
Z10n	0,00	0,27	642779	0,132224	0,62	7,950	1,00	0,436044	0,79	0,85	2128	11	2225	9	2333	15	109,64	
Z11	0,01	0,17	133539	0,130721	0,65	7,990	1,35	0,443289	1,19	0,87	2108	11	2230	12	2365	23	112,23	
Z13N	0,00	0,38	400426	0,130221	0,50	8,075	0,87	0,449764	0,71	0,79	2101	9	2240	8	2394	14	113,96	
Z14N	0,00	0,27	622158	0,131816	0,48	7,637	0,83	0,420198	0,68	0,78	2122	8	2189	7	2261	13	106,55	
Z15-1	0,00	0,37	363845	0,129020	0,59	7,712	1,20	0,433536	1,04	0,92	2085	10	2198	11	2322	20	111,37	
Z15-2	0,00	0,28	435418	0,129046	0,53	7,786	0,91	0,437572	0,74	0,78	2085	9	2207	8	2340	14	112,22	
Z18	0,08	0,22	19185	0,130583	0,51	7,746	0,98	0,430225	0,83	0,84	2106	9	2202	9	2307	16	109,54	
Z19	0,01	0,19	116677	0,130809	0,80	7,162	2,06	0,397088	1,90	0,92	2109	14	2132	18	2156	35	102,22	
Z20	0,01	0,37	425999	0,129409	1,09	7,793	1,28	0,436772	0,67	0,47	2090	19	2207	12	2336	13	111,78	
Z21	0,05	0,16	29621	0,133906	0,58	7,489	1,16	0,405612	1,00	0,85	2150	10	2172	10	2195	19	102,09	

1sigma = erro em percentagem; f206(%) = Pb comum; Rho = erro corrigido

Tabela 5.4 – Relação dos resultados U-Pb em zircão obtidos para a amostra MR-064 do monzogranito do Mulungu.

Grão.spot	Razões Isotópicas										Idades Aparentes						
	f206(%)	Th	206Pb	207Pb	err (%)	207Pb	err (%)	206Pb	err (%)	Rho	206Pb	207Pb	206Pb	207Pb	206Pb	238U	Conc.(%)
Z02	0,09	0,38	18647	0,071514	0,81	1,603	1,38	0,162597	1,11	0,80	972	16	971	9	971	10	99,90
Z07	4,31	0,45	396	0,071446	2,57	1,585	2,73	0,160848	0,90	0,52	970	52	964	17	961	8	99,10
Z08	0,36	0,48	4750	0,071938	1,54	1,516	2,13	0,152811	1,47	0,68	984	31	937	13	917	13	93,14
Z09	3,07	0,54	218	0,071846	1,48	1,655	1,93	0,167111	1,20	0,62	982	30	992	12	996	11	101,49
Z14	4,58	1,30	371	0,069554	0,87	1,618	1,47	0,168766	1,13	0,78	915	18	977	9	1005	11	109,84
Z16	0,50	0,29	6635	0,073671	2,22	1,648	2,47	0,162220	1,09	0,43	1032	44	989	16	969	10	93,86
Z17	1,81	0,24	936	0,069445	1,64	1,709	1,83	0,178441	0,80	0,41	912	34	1012	12	1058	8	116,06
Z18	0,22	0,41	7663	0,069087	1,69	1,650	1,89	0,173242	0,85	0,65	901	35	990	12	1030	8	114,27
Z26	0,06	0,57	23132	0,070216	0,81	1,631	1,16	0,168508	0,83	0,69	935	17	982	7	1004	8	107,40
Z44	0,55	0,96	3093	0,071773	1,63	1,640	1,87	0,165718	0,92	0,47	980	33	986	12	988	8	100,92
Z13	4,94	0,20	131	0,073024	4,23	1,572	4,34	0,156094	0,92	0,20	1015	83	959	27	935	8	92,16
Z20	0,04	0,35	43486	0,106273	0,54	5,034	1,86	0,343551	1,78	0,96	1736	10	1825	16	1904	29	109,63
Z21	0,01	0,49	134461	0,102120	0,77	5,483	1,00	0,389436	0,64	0,59	1663	14	1898	9	2120	12	127,49

1sigma = erro em percentagem; f206(%) = Pb comum; Rho = erro corrigido

Tabela 5.5 – Relação dos resultados U-Pb em zircão obtidos para a amostra MR-151 de sienogranito do Granitóide Serra da Pintada.

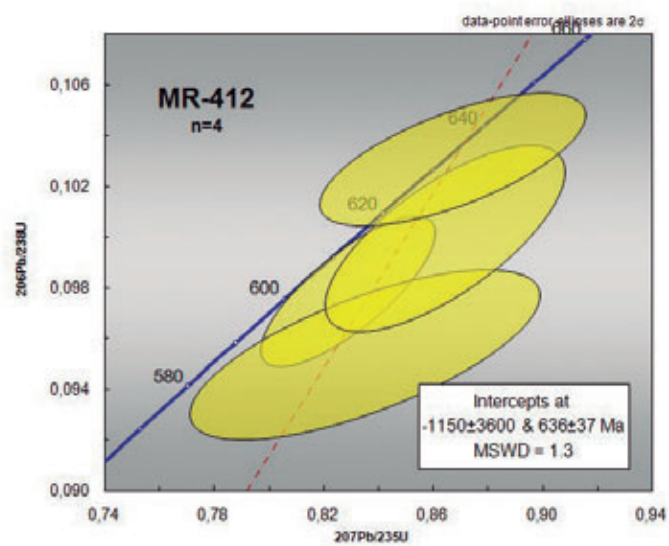
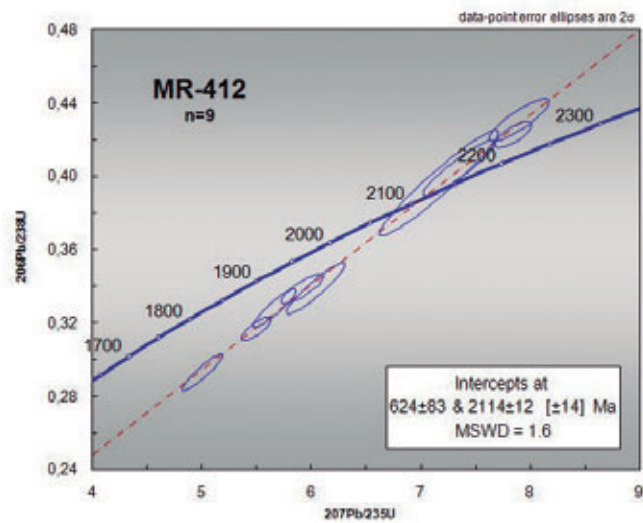
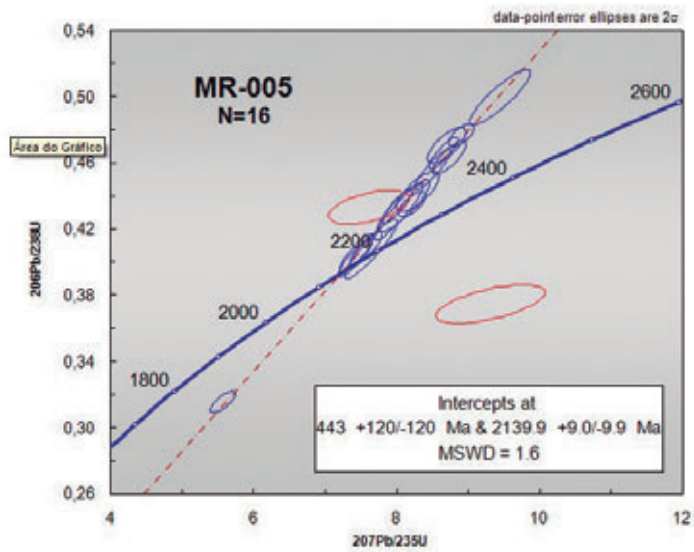


Figura 5.1 – Diagramas concórdia para amostras de gnaisses do embasamento MR-005 e MR-412.

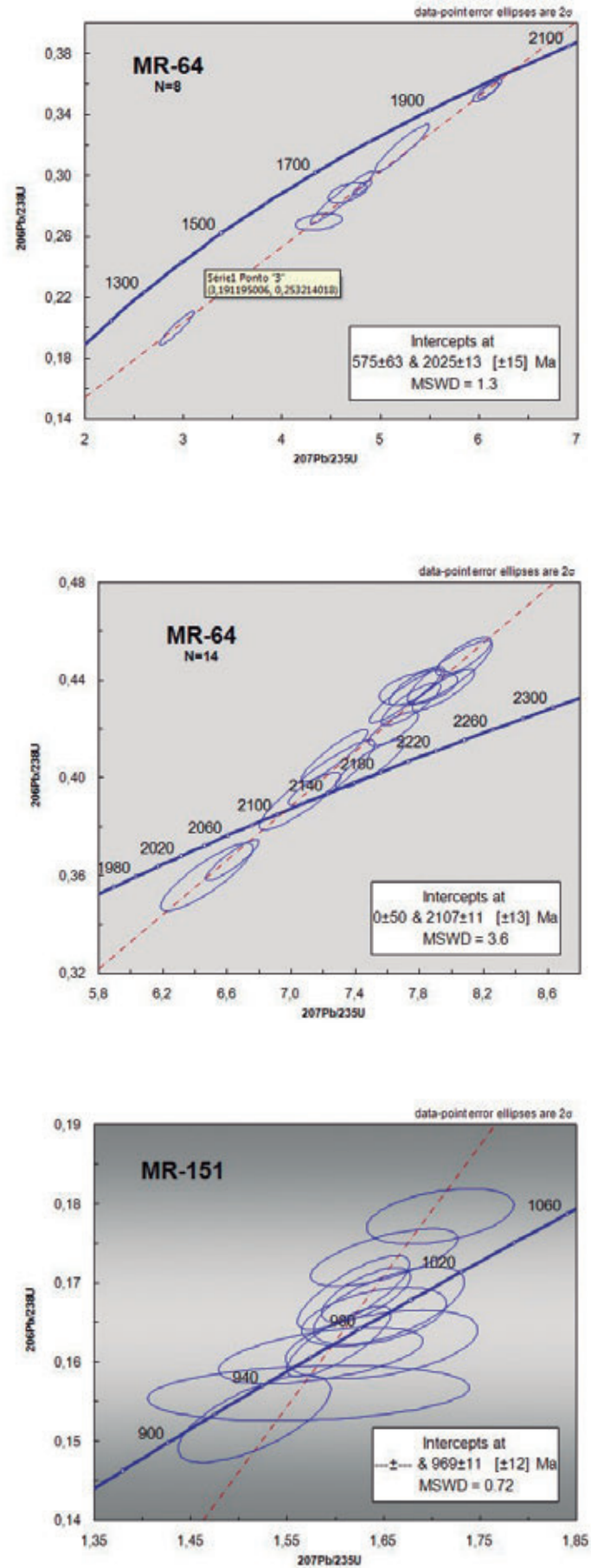


Figura 5.2 – Diagramas concórdia para amostras dos corpos ígneos MR-064 – Granitóide do Mulungu e MR-151 – Granitóide Serra da Pintada.

6 – GEOFÍSICA

6.1 - INTRODUÇÃO

Este texto descreve as principais correlações geológicas dos dados aerogeofísicos da Folha Avelino Lopes. Para isso foram utilizadas várias imagens obtidas por processamento dos dados levantados pelo Projeto Aerogeofísico Cristalândia do Piauí (LASA S.A., 2009): i) campo magnético total; ii) campo magnético total reduzido ao pólo; iii) sinal analítico do campo magnético total; iv) primeira derivada vertical do campo magnético total; v) componente residual do campo magnético total reduzido ao pólo; vi) campo magnético total continuado para cima; vii) canal do potássio; viii) canal do equivalente tório, e ix) canal do equivalente urânio. Os resultados finais são apresentados superpostos nas imagens do campo magnético total (Figura 6.1), na fusão radiométrica ternária dos canais de potássio, equivalente tório (eTh) e equivalente urânio (eU) (Figura 6.2) e na primeira derivada vertical do campo magnético total (Figura 6.3).

6.2 - Interpretação dos Domínios Aerogeofísicos

Como resultado da interpretação e correlação dos dados foram separados quatro domínios aeromagnéticos (**A**, **B**, **C** e **D**, Figuras 6.1 e 6.2). Nos dados foram considerados as diferenças entre os padrões de amplitudes, comprimentos de onda e direção dos alinhamentos magnéticos (Figura 6.1). Na fusão ternária dos dados radiométricos foram considerados os padrões de distribuição e a relação entre os três radioelementos potássio, tório e urânio (Figura 6.2). Observa-se uma clara relação entre os domínios magnéticos **A**, **B** e **C**, em que o Domínio **B** forma faixas magnéticas contínuas que circundam o Domínio **C**, e ambos são truncados pelo Domínio **A**.

6.2.1 - Domínio A

Este domínio magnético ocupa a porção noroeste da folha (Figura 6.1) e possui fontes magnéticas, cujas anomalias apresentam comprimento de onda médio de 1,0 km (com máximos de 3,0 km), e amplitudes médias de 200 nT (com máximos de 300 nT). Os eixos anômalos formam faixas que definem uma configuração sigmóide orientada na direção NE-SW. As anomalias magnéticas estão correlacionadas com ortognaisses de composição granodiorítica, migmatizados e milonitizados do Complexo Cristalândia do Piauí, com enclaves máficos-ultramáficos; assim

como, granitos sin a tardi-tectônicos da Suite Serra da Pintada, de composição granodiorítica, com textura porfirítica e estrutura gnáissica. Na composição radiométrica ternária (Figura 6.2) as rochas deste domínio apresentam padrão típico de rochas plutônicas ácidas, enriquecidas em potássio, tório e urânio (tons esbranquiçados, teores máximos de 4%, 36 ppm e 6 ppm, respectivamente).

6.2.2 - Domínio B

Este domínio magnético é definido por faixas de anomalias relacionadas com estruturas e corpos geológicos que circundam o domínio magnético **C**. As rochas magnéticas deste domínio produzem anomalias com amplitude média de 150 nT (com máximos de até 400 nT) e comprimento de onda médio de 2,0 km (com máximos de até 4,0 km). No conjunto, as faixas anômalas apresentam direção principal NNE-SSW e estão truncadas no norte da folha pelo limite do Domínio **A**. No centro oeste da folha, as anomalias magnéticas podem ser atribuídas ao afloramento de biotita paragnaisses ferríferos que contornam uma oval do Domínio **C**. No restante da área deste domínio, a correlação geológica ocorre com rochas metassedimentares do Grupo Rio Preto, constituído por xistos, quartzitos e paragnaisses com intercalações de rochas máficas.

Na composição radiométrica ternária (Figura 6.2), a influência das extensas coberturas é muito marcante, sobretudo pelo leve enriquecimento em minerais com tório (tons esverdeados, valores máximos de 11 ppm). A identificação de tonalidades avermelhadas e esbranquiçadas no interior do Domínio **B** indica que, além das rochas metassedimentares, ocorrem rochas ortoderivadas ácidas levemente enriquecidas em potássio (tons avermelhados, teores máximos de 2%), como é caso do Granitóide do Mulungu, que possui composição predominantemente tonalítica, porém apresenta fácies graníticas tardias calcialcalinas. Os metassedimentos possuem padrão radiométrico que indica leve enriquecimento em potássio, tório e urânio (tons esbranquiçados, teores máximos de 2%, 17 ppm e 2 ppm, respectivamente).

6.2.3 - Domínio C

Este domínio é definido por um padrão magnético suave cujos limites possuem a forma de elipses alongadas na direção N-S. No interior dessas elipses ocorrem anomalias magnéticas isoladas de pequena

amplitude (máximo de 50 nT), e não se observa tendências lineares marcantes. A correlação geológica mais evidente deste domínio é com rochas metassedimentares do Grupo Rio Preto. Entretanto, na oval localizada no centro-oeste da folha, as rochas aflorantes são granitóides sin a tardi-tectônicos do tipo S, com leve enriquecimento em potássio, com teores máximos de 1,5% (tons avermelhados na Figura 6.2).

Na composição radiométrica ternária (Figura 6.2), da mesma maneira que no Domínio B, a influência das extensas coberturas é muito marcante, sobretudo pelo leve enriquecimento em minerais com tório (tons esverdeados, teores máximos de 11 ppm). Observa-se também uma marcante influência da rede de drenagem, onde ocorre um leve enriquecimento em potássio (tons avermelhados, com teores máximos de 1,2%) e tório (tons esverdeados, com teores máximos de 12 ppm). Entretanto, também é possível identificar a presença de rochas ácidas ricas em potássio (tons avermelhados, com teores máximos de 2%).

6.2.4 - Domínio D

O Domínio D ocupa a porção leste da folha. O padrão magnético é definido por alinhamentos magnéticos na direção N30°E, com anomalias que possuem comprimentos de onda médio em torno de 1,0 km e amplitude máxima de 100 nT. A forma desses alinhamentos sugere a existência de unidades geológicas fortemente deformadas com alongamento na direção NE-SW. Possivelmente, os alinhamentos mais expressivos estão correlacionados com zonas de cisalhamento. Como em grande parte deste domínio ocorrem coberturas sedimentares superficiais, a correlação geológica do padrão magnético é com corpos muito foliados de gnaisses, xistos e filitos do Grupo Rio Preto.

Na composição radiométrica ternária (Figura 6.2) a influência das extensas coberturas sedimentares é muito marcante, entretanto as regiões com rochas aflorantes indicam que os metassedimentos do Grupo Rio Preto são levemente enriquecimento em potássio, tório e urânio (tons esbranquiçados, valores máximos de 1,5 %, 16 ppm e 2,5 ppm, respectivamente). No padrão radiométrico das coberturas se distingue um leve enriquecimento em tório (tons esverdeados, com teores máximos de 13 ppm). Por outro lado, é possível identificar uma unidade sedimentar distinta que recobre toda a porção leste da folha. Neste caso, os tons escuros na composição ternária indicam a presença de sedimentos pobres em radioelementos, o que sugere a existência de areias muito quartzosas. Além disso, a textura alinhada observada na composição radiométrica ternária, com direção NW-SE, sugere que essas coberturas possivelmente

formam campos de dunas, depositadas em regime de ventos com direção NE-SW (Figura 6.2).

6.3 - INTERPRETAÇÃO TECTÔNICA DOS ALINHAMENTOS MAGNÉTICOS

Anomalias magnéticas estreitas e alongadas são comumente interpretadas segundo três tipos principais de correlação geológica: i) estruturas tectônicas do tipo zona de cisalhamento ou falha; ii) contato entre duas unidades geológicas; e iii) intrusões de corpos com mineralogia magnética do tipo dique. Na Folha Avelino Lopes ocorre vários alinhamentos magnéticos muito alongados e sinuosos, cuja correlação geológica mais adequada é com zonas de cisalhamento. Porém, ocorrem também alinhamentos mais curtos e retilíneos que devem corresponder a falhas e/ou diques. Para poder enfatizar as fontes mais rasas, a interpretação desses alinhamentos foi efetuada com emprego da imagem da primeira derivada vertical do campo magnético total, como pode ser observado na Figura 6.3.

A análise dos alinhamentos magnéticos interpretados indicou cinco direções principais: N30°E, N60°E, N-S, E-W e E30°S. As duas primeiras direções parecem corresponder a eventos antigos de tectônica dúctil pré-cambriana (zonas de cisalhamento). A direção N-S, apesar de truncar as duas primeiras, é sinuosa e tem correlação com o *trend* estrutural regional do Espinhaço. Portanto, possivelmente corresponde também a um evento pré-cambriano. Por outro lado, as direções E-W e E30°S parecem corresponder a eventos mais novos de tectônica frágil ou dúctil-frágil.

6.4 - CONCLUSÕES

A interpretação e correlação geológica dos dados aerogeofísicos da Folha Avelino Lopes forneceu os seguintes principais resultados:

- i) o padrão aeromagnético da folha permite a sua subdivisão em quatro domínios;
- ii) observa-se uma clara relação estrutural entre os domínios A, B e C, em que o Domínio B forma faixas magnéticas contínuas que circundam o Domínio C, e ambos são truncados pelo Domínio A;
- iii) as anomalias magnéticas do Domínio A estão correlacionadas com ortognaisses de composição granodiorítica, migmatizados e milonitizados do Complexo Cristalândia do Piauí, com enclaves máficos-ultramáficos; assim como, granitos sin a tardi-tectônicos da Suite Serra da Pintada, de composição granodiorítica, com textura porfirítica e estrutura gnáissica;
- iv) o Domínio B é definido por faixas de anomalias relacionadas com estruturas e corpos geológicos do Grupo Rio Preto, que circundam o Domínio C;

v) o Domínio C é definido por um padrão magnético suave cujos limites possuem a forma de elipses alongadas na direção N-S;

vi) os metassedimentos do Grupo Rio Preto possuem padrão radiométrico que indica leve enriquecimento em potássio, tório e urânio (tons esbranquiçados, valores máximos de 2 %, 16 ppm e 2,5 ppm, respectivamente);

vii) os ortognaisses da Suíte Serra da Pintada apresentam padrão radiométrico típico de rochas plutônicas ácidas, levemente enriquecidas em potássio, tório e urânio (tons esbranquiçados, teores máximos de 4 %, 36 ppm e 6 ppm, respectivamente);

viii) os ortognaisses do Granitóide do Mulung são levemente enriquecidos em potássio (tons avermelhados, valores máximo de 2 %);

ix) as coberturas sedimentares recentes apresentam um leve enriquecimento em Th (teores máximos de 16 ppm). Entretanto, a composição radiométrica ternária indica que na porção leste da folha ocorre uma unidade sedimentar recente, pobre em radioelementos, possivelmente constituída por areias quartzosas, depositadas na forma de dunas; e

x) foram identificadas cinco direções principais de alinhamentos magnéticos: N30°E, N60°E, N-S, E-W e E30°S. As duas primeiras direções parecem corresponder a eventos antigos de tectônica dúctil, enquanto as direções E-W e E30°S parecem corresponder a eventos mais novos de tectônica frágil ou dúctil-frágil.

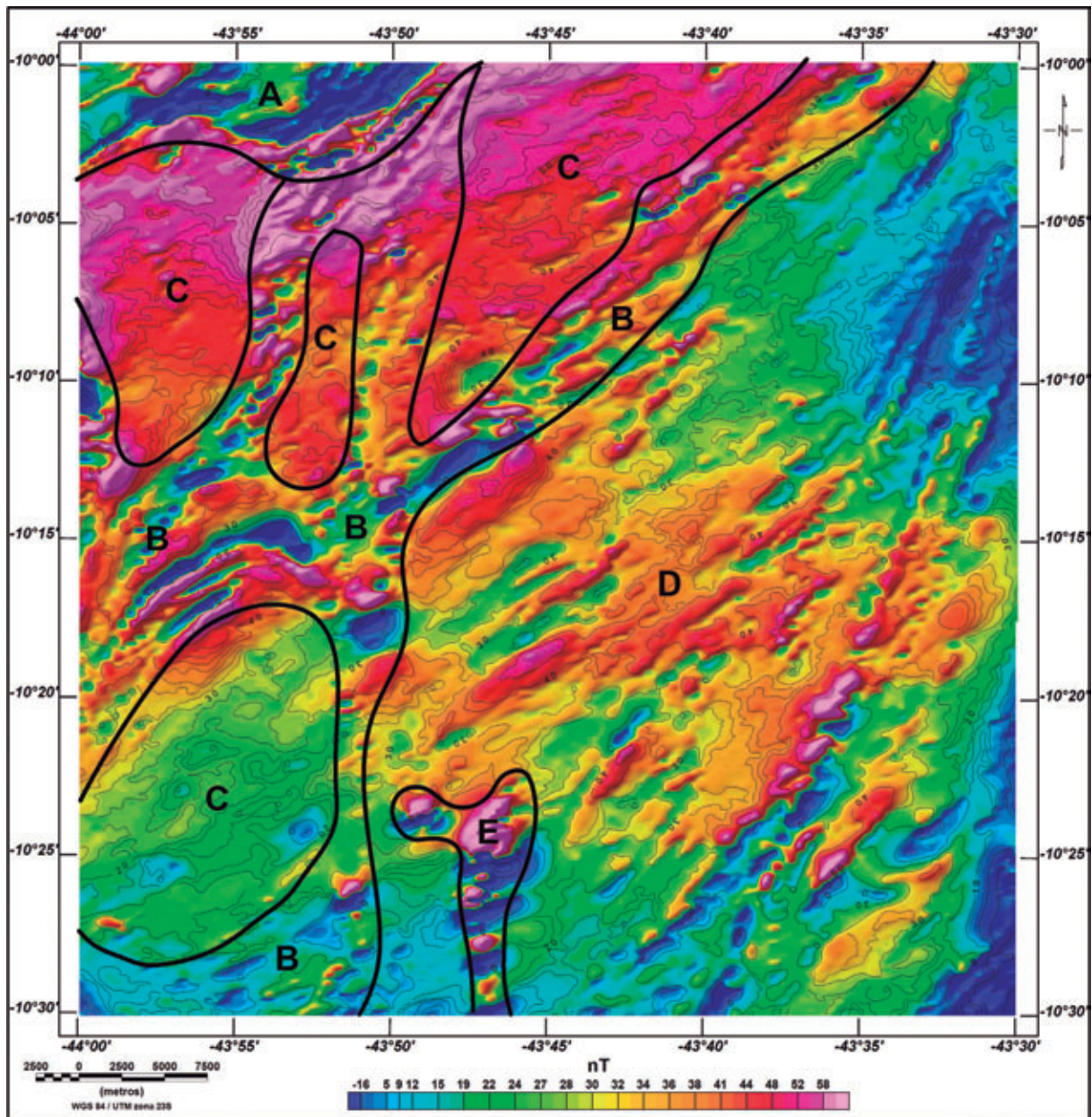


Figura 6.1 - Imagem do campo magnético total interpolado pelo método da mínima curvatura, em uma malha quadrada de 125 m, com sobreposição da interpretação dos domínios magnéticos. Imagem sombreada: Inclinação = 35°AZ, declinação = 315°AZ.

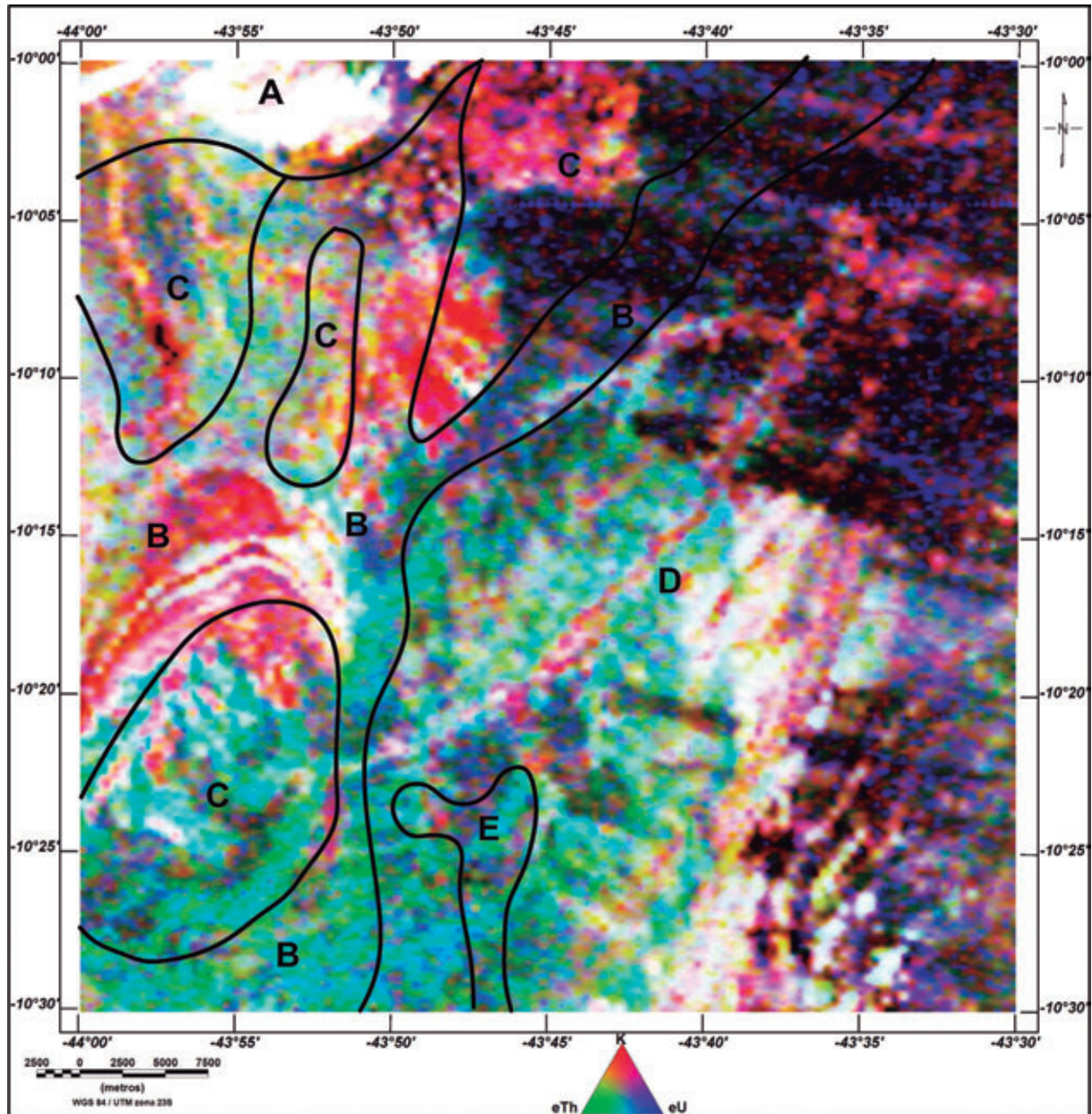


Figura 6.2 - Imagem da junção radiométrica ternária K-eTh-eU (RGB), com sobreposição da interpretação dos domínios magnéticos.

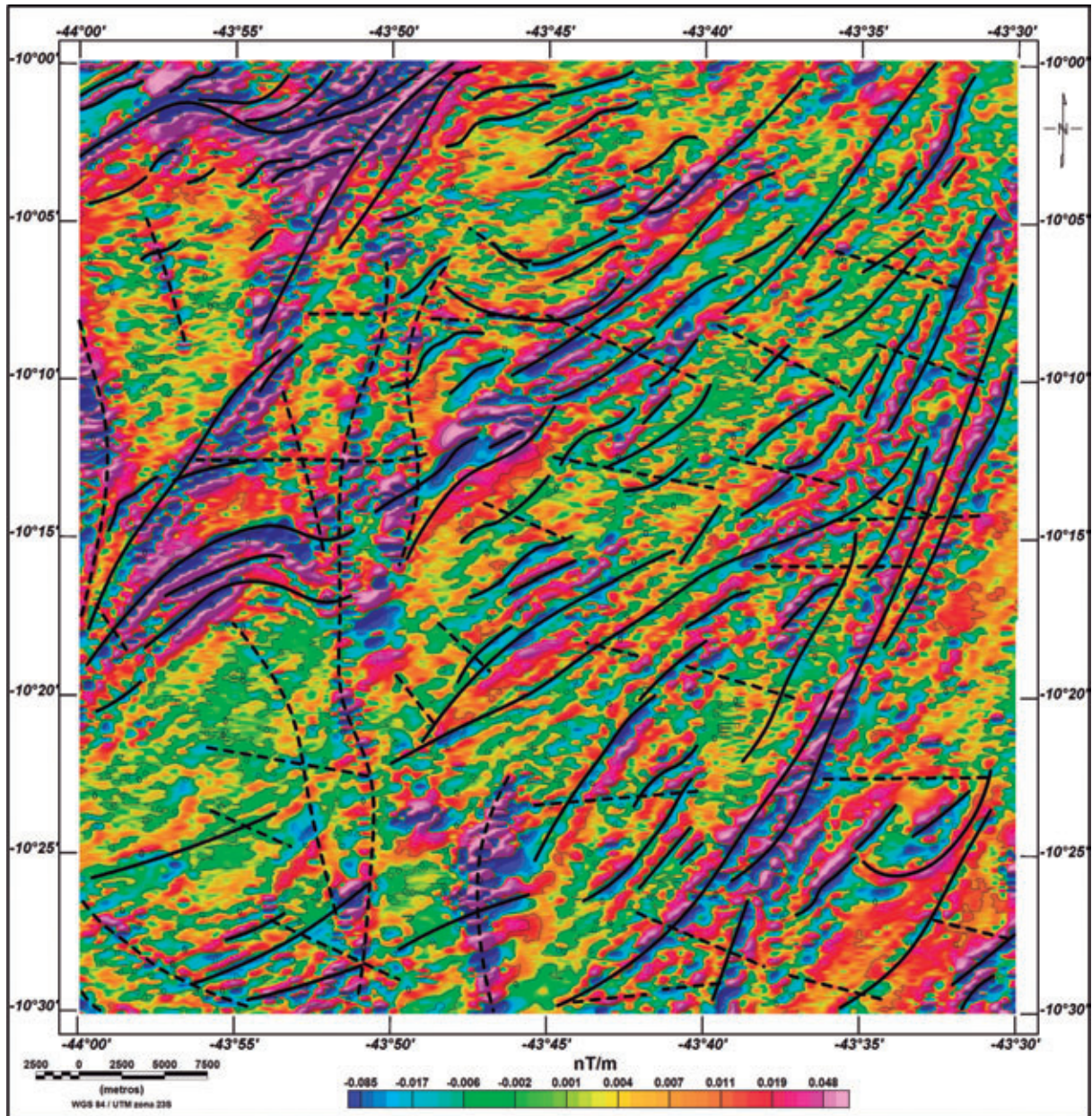


Figura 6.3 - Imagem da 1ª derivada vertical do campo magnético total com sobreposição da interpretação das estruturas tectônicas. Traço contínuo: zona de cisalhamento; traço descontinuo: zona de deformação frágil (ou dúctil-frágil). Imagem sombreada: Inclinação = 35°Az, declinação = 315°Az.

7 – GEOQUÍMICA PROSPECTIVA

7.1 - INTRODUÇÃO

Nenhum projeto de prospecção geoquímica sistemática da CPRM foi executado anteriormente nesta área.

O adensamento adotado neste trabalho não foi aquele preconizado nos manuais da CPRM por motivos operacionais no momento da execução dos trabalhos de campo.

A interpretação dos dados obtidos e considerados neste trabalho obedeceu a dois critérios principais:

- Ordenamento das informações (dados analíticos) através de um tratamento simples (cálculo dos estimadores da população, estatística univariada e multivariada básica);
- Interpretação dos dados tratados sobre uma base geológica simplificada com ênfase na litologia e no arcabouço estrutural e relacionada com as ocorrências minerais pertinentes.

Todos os dados estão disponibilizados na base de dados geoquímicos do GEOBANK da CPRM, de forma a poderem ser retomados e reinterpretados mais detalhadamente.

7.2 - MATERIAIS E MÉTODOS

7.2.1 - Generalidades

A distribuição das estações de amostragem obedeceu aos critérios determinados pela metodologia de mapeamento geoquímico dos levantamentos geológicos regionais da CPRM – Serviço Geológico do Brasil para as folhas do corte internacional 100.000 (aproximadamente 3.000 km²).

Foram programadas 82 estações de amostragem onde foram coletados 102 sedimentos de corrente, sendo 20 pares de duplicatas de campo. Em 82 destas estações, foram coletados também concentrados de bateia. A distribuição das estações obedeceu, no caso presente, um padrão regular, de forma a abranger a maior quantidade de território possível, isto tanto para as amostras de sedimento de corrente como para as de concentrado de bateia.

7.2.2 - Método de Campo

As amostras de sedimento ativo de corrente foram coletadas, de forma composta, no canal ativo da drenagem, em trechos mais retilíneos, em 5 a 10 porções e num raio máximo de 50 metros.

As amostras de concentrados de bateia foram coletadas também de forma composta, porém diferentemente dos sedimentos de corrente, nos trechos da drenagem com concentradores naturais (curvas, corredeiras, etc.).

Em 20 estações, e aleatoriamente distribuídas, foram coletadas duplicatas de campo das amostras de sedimento de corrente para teste de variância.

Todas as informações de campo das amostras de sedimento ativo de corrente e de concentrados de bateia foram registrados em formulário próprio (caderneta de campo geoquímica) para posterior arquivamento, junto com os resultados analíticos, na base de dados geoquímicos da CPRM no GEOBANK.

7.2.3 - Método Analítico

7.2.3.1 - Sedimentos de corrente

As amostras de sedimentos foram analisadas pelo SGS GEOSOL, e obedeceu ao seguinte processo analítico:

- Secadas a 60°C e peneiradas a 80 mesh;
- Pulverizadas e digeridas com água régia.
- Analisadas para 50 elementos traços por ICP-MS e ICP-AES

Au, Ag, Al*, As, B*, Ba*, Be*, Bi, Ca*, Cd, Ce*, Co, Cr*, Cs*, Cu, Fe*, Ga, Ge*, Hf*, Hg, In, K*, La*, Li*, Mg*, Mn*, Mo, Na*, Nb*, Ni*, P*, Pb, Rb*, Re, S*, Sb, Sc*, Se, Sn*, Sr*, Ta*, Te, Th*, Ti*, U*, V*, W*, Y*, Zn, Zr*. A solubilidade dos elementos assinalados* foi limitada pelas espécies minerais presentes (geralmente resistatos).

7.2.3.2 - Concentrados de Bateia

As amostras foram inicialmente secadas e tiveram suas frações magnéticas identificadas em um separador FRANTZ. O restante do material é passado através de líquido denso (bromofórmio) e as alíquotas formadas pelos minerais de densidade abaixo de 2,97 foram descartadas. As frações pesadas obtidas seguiram para o estudo analítico através de lupa binocular e microscópio. A análise mineralógica foi reportada de forma semiquantitativa nos seguintes intervalos:

- | | |
|-------------|-------------------|
| • < 1% | reportado como 1 |
| • 1 – 5 % | reportado como 3 |
| • 5 – 25 % | reportado como 15 |
| • 25 – 50 % | reportado como 40 |

- 50 – 75 % reportado como 60
- > 75 % reportado como 85

As amostras de concentrado de bateia foram analisadas no laboratório da SGS GEOSOL. Os valores de ouro foram reportados como pintas.

7.3 - TRATAMENTO DOS DADOS E RESULTADOS OBTIDOS

7.3.1 - Sedimentos de Corrente

Os dados analíticos de sedimento de corrente do projeto Avelino Lopes obedeceram a um processo de interpretação seqüencial: estudo da variância; cálculo dos estimadores estatísticos; estudo do tipo de distribuição (*Box-whiskers*, correlações e análise de agrupamentos); análise da distribuição espacial dos elementos; cálculo e consistência das anomalias.

O total de 50 elementos foi discriminado inicialmente em grupos que levaram em consideração suas características geoquímicas, importância metalogenética e grau de detecção (Tabelas 7.1 e 7.2).

ELEMENTO	DETECÇÃO (%)	AMPLITUDE
Ag - ppm	42,16	0,01 - 0,09
As - ppm	11,76	1 - 4
Au - ppm	0,98	0,3 - 0,3
B - ppm	0	0 - 0
Cd - ppm	66,67	0,01 - 0,22
Ge - ppm	4,90	0,1 - 0,3
Hf - ppm	50,00	0,05 - 0,35
Hg - ppm	31,37	0,01 - 0,05
In - ppm	21,57	0,02 - 0,06
Na - %	43,14	0,01 - 0,04
Re - ppm	0	0 - 0
S - %	32,35	0,01 - 0,04
Sb - ppm	19,61	0,05 - 3,91
Se - ppm	1,96	1 - 2
Sn - ppm	61,76	0,3 - 1,9
Ta - ppm	9,80	0,05 - 0,09
Te - ppm	2,94	0,06 - 0,1
W - ppm	12,75	0,1 - 2,6

Tabela 7.1

Elementos com grau de detecção abaixo de 70% (18) - apenas o Au e o Sn foram considerados pela importância como minério.

ELEMENTOS	QUANTIDADE	CARACTERÍSTICAS GEOQUÍMICAS
Fe, Ca, P, Mg, Ti, Al, K, Mn, Ba, Zr, Sr, Li, Rb, Ga, e Cs	15	Elementos formadores de rochas e seus elementos traços associados
Au	1	Metais preciosos
Cu, Pb, Zn, Co, Ni, Cr, V, Mo, Nb, Sn, Be, Bi, U, Th, La, Sc, Y, Ce	18	Elementos mineralizantes, associados e farejadores (alguns de importância ambiental)
Ag, As, B, Cd, Ge, Hf, Hg, In, Na, Re, S, Sb, Se, Ta, Te e W	16	Descartados

Tabela 7.2 - Discriminação geoquímica dos elementos

A separação em agrupamentos dessa forma é importante na delimitação de zonas anômalas. Alguns elementos como Ba, Mn, Li, Cs, P e outros associados à formação de rochas podem ter importância metalogenética em determinados ambientes e assim foram considerados. O Au, pela sua importância teve tratamento especial.

7.3.2 - Estudo da Variância

Utilizando-se das amostras duplicatas, 20 pares de amostras, foi elaborada uma matriz de trabalho para o cálculo da variância.

Adotou-se o teste *t-student* ou teste das pequenas amostras para estabelecer a confiabilidade dos resultados analíticos. De acordo com os resultados obtidos (Tabela 7.3), a hipótese nula para as populações originais e réplicas serem iguais foi aceita a um nível de significância de 95% para a quase totalidade dos elementos.

Alguns elementos foram detectados em poucas amostras duplicadas o que invalidou seu teste: As, Au, B, Ge, Hg, Re, Se, Ta e Te. Para o W o teste não foi aceite devido à pequena quantidade de pares envolvidos. Para os demais o teste foi aceite.

Elementos	$t_{0,95} < 1,67$	Hipótese nula	Elementos	$t_{0,95} < 1,67$	Hipótese nula
Ag	1,27	ACEITO	Mn	0,61	ACEITO
Al	0,40	ACEITO	Mo	0,18	ACEITO
As	Teste não realizado		Na	0,50	ACEITO
Au	Teste não realizado		Nb	0,10	ACEITO
B	Teste não realizado		Ni	0,61	ACEITO
Ba	0,04	ACEITO	P	0,46	ACEITO
Be	0,49	ACEITO	Pb	0,18	ACEITO
Bi	0,08	ACEITO	Rb	0,40	ACEITO
Ca	0,59	ACEITO	Re	Teste não realizado	
Cd	0,07	ACEITO	S	1,02	ACEITO
Ce	0,03	ACEITO	Sb	1,62	ACEITO
Co	0,39	ACEITO	Sc	0,36	ACEITO
Cr	0,38	ACEITO	Se	Teste não realizado	
Cs	0,40	ACEITO	Sn	0,41	ACEITO
Cu	0,26	ACEITO	Sr	0,29	ACEITO
Fe	0,37	ACEITO	Ta	Teste não realizado	
Ga	0,40	ACEITO	Te	Teste não realizado	
Ge	Teste não realizado		Th	0,16	ACEITO
Hf	0,42	ACEITO	Ti	0,32	ACEITO
Hg	Teste não realizado		U	0,43	ACEITO
In	0,48	ACEITO	V	0,31	ACEITO
K	0,22	ACEITO	W	1,92	NÃO
La	0,05	ACEITO	Y	0,30	ACEITO
Li	0,92	ACEITO	Zn	0,06	ACEITO
Mg	0,18	ACEITO	Zr	0,14	ACEITO

Tabela 7.3 - Variância

7.3.2.1 - Sumário dos estimadores

Os estimadores dos elementos analisados estão disponibilizados na Tabela 7.4. Com base na Tabela 7.2, selecionou-se para os tratamentos estatísticos a serem utilizados, 34 elementos. O único valor de Au será considerado no mapa geoquímico.

7.3.2.2 - *Box-whiskers* e tipos de distribuição

Foram elaborados *Box-whiskers* para os 34 elementos selecionados (Anexo 1).

Este tipo de gráfico apresenta a particularidade de mostrar a distribuição dos elementos de forma comparativa e baseada nos principais estimadores da população: média e desvio padrão.

7.3.2.3 - Correlações e agrupamentos

Para o cálculo das correlações diretas entre elementos foram selecionados os 34 principais elementos:

Ag; Al; Ba; Be; Bi; Ca; Ce; Co; Cr; Cs; Cu; Fe; Ga; K; La; Li; Mg; Mn; Mo; Nb; Ni; P; Pb; Rb; Sc; Sn; Sr; Th; Ti; U; V; Y; Zn; Zr.

Na análise do gráfico de correlação (Figura 7.1), destaca-se fortemente a associação do Fe e Al com os elementos metálicos de uma maneira geral, mascarando possíveis compartimentações específicas.

Ao particularizar-se a análise para uma análise de agrupamento com aqueles elementos que apresentam maiores correlações e elaborar-se um dendrograma utilizando-se o índice de Pearson com critério de ligação, se obtém associações mais nítidas e hierarquizadas em grupos (Figura 7.2).

A análise do dendrograma enfatiza o comportamento registrado pelo gráfico de correlação, podendo-se entretanto vislumbrar algumas compartimentações como: Co-Cu, Y-La e as individualizações de Cr, Th e U.

	GRAU DETECÇÃO	AMPLITUDE	MÉDIA ARIT.	MÉDIA GEOM.	DESVIO ARIT.	DESVIO GEOM.	LIMIAR (MGxDG2)	ANOMALIAS
Ag - ppm	43/102	0,01 - 0,09	0,03	0,02	0,02	2,09	0,1	0
Al - %	102/102	0,09 - 2,05	0,49	0,40	0,34	1,95	1,51	2
As - ppm	12/102	1 - 4	1,58	1,41	0,90	1,60	3,6	1
Au - ppb	1/102	0,3 - 0,3						
B - ppm	0/102							
Ba - ppm	102/102	14 - 731	96,29	67,16	109,56	2,24	336,96	3
Be - ppm	88/102	0,1 - 1,7	0,39	0,32	0,28	1,91	1,17	2
Bi - ppm	100/102	0,03 - 0,45	0,08	0,07	0,06	1,76	0,21	3
Ca - %	102/102	0,02 - 0,41	0,11	0,09	0,09	2,11	0,39	1
Cd - ppm	68/102	0,01 - 0,22	0,03	0,02	0,03	1,94	0,09	1
Ce - ppm	102/102	1,13 - 116,42	38,30	28,48	24,98	2,57	188,68	0
Co - ppm	102/102	0,4 - 33,1	5,20	3,40	5,19	2,64	23,78	2
Cr - ppm	102/102	5 - 111	21,21	17,89	14,38	1,78	56,72	3
Cs - ppm	102/102	0,06 - 2,99	0,45	0,33	0,44	2,19	1,57	3
Cu - ppm	102/102	2,2 - 46,3	10,66	8,92	7,39	1,79	28,65	3
Fe - %	102/102	0,55 - 5,62	1,54	1,36	0,84	1,62	3,56	2
Ga - ppm	102/102	0,5 - 13,2	2,95	2,31	2,26	2,04	9,57	2
Ge - ppm	5/102	0,1 - 0,3	0,20	0,19	0,07	1,49	0,42	0
Hf - ppm	51/102	0,05 - 0,35	0,09	0,08	0,06	1,53	0,19	3
Hg - ppm	32/102	0,01 - 0,05	0,01	0,01	0,01	1,56	0,03	2
In - ppm	22/102	0,02 - 0,06	0,03	0,03	0,01	1,40	0,05	1
K - %	101/102	0,01 - 0,32	0,08	0,06	0,07	2,30	0,33	0
La - ppm	102/102	3,2 - 108,5	24,28	19,29	18,99	1,95	73,49	3
Li - ppm	83/102	1 - 9	2,83	2,40	1,69	1,80	7,79	2
Mg - %	96/102	0,01 - 0,43	0,09	0,06	0,09	2,72	0,44	0
Mn - ppm	102/102	48 - 1668	264,64	205,62	238,70	1,98	806,42	3
Mo - ppm	102/102	0,73 - 12,24	3,75	2,81	2,94	2,14	12,91	0
Na - %	44/102	0,01 - 0,04	0,02	0,02	0,01	1,52	0,03	1
Nb - ppm	102/102	0,19 - 5,89	1,18	0,93	1,02	1,96	3,57	4
Ni - ppm	102/102	2,7 - 45,3	12,26	10,61	7,37	1,70	30,59	3
P - ppm	94/102	53 - 649	145,32	126,27	89,36	1,68	354,76	3
Pb - ppm	102/102	3 - 27,5	7,83	6,91	4,69	1,60	17,67	5
Rb - ppm	102/102	1,7 - 50	11,72	9,03	8,65	2,12	40,67	2
Re - ppm	0/102							
S - %	33/102	0,01 - 0,04	0,02	0,01	0,01	1,53	0,03	1
Sb - ppm	20/102	0,05 - 3,91	0,30	0,10	0,86	3,01	0,86	1
Sc - ppm	102/102	0,3 - 13,9	2,88	2,14	2,45	2,19	10,26	3
Se - ppm	2/102	1 - 2	1,50	1,41	0,71	1,63	3,77	0
Sn - ppm	63/102	0,3 - 1,9	0,66	0,59	0,36	1,59	1,48	4
Sr - ppm	102/102	3,1 - 329	25,19	14,76	42,33	2,48	90,89	4
Ta - ppm	10/102	0,05 - 0,09	0,07	0,06	0,01	1,23	0,1	0
Te - ppm	3/102	0,06 - 0,1	0,08	0,08	0,02	1,29	0,13	0
Th - ppm	102/102	1,2 - 19,8	3,98	3,48	2,53	1,65	9,48	3
Ti - %	84/102	0,01 - 0,46	0,04	0,03	0,05	2,17	0,12	1
U - ppm	102/102	0,15 - 3,15	0,68	0,55	0,54	1,83	1,84	7
V - ppm	102/102	3 - 85	19,77	15,64	14,13	2,02	64,11	1
W - ppm	13/102	0,1 - 2,6	0,33	0,16	0,68	2,50	1,03	1
Y - ppm	102/102	0,92 - 60,09	10,18	7,76	8,45	2,14	35,48	2
Zn - ppm	102/102	2 - 86	18,61	14,20	15,30	2,13	64,62	4
Zr - ppm	94/102	0,5 - 8,9	1,36	1,12	1,23	1,72	3,34	3

Tabela 7.4
Sumário estatístico dos elementos traços

	Ag	Al	Ba	Be	Bi	Ca	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	Ga	K	La	Li	Mg
Ag	1,00	0,30	0,11	0,02	0,09	0,03	0,06	0,13	0,19	0,02	0,32	0,41	0,32	0,14	0,11	0,19	0,08
Al		1,00	0,56	0,62	0,36	0,53	-0,13	0,75	0,70	0,40	0,81	0,89	0,97	0,67	0,57	0,72	0,68
Ba			1,00	0,62	0,35	0,84	-0,36	0,66	0,33	-0,02	0,65	0,63	0,46	0,61	0,61	0,59	0,84
Be				1,00	0,55	0,68	-0,51	0,89	0,34	0,55	0,83	0,66	0,54	0,78	0,85	0,84	0,68
Bi					1,00	0,31	-0,33	0,45	-0,06	0,76	0,62	0,31	0,45	0,24	0,63	0,40	0,14
Ca						1,00	-0,56	0,71	0,29	0,04	0,69	0,61	0,44	0,70	0,67	0,67	0,84
Ce							1,00	-0,50	-0,02	-0,24	-0,45	-0,21	-0,08	-0,34	-0,43	-0,39	-0,39
Co								1,00	0,57	0,42	0,90	0,83	0,66	0,86	0,76	0,82	0,82
Cr									1,00	-0,03	0,50	0,80	0,64	0,58	0,22	0,36	0,58
Cs										1,00	0,53	0,22	0,47	0,24	0,52	0,39	-0,01
Cu											1,00	0,85	0,75	0,77	0,73	0,86	0,72
Fe												1,00	0,83	0,74	0,55	0,74	0,76
Ga													1,00	0,54	0,54	0,60	0,54
K														1,00	0,75	0,77	0,86
La															1,00	0,71	0,59
Li																1,00	0,69
Mg																	1,00
	Mn	Mo	Nb	Ni	P	Pb	Rb	Sc	Sn	Sr	Th	Ti	U	V	Y	Zn	Zr
Ag	0,11	0,31	-0,12	0,16	0,35	0,30	0,04	0,32	0,03	0,08	0,32	0,08	0,37	0,36	0,02	0,27	0,25
Al	0,50	-0,34	0,00	0,75	0,52	0,76	0,65	0,95	0,39	0,37	0,77	0,22	0,57	0,95	0,53	0,69	0,43
Ba	0,68	-0,16	0,20	0,59	0,32	0,57	0,69	0,49	0,26	0,94	0,55	0,29	0,10	0,43	0,44	0,87	-0,17
Be	0,65	-0,31	0,19	0,74	0,38	0,76	0,94	0,64	0,50	0,45	0,82	0,25	0,46	0,58	0,86	0,79	-0,09
Bi	0,32	0,03	-0,13	0,22	0,11	0,79	0,46	0,51	0,30	0,38	0,70	-0,23	0,61	0,40	0,68	0,49	0,41
Ca	0,67	-0,28	0,22	0,65	0,42	0,48	0,75	0,55	0,44	0,75	0,58	0,39	0,17	0,43	0,59	0,84	-0,19
Ce	-0,37	0,52	0,04	-0,37	-0,05	-0,27	-0,48	-0,24	-0,09	-0,36	-0,37	-0,36	-0,05	-0,19	-0,45	-0,46	0,21
Co	0,70	-0,37	0,06	0,90	0,47	0,76	0,91	0,76	0,30	0,46	0,80	0,40	0,35	0,74	0,75	0,84	-0,03
Cr	0,22	-0,31	0,02	0,78	0,47	0,35	0,36	0,66	0,07	0,13	0,31	0,34	0,05	0,72	0,13	0,41	0,05
Cs	0,22	-0,10	-0,24	0,16	0,05	0,65	0,45	0,53	0,28	-0,07	0,63	-0,16	0,66	0,47	0,68	0,23	0,51
Cu	0,60	-0,20	0,02	0,81	0,57	0,83	0,82	0,85	0,39	0,49	0,84	0,27	0,58	0,80	0,72	0,88	0,17
Fe	0,57	-0,21	0,02	0,89	0,63	0,69	0,68	0,87	0,33	0,41	0,71	0,29	0,42	0,89	0,49	0,77	0,12
Ga	0,44	-0,30	-0,02	0,64	0,41	0,80	0,56	0,96	0,46	0,31	0,79	0,12	0,64	0,95	0,51	0,60	0,60
K	0,42	-0,34	0,35	0,87	0,62	0,57	0,87	0,65	0,31	0,40	0,66	0,53	0,21	0,55	0,68	0,81	-0,08
La	0,49	-0,32	0,28	0,63	0,46	0,78	0,84	0,64	0,49	0,52	0,87	0,06	0,50	0,48	0,95	0,81	0,12
Li	0,55	-0,31	0,13	0,79	0,66	0,64	0,82	0,69	0,40	0,37	0,73	0,24	0,60	0,63	0,73	0,81	-0,03
Mg	0,57	-0,40	0,23	0,82	0,41	0,51	0,79	0,60	0,23	0,67	0,56	0,64	0,03	0,57	0,46	0,83	-0,17
Mn	1,00	-0,04	-0,09	0,49	0,19	0,52	0,68	0,49	0,32	0,55	0,54	0,16	0,24	0,49	0,49	0,62	-0,18
Mo		1,00	-0,04	-0,42	-0,08	-0,15	-0,34	-0,31	0,02	-0,08	-0,28	-0,37	-0,03	-0,30	-0,29	-0,22	-0,06
Nb			1,00	0,13	0,15	0,03	0,29	-0,10	0,51	0,23	0,13	0,14	-0,15	-0,15	0,16	0,29	-0,12
Ni				1,00	0,65	0,59	0,75	0,74	0,21	0,36	0,64	0,40	0,26	0,72	0,58	0,78	-0,10
P					1,00	0,26	0,40	0,52	0,19	0,11	0,38	-0,06	0,40	0,40	0,43	0,58	-0,05
Pb						1,00	0,73	0,81	0,45	0,49	0,93	0,07	0,63	0,76	0,75	0,73	0,46
Rb							1,00	0,64	0,49	0,51	0,81	0,41	0,33	0,57	0,82	0,83	-0,06
Sc								1,00	0,43	0,32	0,81	0,15	0,65	0,95	0,63	0,68	0,49
Sn									1,00	0,20	0,54	-0,07	0,47	0,35	0,49	0,38	0,24
Sr										1,00	0,44	0,19	0,01	0,25	0,33	0,76	-0,12
Th											1,00	0,14	0,69	0,76	0,86	0,78	0,40
Ti												1,00	-0,30	0,20	0,01	0,30	-0,17
U													1,00	0,58	0,60	0,37	0,54
V														1,00	0,48	0,59	0,46
Y															1,00	0,70	0,15
Zn																1,00	-0,03
Zr																	1,00

Figura 7.1 – Gráfico de correlação
(valores acima de 0,7 foram considerados significativos)

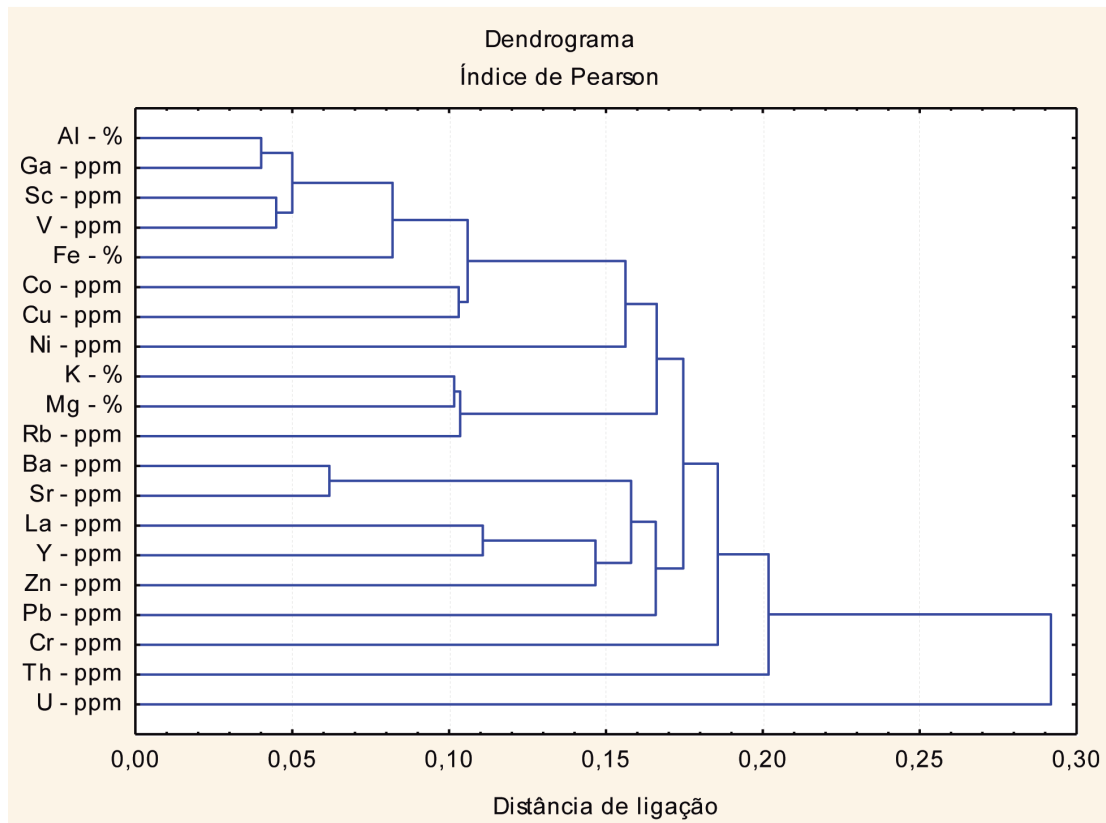


Figura 7.2

7.4 - DISTRIBUIÇÃO DOS ELEMENTOS E ESTABELECIMENTO DAS ANOMALIAS

O estabelecimento dos valores limiares nos sedimentos de corrente foi baseado numa análise estatística simples: a média geométrica multiplicada pelo desvio geométrico ao quadrado. A média geométrica representa melhor os elementos traços, que normalmente possuem uma distribuição lognormal. Este tipo de cálculo de limiar pode não ser a melhor maneira para determinado elemento, porém devido ao elevado número de elementos e a exigüidade de tempo de disponibilizar as informações torna-o um método adequado às circunstâncias. Assim, o retrabalhamento dos dados, para alguns elementos, não deve ser descartado.

Foram considerados aqueles elementos mineralizantes (aqueles que possam gerar depósitos minerais) e seus elementos associados baseados na expectativa metalogenética para a área.

Nesta área, os valores anômalos foram representados por estações pontuais anômalas. Foram identificadas 17 estações anômalas individuais dos elementos Au, Cr, Cu, La, Nb, Ni, P, Pb, Sc, Sn, Th, U, V, Y e Zn.

7.4.1 - Concentrados de bateia

Os dados analíticos de concentrados de bateia tiveram um tratamento específico diferente dos

sedimentos de corrente. As 82 amostras de concentrados de bateia foram analisadas para identificação mineralógica de minerais pesados semiquantitativa. Apenas o ouro foi analisado por contagem de pintas. Foram considerados neste trabalho apenas os minerais-minério e associados mais importantes, no caso desta área foram identificados 7 destaques mineralógicos: 4 estações com presença de ouro (um com 4 pintas) e 3 estações com cromita (cro).

7.5 - MAPA GEOQUÍMICO

O mapa geoquímico é consequência da compatibilização dos dados geoquímicos e mineralógicos com a base geológica e a perspectiva metalogenética da área., Na sua elaboração foram considerados sobre uma base geológica simplificada, as anomalias geoquímica dos sedimentos de corrente e os destaques mineralógicos da fração pesada dos concentrados de bateia.

Sobre uma base geológica simplificada estão plotadas:

Quatorze (14) ocorrências minerais de granito-gnaiss (5), ferro (4), grafita (1), quartzito (1) e argila (3);

Dezessete (17) estações anômalas pontuais de Au; Cr; Cu; La; Nb; Ni; P; Pb; Sc; Sn; Th; U; V, Y e Zn;

Sete (7) destaques mineralógicos, sendo 4 de ouro (Au) e 3 de cromita (cro);

7.6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O adensamento da amostragem na área do projeto não foi adequado. Existe a necessidade de um adensamento maior ao nível de 1 amostra/10 km² para ambos os materiais amostrados, sedimentos de corrente e concentrados de bateia, mais densa que a aplicada aqui, 1 amostra/37 km² para sedimento de corrente e concentrado de bateia.

Merecem consideração os destaques mineralógicos de cromita e ouro, um com 4 pintas, porém é necessário um adensamento da amostra como citado anteriormente, um serviço de *follow-up*.

8 – RECURSOS MINERAIS

Na Folha Avelino Lopes, foram cadastrados 14 (quatorze) pontos com ocorrências minerais. No entanto, praticamente toda a areada folha está recoberta por Requerimentos e/ou Autorizações de Pesquisa junto ao DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral, dados de 2010).

Em 9 (nove) desses pontos, observou-se que já ocorrera algum tipo de extração, ainda que de forma rudimentar e artesanal, como no caso da extração de quartzitos e de argilas, ou na forma de lavras, em pedreiras, onde rochas granitóides foram extraídas para fins de construção civil. Os outros 5 (cinco) pontos restantes referem-se a ocorrências de Fe ou grafita constatadas na descrição de alguns afloramentos.

Como resultado do levantamento geoquímico regional, foram identificados destaques mineralógicos de Ouro (Au) e Cromo (Cr), além de anomalias pontuais de Au, Cr, Cobre (Cu), Lantânio (La), Nióbio (Nb), Níquel (Ni), Fósforo (P), Chumbo (Pb), Escândio (Sc), Estanho (Sn), Tório (Th), Urânio (U), Vanádio (V), Ítrio (Y) e Zinco (Zn).

8.1 - FERRO

As ocorrências de Fe nessa folha estão associadas a lentes de rochas máficas-ultramáficas, que ocorrem em meio aos ortognaisses e granitóides do Complexo Cristalândia do Piauí. Apresentam-se em morrotes e morrotes arrasados, ou em blocos. O mineral de minério é a hematita. Esse bem mineral ocorre associado, também, a Depósitos Detrito-Lateríticos na forma de blocos de canga/crosta laterítica.

São apenas ocorrências cadastradas, não configurando depósitos. No entanto, como mencionado anteriormente, a porcentagem de áreas requeridas para Fe, junto ao DNPM, nessa folha, é muito alta. Somando-se os requerimentos para Fe e Mn, chega-se a mais de 90% das áreas.

8.2 - GRAFITA

Única ocorrência de grafita cadastrada nessa folha, próximo à Lagoa do Gruguxi, se apresenta na forma de bloco obtido por moradores locais (Foto 8.1), durante a escavação de cisterna, em uma profundidade máxima de 3 (três) metros. Está associada à Unidade de Xistos (muscovita xistos, quartzo xistos e xistos ferruginosos e grafitosos) do Grupo Rio Preto. Ferro, na forma de hematita (Foto 8.2), ocorre como substância secundária associada à grafita.



Foto 8.1 – Fotografia de bloco de grafita extraído durante escavação para construção de cisterna na localidade de Gruguxi – ponto MR 097.



Foto 8.2 – Detalhe da hematita associada à grafita encontrada na forma de blocos extraídos na localidade de Gruguxi ponto MR 097.

8.3 - OURO E CROMO

Como resultado do levantamento geoquímico regional, foram diagnosticados 7 (sete) destaques mineralógicos, sendo 4 (quatro) de Au e 3 (três) de Cr, que à exceção de um dos destaques de Au que está associado à unidade de xistos do Grupo Rio Preto, os demais a ortognaisses e metagranitóides tonalíticos a granodioríticos com lentes de rochas máficas-ultramáficas do Complexo Cristalândia do Piauí.

8.4 - ANOMALIAS DE Au, Cr, Cu, La, Nb, Ni, P, Pb, Sc, Sn, Th, U, V, Y E Zn

Foram detectadas, ainda, através do levantamento geoquímico regional, 17 (dezessete) estações anômalas pontuais de Au, Cr, Cu, La, Nb, Ni, P, Pb, Sc, Sn, Th, U, V, Y e Zn.

8.5 - ROCHAS GRANITÓIDES

Dentre os pontos cadastrados para rochas granitoides e gnaisses, alguns já foram explotados anteriormente mas, atualmente, encontram-se paralisados ou são extraídos de forma intermitente (Foto 8.3). Apenas na localidade/comunidade de Serrinha, a atividade de extração de rocha granitóide está ativa atualmente (Foto 8.4). Na Pedreira do Mulungu (Ponto MR 064), esporadicamente, há extração informal para produção de brita, a qual é comercializada a preços irrisórios.

As ocorrências de rocha granitóide, cadastradas na porção norte da folha, estão associadas ao Granitóide Serra da Pintada, de composição granítica a sienogranítica, granulação média a grossa, foliado; e as da porção oeste dessa folha, associadas ao Granitóide do Mulungu, de composição tonalítica, monzogranítica e predominantemente granodiorítica, com textura equigranular, foliado. A ocorrência de gnaiss, na localidade de Lajedo está associada à biotita paragnaisses granodioríticos a tonalíticos do Complexo Cristalândia do Piauí.

Todas essas ocorrências de rochas granitoides e gnaisses são, ou foram, explotadas para uso na construção civil e não estão regularizadas junto ao DNPM.

8.6 - QUARTZITO

A ocorrência de quartzito cadastrada próximo à localidade de Cacimba tem sido explorada informalmente, de forma rudimentar e manual, intermitentemente, também para usos na construção civil. Esse quartzito encontra-se na Unidade de Quartzitos (quartzitos e muscovita quartzitos) do Grupo Rio Preto.

8.7 - ARGILA

As 3 (três) ocorrências de argila cadastradas nessa folha estão associadas a planícies de inundação e várzeas de rios. São cavas feitas manualmente, das quais apenas uma encontra-se inativa. A extração é feita de maneira rudimentar e rústica, com pouco ferramental, por famílias que moram próximo às áreas de várzea.

Nas localidades/comunidades de Lagoa do Mel e de Lajedo, a argila é utilizada na fabricação de tijolos (Fotos 8.5 e 8.6) e a produtividade é baixa. Na localidade/comunidade do Maroto, a argila extraída é usada na fabricação de telhas rústicas (Foto 8.7) e a produção, também, é baixa.

A queima desses tijolos e telhas é feita em fornos simples e rudimentares, utilizando-se para tanto, vegetação nativa, de forma predatória.

Nenhuma dessas extrações está regularizada junto ao DNPM.



Foto 8.3 – Aspecto geral de pedreira de rocha granitóide – Granitóide do Mulungu – no afloramento do ponto MR 064, na localidade de Mulungu.



Foto 8.4 – Pedreira de granitóide, em atividade, na localidade de Serrinha. Ponto MR 026.



Foto 8.5 – Aspecto geral do garimpo de argila para tijolos na localidade de Lagoa do Mel no ponto MR 511.



Foto 8.6 – Secagem de tijolos de argila em garimpo na localidade de Lajedo no ponto MR 039.



Foto 8.7 – Armazenamento da pequena produção de telhas em garimpo de argila na localidade do Maroto no ponto MR 513.

8.8 - CONCLUSÕES

Pode-se dizer, que até o momento, a Folha Avelino Lopes apresenta potencial mineral comprovado para materiais de uso na construção civil, principalmente para britas e paralelepípedos, a partir da extração de granitóides e gnaises, além de argilas para fabricação de telhas e tijolos.

Vislumbra-se potencial para minerais metálicos, em especial, para o Fe.

Pelo fato do adensamento da amostragem geoquímica nessa folha, não ter sido a adequada, existe a necessidade de um adensamento maior ao nível de 1 amostra/10 km², tanto para estações de coleta de sedimentos de corrente quanto para as de concentrados de bateia. Por merecerem consideração os destaques mineralógicos de ouro e cromita, sugere-se, que posteriormente, seja realizado um *follow-up* nessa folha.

9 – CONCLUSÕES

Ao final deste trabalho de mapeamento, após todos os dados coletados em campo e os resultados de análises de laboratório, químicos, petrográficos e geocronológicos, terem sido exaustivamente processados, num trabalho árduo de integração e interpretação dos mesmos, espera-se que as informações contidas neste relatório de mapeamento e o mapa geológico resultante, venham a cumprir com os objetivos a que o PGB se propõe. Sobretudo no que se refere ao avanço do conhecimento geológico da região em que a Folha Avelino Lopes está inserida.

A proposição de individualização de unidades faciológicas como esforço inicial na tentativa de caracterização do chamado Grupo Rio Preto, unidade atualmente indivisa na área da folha mapeada, é uma das principais mudanças sugeridas na reformulação da Coluna Litoestratigráfica para a região.

Realizou-se a realocação das unidades gnáissicas e granitóides do Complexo Cristalândia do Piauí que compõe o embasamento cristalino da área e também das duas unidades de corpos granitóides aflorantes na folha: os granitóides Serra da Pintada e do Mulungu, este último nunca antes cartografado.

Este trabalho de recolocação destas unidades no tempo geológico através de datações U-Pb, auxiliou sobretudo a interpretação da evolução tectono-estratigráfica das rochas mapeadas na folha.

Algumas considerações e recomendações podem ser definidas neste capítulo final de conclusões, relatadas a seguir.

Os dados estruturais comprovam a complexidade tectônica da Folha Avelino Lopes, indicando e confirmando o padrão regional transpressional geral de norte para sul. Frentes de empurrão no Granitóide Serra da Pintada são indicadores deste padrão, assim como a megaestruturação em leque no centro-oeste da folha. *Trends* estruturais NE e NW com caimentos variados são predominantes e também as estruturas

de alívio, definidas pela predominância destas mesmas direções nas atitudes de fraturas, veios e diques encontrados na área.

No que se refere aos trabalhos de geoquímica prospectiva, recomenda-se que haja uma complementação de amostragem e análises para a área mapeada, pois os diminutos conjuntos de dados químicos não contribuíram para uma melhor e mais precisa interpretação de áreas fontes, tendo sido descritos apenas alguns pontos anômalos de concentração para metais preciosos.

Pela reconhecida associação do contexto geológico da Folha Avelino Lopes, onde há embasamento com corpos de ferro e/ou lentes de rochas ultramáficas em seu interior e também pelas pequenas ocorrências de minerais de interesse econômico, tal como grafita e hematita além dos óxidos de ferro agregados às crostas lateríticas; e como aquela região tem sido alvo de inúmeros requerimentos de pesquisa de empresas mineradoras particulares, não se pode negligenciar o potencial econômico da folha no que tange a empreendimentos minerários, que poderão ser instalados na região.

A área de borda do Cráton do São Francisco, no qual a Folha Avelino Lopes está inserida, é uma área bastante interessante para estudos geológicos estruturais e geocronológicos que visem sobretudo desvendar as relações de contato e evolução do cráton e da Faixa Rio Preto. As rochas metassedimentares do Grupo Rio Preto poderão ser melhor entendidas por meio das relações estruturais e geocronológicas num trabalho de maior detalhe e/ou mais dirigido, para o qual possa haver interesse científico.

Para futuros projetos na região da Folha Avelino Lopes recomenda-se a inclusão de datações U-Pb nos gnaisses migmatíticos de embasamento, mais análises geocronológicas nos corpos granitóides de Serra da Pintada e do Mulungu e datações isotópicas Ar-Ar nos metassedimentos do Grupo Rio Preto.

10 – REFERÊNCIAS

- ALKMIM, F. F.; MARTINS NETO, M. A. A Bacia Intracratônica do São Francisco: arcabouço estrutural e cenários evolutivos. In: PINTO, C. P.; MARTINS NETO, M. A. (Ed.). **Bacia do São Francisco: geologia e recursos naturais**. Belo Horizonte: SBG/MG, 2001. p. 9-30.
- ALKMIM, F. F.; BRITO NEVES, B. B.; CASTRO ALVES, J. A. Arcabouço tectônico do cráton do São Francisco: uma revisão. In: DOMINGUEZ, J. M. L.; MISI, A. (Ed.). **O Cráton do São Francisco**. Salvador: SBG;SGM;CNPq, 1993. p. 45-62.
- ALMEIDA, F. F. M. O Cráton do São Francisco. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo; v. 7, p. 349-364, 1977.
- ALMEIDA, F. F. M. et al. Províncias estruturais brasileiras. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 8., 1977, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: SGB, 1977. p. 363-391.
- ARCANJO, J. B. A.; BRAZ FILHO, P. A. (Org.). **Curimatá - Folha SC.23-Z-A; Corrente - Folha SC.23-Y-B (Parcial); Xique-Xique - Folha SC.23-Z-B (Parcial)**. Brasília: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 1999. 84p. (Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB).
- BIZZI, L. A. et al. (Ed.). **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil**. Brasília: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2003. 692 p. Texto, Mapas e SIG.
- BRITO NEVES, B. B. et. al. O Evento Cariris Velhos na Província Borborema: integração de dados, implicações e perspectivas. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo; v. 25, n. 4, p. 279-296, 1995.
- SILVA, L. C. da. et al. Tonian rift-related, A-type continental plutonism in the Araçuai Orogen, eastern Brazil: new evidence for the breakup stage of the São Francisco-Congo Palecontinent. **Gondwana Research**; [s.l.], v. 13, p. 527-537, 2008.
- DARNLEY, A. G et al. **A Global geochemical database: for environmental and resource management**. Contributions by R. G. Garrett and G. E. M. Hall. Paris: UNESCO, 1995. 122 p. (Earth Sciences, 19). Recommendations for International Geochemical Mapping Final Report of IGCP Project 259.
- DELGADO, I. M. et. al. Geotectônica do escudo Atlântico. In: BIZZI, L.A. et. al. (Ed.). **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapas & SIG**. Brasília: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2003. cap. 5, p. 227-334.
- DOMINGUEZ, J. M. L.; MISI, A. (Ed.). **O Cráton do São Francisco**. Salvador: SBG;SGM;CNPq, 1993. p. 45-62.
- KLEIN, E. L. et al. **Geologia e recursos minerais da folha Cândido Mendes SA.23-V-D-II**. Belém: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2008. 150p. (Programa Geologia do Brasil - PGB).
- MANTESSO-NETO, V. (Org.) et al. **Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca, 2004. 673p.
- SALMINEN, R. (Ed.). **Geochemical Atlas of Europe: Part 1 Background information, methodology and maps**. Espoo: Geological Survey of Finland, 2005. 526 p. 36 figures, 362 maps. Disponível em: <<http://www.gsf.fi/publ/foregsatlas>>. Acesso em: 22 jan.2010
- SILVA, M. E. **O Sistema de dobramentos Rio Preto e suas relações com o cráton do São Francisco**. 1987. 141 f. Tese (Doutorado em Geologia Geral e Aplicação)- Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.
- SILVA, M. E.; KARMANN, I.; TROMPETE, R. Litoestratigrafia do Supergrupo Espinhaço e Grupo Bambuí no noroeste do Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo; v. 19, p. 141-152, 1989.

SOUZA, J. D. **Folha Avelino Lopes/ SC.23-Z-A-III**: Caderneta de Campo de viagem no período 12 a 22.08.2009. Salvador, 2009.

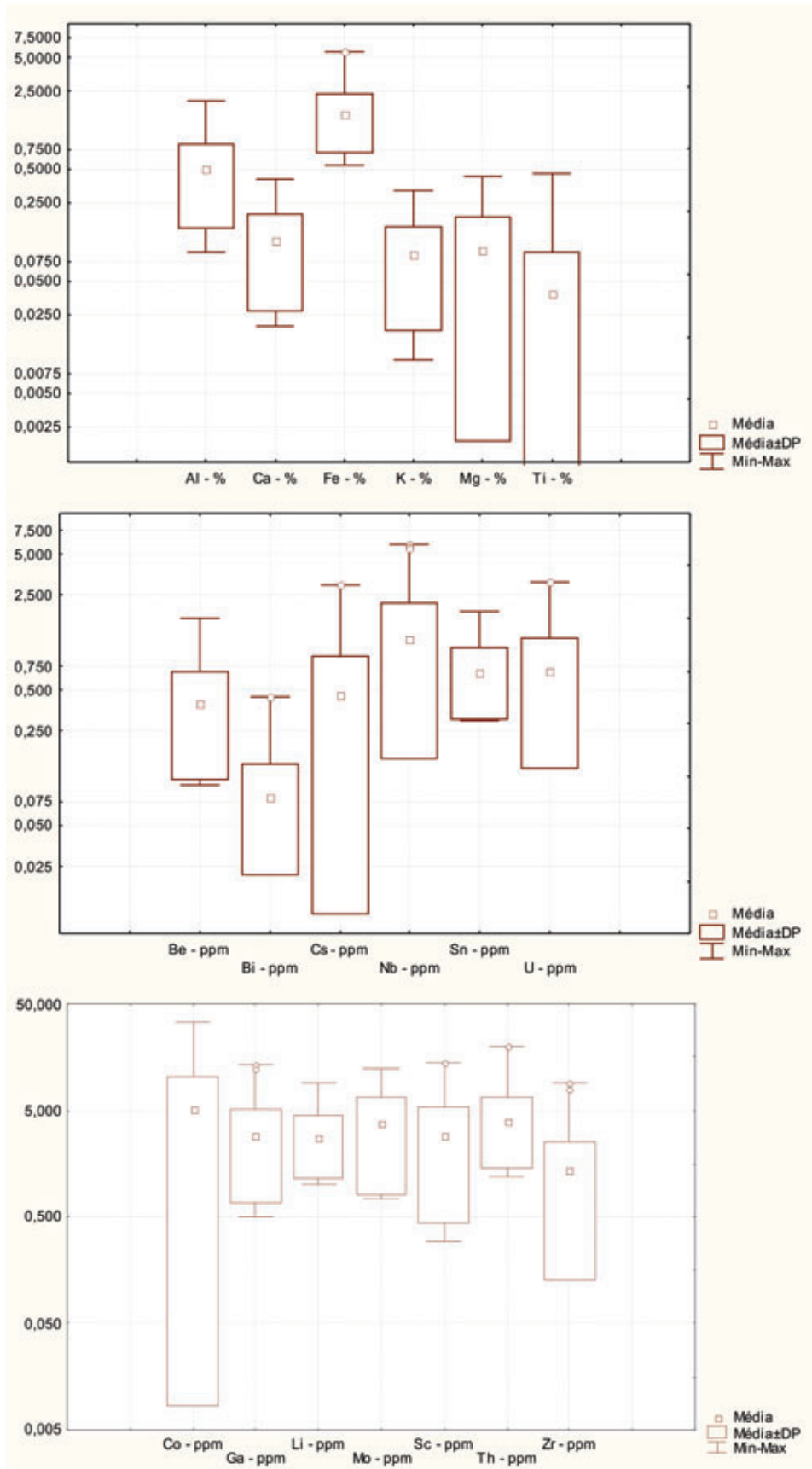
SOUZA, J. D. **Folha Avelino Lopes/ SC.23-Z-A-III**: Relatório Preliminar de Viagem. Salvador: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2009.

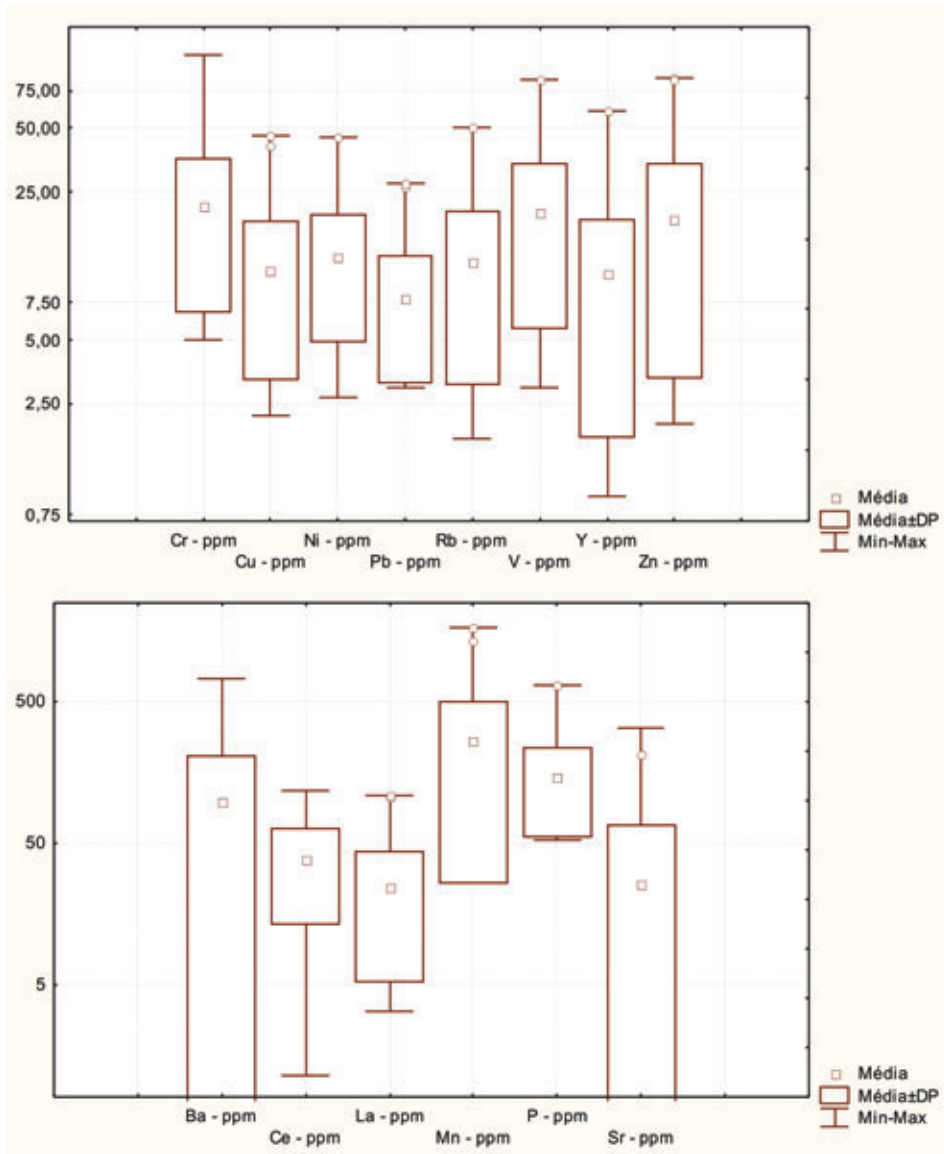
WERNICK, E. **Rochas magmáticas: conceitos fundamentais e classificação modal, química, termodinâmica e tectônica**. São Paulo: UNESP, 2004. 655 p.

WINGE, M. **Geologia da região das serras do Estreito e do Boqueirão, NW da Bahia – SSE do Piauí**. Recife: SUDENE, 1972. 1 mapa. (SUDENE. Geologia Regional, 17).

ANEXO

1 - Box - Whiskers







A elaboração do mapa Geológico e de Recursos Minerais da Folha Avelino Lopes na escala 1:100.000, resulta de uma ação de governo por intermédio do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, empresa pública vinculada à Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral do Ministério de Minas e Energia.

O produto foi executado pela Residência de Teresina, no âmbito do Programa Geologia do Brasil. Conta com levantamentos e análises de dados geológicos, geoquímicos e aerogeofísicos (magnetometria e gamaespectrometria), estudos petrográficos, análises químicas de rochas, geoquímica de sedimentos ativos de corrente e análises mineralométricas de concentrados de bateia.

Esse produto deverá auxiliar os governos dos estados do Piauí e da Bahia e seus respectivos municípios no estabelecimento de políticas públicas de desenvolvimento regional, na medida em que serve de base para novos estudos mais detalhados de prospecção e exploração mineral de substâncias como ferro, manganês e materiais para Construção Civil (argila, areia e brita) e outros temas correlatos ao meio físico.

O conhecimento geológico e a divulgação de áreas potencialmente favoráveis à presença de substâncias minerais de valor econômico deverão atrair investimentos por parte de empresas de prospecção e pesquisa mineral, com vistas a contribuir e alavancar a atividade de mineração no país.

GELOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA AVELINO LOPES SC.23-Z-A-III

Escala 1:100.000

ESTADOS DO PIAUÍ E BAHIA



FOLHA AVELINO LOPES SC.23-Z-A-III

DEZEMBRO DE 2011

www.cprm.gov.br

SERVIÇO DE ATENDIMENTO AO USUÁRIO - SEUS

Tel: 21 2295-5997 – Fax: 21 2295-5897

E-mail: seus@cprm.gov.br

OUIDORIA

Tel: 21 2295-4697 – Fax: 21 2295-0495

E-mail: ouvidoria@cprm.gov.br