

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
Superintendência Regional de Belo Horizonte

Programa Geologia do Brasil

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA
FOLHA SERRA DO CABRAL*
SE.23-X-C-V

Escala 1:100.000

ESTADO DE MINAS GERAIS

***Parceria com**



Contrato Nº 010/PR/2010



BELO HORIZONTE
2014

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

CPRM - SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELO HORIZONTE
AV. BRASIL, 1731 – BAIRRO FUNCIONÁRIOS
BELO HORIZONTE – MG – 30.140-002
FAX: (31) 3878-0383
TEL: (31) 3878-0307
HTTP://WWW.CPRM.GOV.BR
BIBLIOTECABH@CPRM.GOV.BR

Lopes, Tiago Carneiro.

Geologia e recursos minerais da folha Serra do Cabral

SE.23-X-C-V: estado de Minas Gerais / Tiago Carneiro Lopes

... [et al.] ... – Belo Horizonte : CPRM, 2014.

1 DVD

Programa Geologia do Brasil.

Parceria com UFMG.

ISBN 978-85-7499-215-0

1.Geologia regional – Brasil – minas Gerais. 2.Recursos minerais – Brasil –
Minas Gerais. I.Título.

CDD 558.151

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA NA DIDOTE/SEUS POR
TERESA CRISTINA SAMPAIO ROSENHAYME - CRB7 / 5663

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
Superintendência Regional de Belo Horizonte

Programa Geologia do Brasil

**GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA
FOLHA SERRA DO CABRAL**

ESTADO DE MINAS GERAIS

Tiago Carneiro Lopes
Mariana Meireles Leite
Maximiliano de Souza Martins
Alexandre Uhlein
Joachim Karfunkel
Augusto Fonseca
Gabriel Jubé Uhlein
Glauber Rezende Freire



BELO HORIZONTE
2014

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
Superintendência Regional de Belo Horizonte

Programa Geologia do Brasil

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA SERRA DO CABRAL

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
Edison Lobão
Ministro de Estado

SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
Carlos Nogueira da Costa Junior
Secretário

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Manoel Barretto da Rocha Neto

Diretor-Presidente

Roberto Ventura Santos

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 Alves dos Santos

Chefe do Departamento de Geologia

Edilton José dos Santos

Chefe de Divisão de Geologia Básica

Patrícia Durringer Jacques

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

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELO HORIZONTE

Marco Antônio Fonseca

Superintendente Regional

Márcio Antônio da Silva

Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Márcio de Oliveira Cândido

Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Marcelo de Araújo Vieira

Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Cléria Sebastiana Vieira

Gerente de Administração e Finanças

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Professor Jaime Arturo Ramírez

Reitor

Professora Maria Márcia Magela Machado

Diretora do Instituto de Geociências

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
Superintendência Regional de Belo Horizonte

CRÉDITOS DE AUTORIA DO RELATÓRIO

Tiago Carneiro Lopes - UFMG	Joachim Karfunkel - UFMG
Mariana Meireles Leite - UFMG	Augusto Fonseca - UFMG
Maximiliano de Souza Martins - UFMG	Gabriel Jubé Uhlein - UFMG
Alexandre Uhlein - UFMG	Glauber Rezende Freire - UFMG

COORDENAÇÃO - UFMG

Antônio Carlos Pedrosa Soares

APOIO TÉCNICO

<i>Departamento de Geologia</i>	Marcelo de Araújo Vieira
Reginaldo Alves dos Santos	<i>Revisão preliminar do Texto</i>
<i>Divisão de Geologia Básica</i>	Valter Salino Vieira
Edilton José dos Santos	<i>Organização e Coordenação</i>
<i>Divisão de Geoprocessamento</i>	Luiz Carlos da Silva
João Henrique Gonçalves	<i>Colaboração - Estagiários de Geologia</i>
<i>Superintendência Regional de Belo Horizonte</i>	Guilherme Cotta Gonçalves
Marco Antônio Fonseca	Caroline Cibele Vieira Soares
<i>Gerência de Recursos Minerais</i>	<i>Coordenação de Revisão Bibliográfica</i>
Márcio Antônio da Silva	Roberta Pereira da Silva de Paula
<i>Gerência de Relações Institucionais e Desenvolvimento</i>	<i>Organização, Preparo e Controle da Edição Final</i>
	Alan Düssel Schiros

Editoração para publicação
UNIKA Editora

EDIÇÃO DO PRODUTO DIGITAL

Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento
Departamento de Relações Institucionais e Divulgação – DERID - Ernesto von Sperling
Divisão de Marketing e Divulgação – DIMARK - José Márcio Henriques Soares
Divisão de Geoprocessamento – DIGEOP/SA – Reginaldo Leão Neto – SIG/GEOBANK

APRESENTAÇÃO

O Programa Geologia do Brasil (PGB), desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM, é responsável pela retomada em larga escala dos levantamentos geológicos básicos do país. Este programa tem por objetivo a ampliação acelerada do conhecimento geológico do território brasileiro, fornecendo subsídios para mais investimentos em pesquisa mineral e para a criação de novos empreendimentos mineiros, com a consequente geração de oportunidades de emprego e renda. Além disso, os dados obtidos no âmbito desse programa também são aplicados em projetos de águas subterrâneas, gestão territorial e em outras atividades de interesse social. Destaca-se, entre as ações mais importantes e inovadoras desse programa, a estratégia de implementação de parcerias com grupos de pesquisa de universidades públicas brasileiras, em trabalhos de cartografia geológica básica na escala 1:100.000. Trata-se de uma experiência que, embora de rotina em outros países, foi de caráter pioneiro no Brasil, representando uma importante quebra de paradigmas para as instituições envolvidas. Essa parceria representa assim, uma nova modalidade de interação com outros setores de geração de conhecimento geológico, à medida que abre espaço para a atuação de professores, em geral líderes de grupos de pesquisa, os quais respondem diretamente pela qualidade do trabalho e possibilitam a inserção de outros membros do universo acadêmico.

Esses grupos incluem também diversos pesquisadores associados, bolsistas de doutorado e mestrado, recém-doutores, bolsistas de graduação, estudantes em programas de iniciação científica, dentre outros. A sinergia entre a interação de parcela considerável do universo acadêmico com a excelência em cartografia geológica praticada pelo Serviço Geológico do Brasil resulta em enriquecedor processo de produção de conhecimento geológico, que beneficia não apenas a academia e a CPRM, mas também a comunidade geocientífica e à indústria mineral. Os resultados obtidos mostram um importante avanço, tanto na cartografia geológica quanto no estudo da potencialidade mineral e do conhecimento territorial em amplas áreas do território. O refinamento da cartografia, na escala adotada, fornece aos potenciais usuários, uma ferramenta básica, indispensável aos futuros trabalhos de exploração mineral ou àqueles relacionados à gestão ambiental e à avaliação de potencialidades hídricas, dentre outras aplicações.

Além disso, o projeto foi totalmente desenvolvido em ambiente SIG e vinculado ao Banco de Dados Geológicos da CPRM (GEOBANK), incorporando o que existe de mais atualizado em técnicas de geoprocessamento aplicada à cartografia geológica básica. Este volume contém a Nota Explicativa da Folha Serra do Cabral (SE.23-X-C-V), juntamente com o Mapa Geológico na escala 1:100.000 em ambiente SIG, executado pela UFMG, através do Contrato CPRM-UFMG No.010/PR/2010.

Esse conjunto também está disponível no Portal da CPRM na Internet, no endereço www.cprm.gov.br.

MANOEL BARRETTO DA ROCHA NETO
Diretor - Presidente
Serviço Geológico do Brasil - CPRM

ROBERTO VENTURA SANTOS
Diretor de Geologia e Recursos Minerais
Serviço Geológico do Brasil - CPRM

RESUMO

A Folha Serra do Cabral (SE.23-X-C-V) está localizada na porção central de Minas Gerais, no domínio externo da Faixa de Dobramentos Araçuaí (Uhlein, 1991) e domínio leste do Cráton do São Francisco (Alkmim et al. 1993 e 1996). Caracterizada por grandes e suaves dobramentos, com fraca vergência para oeste, que compõe, de leste para oeste: a Serra de Minas, o sinclinal de Buenópolis, a Serra do Cabral, o sinclinal de Covancas e a Serra da Água Fria. As serras citadas são grandes anticlinais, que nos casos da Serra do Cabral e da Água Fria expõe dentro do cráton do São Francisco os litotipos do Supergrupo Espinhaço em seus núcleos. Ao redor das serras estão os litotipos do Supergrupo São Francisco compostos pelos metadiamicritos da Formação Jequitaí e as rochas metapelito-carbonáticas do Grupo Bambuí. Recobrimo as unidades anteriores estão os ruditos da Formação Abaeté, Grupo Areado, aflorantes em cotas próximas de 1000 m. A Serra do Cabral é conhecida pelos cristais de quartzo bem formados, ocorrentes em veios cortando principalmente as unidades do Supergrupo Espinhaço. Este recurso é utilizado para fins gemológicos e exotéricos.

ABSTRACT

The Serra do Cabral chart (SE.23-X-C-V) is localized in Minas Gerais central portion, on Araçuaí fold thrust belt external domain (Uhlein, 1991) and São Francisco craton east domain (Alkmim et al. 1993 e 1996). Characterized by great and smooth folds, with weak vergency to west, that compose, from east to west: the Minas Ridge, the Buenópolis synclinal, the Cabral Ridge, the Covancas synclinal and the Água Fria Ridge. The pointed ridges are big anticlines, in the case of Cabral and Água Fria ridges, they show inside the craton the Espinhaço Supergroup rocks in their cores. Around the ridges are the São Francisco Supergroup lithotypes represented by the Jequitaí Formation, metadiamicrites, and Bambuí Group, metapelite-carbonated rocks. Recovering these units are the Abaeté Formation ruditic rocks, from Areado Group, cropping out around 1000 m. The Cabral Ridge is known by its well formed quartz crystals, occurring in veins cutting majorly the Espinhaço Supergroup units. This resource is used for gemological or exothermal purposes.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO.....	17
1.1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSOS	17
1.2 - DADOS DE PRODUÇÃO	17
1.3 - AGRADECIMENTOS.....	19
2 – CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	21
2.1 - COTEXTUALIZAÇÃO GEOTECTÔNICA.....	21
2.2 - TRABALHOS ANTERIORES.....	21
2.3 - UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS	22
2.3.1 - Supergrupo Espinhaço	22
2.3.2 - Supergrupo São Francisco.....	23
2.3.3 - Grupo Areado	23
2.4 - GEOLOGIA ESTRUTURAL	24
3 – UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS.....	31
3.1 - SUPERGRUPO ESPINHAÇO	31
3.1.1 - Grupo Diamantina	31
3.1.1.1 - Formação Galho do Miguel (PP4gm)	31
3.1.2 - Grupo Conselheiro Mata.....	36
3.1.2.1 - Formação Santa Rita (MP1sr).....	36
3.1.2.2 - Formação Córrego dos Borges (MP1cb)	37
3.1.2.3 - Formação Córrego Bandeira (MP1cc)	39
3.1.2.4 - Formação Córrego Pereira (MPecp)	41
3.2 - SUÍTE PEDRO LESSA	43
3.3 - SUPERGRUPO SÃO FRANCISCO	43
3.3.1 - Grupo Macaúbas	43
3.3.1.1 - Grupo Macaúbas indiviso (NPmi).....	43
3.3.1.2 - Formação Jequitaí (NP1j).....	43
3.3.2 - Grupo Bambuí.....	44
3.3.2.1 - Formação Serra de Santa Helena (NP2sh).....	45
3.3.2.2 - Formação Lagoa do Jacaré (NP2lj).....	46
3.3.2.3 - Formação Serra da Saudade (NP2ss)	48
3.3.2.4 - Formação Três Marias (NP3tm).....	49
3.3.3 - Grupo Areado	49
3.3.3.1 - Formação Abaeté (K1ab).....	49
3.4 - COBERTURAS DETRITO-LATERÍTICAS (N34ec)	49
3.5 - DEPÓSITOS ALUVIONARES (N4a).....	50
4 – GEOLOGIA ESTRUTURAL	51
4.1 - Elementos geométricos	51
4.1.1 - Acamamento (S0).....	51
4.1.2 - Foliação (Sn)	51
4.1.3 - Lineação de interseção (Ln)	52
4.1.4 - Lineamentos	52
4.2 - Estruturação e deformação	52

5 – METAMORFISMO	57
6 – LITOGEOQUÍMICA.....	59
7 – GEOCROLOGIA	63
8 – RECURSOS MINERAIS.....	67
9 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA SERRA DO CABRAL

ESTADO DE MINAS GERAIS

1 – INTRODUÇÃO

O relatório final aqui apresentado acompanha o mapa geológico em escala 1:100.000 da área coberta pela Folha Serra do Cabral (SE.23-X-C-V), um produto do Contrato CPRM 010/PR/2010 firmado com a UFMG em março de 2010 e concluído em agosto de 2011. Este contrato de prestação de serviços técnicos especializados objetivou o mapeamento geológico e cadastramento de recursos minerais das áreas cobertas pelas folhas Andrequicé, Corinto, Jequeri (única folha em escala 1:50.000), Montes Claros, Morro da Garça, Serra do Cabral e Viçosa (Figura 1.1). Os produtos finais deste contrato foram elaborados em plataforma de Sistema Geográfico de Informações (mapa geológico, bancos de dados) e outros aplicativos informatizados (relatório, bancos de dados).

1.1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

A Folha Serra do Cabral é delimitada pelas coordenadas 17°30' S - 18°00' S e 44° 00'W - 44°30'W. A área coberta por esta folha está contida nas regiões centro e norte do Estado de Minas Gerais, fazendo parte da Microrregião de Curvelo – abrangendo parte dos municípios de Joaquim Felício, Buenópolis, Francisco Dumont, Lassance, Várzea da Palma e Augusto de Lima (Figura 1.2-A).

As principais cidades da área mapeada são Joaquim Felício, na porção central e Buenópolis na porção centro-sul da folha. Os povoados mais importantes são Retiro, Teixeira, Catoni e a Colônia Embassaia.

A rede viária para o acesso à área estudada é constituída por rodovias federais e estaduais, dentre as quais se destacam a BR-040 (Belo Horizonte – Brasília) e BR-135 (Curvelo – Montes Claros). O trajeto, a partir de Belo Horizonte, mais comum para se acessar a região abordada é:

Belo Horizonte – Curvelo – Buenópolis – Joaquim Felício.

O trecho Belo Horizonte – Curvelo, pela BR-040, tem aproximadamente 121 Km, chegando a Curvelo faz-se uma conversão a direita entrando na BR-135 sentido Montes Claros, onde seguindo mais 158 Km chega-se a Buenópolis, maior cidade pertencente a folha, e com mais 13 Km atinge-se Joaquim Felício (Figura 1.2.B).

1.2 - DADOS DE PRODUÇÃO

A comunhão entre parte dos elementos do meio físico presentes na Folha Serra do Cabral, notadamente litologia, geologia estrutural e geomorfologia, favorece a aplicação dos métodos convencionais de interpretação fotogeológica, seja sobre aerofotos ou sobre imagens de satélite, permitindo a delimitação de unidades litológicas e estruturas geológicas. Neste panorama, destaca-se a marcante coincidência entre o mapa preliminar (essencialmente fotogeológico) e o mapa aqui apresentado (elaborado integrando-se o mapa interpretado pelos diferentes sensores

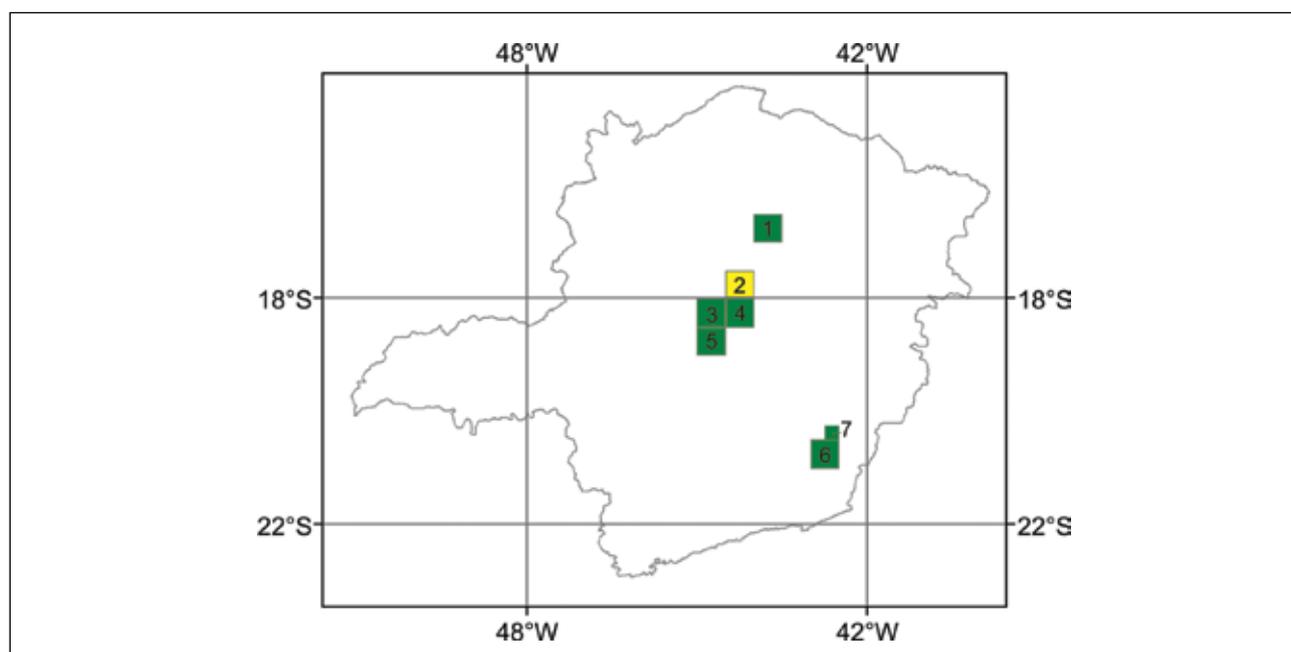


Figura 1.1- Mapa de articulação das folhas mapeadas pelo Contrato CPRM 010/PR/2010 – UFMG.
1. Montes Claros, 2. Serra do Cabral, 3. Corinto, 4. Andrequicé, 5. Morro da Garça, 6. Viçosa, 7. Jequeri

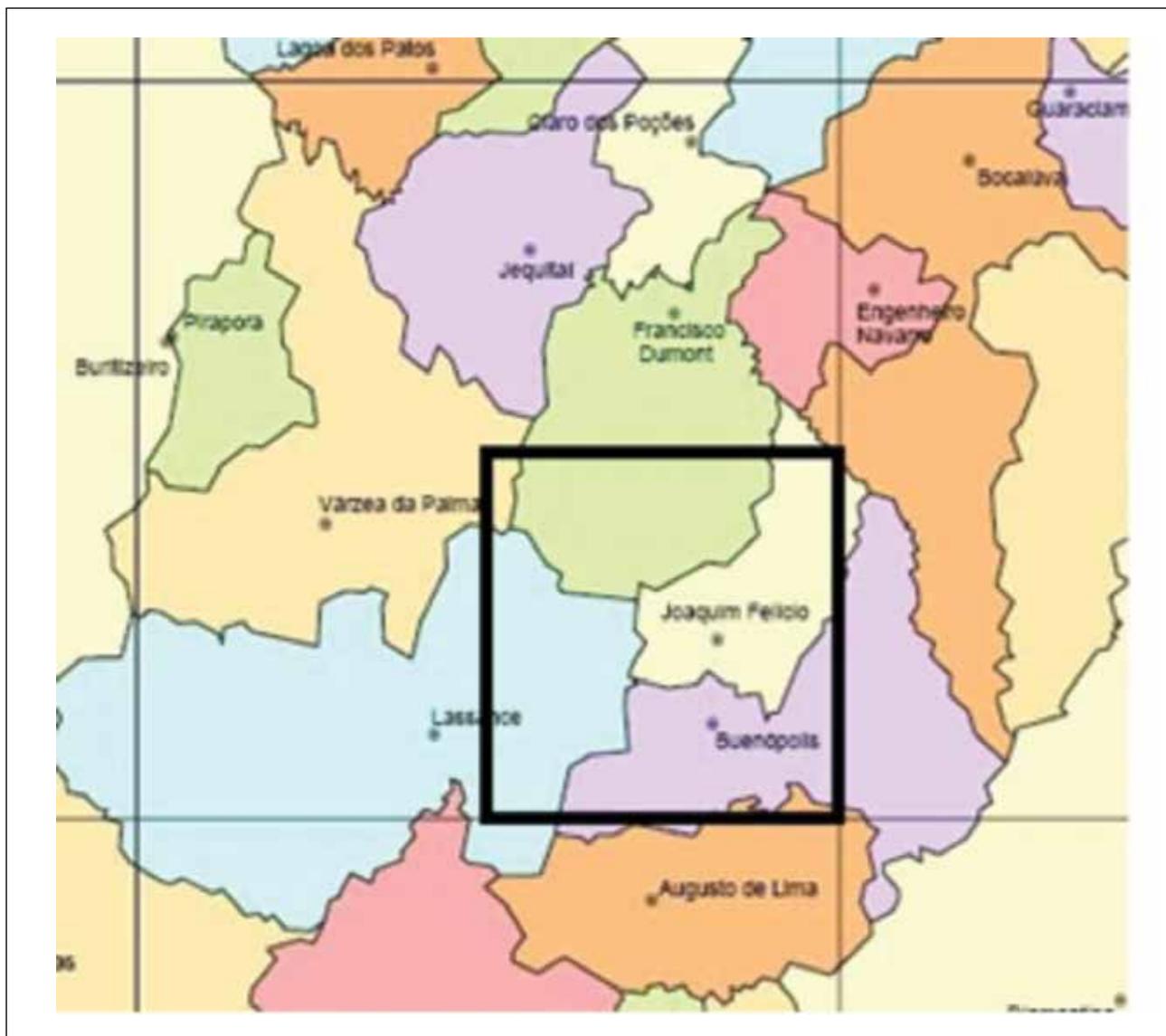


Figura 1.2- A) Mapa geopolítico da região da Folha Serra do Cabral e B) mapa de acesso a folha com sua localização (retângulo preto), integrante do Contrato CPRM 010/PR/2010 – UFMG

remotos, os dados de campo e as descrições microscópicas). As imagens de relevo sombreado e modelo digital de terreno subsidiaram o traçado dos grandes fotolineamentos. Fotos aéreas FAB/USAF em escala 1:60.000 foram de grande importância no traçado dos lineamentos estruturais e identificação das unidades litoestratigráficas ao longo do Anticlinal da Serra do Cabral e do Sinclinal de Buenópolis – principais feições estruturais da área mapeada.

No seu conjunto, a Folha Serra do Cabral possui quantidade adequada de afloramentos para atender ao mapeamento em escala 1:100.000, embora nas baixadas muitos deles sejam saprólitos.

Todos os afloramentos descritos e compilados estão registrados no banco de dados AFLORA, versão 4.1 (arquivado em CD, anexo). Para melhor clareza de visualização gráfica, os bancos de dados diretamente ligados ao mapa geológico digital em SIG foram alimentados apenas com afloramentos selecionados,

em função das características das bibliotecas de símbolos, pontos e linhas (fornecidas pela CPRM).

Objetivando o cumprimento dos prazos estipulados para a realização do mapeamento geológico, a Folha Serra do Cabral foi dividida em três porções iguais (norte, central e sul), devido, sobretudo, à escassez de vias de acesso em sua porção serrana. A porção norte foi de responsabilidade da equipe do Professor Maximiliano de Souza Martins, a porção central foi gerida pelo Professor Joachim Karfunkel e a porção sul ficou a cargo do grupo coordenado pelo Professor Alexandre Uhlein (Figura 1.3). O mapa geológico da folha em questão é fruto da integração destas três faixas.

O Mapa Geológico da Folha Serra do Cabral é sustentado por 755 estações de campo, distribuídas ao longo de aproximadamente 9.800 km percorridos na área. Foram coletadas 113 amostras de diversas unidades ali presentes (Tabela 1.1).

Estudos petrográficos microscópicos foram realizados em 26 lâminas delgadas, utilizando-se microscópio ZEISS (Axioskop 40), visando à caracterização detalhada dos diferentes litotipos.

Foram feitas análises de geoquímica de rocha total em 10 amostras. As análises foram realizadas no Laboratório Acme (Canadá) via Goiânia (GO), onde a abundância total dos óxidos de elementos maiores e de vários elementos traços é determinada a partir da fusão de 0,2 g de amostra com metaborato/tetraborato de lítio, digestão com ácido nítrico diluído e análise por ICP-OES. A perda ao fogo é dada pela diferença de peso após fusão a 1.000º C. Metais preciosos e metais base foram determinados após digestão de 0,5 g de amostra com Água Regia e posterior análise em ICP-MS.

O projeto FUNDEP-PETROBRAS/2009, que tem como colaborador o coordenador da Folha Serra do Cabral, Maximiliano de Souza Martins, forneceu resultados do tratamento de dados geocronológicos de zircões detríticos (gráficos "all zircons" e histogramas), datados pelos métodos SHRIMP e LA-ICP-MS,

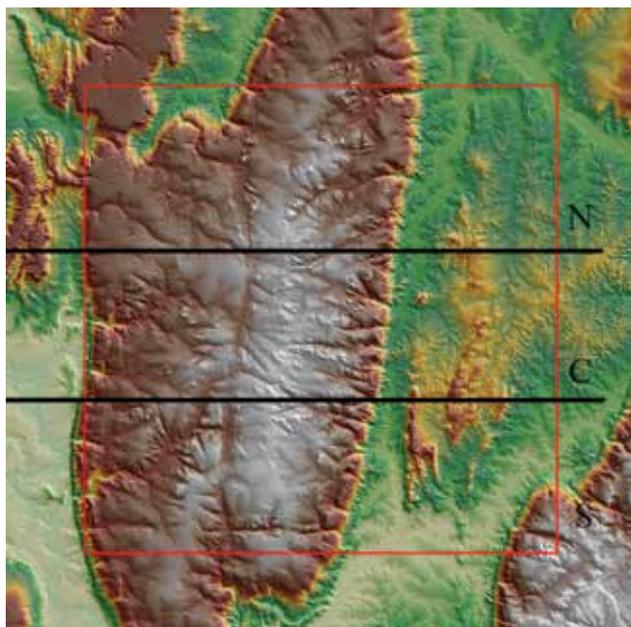


Figura 1.3- Modelo digital de terreno com a Folha Serra do Cabral, em vermelho, e a divisão adotada para o mapeamento em preto

em amostras coletadas na Serra do Cabral para as formações Galho do Miguel (PE-SC-43 e PE-SC-45), Santa Rita (PE-SC-44), Córrego dos Borges (PE-SC-42) e Jequitaí (PE-SC-41), esta última coletada na região da Serra da Água Fria.

As análises SHRIMP foram realizadas na Escola de Pesquisa de Ciências da Terra, na Universidade Nacional da Austrália e no Departamento de Geologia e Geofísica, da Universidade do Oeste da Austrália usando SHRIMP II e equipamentos RG. Os grãos de zircão foram analisados com 2-3 nA, 10 kV primário O2 – feixe focado a ~25 a ~20 µm de diâmetro do ponto. A resolução de massa ~5500 µm os isótopos de Pb, Th e U foram livrados de todas as interferências principais. A redução de dados crus e o cálculo de idades foram feitos utilizando Squid 2.02 e Isoplot-Ex (Ludwig 2003). Concentrações de U e Th foram determinadas relativamente às medidas nos padrões RSES SL 13.

Para as análises LA-ICP-MS utilizou-se Microsonda a Laser (New Wave UP213) acoplada a um MC-ICP-MS (Neptune), no Laboratório de Geologia Isotópica da UFRG. Dados isotópicos foram adquiridos pelo modo estático com tamanho do feixe Laser de 30 µm. Fracionamentos de elementos por indução do laser e discriminação de massa instrumental foram corrigidos com a utilização de um padrão de referência de zircão (GJ-1). Erros externos foram calculados com a propagação do erro das medidas individuais do padrão GJ-1 e das medidas individuais de cada amostra de zircão (ou spot).

1.3 - AGRADECIMENTOS

A equipe encarregada do mapeamento da Folha Serra do Cabral 1:100.000, pelo Contrato CPRM-UFGM, apresenta suas desculpas por eventual omissão que, se ocorreu, foi completamente involuntária, e agradece a:

- pessoas atuantes em Joaquim Felício e Buenópolis, que facilitaram, de diversas formas, o trabalho das equipes, tais como Davide Caccavone (Gerente da Serra do Cabral Ecoagrícola) e aos moradores de Francisco Dumont, Buenópolis, Joaquim Felício e Várzea da Palma;

Tabela 1.1- Dados físicos de produção da Folha Serra do Cabral 1:100.000

Equipe	Norte	Central	Sul	Total
Estações de campo	300	253	202	755
Quilometragem percorrida no mapeamento	3800	3200	2800	9800
Amostras coletadas	68	20	25	113
Lâminas delgadas descritas	24	0	8	32
Ocorrências minerais levantadas (minas e garimpos; ativos e inativos)	14	4	8	26
Geoquímica de rocha total	10	0	0	10

- Farid Chemale Jr. da UNB e Ivo Dussin do CP-GEO/USP;
- José Nagib Cotrin Árabe e Maria Lúcia Malard (Pró-Reitor e Pró-Reitora adjunta de Planejamento e Desenvolvimento da UFMG) e Macilene Gonçalves de Lima (Diretora do Departamento de Contabilidade e Finanças da UFMG), que muito facilitaram a efetivação deste contrato;
- dirigentes da **Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral** e da **CPRM-Serviço Geológico do Brasil**, Ministério das Minas e Energia, em particular a Giles Carriconde, Cláudio Scliar, Roberto Ventura Santos, Agamenon Dantas e Manoel Barretto.

2 – CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

2.1 - COTEXTUALIZAÇÃO GEOTECTÔNICA

O Cráton do São Francisco compõe parte do Escudo Atlântico, localizado na porção centro-leste da Plataforma Sul-Americana. Este segmento crustal foi individualizado como uma unidade geotectônica do final do Proterozóico Superior por Almeida (1977), cujos traçados limítrofes foram redefinidos por Alkmim *et al.* (1993) e Alkmim (2004). As faixas de dobramento adjacentes ao Cráton do São Francisco representam o registro dos terrenos acrescidos às bordas do referido cráton através das colisões do ciclo Brasileiro (Figura 2.1).

A Bacia do São Francisco registra toda a sedimentação que ocorreu no interior do cráton homônimo em pelo menos quatro estágios distintos no tempo geológico posterior a 1,8 Ga (Alkmim & Martins-Neto 2001). Os limites desta bacia coincidem em sua maioria com os limites do Cráton São Francisco. Somente no extremo sul, onde a bacia não compartilha a região composta por rochas do embasamento pré-cambriano do cráton, e a nordeste, na região da zona de deformação intracratônica do Corredor do Paramirim, os limites são coincidentes com as faixas de dobramentos Araçuaí, a leste, Brasília, a oeste, e Rio Preto, a norte (Alkmim *et al.* 1993; Cruz & Alkmim 2006) (Figura 2.1).

A Folha Serra do Cabral está localizada na porção centro-leste da Bacia do São Francisco, próxima ao contato com a Faixa de Dobramentos Araçuaí, situada na margem sudeste do Cráton do São Francisco. Esta faixa corresponde ao domínio metamórfico externo do orógeno neoproterozóico Araçuaí - Congo Ocidental (Alkmim *et al.* 2007), onde estão expostos os sedimentos que compõem parte dos supergrupos Espinhaço e São Francisco (proterozóicos), assim como o Grupo Areado (fanerozóico) (Figura 2.1).

2.2 - TRABALHOS ANTERIORES

Os primeiros relatos geológicos da região da Serra do Cabral remontam a Derby (1881 *in* Walde 1978) que a relaciona à região da Serra Mineira. Os trabalhos seguintes tiveram cunho econômico, descrevendo-a como província mineral com depósitos de quartzo e diamante (*ex.* Moraes 1927, 1934 e 1936, Brasil 1927, Freiberg 1932 e Scorza 1946 *in* Walde 1978).

Alguns mapas geológicos de áreas restritas da serra, com escalas variadas, foram publicados por Carvalho (1936), Schmidt (1972), Poçano & Piva Filho (1972) e Cardoso (1973) (*in* Viveiros & Walde 1976). O primeiro mapa geológico englobando

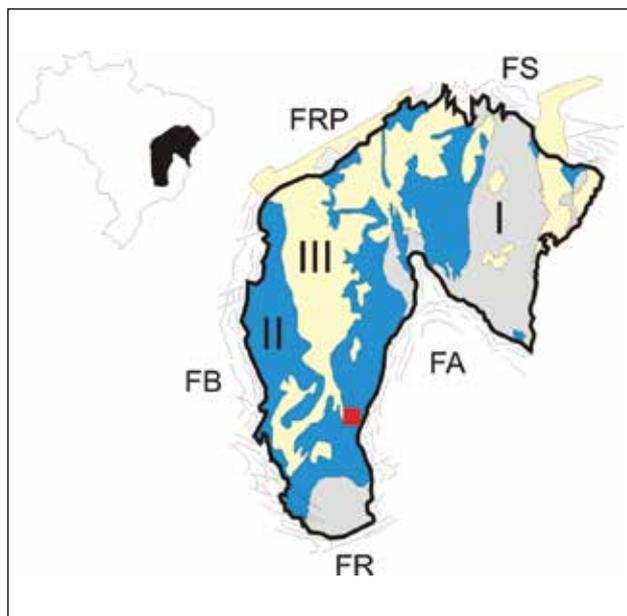


Figura 2.1- A Folha Serra do Cabral (vermelho) no contexto do Cráton do São Francisco. I - Embasamento (>1.8 Ga); II - Grupo Bambuí; III - Cobertura Fanerozoica; FA - Faixa Araçuaí; FR - Faixa Ribeira; FB Faixa Brasília; FRP - Faixas Rio Preto e Riacho do Pontal; FS - Faixa Sergipana. Modificado de Alkmim (2004)

a Serra do Cabral em toda sua extensão foi apresentado por Carvalho & Epstein (1967 *in* Viveiros & Walde 1976), em escala 1:250.000.

Os primeiros levantamentos geológicos sistemáticos na Serra do Cabral foram realizados por Viveiros & Walde (1976) e Walde (1976) que reforçaram as correlações entre as seqüências sedimentares desta com as da Serra Mineira, sendo reconhecidas para o Supergrupo Espinhaço as formações Galho do Miguel, Córrego dos Borges e Santa Rita.

Uhlein (1991) discorre em sua tese sobre a transição entre a Faixa Araçuaí e o Cráton do São Francisco, posicionando a região da Folha Serra do Cabral em seu domínio externo em relação à faixa de dobramentos.

Dupont (1995) realiza trabalho enfocando a estratigrafia do Grupo Conselheiro Mata, tal estudo gera perfis correlacionando a Serra do Cabral a região de Conselheiro Mata, *locus tópicus* do grupo homônimo, localizada na Serra do Espinhaço Meridional.

Mais tarde Souza Filho (1995) realizando um trabalho de cunho estrutural amplia a estratigrafia da região reconhecendo, para o flanco oeste da serra, as formações Córrego Bandeira e Córrego Pereira.

Visando a estratigrafia da serra, Espinoza (1996) levanta perfis de detalhe no flanco leste desta descrevendo em detalhe as formações Galho do Miguel, Santa Rita e Córrego dos Borges e suas relações

estratigráficas, fazendo considerações sobre seus sistemas deposicionais.

Além dos trabalhos citados há duas folhas, em escala 1:100.000 mapeadas e publicadas, adjacentes à Folha Serra do Cabral: a Folha Curimataí (SE-X-C-VI) de Noce & Fogaça (1996), a leste, mapeada no âmbito do projeto Espinhaço, e a Folha Jequitaiá (SE-X-C-II) de Chaves *et al.* (2007), a norte, mapeada no âmbito do projeto geologia do Brasil, ambos os projetos firmados entre CPRM-UFMG.

2.3 - UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS

A área de estudo compreende a Bacia do São Francisco, próximo à Serra do Espinhaço Meridional, onde afloram as seguintes unidades litoestratigráficas: Supergrupo Espinhaço, Supergrupo São Francisco e coberturas do cretáceo (Figura 2.2).

2.3.1 - Supergrupo Espinhaço

Da coluna estratigráfica clássica de Pflug (1968), para a região de Diamantina, e da divisão proposta por Dossin *et al.* (1984), são descritas na região da Serra do Cabral as formações: Galho do Miguel do Grupo Diamantina e Santa Rita, Córrego dos Borges, Córrego Bandeira e Córrego Pereira do Grupo Conselheiro Mata, entretanto não se exclui a possibilidade de ocorrência da Formação Rio Pardo Grande no flanco oeste da serra (Souza Filho 1995).

Na Serra do Cabral a Formação Galho do Miguel foi descrita por Espinoza (1996) como uma sucessão monótona de arenitos maciços, puros, cinza-claros a esbranquiçados, de granulometria fina-média com estratificações cruzadas de grande porte e uma sucessão rítmica com ciclos em *coarsening-upward*

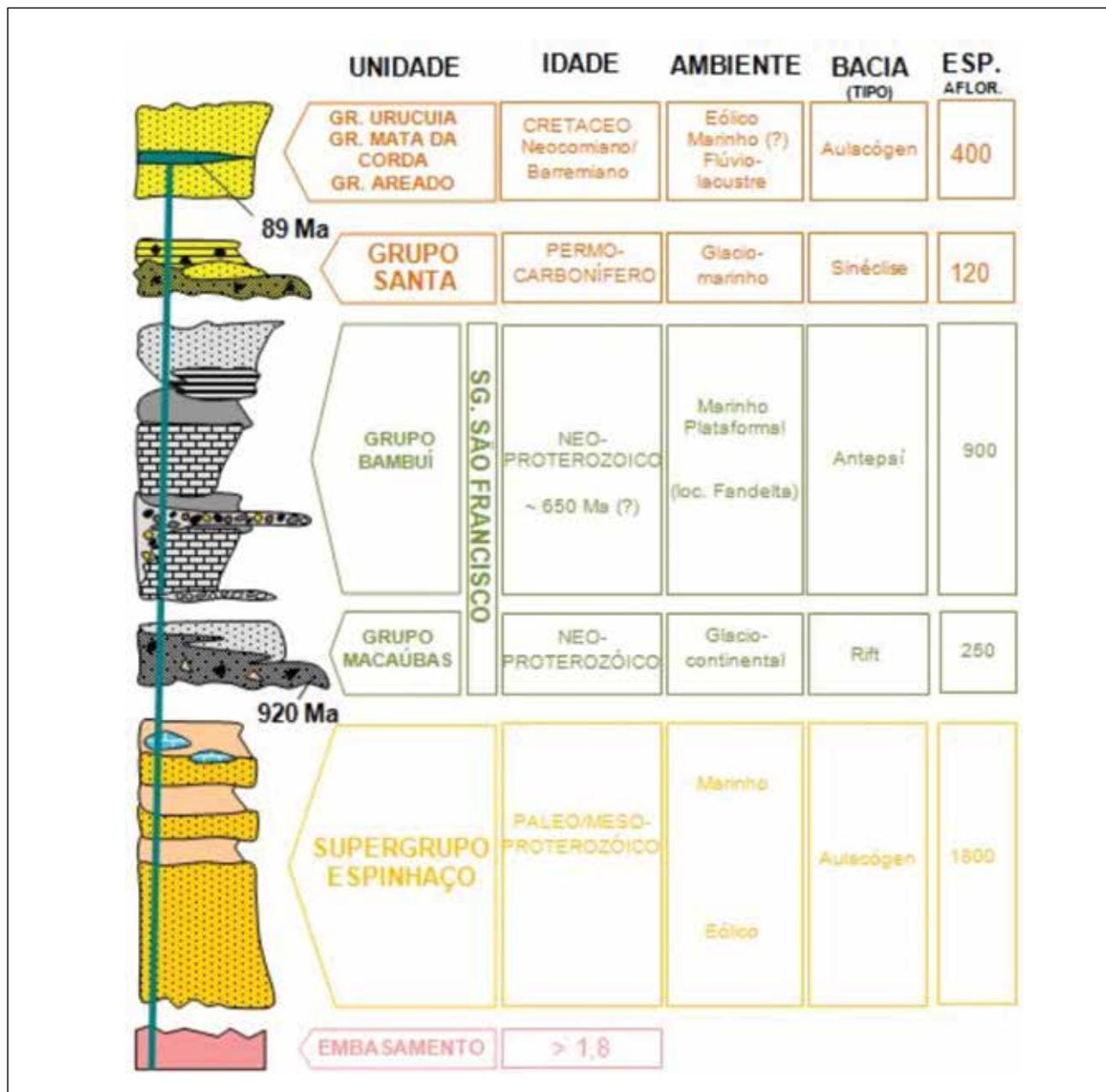


Figura 2.2- Coluna estratigráfica da Bacia intracratônica do São Francisco (modificado de Alkmim & Martins Neto 2001)

no topo. Para a Formação Santa Rita este autor reconhece três fácies sedimentares: interestratificações de camadas de argilitos e siltitos com diques de injeção, microbrechas e estratificação *hummocky*, na base; arenitos subarcoseanos finos a médios mal selecionados com estratificações cruzadas de baixo ângulo, *ripples* assimétricas e laminações plano-paralelas; e interestratificações de siltitos e argilitos, no topo. Acima desta está a Formação Córrego dos Borges descrita como arenitos finos a médios, bem selecionados, brancos a acinzentados, com estratificações cruzadas e *ripples* simétricas.

Observadas por Souza Filho (1995) no flanco oeste da Serra do Cabral, a Formação Córrego Bandeira é composta pela interdigitação de metapelitos e metarenitos, com laminações cruzadas e laminações finas passando a ritmitos nas fácies pelíticas e estratificações cruzada e *ripples* nas fácies psamíticas. E a Formação Córrego Pereira é dominada por metarenitos puros e micáceos, com lentes pelíticas subordinadas e estratificações plano-paralelas, cruzadas e marcas de onda.

2.3.2 - Supergrupo São Francisco

O Supergrupo São Francisco compõe os arredores da Serra do Cabral, estando presente a Formação Jequitaiá e o Grupo Bambuí.

A Formação Jequitaiá denominada inicialmente de “conglomerado Jequitaiá” por Derby (1881 *in* Viveiros & Walde 1976), teve seu caráter glaciogênico reconhecido por Branner (1919) e reiterado por Moraes-Rêgo (1930), Guimarães (1931), Moraes (1932) e Gomes (1949) (*in* Walde 1978). A Formação Jequitaiá e o Grupo Macaúbas (Schöll 1973), principal unidade estratigráfica da Faixa Araçuaí, foram correlacionados por Pflug & Schöll (1974), Karfunkel & Karfunkel (1975 e 1976), Rocha Campos & Hasui (1984) e Karfunkel & Hoppe (1988) (*in* Martins *et al.* 2006).

Viveiros & Walde (1976) os descrevem na região de estudo como metagrauvas conglomeráticas (tilitos) com matriz predominante, em sua maioria de metarenito fino e clastos variados, com bancos de arenitos sobrepostos subordinados.

A Folha Serra do Cabral engloba ainda, em seu extremo sudeste, uma pequena região da Serra Mineira, onde Uhlein (1991) e Souza Filho (1995) cartografam os diamictitos do Grupo Macaúbas. Descritos por Noce & Fogaça (1996) na Folha Curimataí como quartzitos impuros e puros com níveis de metarritmitos e bancos de diamictitos.

Na borda leste da Serra do Cabral, Dupont (1996), descreve próximo a Buenópolis lutitos brancos finos, sendo estes localmente laminados interpretados como varvitos.

Neste trabalho será considerada a Formação Jequitaiá para a área cratônica e o Grupo Macaúbas para a Faixa Araçuaí.

Branco & Costa (1961) definiram a estratigrafia do Grupo Bambuí ao longo da Rodovia BR-040 Belo Horizonte-Brasília.

Walde (1978), Oliveira (1989) e Souza Filho (1995) ressaltam a ausência dos carbonatos básicos da Formação Sete Lagoas na região enfocada. Uhlein (1991) e Souza Filho (1995) utilizam o Sub-grupo Paraopeba ao cartografar o Grupo Bambuí na área. Souza Filho (1995) descreve o Grupo Bambuí na região do sinclinal de Buenópolis da seguinte forma:

- Sub-grupo Paraopeba, parte basal, representada por arenitos impuros, siltitos e ritmitos argilosos, com matriz carbonática; parte intermediária com calcarenitos oolíticos e oncolíticos, espáticos, de granulometria fina a grossa mostrando ciclos em *coarsening-upwards*, tendo estratificações cruzadas tangenciais e tabulares de baixo ângulo, com freqüentes ciclos métricos de pelitos; por último a parte superior que seria um novo ciclo pelítico semelhante ao ciclo basal, diferindo apenas por apresentar menor seção de ritmitos pelíticos, sendo mais freqüentes os siltitos em camadas.
- Formação Três Marias, formada por arenitos arcoseanos e conglomerados. Finas laminações de pelitos alternam-se com os arenitos. Apresentam estratificações cruzadas acanaladas.

Dupont (1996) descreve dois níveis distintos de calcário, um primeiro de calcário oolítico, recobrindo uma espessa camada de argilitos e siltitos, e um segundo de calcário fino, rico em estruturas de água rasa, separado do primeiro por um segundo pacote de siliciclásticos finos. O primeiro e segundo níveis de calcário são correlacionados as formações Sete Lagoas e Lagoa do Jacaré, respectivamente, os lutitos intermediários a Formação Serra de Santa Helena, e os lutitos da base foram relacionados a paleobaixos da bacia Bambuí ou a blocos subsidentes. Estes litotipos já foram relatados em outras porções da bacia, como em Sete Lagoas por Grossi Sad & Quade (1985 *in* Dupont 1996) onde foram denominados de Formação Vespasiano.

Porada (1989), Machado *et al.* (1989), Pedroso-Soares *et al.* (1992, 1998) (*in* Alkmim & Martins-Neto 2001) descrevem um evento tafrogênico de expressão regional, acompanhado de magmatismo de caráter básico por volta de 930 Ma, que seria contemporâneo a glaciação Jequitaiá. Tal magmatismo foi descrito por Chaves & Benitez (2007), na Folha Jequitaiá, como sills e diques de rochas metabásicas, apresentando coloração verde escura, aspecto maciço e textura fanerítica média equigranular.

2.3.3 - Grupo Areado

Na região da Serra do Cabral o único representante das coberturas cretáceas descrito são os litotipos da Formação Abaeté (Karfunkel & Chaves 1995,

Penha 2001 e Chaves & Benitez 2007), Grupo Areado (Ladeira & Brito 1968 *in* Chaves & Benitez 2007).

Karfunkel & Chaves (1995) e Penha (2001) descrevem seus registros nas serras da Água Fria, de forma mais extensa, e do Cabral, como manchas:

“Os conglomerados representam mais que 95% do volume rochoso da unidade e são ora suportados por clastos, ora pela matriz, com predomínio dos termos maciços sobre os estratificados. Os clastos são constituídos principalmente por quartzitos puros e ferruginosos e por quartzito de veios. Localmente afloram arenitos intercalados nos conglomerados, com espessura máxima de 2,5 m e geometria do tipo tabular ou lenticular, ocorrem também arenitos seixosos.”

O último autor sugere para esta unidade ambiente fluvial entrelaçado com leques aluviais subordinados.

2.4 - GEOLOGIA ESTRUTURAL

A compilação dos resultados de estudos geofísicos e de campo realizados na bacia do São Francisco (Brandalise 1980, Lesquer *et al.* 1981, Mascarenhas *et al.* 1984, Ussami 1993, Ortu 1990, D'Arrigo 1995, Souza Filho 1995, Borges & Drews 2001, Molina *et al.* 2001 *in* Alkmim & Martins-Neto 2001) permite a caracterização de grandes altos e baixos no substrato desta, dentre eles, o Alto de Sete Lagoas, o Baixo de Pirapora, o Alto de Januária, além de uma série de outras feições de mesma natureza no setor sudoeste da bacia (Figura 2.3). O Alto de Sete Lagoas, com grande expressão nos mapas Bouguer de Lesquer *et al.* (1981)

e Ortu (1990) (*in* Alkmim & Martins-Neto 2001), corresponde à continuidade, bacia adentro, do maciço do embasamento exposto no extremo sul do cráton.

O grande baixo de Pirapora, cuja existência foi primeiramente sugerida por Souza Filho (1995), foi posteriormente interpretado por Alkmim & Martins-Neto (2001) e Alkmim & Cruz (2005) como um braço do sistema de riftes Espinhaço reativado em vários episódios. Como mostram Souza Filho (1995) e Hercos *et al.* (2007), a maioria das unidades pré-cambrianas mostra espessuras anormalmente altas na região. A interpretação de uma linha sísmica, que atravessa quase toda a bacia e que tem o seu segmento leste posicionado no interior do baixo, revela a ocorrência, no seu interior, de grábens e horsts fracamente invertidos. Tais estruturas envolvem o Supergrupo Espinhaço e a Formação Jequitaí, cujas espessuras, somadas à do Grupo Bambuí, atingem valores na casa dos 4500 m (Hercos *et al.* 2007). Estes autores sugerem um grande aumento do relevo estrutural na região da Serra do Cabral em relação ao relevo estrutural medido para a região central da bacia, e como no caso de bacias sucessoras a bacia do São Francisco também teria sua geometria controlada por falhas, posteriormente reativadas como falhas reversas durante a inversão da bacia no evento compressional Brasileiro. Tais falhas estariam relacionadas às megadobras das coberturas proterozóicas, propondo-se assim uma tectônica *thick-skinned* para a região limitada pela Serra Mineira e o flanco oeste do alto do Boqueirão, que seria um bloco do embasamento cristalino localizado a oeste da Serra da Água Fria e da Serra do Cabral (Hercos *et al.* 2007).

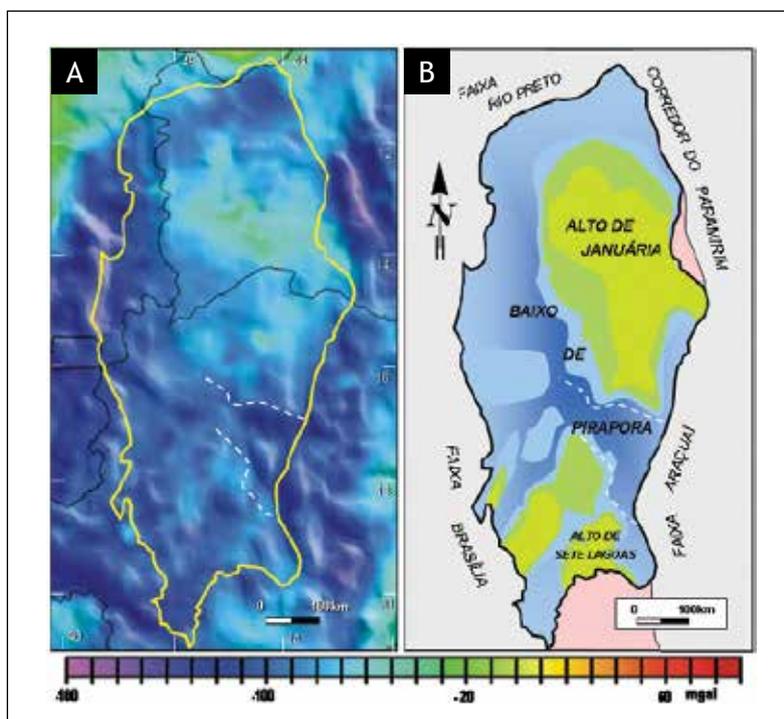


Figura 2.3- Estruturas do embasamento da bacia. a) Mapa Bouguer, extraído e modificado de Molina *et al.* (2001). Os limites do Aulacógeno de Pirapora estão assinados pela linha tracejada. b) Mapa esquemático com a distribuição de altos e baixos do embasamento, confeccionado a partir de informação geofísica disponível para bacia, modificado de Alkmim & Martins-Neto (2001, *in* Alkmim 2004)

Alkmim *et al.* (1993, 1996) divide a Bacia do São Francisco em três compartimentos estruturais: *i*) compartimento oeste (W), que corresponde ao cinturão de antepaís das faixas Brasília e Rio Preto; *ii*) compartimento central (C), no qual as rochas encontram-se indeformadas; e *iii*) compartimento leste (E), que representa o cinturão de antepaís da Faixa Araçuaí (Figura 2.4-A). Os compartimentos condizem com a deformação sofrida pelas rochas pré-cambrianas da bacia, onde nos compartimentos periféricos os sedimentos do Grupo Bambuí compõe dois cinturões epidérmicos de antepaís de vergências opostas que quase se tocam na porção central da bacia, próximo a cidade de Três Marias (Figura 2.4-B). Além das vergências, estes compartimentos, quando comparados, mostram significativas diferenças, como enfatizado na Tabela 2.1.

A Folha Serra do Cabral está, em quase sua totalidade, no compartimento oeste de Alkmim *et al.* (1993, 1996) e na zona externa de Uhlein (1991), somente uma pequena parte da folha, a Serra Mineira, está fora da Bacia inserida na zona transicional de Uhlein (1991), entre a Faixa Araçuaí e o Cráton do São Francisco.

Os aspectos relacionados a geologia estrutural da área foram investigados com maior detalhe por Souza Filho (1995), o qual divide a região da Serra do Cabral em macrodomínios de diferentes estilos tectônicos (macrodomínios Espinhaço e São Francisco) controlados pelas suas características geológicas (Figura 2.5). Além disso, subdivide o Macrodomínio São Francisco em 3 domínios com base no decréscimo de intensidade tectônica, diminuindo de leste para oeste. Segundo o autor a estruturação da região é constituída por amplas culminações antiformais e depressões sinformais desenvolvidas nos dois supergrupos, com formas abertas e cônicas, exibindo vergência para oeste. As charneiras das dobras apresentam duplo caimento em torno das direções N15E e S15W, com desvios para NNW e SSE.

Souza Filho (1995) faz considerações sobre seus macrodomínios estruturais: no macrodomínio Espinhaço a deformação é acomodada em dobras de amplitude regional, em geral destituídas de estruturas parasíticas de ordem inferior, e em sistemas de falhas obliquas e direcionais, o que não é verificado no Macrodomínio São Francisco. Neste, a deformação é acomodada em deslocamentos inter-estratais e em intenso dobramento parasítico de menores ordens.

A Serra do Cabral é compartimentada por falhas de rasgamento WNW que dividem o Macrodomínio Espinhaço em duas porções Norte e Sul. No extremo sul da serra, as estruturas encontram-se rotacionadas compondo a curvatura do *Front* do Espinhaço. As estruturas tectônicas são atribuídas a uma única fase de deformação, progressiva, com

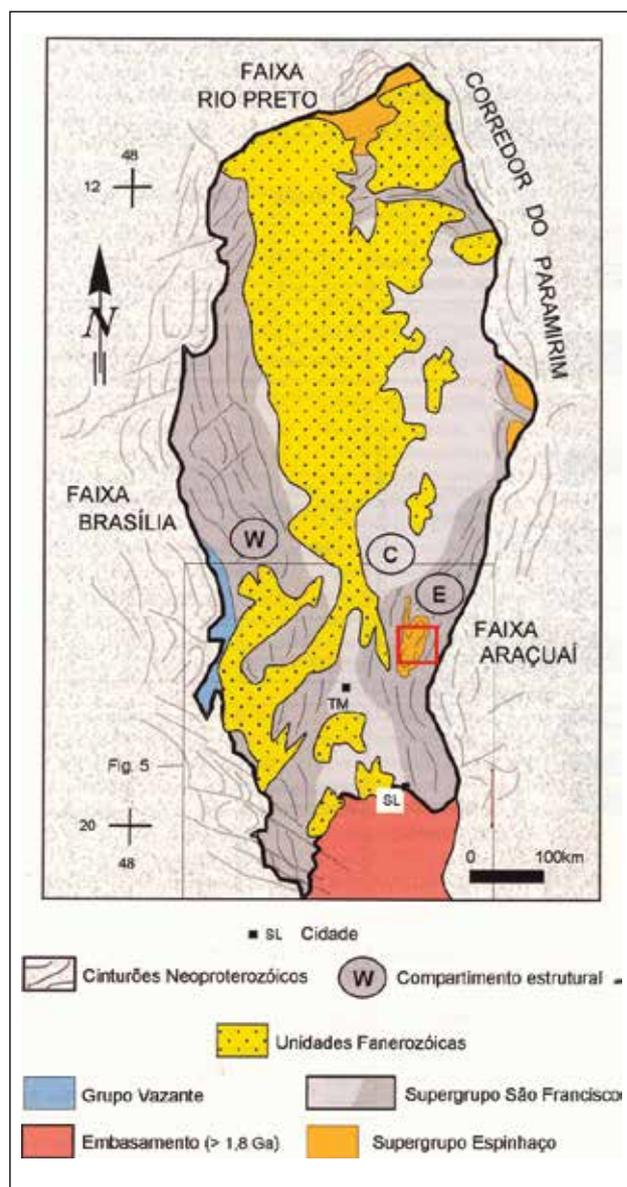


Figura 2.4- A) Mapa geológico simplificado da bacia intracratônica do São Francisco, mostrando a distribuição das grandes unidades e as principais feições estruturais. (adaptado de Alkmim *et al.* 1993 in Alkmim & Marins-Neto 2001).

superposição de geração de estruturas. Na Serra Mineira, ocorre uma culminação antiformal, em forma de braquiantiformal, com charneira mergulhando para norte. Há, mais a leste, uma culminação sinformal, que também mergulha para norte e que para sul forma o Sinclinal de Conselheiro Mata, uma depressão sinformal (Figura 2.5). Mais a leste, em contato com o Supergrupo São Francisco, e para norte, a partir de Curimataí, a megaculminação antiformal da Serra Mineira, com linha de charneira oscilante, expõe basicamente a Formação Galho do Miguel (Souza Filho 1995).

Uma análise minuciosa dos lineamentos da região da Serra do Cabral é feita por Souza Filho

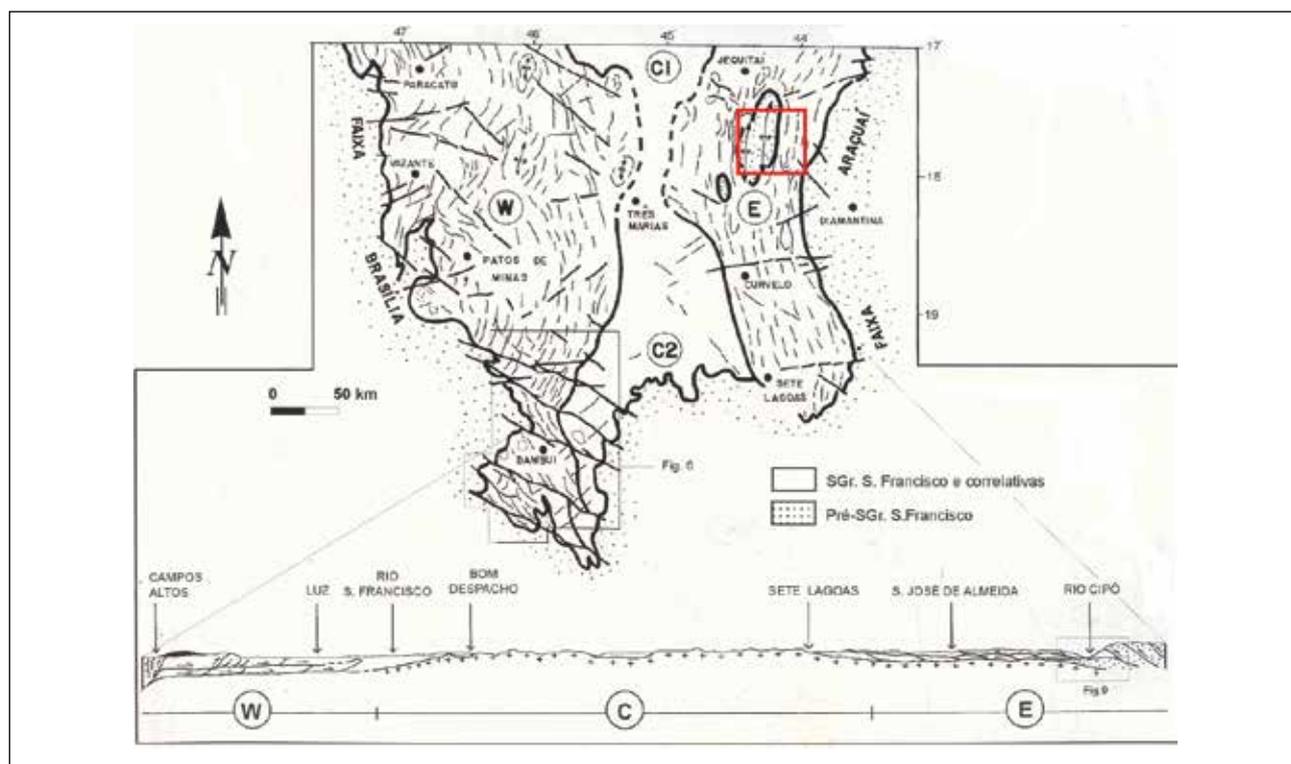


Figura 2.4- B) Mapa estrutural simplificado das unidades pré-cambrianas na porção sul da bacia, com seção geológica (Alkmim & Martins-Neto 2001)

Tabela 2.1- Características dos compartimentos estruturais W e E da Bacia do São Francisco, tal como se apresentam nas rochas do Grupo Bambuí. (Compilado de Schöll 1973, Bonhomme 1976, Magalhães 1988, Chang et al. 1988, Alkmim et al. 1996 in Alkmim & Martins-Neto 2001)

	COMPARTIMENTO W	COMPARTIMENTO E
ESTRUTURAS	Dobras e falhas de empurrão relacionadas ou rotacionadas por sistemas transpressivos destrais, na porção norte e sinistrais, na porção sul. Vários conjuntos de juntas.	Falhas de empurrão e dobras, em duplexes e leques imbricados. Raras falhas direcionais. Persistente sistema de juntas, em par conjugado NE/SW e NW/SE.
POLARIDADE	De W para E, marcada pela queda progressiva da magnitude da deformação. Rotação de estruturas em zonas transcorrentes elimina, localmente, a vergência para E.	De E para W, marcada pela queda progressiva da magnitude da deformação e clara vergência das estruturas.
COMPORTAMENTO DO EMBASAMENTO	Localmente envolvido na deformação da cobertura.	Não envolvido na deformação da cobertura.
METAMORFISMO	Passagem brusca de metamorfitos a rochas sedimentares no contato entre rochas pré-Bambuí e Bambuí, respectivamente.	Aumento gradual em direção a leste, atingindo as condições da fácies xisto verde, junto ao limite da bacia. Abundantes veios de quartzo e calcita.

(1995) a partir de imagens LANDSAT-TM (Figura 2.6). Apresentando rosetas de direção para frequência acumulada e comprimento acumulado, para seis domínios em separado e para a região como um todo (Figura 2.7).

Os lineamentos WNW são predominantes e estão relacionados aos rasgamentos sinistrais, os NW (sinistral) e NE (destral) são relacionados a um par cisalhante e aqueles NNW são relacionadas a reflexos das bandas cisalhantes sinistrais, charneiras de dobras ou traços de clivagem e falhas reversas.

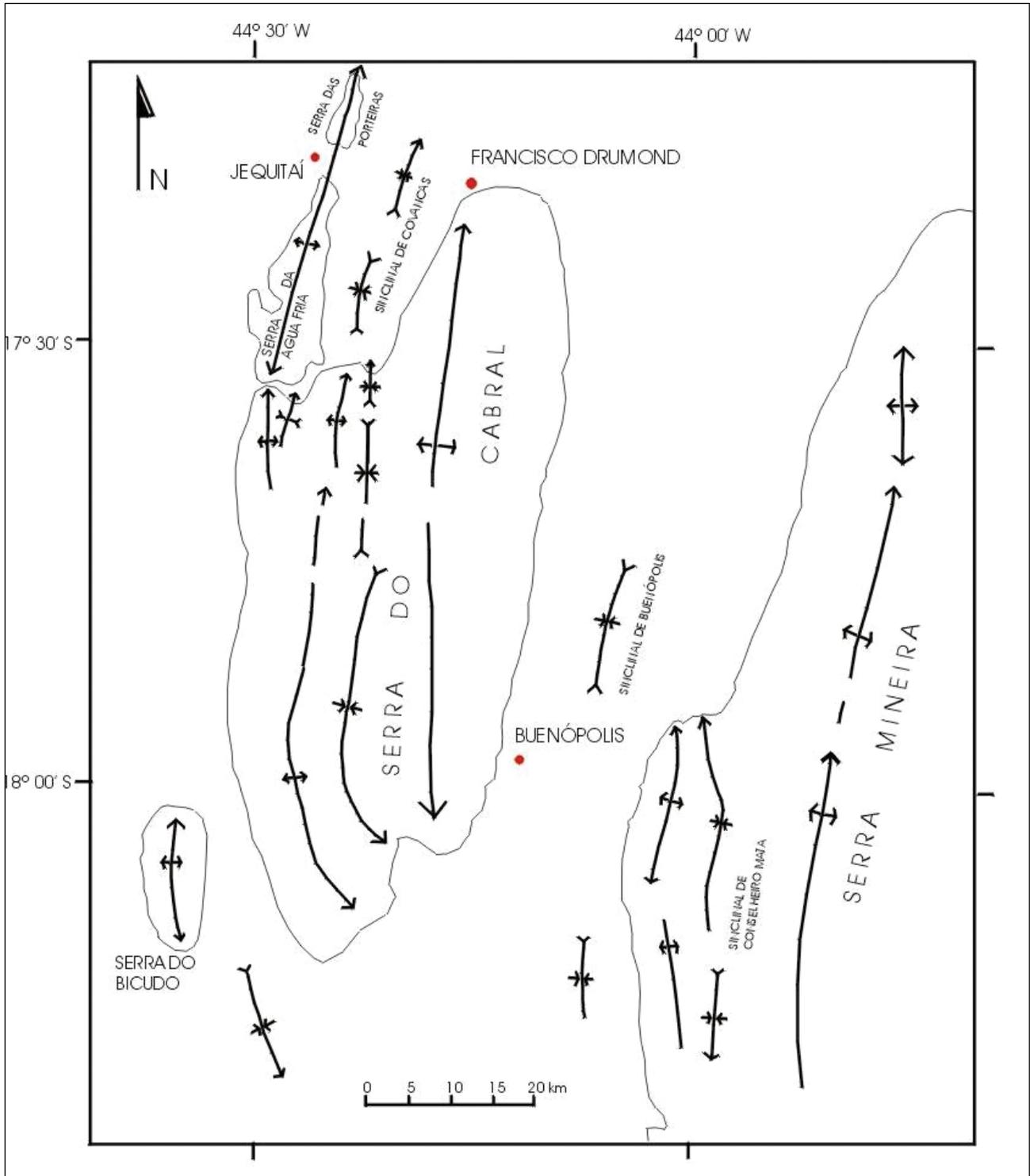


Figura 2.5- Feições dominantes e domínios estruturais da área estudada (modificado de Souza F° 1995)

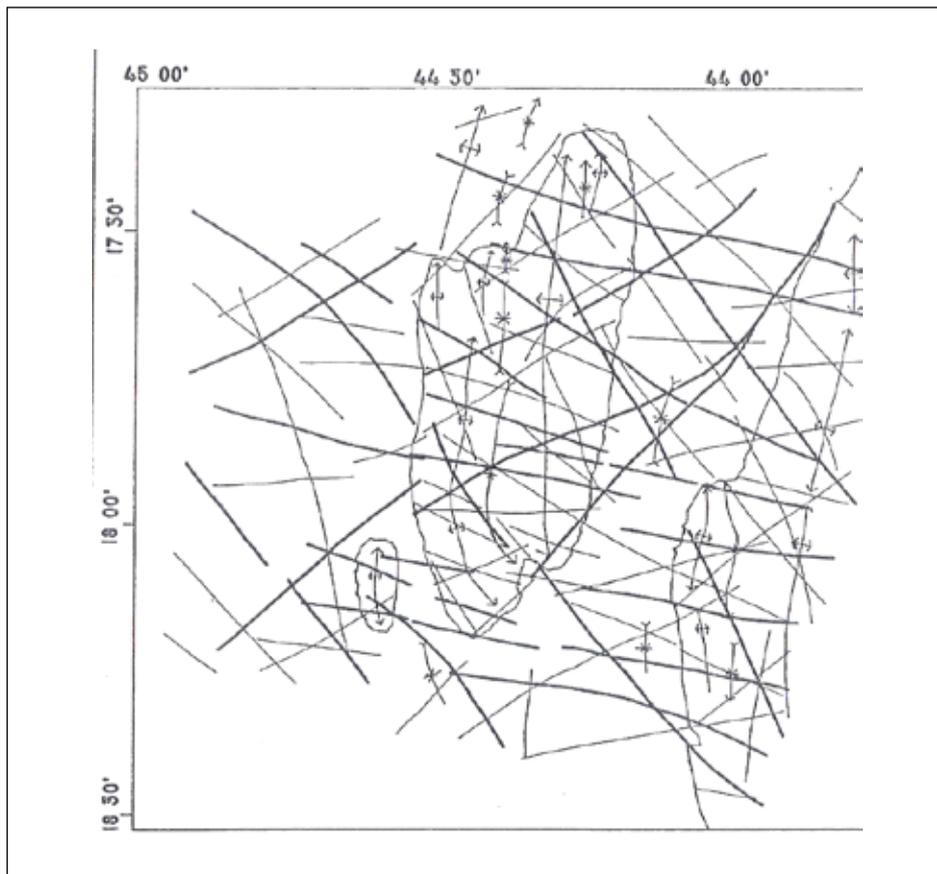


Figura 2.6- Mapa de falhas transcorrentes deduzida a partir de lineamentos (Souza Filho 1995)

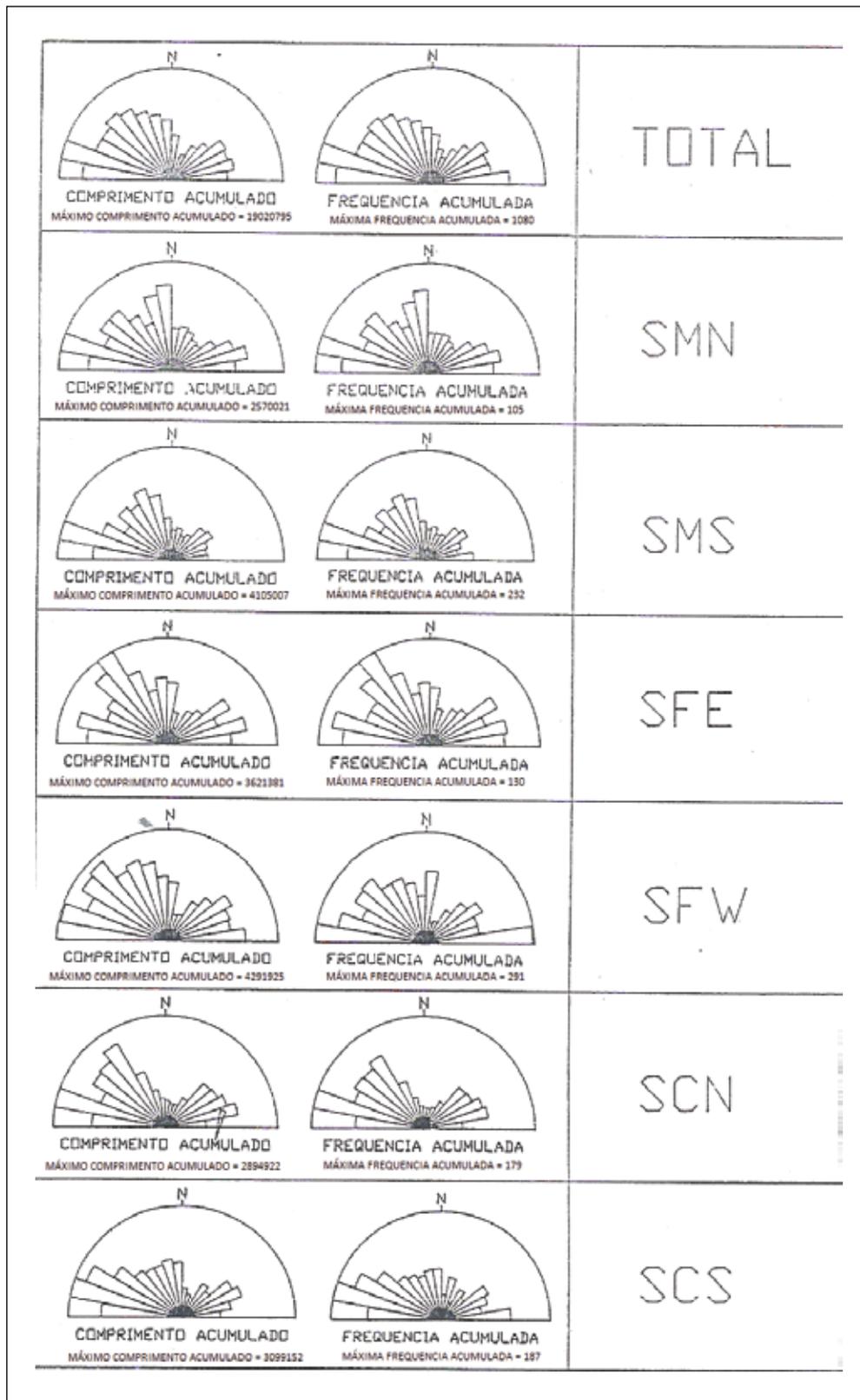


Figura 2.7- Rosetas de frequência e comprimento acumulado (em metros) de lineamentos (Souza Filho 1995)

3 – UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

No mapa geológico da área coberta pela Folha Serra do Cabral (Figura 3.1 e mapa anexo), escala 1:100.000, foram delimitadas as unidades estratigráficas referidas na coluna da Figura 3.1 e na tabela 3.1. Tais unidades como já constatado por Souza Filho (1995) exibem nítidos contrastes texturais em aerofotos e imagens LANDSAT-TM (Figura 3.2).

Uma descrição mais detalhada das unidades que ocorrem na região mapeada é apresentada nos itens que se seguem.

3.1 - SUPERGRUPO ESPINHAÇO

Os litotipos do Supergrupo Espinhaço ocupam cerca de 60% da área da folha sustentando as serras do

Cabral e Mineira e são bem marcadas por seus contrastes texturais, devido as diferenças reológicas, nas aerofotos e imagem LANDSAT-TM. As unidades mapeadas foram: a Formação Galho do Miguel, Grupo Diamantina e as formações Santa Rita, Córrego dos Borges, Córrego Bandeira e Córrego Pereira do Grupo Conselheiro Mata.

3.1.1 - Grupo Diamantina

O único representante do Grupo Diamantina na região é a Formação Galho do Miguel.

3.1.1.1 - Formação Galho do Miguel (PP4gm)

A Formação Galho do Miguel ocorre nos núcleos dos anticlinais das serras do Cabral e Mineira,

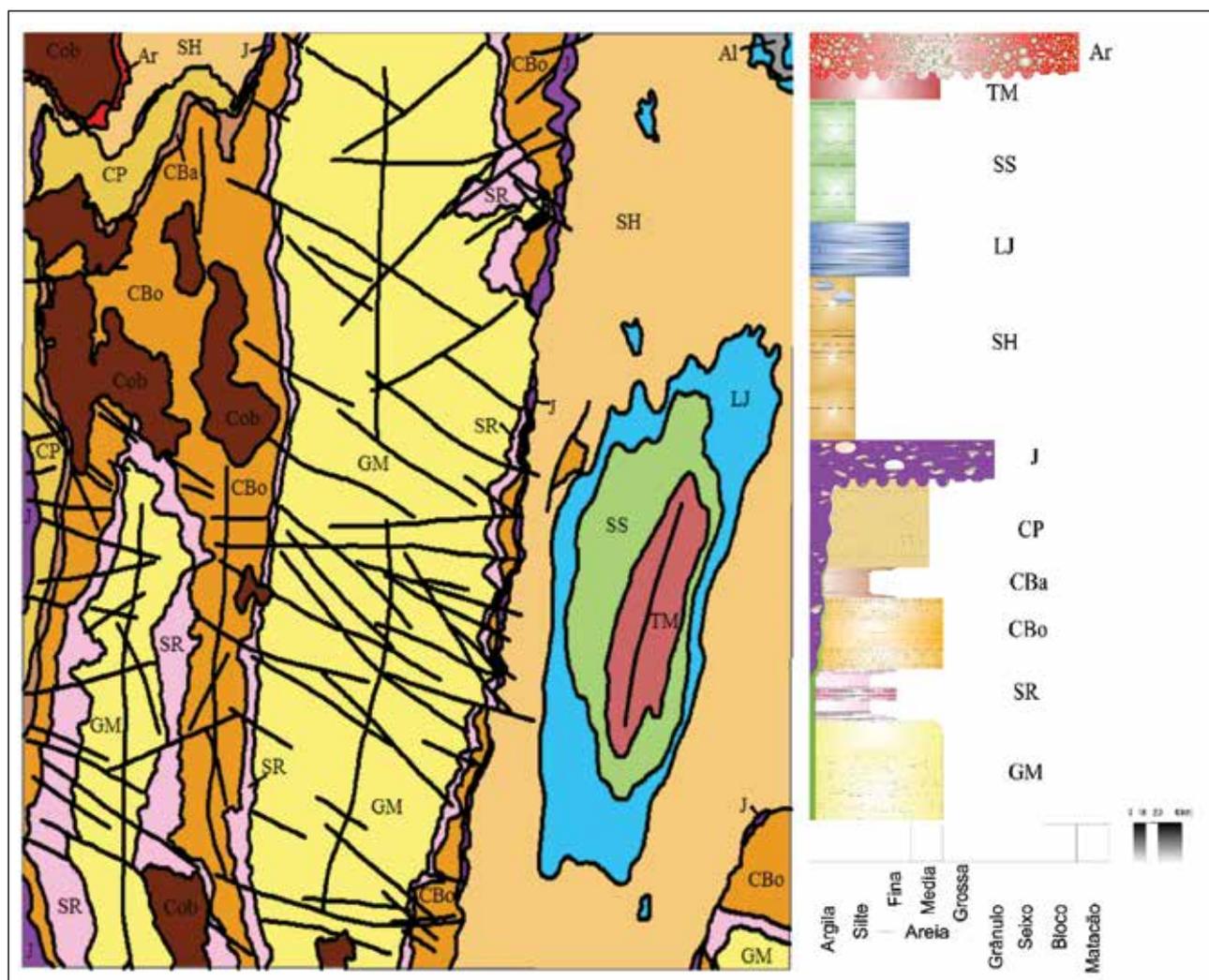


Figura 3.1- Mapa geológico e coluna simplificada da Folha Serra do Cabral, ilustrando as principais unidades estratigráficas: GM, Formação Galho do Miguel; SR, Formação Santa Rita; CBo, Formação Córrego dos Borges; CBa, Formação Córrego Bandeira; CP, Formação Córrego Pereira; SH, Formação Serra de Santa Helena; LJ, Formação Lagoa do Jacaré; SS, Formação Serra da Saudade; TM, Formação Três Marias; Ar, Formação Abaeté; Cob, Coberturas; Al, Aluvião. (As siglas estão também simplificadas em relação ao mapa geológico original, em anexo)

Tabela 3.1- Quadro estratigráfico das unidades delimitadas no mapa geológico da Folha Serra do Cabral

Sigla GEOBANK	Unidade	Descrição	Grupo	Supergrupo
N4a	Coberturas Aluvionares	Depósitos arenosos, cascalhosos e argilosos.		
N34ec	Coberturas detrítico-lateríticas	Depósitos arenosos com horizontes de cascalhos e lateritas localmente.		
K1ab	Fm. Abaeté	Ortoconglomerados polimíticos.	Areado	
NP3tm	Fm. Três Marias	Metarcóseos vermelhos com metassiltitos/metaargilitos subordinados.		São Francisco
NP2ss	Fm. Serra da Saudade	Metassiltitos/metaargilitos e metarenitos finos subordinados.		
NP2lj	Fm. Lagoa do Jacaré	Metacalcilutitos e metacalcarenitos subordinadamente metassiltitos/metaargilitos.	Bambuí	
NP2sh	Fm. Serra de Santa Helena	Metassiltitos/metaargilitos laminados com margas subordinadas.		
NP1j	Fm. Jequitai	Metadiamicítitos com intercalações lenticulares de metapsamitos fino e localmente metalutitos.		
NPMi	Grupo Macaúbas indiviso	Metarenitos e metarenitos conglomeráticos, com grânulos e seixos esparsos. Localmente brecha monomítica.	Macaúbas	
Mpecp	Fm. Córrego Pereira	Metarenitos finos muito maduros.		Espinhaço
MPcc	Fm. Córrego Bandeira	Metassiltitos intercalados com metarenitos finos.	Conselheiro Mata	
MP1cb	Fm. Córrego dos Borges	Metarenitos finos puros a micáceos.		
MP1sr	Fm. Santa Rita	Metassiltitos e metassiltitos-quartzosos.		
PP4gm	Fm. Galho do Miguel	Metarenito fino e homogêneo na base e metarenito laminado, médio e imaturo no topo.	Diamantina	

suportando-as. Esta unidade perfaz cerca de 30% da área da folha sendo a unidade do Supergrupo Espinhaço com maior representatividade na área mapeada (Figura 3.1 e mapa anexo).

Ocorrem dois litotipos principais, um metarenito fino, maciço, homogêneo, geralmente silicificado, na base e um metarenito laminado, médio e imaturo texturalmente no topo.

O metarenito basal é maturo texturalmente e composicionalmente, sendo composto por até 98 % de quartzo. Seus grãos são em geral subarredondados de baixa esfericidade. Podem ser finos a médios, geralmente maciços com partes laminadas subordinadas (Figura 3.3-A e B).

Acima deste metarenito, pode ser reconhecido em alguns pontos (*e.g.* SCN053, SCN054) um metarenito rosa, médio, imaturo, mal selecionado com mica branca e caulim (Figura 3.4). Este metarenito foi identificado apenas na borda nordeste da Serra.

A unidade de topo é composta por metarenito médio a grosso laminado (lâminas de aproximadamente 0,2 a 0,5 cm) (Figura 3.5-A e B), maturo composicionalmente com pequena porcentagem de mica detrítica e argila dispersa na matriz. Os grãos são arredondados e de alta esfericidade, a laminação é bem marcada pela variação granulométrica, ocorrem também grãos de areia grossa ou grânulos dispersos.

Estes metarenitos são brancos, a coloração rosada ou amarelada adquirida quando alterados.

Em lâmina o litotipo de base se apresenta fino a médio com grãos subangulosos a subar-

redondados, bem selecionados texturalmente e composicionalmente, contatos côncavo-convexos e apresentando alguns fragmentos líticos de rochas sedimentares (Figura 3.6).

Em lâminas delgadas o litotipo de topo é caracterizado por duas classes granulométricas (areia média e grossa) com laminação bem marcada e grãos, em geral, subarredondados a subangulosos de baixa esfericidade e contatos concavo-convexos, como minerais acessórios apresenta alguns óxidos, turmalina e mica branca. Feições como dissolução por pressão e sobrecrecimento são comuns (Figura 3.7).



Figura 3.3- A) Amostra de metarenito fino maciço bem selecionado



Figura 3.2- Mosaico ortorretificado, da Folha Serra do Cabral (SE.23-X-C-V), de imagens do satélite Landsat 7 (R7G4B2) (datadas do ano 2000), com resolução espacial de 14,25m (NASA, GEOCOVER)



Figura 3.3- B) Amostra de metarenito rosado, médio e laminado da Formação Galho do Miguel



Figura 3.4- Amostra de metarenito micáceo rosado, médio e laminado

As estruturas sedimentares são comuns a todos os litotipos, estando presente estratificações cruzadas com sets de 40cm a 1,5m tabulares e tangenciais (Figura 3.8-A), também ocorrem estratificações cruzadas de grande porte, com sets de 10 até 50 metros de comprimento (Figura 3.8-B), mostrando bimodalidade (variação granulométrica de fino a grosso em lamina bem selecionadas e alternadas), marcas onduladas assimétricas e simétricas com amplitude e comprimento de onda variados (Figura 3.8-C). Estratificações plano-paralelas também ocorrem principalmente nas unidades de topo com espessura dos estratos em torno de 2m.

Foram medidas 127 atitudes de paleocorrentes para a Formação Galho do Miguel, sem a distinção entre as diferentes fácies desta formação. O este-



Figura 3.5- A) Afloramento de metarenito e; B) detalhe do metarenito médio com lâminas de areia grossa da Formação Galho do Miguel

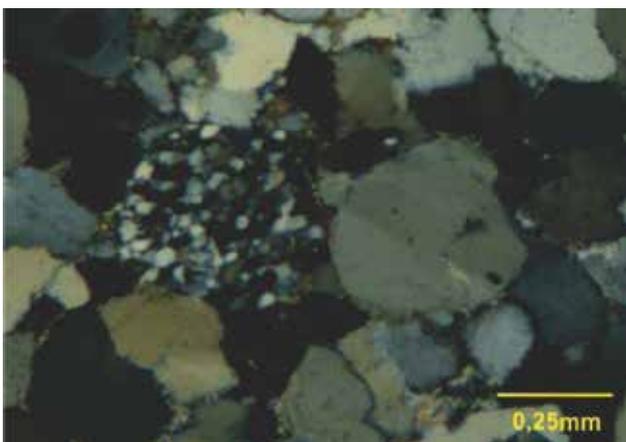


Figura 3.6- Fotomicrografia de fragmento lítico de quartzitos em metarenito laminado (nicóis cruzados, aumento 10X, zoom 4X. Lâmina SCN-055 base)

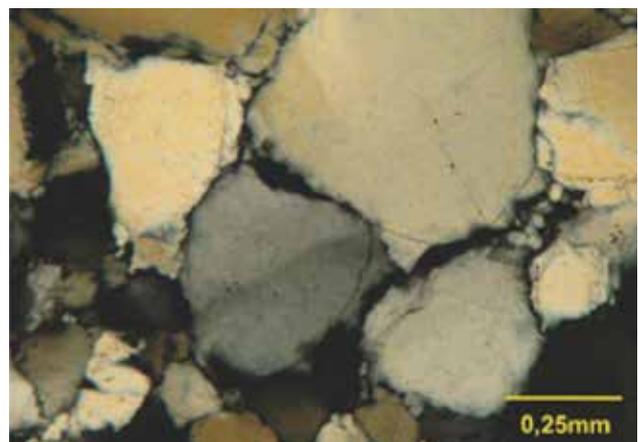


Figura 3.7- Fotomicrografia de metarenito médio a grosso com grãos de quartzo mostrando sobrecrecimento (nicóis cruzados, aumento 10X, zoom 4X. Lâmina SCN-029)



Figura 3.8- A) Estratificações cruzadas tabulares de médio porte com sets de 40 cm



Figura 3.8- B) estratificações cruzadas tangenciais de grande porte

reograma destas paleocorrentes mostra uma direção geral de fluxo para S, porém com grandes variações para SW e SE (Figura 3.9).

Não é possível observar o contato inferior desta formação na região mapeada. O contato superior se dá com as formações: Santa Rita (geralmente a envolvendo), Jequitai e Serra de Santa Helena (porção centro-norte da folha, a norte de Joaquim Felício). Diversos autores descrevem o contato com a Formação Santa Rita como concordante

e os contatos com as formações Jequitai e Serra de Santa Helena como discordantes. O contato com a Formação Santa Rita se dá sempre de forma brusca na porção sul da Folha. O resto dos contatos não foi possível observá-los em campo, somente em imagem LANDSAT-TM e aerofotos.

Esta formação apresenta-se em imagem LANDSAT-TM de forma bem nítida devido aos contrastes reológicos com as formações adjuntas e o seu padrão de fraturamento acentuado, o que lhe confere uma



Figura 3.8- C) marcas onduladas assimétricas e sinuosas

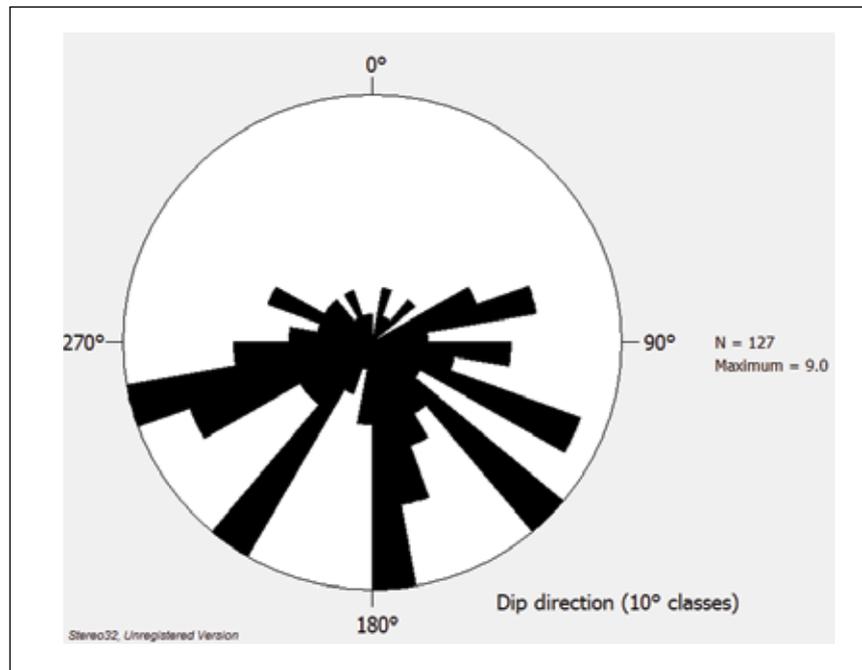


Figura 3.9- Diagrama de roseta para as paleocorrentes da Formação Galho do Miguel

textura rugosa, além disto, esta formação apresenta uma coloração peculiar avermelhada a rosada (Figura 3.2), características estas já constatadas por Souza Filho (1995).

3.1.2 - Grupo Conselheiro Mata

Os litotipos desta unidade ocorrem em sua maior parte nos flancos dos anticlinais na Serra do Cabral e Serra Mineira, ocupando cerca de 30% da região mapeada (Figura 3.1 e mapa em anexo). As formações pertencentes a este grupo encontradas na área são: Santa Rita, Córrego dos Borges, Córrego Bandeira e Córrego Pereira.

3.1.2.1 - Formação Santa Rita (MP1sr)

Localizada invariavelmente envolvendo a Formação Galho do Miguel, esta formação ocorre em finos segmentos N-S ocupando cerca de 7% da área mapeada (Figura 3.1 e mapa em anexo).

Morfologicamente a Formação Santa Rita é marcada por zonas aplainada (Figura 3.10-A), devido à baixa resistência de seus litotipos à erosão, mesmo motivo se dá a escassez de afloramentos. As maiores espessuras desta unidade ocorrem na região sudoeste da folha chegando a 250 m de espessura.

Esta unidade é caracterizada por intercalações de metassiltitos e metassiltitos-quartzosos de coloração acinzentada escura a esbranquiçada (Figura 3.10-B). Aparecem diques de injeção e estruturas de sobrecarga (Figura 3.10-C e D), feições características desta unidade. As fácies ricas em silte apresentam-se

avermelhadas quando mais espessas. Na base ocorre brecha intraformacional com clastos arredondados, variando de grânulo a seixo, de composição quartzosa fina. A matriz é um metassiltito de coloração arroxeada. Ocorrem em meio aos metassiltitos, uma unidade arenosa fina micácea, com coloração rosada e grãos de baixa esfericidade subarredondados.

Em lâmina nota-se nesta porção quantidade significativa de feldspato (~7%), micas detríticas e argila, os grãos são subangulosos de baixa esfericidade apresentando contatos em sua maioria côncavo-convexos (Figura 3.11).

Estruturas sedimentares não são comuns nestes litotipos, sendo identificadas apenas marcas onduladas assimétricas e estratificações plano paralelas.



Figura 3.10- A) Vista de contraste da geomorfologia dos metapelitos da Fm. Santa Rita (baixada) e dos metarenitos da Fm. Galho do Miguel (morros ao fundo)



Figura 3.10- B) laminação de material arenoso (branco) e material pelítico (cinza)

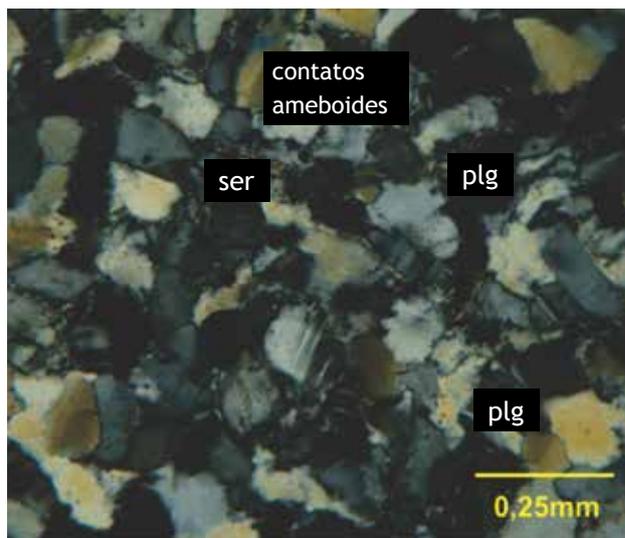


Figura 3.11- Fotomicrografia de metarenito imaturo, com feldspato e mica nos intertícios dos grãos (nicóis cruzados, aumento 10X, zoom 4X, lâmina SCN-038)



Figura 3.10- C) detalhe de lajedo afluando a metassiltitos da Formação Santa Rita



Figura 3.10- D) detalhe de amostra de metassiltito laminado com estruturas de sobrecarga

Na parte sul da serra foram observados metarenitos maduros, bem selecionados, com estratificações cruzadas e marcas onduladas, além de metarenitos argilosos, finos, imaturos, com estratificações cruzadas, em camadas lenticulares e onduladas, mostrando truncamentos de pequeno porte.

As paleocorrentes para a Formação Santa Rita totalizaram 29 medidas. O estereograma destas paleocorrentes mostra um padrão bidirecional com direções gerais de fluxo para NW e SE (Figura 3.12).

Os contatos superiores desta unidade se dão com a Formação Córrego dos Borges, de forma concordante, e de forma discordante com as formações Jequitai e Serra de Santa Helena, observáveis em aerofotos e imagem LANDSAT-TM na borda leste da serra, nas proximidades de Joaquim Felício e na Serra Mineira respectivamente. Em campo não foi possível observá-los. Nas imagens esta unidade se sobressai devido aos contrastes reológicos, apresentando uma textura mais lisa que os litotipos que a circundam, e seus tons azulados e brancos (Figura 3.2).

3.1.2.2 - Formação Córrego dos Borges (MP1cb)

Esta unidade se localiza envolvendo os litotipos da Formação Santa Rita, nos flancos dos anticlinais, e compoendo o Morro do Peri-Peri, entre o Sinclinal de Buenópolis e a Serra do Cabral, nas proximidades de Joaquim Felício (Figura 3.1 e mapa em anexo). Ocorrendo também fazendo sinclinais na área sul da Serra do Cabral. Esta formação ocupa cerca de 17% da área mapeada. A espessura máxima desta formação é alcançada no extremo norte da folha onde esta atinge espessuras de até 350 m.

A Formação Córrego dos Borges é caracterizada por dois litotipos principais: metarenito puro a

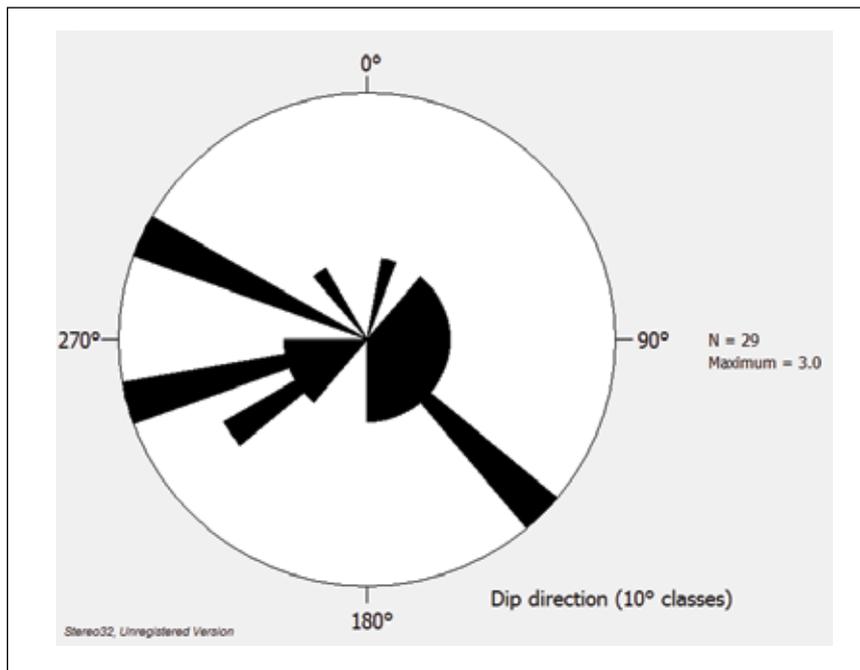


Figura 3.12- Diagrama de roseta para as paleocorrentes da Formação Santa Rita

micáceo, fino, branco e maciço, de alta maturidade textural com grãos subarredondados e de baixa esfericidade, e metarenito médio laminado, com lâminas de areia grossa com 0,2 a 0,5 cm de espessura, semelhantes aos descritos para a Formação Galho do Miguel, apresentando por vezes óxidos dispersos ou em lâminas (Figura 3.13-A e B).

O litotipo laminado ocorre principalmente na porção noroeste da área mapeada, no núcleo do anticlinal ocidental. Em lâminas são finos, e submaturos composicionalmente, com 95% de quartzo e 4% de feldspatos (Figura 3.14-A). Os minerais acessórios são opacos e turmalina, perfazendo menos de 1% da lâmina. Caulim aparece como mineral secundário, resultado de processo de alteração dos plagioclásios. Já o litotipo laminado apresenta-se mais maturo composicionalmente, composto por até 98% de quartzo, e acessórios como turmalina, opacos e

fragmentos líticos de quartzito, perfazem menos de 1% da lâmina. Feições como crescimento autigênico e dissolução por pressão são comuns (Figura 3.14.B).

As estruturas sedimentares presentes são estratificações cruzadas com *sets* cruzados variando de 15 a 50 cm de base tangencial, estratificações plano paralela com estratos de 50cm e raras marcas onduladas assimétricas e simétricas com comprimento de onda variando entre 3 e 5cm (Figura 3.15).

Foram medidas para esta unidade 107 paleocorrentes mostrando uma direção geral de fluxo para NE, com dispersão para NW e SE (Figura 3.16).

O contato desta unidade com a Formação Córrego Bandeira, sobreposta à esta, foi mapeado na re-



Figura 3.13-A) Amostra de metarenito micáceo, rosado, fino a médio e maciço

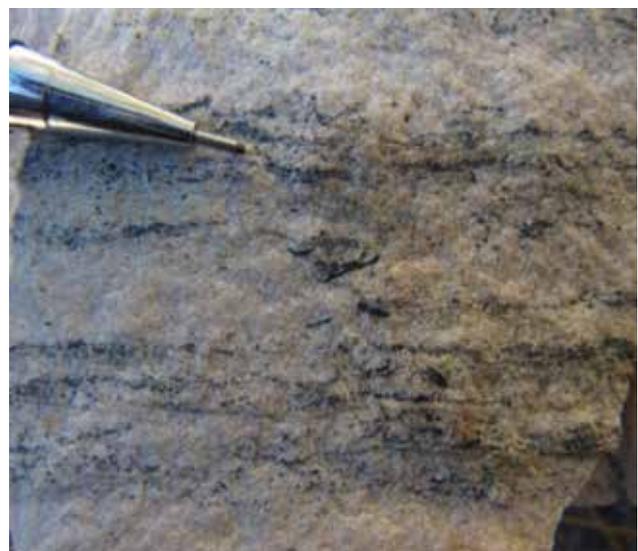


Figura 3.13- B) Metarenito médio a grosso com lâminas de óxido

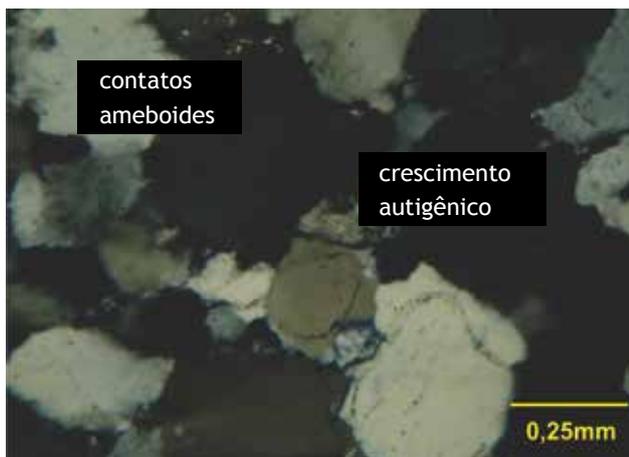


Figura 3.14- A) Fotomicrografia de metarenito médio com grãos subangulosos, contatos concavo-convexos a amebóides e sobrecrecimento (nicóis cruzados, aumento 10X, zoom 4X. Lâmina SCN-22)

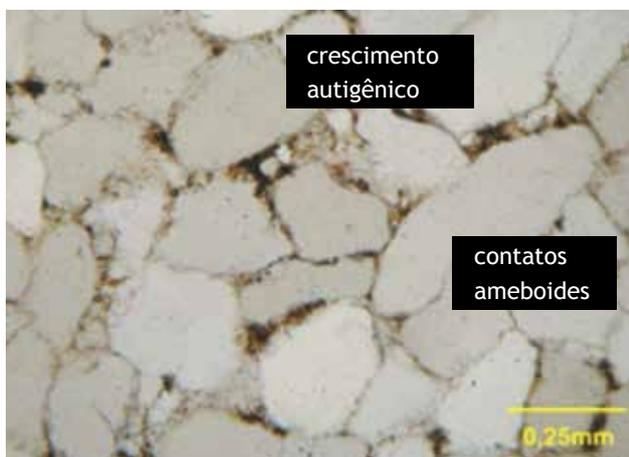


Figura 3.14- B) Metarenito médio com cimento ferruginoso e argila em meio a grãos de quartzo subangulosos de baixa esfericidade (nicóis paralelos, aumento 10X, zoom 4X. Lâmina SCN-18)



Figura 3.15- Marca ondulada assimétrica em metarenito fino a médio, rosado e maciço

gião noroeste da folha, próximo a Serra da Água Fria, e se dá de forma gradacional. Com a Formação Jequitai, o contato é discordante e pode ser visto tanto em aerofotos ou imagem LANDSAT-TM (Figura 3.2) como em campo, sendo este geralmente marcado por pavimentos polidos e estriados como em afloramentos a norte de Joaquim Felício (Figura 3.17).

Em imagem LANDSAT-TM esta unidade é evidenciada pelo contraste com as unidades circundantes onde esta se sobressai, pelos seus potentes metarenitos em contraste aos pelitos das unidades adjacentes.

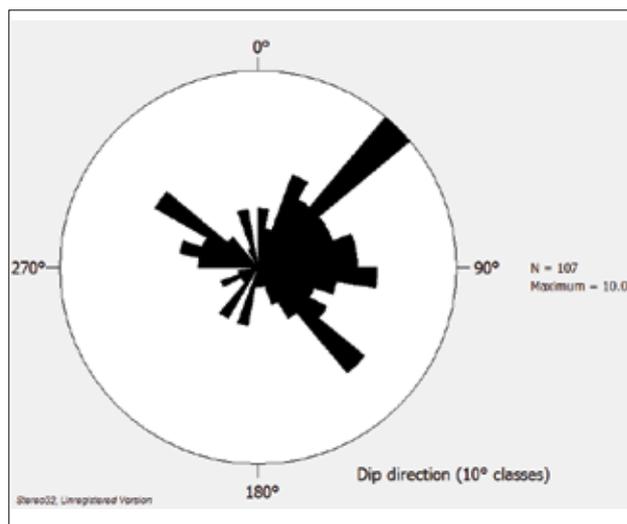


Figura 3.16- Diagrama de roseta para as paleocorrentes da Formação Córrego dos Borges



Figura 3.17- Pavimento estriado em metarenito marcando o contato da Fm. Córrego dos Borges com a Fm. Jequitai

3.1.2.3 - Formação Córrego Bandeira (MP1cc)

Esta unidade está concentrada no flanco oeste da Serra do Cabral, aparecendo como finas faixas orientadas N-S, ocupando cerca de 2% da região



Figura 3.17- Pavimento estriado em metarenito marcando o contato da Fm. Córrego dos Borges com a Fm. Jequitai

mapeada (Figura 3.1 e mapa em anexo). Na parte centro-oeste da folha esta unidade atinge espessuras de até 150 m.

A Formação Córrego Bandeira é caracterizada por uma seqüência rítmica de metassiltitos intercalados com metarenitos finos (Figura 3.18.A). As unidades psamíticas prevalecem na base e as pelíticas no topo. O acamamento é, por vezes, marcado por ondulações sigmodais. Os metassiltitos assumem colorações que vão do amarelado ao avermelhado, quando alterados (Figura 3.18-B). São comuns laminações de areia fina e podem ser identificados micas detríticas e óxidos dispersos.

Os metarenitos são finos, esbranquiçados, amarelados ou rosados e maciços em geral (figura 3.19-A). Quando rosados são mais imaturos com micas detríticas e óxidos, comumente magnetita ou martita (Figura 3.19-B).



Figura 3.18- A) Base da Fm. Córrego Bandeira, mostrando intercalação rítmica de estratos de metarenitos finos e metassiltitos (estratos erodidos); B) Detalhe do afloramento da porção pelítica mostrando metassilito laminado amarelado

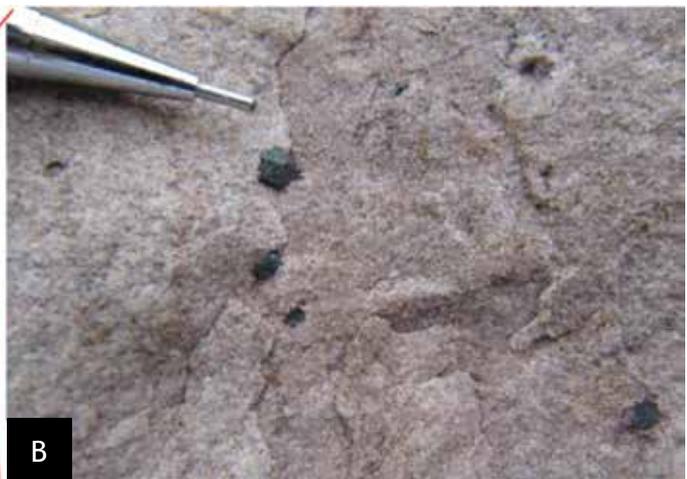


Figura 3.19- A) Afloramento de metarenito fino rosado e maciço; B) Detalhe de amostra de metarenito rosado com cristais de magnetita

Marcas onduladas simétricas ou assimétricas, paralelas ou sinuosas, são descritas nos metarenitos, com comprimentos de onda variando de 2cm a 5cm e amplitudes por volta de 1cm. Estratificações cruzadas tangenciais de médio porte e do tipo *hummocky* foram observadas nos estratos mais arenosos, na região do Córrego Santo Antônio no noroeste da serra (Figura 3.20-A).

As paleocorrentes para a Formação Córrego Bandeira mostram padrão bidirecional com direções de fluxo para N e para S, com consideráveis variações nestas direções (Figura 3.21).

O contato superior desta unidade é feito de forma gradacional com a Formação Córrego Pereira, facilmente observado no Córrego Santo Antônio no noroeste da área mapeada e na região do Boqueirão do Inferno no flanco oeste da serra, quando em contato com a Formação Jequitai este se dá por uma discordância, porção NW da Serra do Cabral, visualizada por fotos aéreas ou imagem LANDSAT-TM. Em aerofotos e imagem LANDSAT-TM a identificação da Formação Córrego Bandeira se dá por uma textura mais lisa e por um contraste negativo de relevo, devido aos litotipos mais grosseiros e resistentes a sua volta.



Figura 3.20- A) Metarenito fino rosado com estratificação cruzada tangencial de baixo ângulo



Figura 3.20- B) Ritmitos mostrando acamamento ondulante com estratificações cruzadas do tipo hummocky

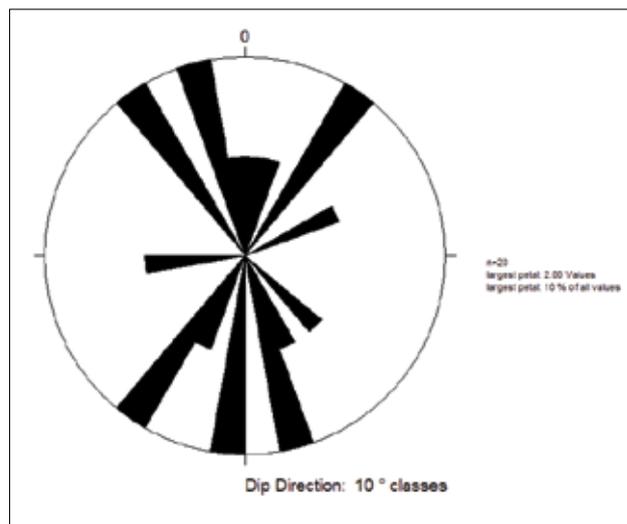


Figura 3.21- Diagrama de roseta para as paleocorrentes da Formação Córrego Bandeira

3.1.2.4 - Formação Córrego Pereira (MPecp)

Assim como a Formação Córrego Bandeira, esta unidade está restrita ao flanco oeste da Serra do Cabral aparecendo em finas faixas N-S, ocupando cerca de 4% da área mapeada (Figura 3.1 e mapa em anexo). Na região noroeste da folha esta unidade atinge uma espessura máxima de aproximadamente 150 m.

Formada por um pacote homogêneo de metarenitos esbranquiçados, porém rosados a amarelados quando alterados, finos, maciços, muito bem selecionados (Figura 3.22-A e B). Os grãos são subarredondados e de alta esfericidade, composto por 95% de quartzo. Ocorrem raros planos micáceos, caracterizando sedimentos muito maduros textural e composicionalmente.

As estruturas sedimentares principais são estratificações cruzadas de pequeno porte com sets cruzados de base tangencial variando entre 15 e 30



Figura 3.22- A) Metarenito fino, maciço e rosado

cm de espessura (Figura 3.23-A). Também são descritas marcas onduladas paralelas com cristas sinuosas, assimétricas e comprimentos de onda em geral de 5cm. Estratificações cruzadas do tipo *hummocky* ocorrem na base desta unidade (Figura 3.23-B).

Foram medidas 78 paleocorrentes para esta unidade, mostrando uma direção geral de fluxo para NW, com uma pequena dispersão para N (Figura 3.24).

A Formação Córrego Pereira faz contato com as formações Jequitaí e Serra de Santa Helena de forma discordante, constatados na região NW da folha. Em campo só foi possível ver a discordância com a Formação Jequitaí (Figura 3.25). Em imagem LANDSAT-TM é possível notar esta unidade pelo contraste positivo de relevo com as unidades circundantes (Figura 3.2).



Figura 3.23- B) Estratificação cruzada hummocky em metarenito fino amarelado



Figura 3.22- B) Metarenito fino e branco com óxidos em lâminas descontínuas e dispersos

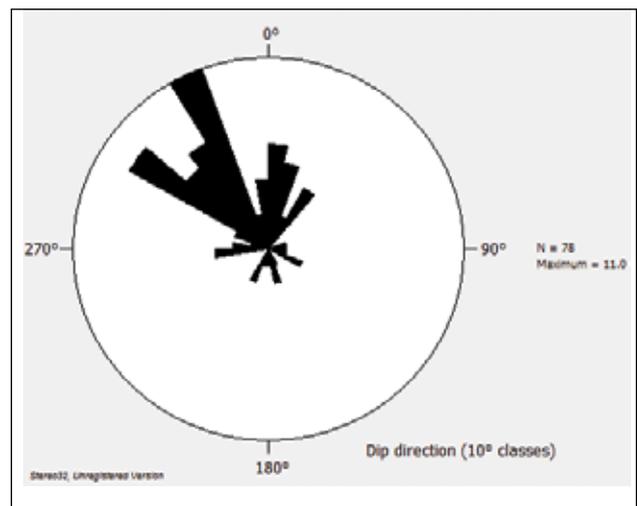


Figura 3.24- Diagrama de roseta para as paleocorrentes da Formação Córrego Pereira



Figura 3.23- A) Estratificações cruzadas de base tangencial (foresets = 15 cm), em metarenito fino rosado



Figura 3.25- Discordância entre a Fm. Córrego Pereira (abaixo da linha vermelha) e a Fm. Jequitaí (acima da linha vermelha) vista no Córrego Santo Antônio, porção NW da Serra do Cabral

3.2 - SUÍTE METAÍGNEA PEDRO LESSA

Esta unidade foi registrada somente em dois pequenos pontos, um a noroeste, de direção aproximada E-W, e outro no centro-norte da folha, de direção NE-SW, ocupando menos de 1% da área mapeada (Figura 3.1 e mapa em anexo).

Os litotipos que a compõe são corpos intrusivos de metagabros verdes a cinza com textura holocristalina de granulação média a grossa (Figura 3.26-A).

Em lâmina, apesar do alto grau de alteração, foram identificados piroxênio (em processo de uralitização ou cloritização) e plagioclásio (em processo de sericitização), como acessórios foram identificados opacos, clinzoisita (provavelmente secundária) e epidoto, além de clorita e sericita. A rocha apresenta matriz fina, e os minerais não apresentam orientação preferencial (Figura 3.26.-B).

3.3 - SUPERGRUPO SÃO FRANCISCO

Os litotipos do Supergrupo São Francisco ocupam cerca de 35% da região mapeada circundando as serras da região (Figura 3.1 e mapa em anexo). Nas aerofotos e imagem LANDSAT-TM estas unidades não podem ser bem definidas, pois não mostram evidente contraste fotogeológico (Figura 3.2). As unidades pertencentes a este supergrupo mapeadas foram: o Grupo Macaúbas indiviso, a Formação Jequitai e as formações Serra de Santa Helena, Lagoa do Jacaré, Serra da Saudade e Três Marias do Grupo Bambuí.

3.3.1 - Grupo Macaúbas

Foi determinado neste trabalho que os diamictitos neoproterozóicos e rochas associadas a eles seriam chamados de Formação Jequitai, quando estes estivessem em domínio cratônico, e de Grupo Macaúbas indiviso, quando estes estivessem no domí-



Figura 3.26- A) Amostra de mão, mostrando o aspecto textural do metagabro

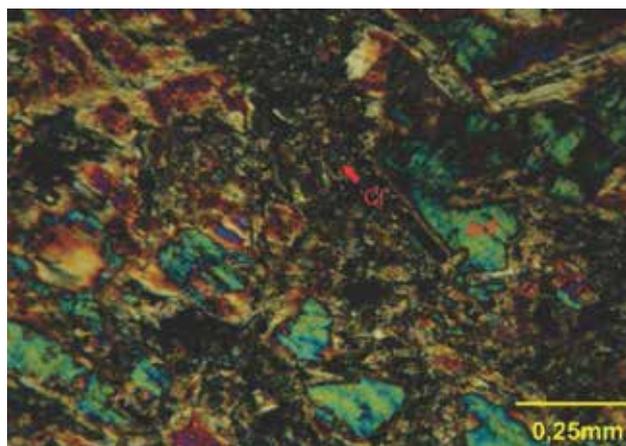


Figura 3.26- B) fotomicrografia evidenciando processo de uralitização e cristal de epidoto no centro (nicóis cruzados, luz transmitida, aumento de 10x e zoom de 4x)

nio da faixa de dobramentos. Este grupo ocupa cerca de 3% da área da Folha Serra do Cabral. Ocorrendo como finas faixas descontínuas que bordejam as serras da região (Figura 3.1 e mapa em anexo).

3.3.1.1 - Grupo Macaúbas indiviso (NPmi)

Esta unidade aparece de forma restrita aparecendo apenas no extremo sudeste da região mapeada, aflorando de maneira descontínua na borda da Serra Mineira, representando menos de 1% da área da folha (Figura 3.1 e mapa em anexo). Esta unidade tem uma espessura máxima de aproximadamente 100m.

O Grupo Macaúbas é constituído principalmente por metarenitos brancos a amarelados, feldspáticos, mostrando granulometria fina a grossa e metarenitos conglomeráticos, com grânulos e seixos esparsos. Localmente foi observado brecha monomítica, com clastos angulosos de quartzitos em matriz branca arenosa dominante.

Este grupo faz contato superior com a Formação Serra de Santa Helena aparentemente concordante vista em fotos aéreas, porém não observável em campo devido ao intemperismo.

3.3.1.2 - Formação Jequitai (NP1j)

Na Folha Serra do Cabral, esta unidade está restrita aos flancos das serras do Cabral e Mineira acompanhado os limites da serra de forma descontínua, como finas faixas de direção aproximada N-S, representando cerca de 3% da área da folha (Figura 3.1 e mapa em anexo). A espessura máxima registrada para esta unidade foi registrada na porção norte da folha alcançando cerca de 120m.

A Formação Jequitai é representada por metadiamictitos com intercalações lenticulares de metarenitos finos e imaturos composicionalmente

e texturalmente. O metadiamicctito fresco é cinza esverdeado, quando alterado a matriz se mostra com coloração esbranquiçada ou arroxeadada, com perda de grande parte dos clastos (Figura 3.27-A). A matriz do metadiamicctito é, geralmente, silto-arenosa com baixo grau de seleção textural e mineralógica, apresentando grânulos angulosos de fragmentos líticos. A composição dos clastos é heterogênea com predomínio de quartzo, quartzitos e siltitos, por vezes foliados, e carbonatos (Figura 3.27-B). Os clastos são subangulosos a subarredondados variando de seixos, grande maioria, a blocos e raros matacões (Figura 3.28-A). Em direção ao topo da camada é possível observar uma diminuição na densidade e na granulometria dos clastos no metadiamicctito, isso é bem evidenciado ao lon-

go do Córrego Riachão, na porção NW da área (Figura 3.28-B).

As lentes de metarenito tem formas, tamanhos e posições estratigráficas variadas. Podendo ocorrer como lentes de metarenitos micáceos finos ou metarenitos imaturos, com estratos ricos em óxidos.

Localmente ocorrem na parte superior desta unidade metapelitos rítmicos esbranquiçados a amarelados (Figura 3.29-A e B).

Em lâmina foi possível observar desenvolvimento de planos de muscovita e orientação incipiente da matriz silto-arenosa. É comum a orientação de grânulos de material silto-arenoso, na direção da foliação formando textura conhecida como pseudo-matriz (Figura 3.30-A). A matriz é siltosa com grânulos de

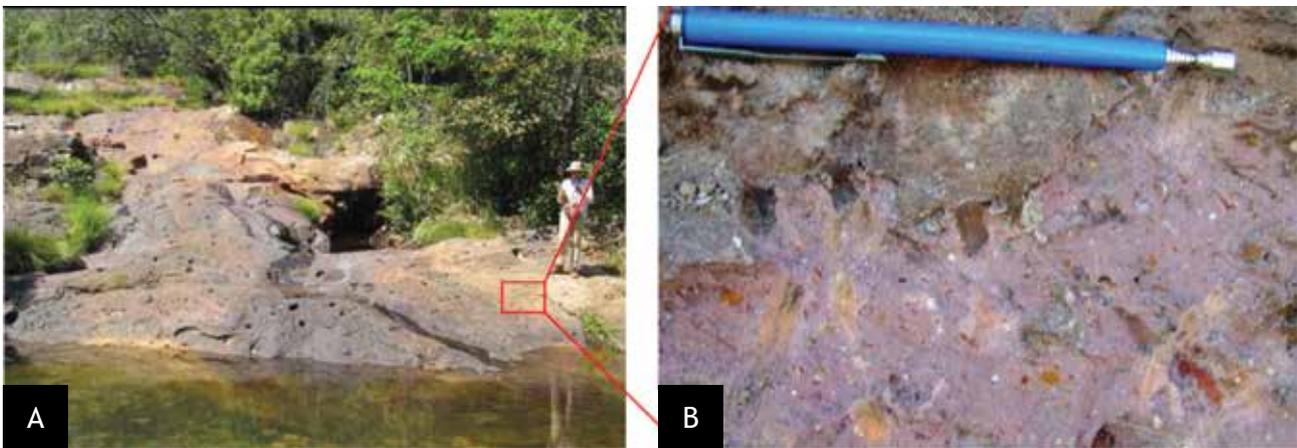


Figura 3.27- A) Afloramento de metadiamicctito em drenagem mostrando grande perda de clastos (buracos); B) detalhe de metadiamicctito com matriz silto-arenosa alterada arroxeadada com clastos alterados de carbonato

quartzo e fragmentos líticos. Clastos de quartzito ocorrem desde grânulo a seixos (Figura 3.30.B).

O contato superior desta unidade com a Formação Serra de Santa Helena é concordante, porém não é claro em campo, sendo via de regra encoberto por um manto de intemperismo (solo).

3.3.2 - Grupo Bambuí

Os litotipos desta unidade ocorrem nas áreas rebaixadas ao redor das serras formando as grandes áreas rebaixadas da região, ocupam cerca de 32% da região mapeada (Figura 3.1 e mapa em anexo). As formações pertencentes a este grupo encontradas na área são as formações: Serra de Santa Helena, Lagoa do Jacaré, Serra da Saudade e Três Marias. Nota-se a ausência da Formação Sete Lagoas, base deste grupo.



Figura 3.28- A) Metadiamicctito com clastos de quartzito subangulosos no tamanho seixo

3.3.2.1 - Formação Serra de Santa Helena (NP2sh)

É a unidade do Supergrupo São Francisco com maior representatividade na área mapeada, ocorrendo em toda porção leste e em uma pequena área no extremo noroeste da folha, ocupando cerca de 20% da região mapeada (Figura 3.1 e mapa em anexo). Ocorre nas regiões rebaixadas em cotas menores que 600 m. A

espessura desta unidade é de difícil determinação devido ao intenso processo de intemperismo imposto a esta formação. Entre a Serra do Cabral e o sinclinal de Buenópolis são estimadas espessuras de 300 a 400m.

A Formação Serra de Santa Helena é constituída por um pacote de metassiltitos/metargilitos laminados, esverdeados a acinzentados quando fresco, mas com diversas colorações de alteração, variando de amarelado a rosado (Figura 3.31-A e B). Quando compactados apresentam aspecto ardosiano, com



Figura 3.28- B) Metadiamicrito mostrando variação granulométrica dos clastos diminuindo para o topo



Figura 3.29- B) Metapelitos rítmicos esbranquiçados (afloramento próximo a cidade de Joaquim Felício)



Figura 3.29- A) Metapelitos rítmicos amarelados (afloramento no centro oeste da folha, região do Boqueirão do Inferno);

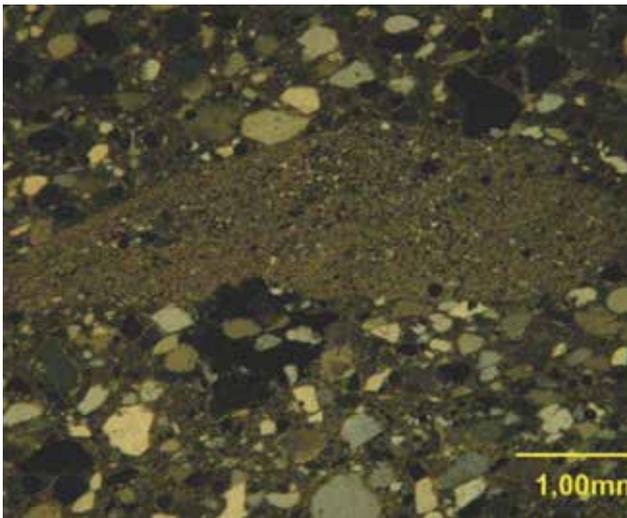


Figura 3.30- A) Fotomicrografia de clasto de metassiltito, com feição de pseudomatrix (nicóis cruzados, aumento 2,5X, zoom 4X. Lâmina SCN-132B)



Figura 3.31- A) Afloramentos de metassiltitos laminados e alterados, da Fm. Serra de Santa Helena, apresentando coloração rosada

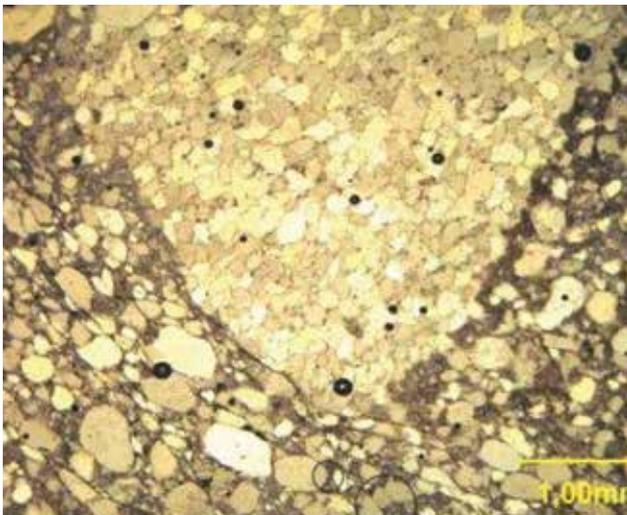


Figura 3.30- B) fotomicrografia de clasto de quartzito no diamictito (nicóis paralelos, aumento 2,5X, zoom 4X. Lâmina SCN-132B)



Figura 3.31- B) metassiltitos laminados com coloração amarelada

clivagem característica. Raras lentes margosas de pequena espessura ocorrem no topo da sequência.

O litotipo mais comum é o metassiltito laminado, onde as lâminas são marcadas por variações de coloração de amarelado a rosado que refletem variações composicionais. Quando fresco é possível reconhecer laminações de manganês e níveis ricos em óxidos.

Subordinadamente no sul da folha, entre a Serra do Cabral e o Sinclinal de Buenópolis, foram identificados metarenitos finos, esverdeados e imaturos, em camadas decimétricas, intercalados nos metassiltitos.

Em lâmina, o metassiltito, é composto por argilominerais, quartzo e muscovita como minerais principais. O acamamento é marcado por variação gradacional da granulometria (argila a silte)

(Figura 3.32-A). Vênulas de carbonatos milimétricos discordantes são identificados. As margas em lâmina são finas, compostas predominantemente por argilominerais e carbonatos foliados (Figura 3.32-B). Vênulas com espessura de aproximadamente, 1mm de calcita/dolomita ocorrem como porfiroblastos de opacos (Figura 3.32-C).

O contato desta unidade com a unidade superior Formação Lagoa do Jacaré é nitidamente transicional, notado através do predomínio ou não de rochas calcáreas sobre os pelitos. Há o contato discordante, angular e erosivo, observado entre esta unidade e a Formação Abaeté na região da Serra da Água Fria (extremo noroeste da folha) (Figura 3.33).

3.3.2.2 - Formação Lagoa do Jacaré (NP21j)

Esta unidade ocorre de modo mais extenso, na parte sul da Folha Serra do Cabral, formando os flancos do sinclinal de Buenópolis, mas também em

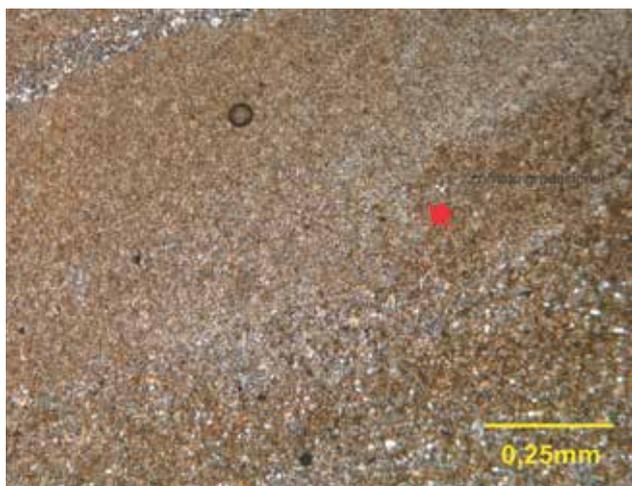


Figura 3.32- A) Metassiltito com laminação gradacional (nicóis cruzados, aumento 10X, zoom 4X, lâmina SCN-134)

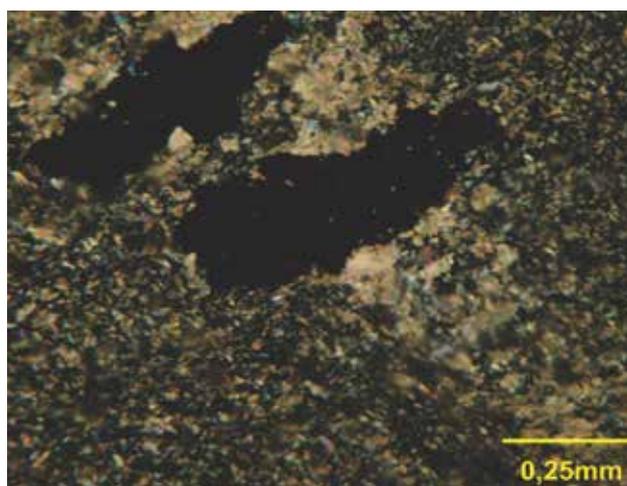


Figura 3.32- C) metassiltito com foliação, e crescimento de muscovita (sericita), detalhe para veio de carbonatos com porfiroblastos de opacos (nicóis cruzados, aumento 10X, zoom 4X, lâmina SCN-117)

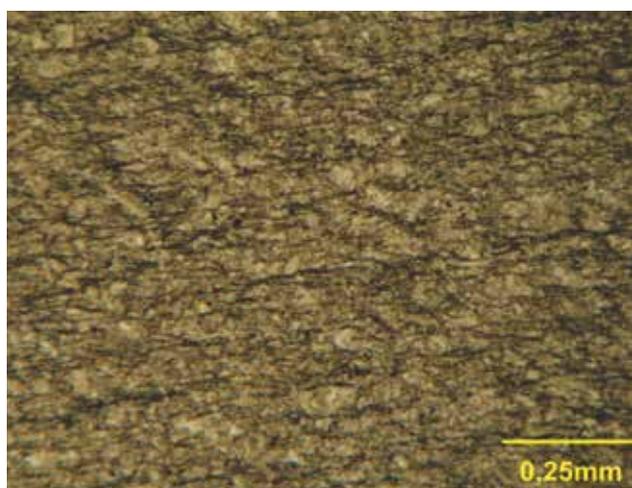


Figura 3.32- B) metamarga com foliação, e crescimento de muscovita (sericita) e carbonatos (nicóis paralelos, aumento 10X, zoom 4X, lâmina SCN-117)

afloramentos menores na região nordeste da folha, ocupando cerca de 5% da área mapeada (Figura 3.1 e mapa em anexo). Os litotipos desta unidade formam morros íngremes e paredes escuras e irregulares que se sobressaem em meio aos pelitos das unidades circundantes. Esta formação atinge espessuras de até 250 m no sinclinal de Buenópolis.

A Formação Lagoa do Jacaré é caracterizada por calcilitos e calcarenitos laminados, com laminações e estratificações plano paralelas de espessuras variáveis (Figura 3.34-A) e também, estratificações cruzadas de pequeno a médio porte. São comuns veios de calcita branca e cinza, ricos em sulfetos como pirita ou calcopirita. Mostra intercalações de calcarenito oolítico, às vezes com intraclastos (Figura 3.34-B). Subordinadamente ocorrem margas e metassiltitos/metaargilitos lami-



Figura 3.33- Discordância angular e erosiva entre os pelitos da Fm. Serra de Santa Helena (abaixo da linha vermelha) e os ruditos da Fm. Abaeté, do Grupo Areado (acima da linha vermelha), na região da Serra da Água Fria (as linhas amarelas evidenciam a direção do acamamento da Fm.Serra de Santa Helena)

nados, esverdeados a acinzentados, amarelados ou alaranjados quando alterados.

Para a descrição das lâminas delgadas utilizou-se a classificação de Folk (1974) para carbonatos, por possibilitar melhor caracterização da rocha. Foram descritas 2 lâminas que apresentavam cimento compostos por calcita e/ou dolomita esparítica e ocorrências de cristais de carbonato com clivagem romboédrica dispersos, com tamanhos variando de 1 a 6mm. Os alquímicos são compostos por “peloids” variando de 0,1 a 10 mm, com forma de elipsóide e eixo maior paralelo ao acamamento (Figura 3.35). Também foi notada a ocorrência de vênulas de carbonato.

Esta unidade faz contato superior concordante e gradacional com a Formação Serra da Saudade, tal contato pode ser visualizado em campo na região do sinclinal de Buenópolis. Em aerofotos e imagem LANDSAT-TM pode ser facilmente reconhecida por sua reflectância e pela abundante vegetação geralmente assentada sobre seus litotipos (Figura 3.2).

3.3.2.3 - Formação Serra da Saudade (NP2ss)

Esta unidade ocorre somente na região dos flancos do sinclinal de Buenópolis, ocupando somente cerca de 4% da área mapeada (Figura 3.1 e mapa em anexo). Os litotipos desta unidade são muito suscetíveis ao intemperismo apresentando-se quase sempre alterados. Esta formação atinge espessuras de até 300 m.

A Formação Serra da Saudade é formada por litotipos muito semelhantes aqueles descritos para a Formação Serra de Santa Helena, sendo composta por metasiltitos/metaargilitos laminados, apresentando cores variadas, acinzentados a esverdeados ou amarelados ou rosados, quando alterados (Figura 3.36- A e B). Subordinadamente ocorrem arenitos finos com laminações plano-paralelas e marcas de onda assimétricas.

Esta unidade faz contato superior com a Formação Três Marias, porém tal contato não foi visto



Figura 3.34- B) calcário com oólitos e intraclastos (à direita)

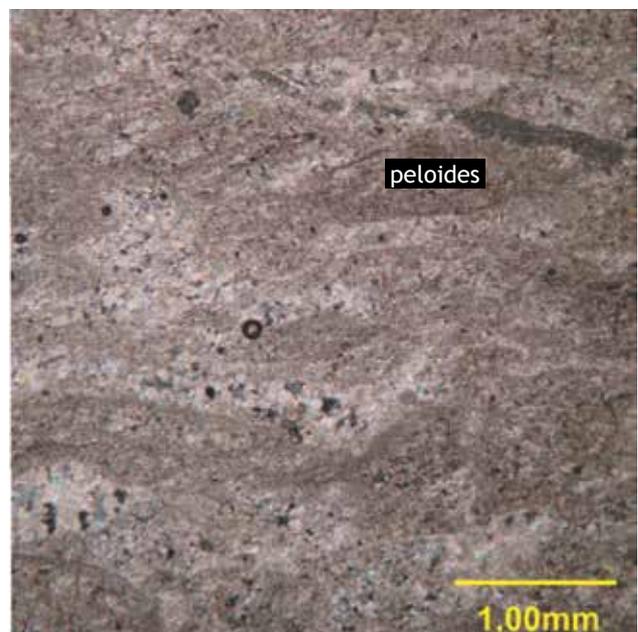


Figura 3.35- Fotomicrografia de calcarenito laminado, com aloquímicos como “peloids” com eixo maior paralelo ao acamamento (nicóis cruzados, aumento 2,5X, zoom 4X, lâmina SCN- 137)



Figura 3.34- A) Calcário laminado com lamina de calcarenito (cinza claro) e lamina de calcilutito (lamina cinza escuro) (à esquerda)



Figura 3.36- A) Metassiltitos laminados e alterados, da Fm. Serra da Saudade na região do sinclinal de Buenópolis, apresentando coloração amarelada



Figura 3.36- B) metassiltitos rosados e laminados



Figura 3.37- Banco de arcóseo amarelado da Formação Três Marias, na região do sinclinal de Buenópolis, mostrando estratificação cruzada tabular de base tangencial

em campo devido ao intemperismo. Em aerofotos e imagem LANDSAT-TM esta formação pode ser reconhecida por seu contraste de relevo (negativo) e reflectância com as unidades circundantes (Figura 3.2).

3.3.2.4 - Formação Três Marias (NP3tm)

Esta unidade, na área mapeada, está presente somente no núcleo do sinclinal de Buenópolis, ocupando cerca de 3% da Folha Serra do Cabral (Figura 3.1 e mapa em anexo).

A Formação Três Marias é caracterizada, por arcóseos acinzentados, quando frescos, localmente avermelhados e maciços, com estratificações planas e estratificações cruzadas de porte métrico, variando de granulometria fina a grossa, rico em micas detríticas (Figura 3.37). Localmente, apresenta clastos esparsos tamanho seixo, subarredondados, de quartzo e/ou quartzito. Subordinadamente ocorrem siltitos e argilitos laminados cinza esverdeados a amarelados ou avermelhados quando alterados, semelhantes aos das formações Serra de Santa Helena e Serra da Saudade. A grande predominância de arcósios finos a grossos, localmente com clastos, mostrando freqüentes estratificações cruzadas, sugere sedimentação fluvial, do tipo entrelaçada (*braided*).

Esta unidade pode ser identificada em aerofotos e imagem LANDSAT-TM por seu contraste de relevo (positivo) e reflectância mais alta que as unidades circundantes (Figura 3.2).

3.3.3 - Grupo Areado

Os litotipos desta unidade são representados na área mapeada somente pelos ruditos da Formação Abaeté, que corresponde à base deste grupo.

3.3.3.1 - Formação Abaeté (K1ab)

Esta unidade, na região mapeada, está presente somente compondo a base da Serra da Água

Fria, no extremo noroeste da folha e também na Serra do Cabral em pequenos afloramentos junto a cidade de Buenópolis, ocupando cerca de 1% da área total da Folha Serra do Cabral (Figura 3.1 e mapa em anexo), exibindo um forte controle altimétrico por volta da cota de 900m. Atinge espessuras estimadas em torno de 30 m.

Na região de estudo esta formação é caracterizada por ortoconglomerados polimíticos (10% de matriz), maciços, com matriz silto-arenosa ferruginosa, amarronzada, em geral apresentando-se lateritizada, e quando lateritizados estes conglomerados se mostram arroxeados a avermelhados (Figura 3.38-A). Os clastos são sub-arredondados a arredondados, de baixa esfericidade, a granulometria varia de seixo a bloco, com predomínio de seixos (85%) (Figura 3.38-B). A composição do clastos é de quartzitos, laminados ou não, e de metassiltitos (Figura 3.38-C). A Formação Abaeté não possui deformação ou metamorfismo, repousando discordantemente sobre os sedimentos do Grupo Bambuí (Figura 3.33). Muitas vezes há o intemperismo da matriz e dos clastos mais frágeis destes conglomerados restando apenas os clastos mais resistentes espalhados pela superfície da região (Figura 3.38.D).

Esta unidade pode ser detectada em aerofotos ou imagem LANDSAT-TM por sua textura muito rugosa (Figura 3.2).

3.4 - COBERTURAS DETRITO-LATERÍTICAS (N34ec)

As coberturas estão concentradas na parte oeste da folha, sendo mais abundantes na parte norte, ocupando cerca de 4% da área mapeada (Figura 3.1 e mapa em anexo). Estas coberturas se desenvolvem nas chapadas em cima dos litotipos do Supergrupo Espinhaço, na Serra do Cabral, e do Grupo Areado, na Serra da Água Fria, em cotas que variam de 950 a 1000m.

Estas coberturas são formadas por depósitos arenosos de granulometria fina, média, grossa e muito grossa, brancas a amarelo-acastanhadas, subarredondadas a arredondadas, mal selecionadas com horizontes de cascalhos e desenvolvimento local de processos de lateritização (Figura 3.39).

3.5 - DEPÓSITOS ALUVIONARES (N4a)

Estes depósitos estão concentrados no extremo nordeste da folha junto ao Córrego da Grota, representando menos de 1% do total da área da folha.

Representados por sedimentos arenosos, cascalhosos e argilosos, depositados nos aluviões dos cursos d'água da região.



Figura 3.38- C) detalhe de clastos de quartzitos laminados e não laminados



Figura 3.38- A) Bloco de conglomerado, da Fm. Abaeté, arroxeadado a avermelhado devido à lateritização



Figura 3.38- D) clastos de conglomerado espalhados pelo chão próximo a Serra da Água Fria



Figura 3.38- B) afloramento de ortoconglomerado polimítico típico da Fm. Abaeté



Figura 3.39- Cobertura detrito-laterítica com horizonte de cascalhos, na Serra da Cabral

4 – GEOLOGIA ESTRUTURAL

O acervo estrutural da Folha Serra do Cabral está diretamente relacionado ao comportamento das unidades proterozóicas – supergrupos Espinhaço e São Francisco. Foram observados e medidos os principais elementos geométricos planares e lineares da área: acamamento S_0 , foliação S_1 , lineações de interseção (L_n) e eixos de dobras.

4.1 - ELEMENTOS GEOMÉTRICOS

4.1.1 - Acamamento (S_0)

Nos litotipos do Supergrupo Espinhaço o acamamento é a estrutura predominante, sendo evidenciado em campo por variações granulométricas nos litotipos mais grosseiros, e laminações com variações composicionais nas unidades mais finas (e.g. metassiltitos das formações Santa Rita e Córrego Bandeira). Outro bom indicador são as estruturas sedimentares, como marcas onduladas e estratificações cruzadas e plano paralelas presentes em todos os litotipos desta unidade.

Nas unidades do Supergrupo São Francisco os acamamentos (S_0) são bem observados nos metapelitos por variações composicionais evidenciadas a partir das variações das cores de alteração e nos metarenitos pelas variações granulométricas (Figura 4,1.A e B).

O comportamento do S_0 nestes dois supergrupos é similar, o que viabiliza, entre outros fatores, o tratamento indistinto entre eles. O S_0 apresenta-se levemente dobrado, em ambas as unidades, com mergulhos suaves, e direção geral das camadas no sentido N-S. O mergulho médio do acamamento é maior para os litotipos do Supergrupo São Francisco, sobretudo na região do sinclinal de Buenópolis onde apresenta um aumento mais pronunciado.

O acamamento em geral tem direção aproximada N5E e seus mergulhos variam entre 3 e 70°, com a grande maioria com baixos mergulhos, entre 10 e 30°, nota-se que há uma concentração ligeiramente maior de mergulhos para leste (Figura 4.2).

A unidade cretácea apresenta acamamento sempre subhorizontal.

4.1.2 - Foliação (S_n)

A foliação (S_n) é dificilmente observada nas unidades do Supergrupo Espinhaço, sendo mais presente nos litotipos do Supergrupo São Francisco,



A

Figura 4.1-A) Acamamentos em campo: em metarenitos observados pela variação granulométrica



B

Figura 4.1-B) Acamamentos em campo: em pelitos representados pela variação composicional, resultando em diferentes colorações das lamina

principalmente naqueles mais finos, onde a foliação (S_n) está bem marcada. O comportamento de S_1 é similar em ambas as unidades, sendo este de direção aproximada N-S com vergência para oeste. Nos litotipos finos do Supergrupo São Francisco, é descrita uma clivagem de fratura em grande parte dos afloramentos, com direção aproximada N-S e altos mergulhos para leste.

Em campo a foliação é identificada por orientação dos argilominerais ou dos flossilicatos (micas), apresentando-se, por vezes, como uma clivagem de fratura com comportamento plano-axial e mergulhos entre médio e alto ângulo, com vergências para oeste (Figura 4.3).

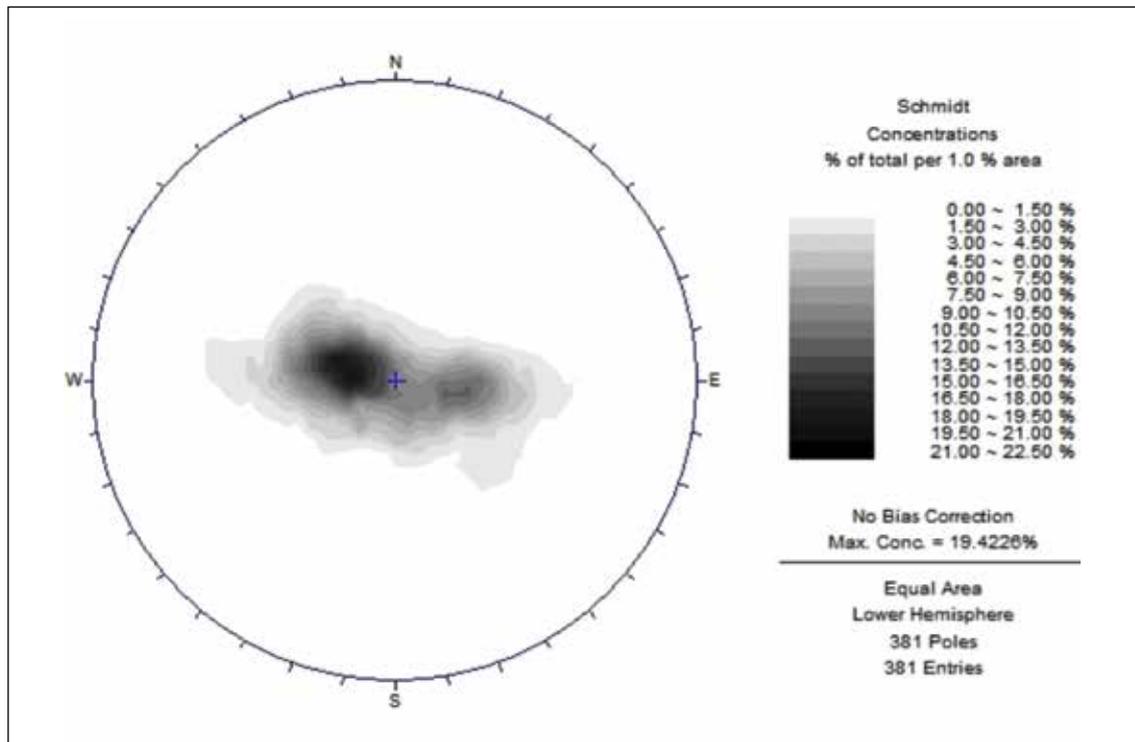


Figura 4.2- Estereograma com projeção polar de todos os acamamentos medidos na área

A foliação, em geral, tem direção aproximada N5E com mergulhos variando entre 10 e 85°, mas mostrando, geralmente, mergulhos íngremes entre 55 e 80° (Figura 4.4).

4.1.3 - Lineação de interseção (L_n)

Lineações de interseção ($S_0 - S_1$) foram medidas em eixos de dobras ou na interseção do acamamento com a foliação (Figura 4.5-A e B), sempre na direção N-S, com ligeiro desvio para leste e caimentos suaves (em torno de 10°), em sua maioria para norte (Figura 4.6).

4.1.4 - Lineamentos

Foram fotointerpretados diversos lineamentos que cortam os litotipos do Supergrupo Espinhaço, mostrando movimento transcorrente, em sua maioria sinistral, provocando contato tectônico entre formações estratigraficamente separadas. Estes lineamentos aparecem somente na Serra do Cabral, e tem direções aproximadas ENE-WSW e WNW-ESSE. Vários destes lineamentos são marcados pela hidrografia da região.

4.2 - ESTRUTURAÇÃO E DEFORMAÇÃO

A estruturação da Folha Serra do Cabral se dá por megadobramentos suaves formando grandes



Figura 4.3- Clivagem de fratura plano-axial de dobra aberta (em vermelho) em metapelitos do Supergrupo São Francisco (acamamento em amarelo)

siniformes e antiformes com fraca vergência para oeste (Figura 3.1 – perfil em anexo). Os supergrupos Espinhaço e São Francisco têm comportamentos similares, porém devido às diferentes reologias, o Supergrupo São Francisco, por se comportar de forma mais drástica, apresenta dobras de mesmas características, mas de menor porte e maior frequência do que as dobras presentes no Supergrupo Espinhaço. Estas apresentam comprimentos de onda quilométricas e um padrão de falhamentos transcorrentes de direções ENE-WSW e WNW-ESE, com sentidos de movimento sinistrais e destrais, com a presença de algumas zonas de cisalhamento rúpteis (Figura 4.7-A e B).

Os estereogramas de acamamento para o Supergrupo Espinhaço e São Francisco mostram uma variação maior para o acamamento do segundo, mostrando que há uma maior concentração de planos com caimento para leste, mostrando que há um flanco longo a leste e um flanco curto a oeste (Figura 4.8).

Os grandes antiformes foram mais expostos às superfícies de aplainamento que atingiram a região, expondo os litotipos do Supergrupo Espinhaço na

Serra do Cabral, da Água Fria e Mineira. Estes litotipos sustentam estas grandes serras compondo os núcleos de dobras quilométricas, abertas e cônicas com amplas zonas de charneira, ligeiramente assimétricas com flancos longos e mergulhos menores a leste, e flancos curtos com mergulhos maiores a oeste, mostrando fraca vergência para oeste.

A Serra do Cabral é composta por duas grandes culminações antiformais separados por uma depressão sinclinal. A Serra do Cabral tem 35 Km de

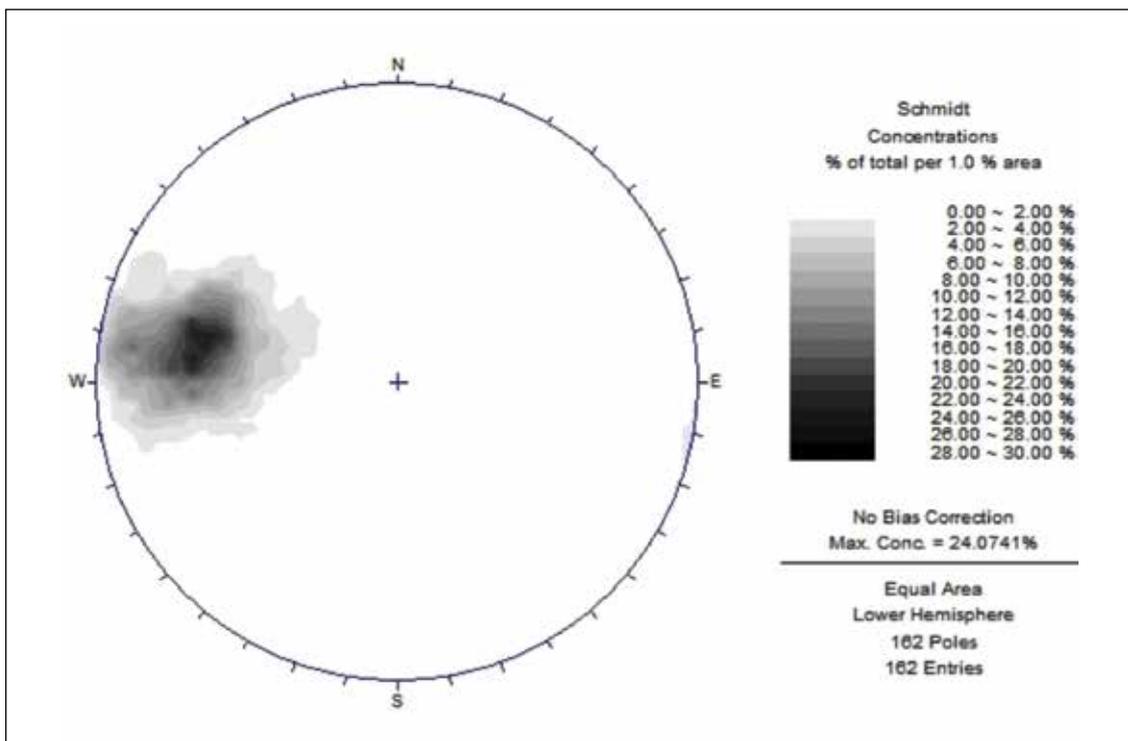


Figura 4.4- Estereograma com projeção polar de todas as foliações medidas na área



Figura 4.5-A) Lineações de interseção (em vermelho), mostrando a relação entre o acamamento (S0) e a foliação (S1); em pelitos do Supergrupo São Francisco, o acamamento é o plano de menor mergulho na foto



Figura 4.5-B) Lineações de interseção (em vermelho), mostrando a relação entre o acamamento (S0) e a foliação (S1); em metarenito do Supergrupo Espinhaço, o acamamento está no mesmo plano da foto

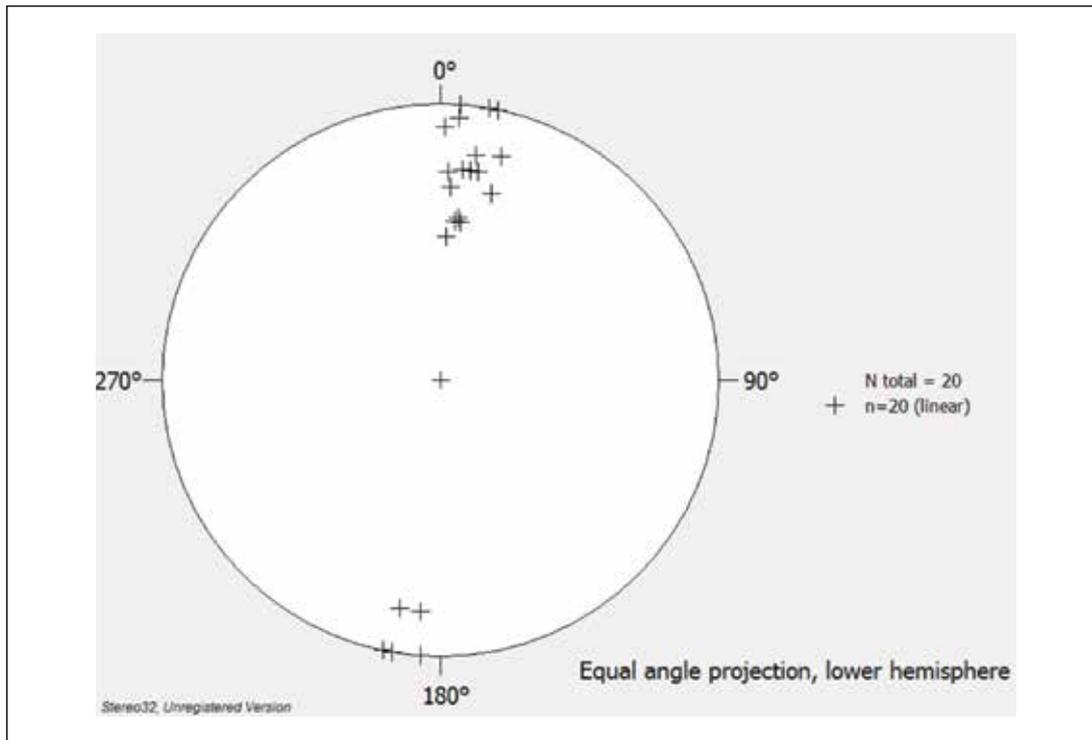


Figura 4.6- Stereograma com projeção de todas as lineações de interseção medidas na área

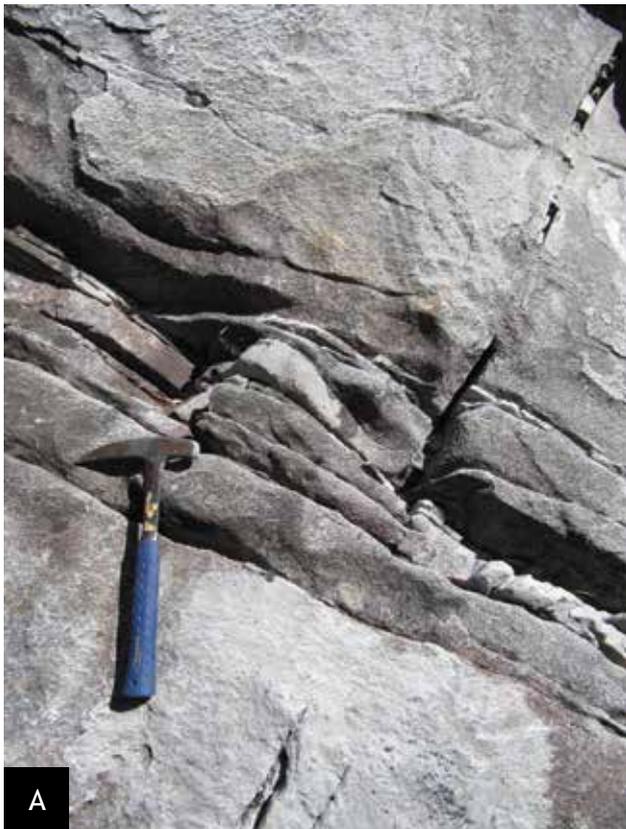


Figura 4.7-A) Zonas de cisalhamento rúpteis em metarenitos do Supergrupo Espinhaço: mostrando a concentração da deformação com o aumento do fraturamento

largura e ocupa todos os 55 Km de extensão da folha no sentido N-S, destes o sinclinal oriental ocupa 18,5 Km e o ocidental 13,5 Km, aproximadamente. O anticlinal ocidental se divide em dois anticlinais menores e um sinclinal com eixo caindo para norte na porção NW da folha próximo a Serra da Água Fria. Ao norte de Joaquim Felício há um anticlinal menor com eixo ENE-WSW e caimento para ENE.



Figura 4.7-B) Zonas de cisalhamento rúpteis em metarenitos do Supergrupo Espinhaço: mostrando a concentração da deformação provocando a cominuição dos grãos do arenito formando farinha de rocha, nota-se ainda o sentido sinistral da zona

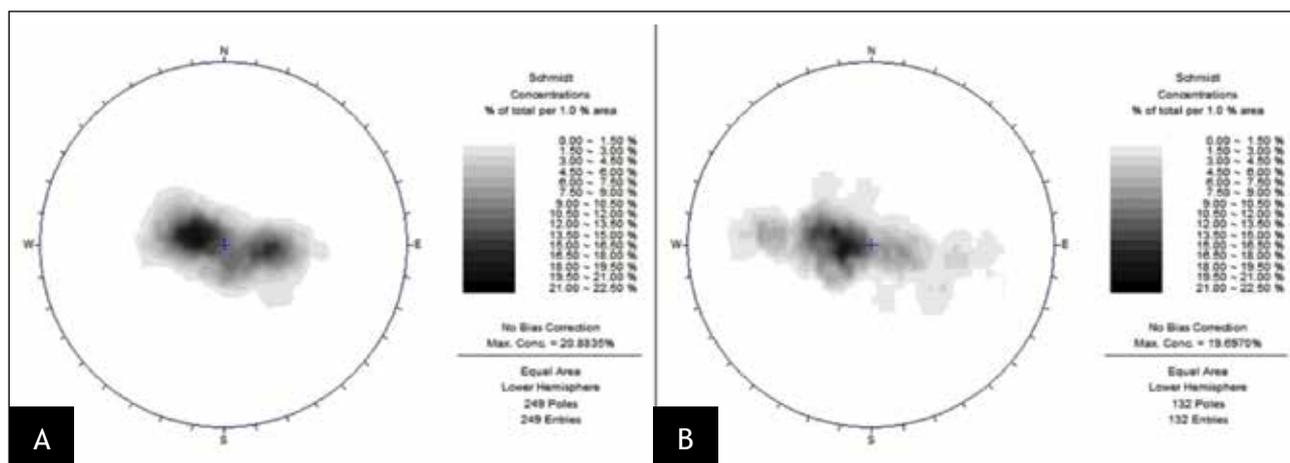


Figura 4.8- Estereogramas com projeção polar de acamamentos A) para o Supergrupo Espinhaço e B) para o Supergrupo São Francisco

O grande sinforme da região é o sinclinal de Buenópolis (Figura 4.9), com aproximadamente 12 Km de largura e 33 Km de extensão. Esta estrutura preservou em seu núcleo os litotipos de topo do Supergrupo São Francisco, formações Serra da Saudade e Três Marias. Como em toda a área, este sinclinal também apresenta fraca vergência para oeste, com flancos curtos de mergulho maior a leste e flancos longos e suaves a oeste. Junto a esta estrutura ocorrem dobras parasíticas métricas, abertas e cônicas, diferentemente do resto da região. Outro sinforme é o sinclinal central da Serra do Cabral que separa os anticlinais oriental e ocidental, formando uma dobra em “M”, expondo a Formação Córrego dos Borges no meio da Serra do Cabral. Os pequenos desvios sofridos para leste pelos planos axiais das dobras acompanham a curvatura do *front* Espinhaço, localizado a leste da folha.



Figura 4.9- Visada para leste mostrando a Serra Mineira ao fundo e o sinclinal de Buenópolis em destaque marcado pelos carbonatos da Fm. Lagoa do Jacaré (mais escuros). A estrada em primeiro plano dá acesso a Serra do Cabral

Os eixos e lineações de interseção medidos na região apresentam-se em sua grande maioria na direção N-S com ligeiro desvio para leste e a maioria dos caimentos para norte (Figura 4.6).

As foliações, como já dito, são mais abundantes nos litotipos do Supergrupo São Francisco, porém são muito similares, apresentado direção geral NEN-SWS e vergência para W (Figura 4.10), ocorrendo por vezes como plano axial de dobras (Figura 4.3).

Os grandes lineamentos da região correspondem a zonas de cisalhamento rúptil transcorrentes de

direções ENE-WSW ou WNW-ESE e sentidos sinistral e dextral. Estes lineamentos só são observados nos litotipos do Supergrupo Espinhaço. Em campo foram encontradas algumas destas zonas de cisalhamento rúptil (Figura 4.7).

A estruturação e a deformação da área estão relacionadas ao ciclo brasileiro neoproterozóico responsável pela estruturação da Faixa Araçuaí e consequentemente do *front* Espinhaço.

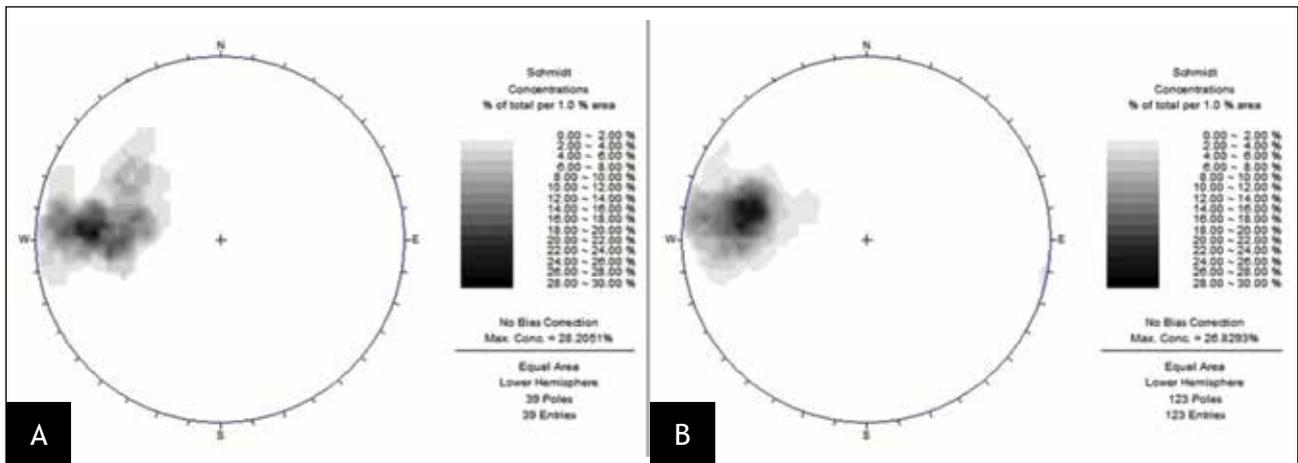


Figura 4.10- Estereogramas com projeção polar das foliações A) para o Supergrupo Espinhaço e B) para o Supergrupo São Francisco

5 – METAMORFISMO

O metamorfismo da área é de difícil determinação devido à ausência de minerais índices que poderiam determinar as paragêneses minerais.

Os litotipos do Supergrupo Espinhaço, em especial, não apresentam nenhum mineral que pode ser usado para se fazer uma caracterização metamórfica. Feições como sobrecrecimento, dissolução por pressão, extinção ondulante e textura poligonal dos grãos de quartzo, além de baixa taxa de porosidade e contatos amebóides, comuns aos litotipos desta unidade, podem ser usados para caracterizar uma diagênese avançada (Figura 5. 1-A e B) ou longo tempo de confinamento por soterramento.

Nas unidades do Grupo Bambuí pode-se observar a presença de micas brancas (provavelmente sericitas) e algumas cloritas com uma orientação incipiente indicando condições metamórficas da fácies xisto verde baixo (Figura 5.2).

Os dados adquiridos não permitem uma caracterização definitiva do grau metamórfico atingi-

do na área sendo então considerado um metamorfismo transicional entre o anquimetamorfismo e a fácies xisto verde baixo.

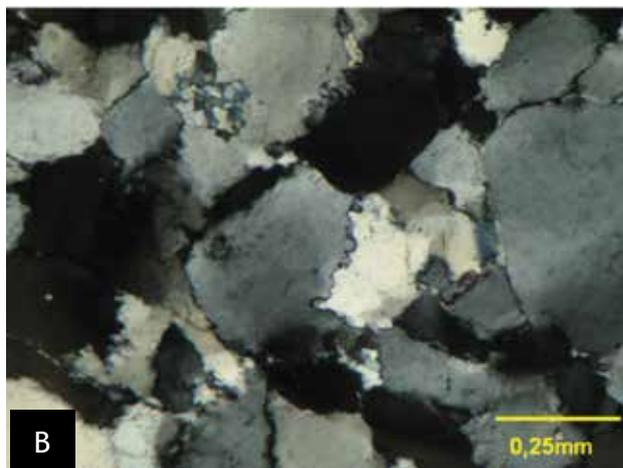


Figura 5.1-B) Metarenitos do Supergrupo Espinhaço mostrando sobrecrecimento, contatos amebóides e grãos de quartzo com extinção ondulante

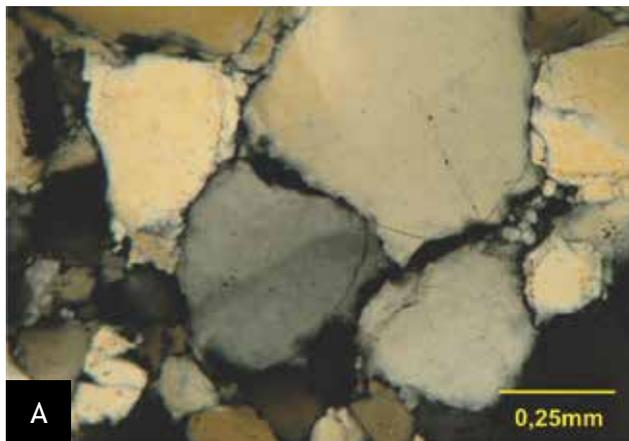


Figura 5.1-A) Metarenitos do Supergrupo Espinhaço mostrando sobrecrecimento, dissolução por pressão.

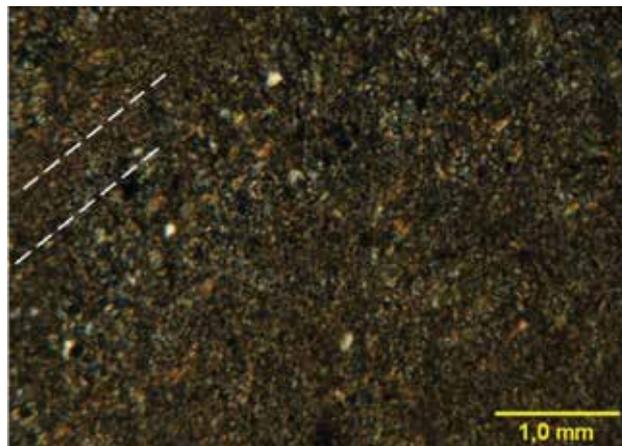


Figura 5.2- Metapelitos do Grupo Bambuí apresentando sericitas orientadas

6 – LITOGEOQUÍMICA

Foram realizadas análises geoquímicas de elementos maiores, traços e terras raras em 10 amostras: Formação Galho do Miguel (SCN263), Formação Santa Rita (SCN269A e SCN283), Formação Córrego dos Borges (SCN264 e SCN289B), Formação Córrego Bandeira (SCN300C), Formação Córrego Pereira (SCN298), Formação Jequitaiá (SCN293) e Suíte Pedro Lessa (SCN196).

O tratamento dos dados litoquímicos de elementos maiores e traços, para as rochas sedimentares, se mostrou pouco representativo devido ao efeito de diluição do quartzo. Assim foram utilizados somente os elementos terras raras para o tratamento das rochas sedimentares (Figura 6.1 e 6.2) e para a amostra da Suíte Pedro Lessa foram utilizados os elementos maiores, traços e terras raras (Figuras 6.3, 6.4, 6.5 e 6.6).

As análises mostram que as amostras das formações Galho do Miguel, Córrego dos Borges e Córrego Pereira consistem de rochas muito enriquecidas em SiO_2 (92,9 a 98,2%) e conteúdos variáveis de Al_2O_3 (0,3 a 2,8%), K_2O (0,1 a 0,8%) e $\text{Fe}_2\text{O}_{3\text{total}}$ (0,7 a 2,5%), evidenciando baixa contaminação argilosa.

As amostras das formações Santa Rita e Córrego Bandeira mostram quantidades significativas de

SiO_2 (68,7 a 80,5%), Al_2O_3 (8,7 a 17,4%), K_2O (4,8 a 5,0%) e MgO (0,9 a 1,6%), evidenciando a presença de argila e feldspatos potássicos.

De forma geral as amostras de rochas sedimentares apresentam padrão similar aos folhelhos norte-americanos, somente as amostras das formações Galho do Miguel e Jequitaiá mostraram um padrão ligeiramente diferente, a primeira mostrando depleção em terras raras pesadas e a segunda mostrando enriquecimento em terras raras leves em relação ao NASC (Figura 6.1 e 6.2). Nota-se que as rochas quartzíticas mostram uma maior depleção nos terras raras em relação às rochas pelíticas.

A amostra da Suíte Pedro Lessa quando normalizada ao condrito se mostra enriquecida em terras raras especialmente os pesados, mostrando um padrão retilíneo com ligeira inclinação (Figura 6.3).

A geoquímica para a Suíte Pedro Lessa plotando os valores de elementos maiores (diagrama AFM com os valores de Irvine & Baragar 1971) mostram afinidade toleítica (Figura 6.4). Os elementos traços mostram características de magmas toleíticos intraplaca para estas rochas (Figura 6.5 e 6.6).

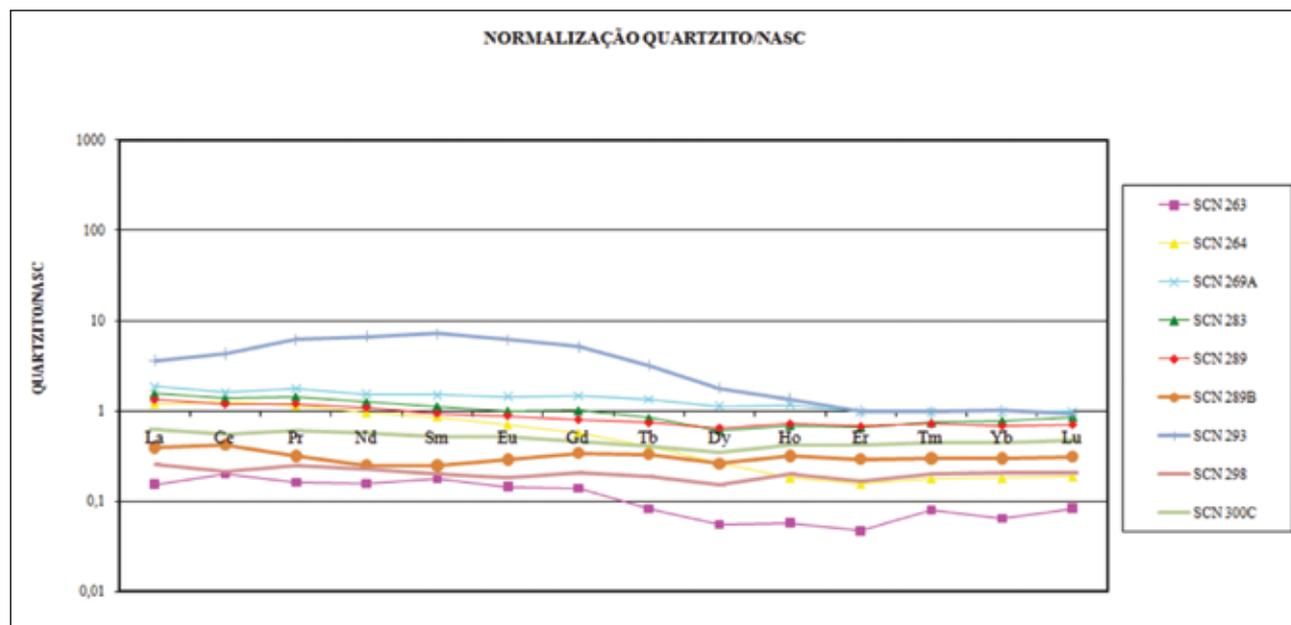


Figura 6.1- Distribuição dos terras raras das amostras de rochas sedimentares analisadas onde: SCN263 - Fm. Galho do Miguel; SCN269A e SCN283 – Fm. Santa Rita; SCN264 e SCN289B – Fm. Córrego dos Borges; SCN289 e SCN300C – Fm. Córrego Bandeira; SCN298 – Fm. Córrego Pereira e SCN293 – Fm. Jequitaiá. Valores de normalização com base nos folhelhos norte-americanos (NASC, Haskin et al. 1966)

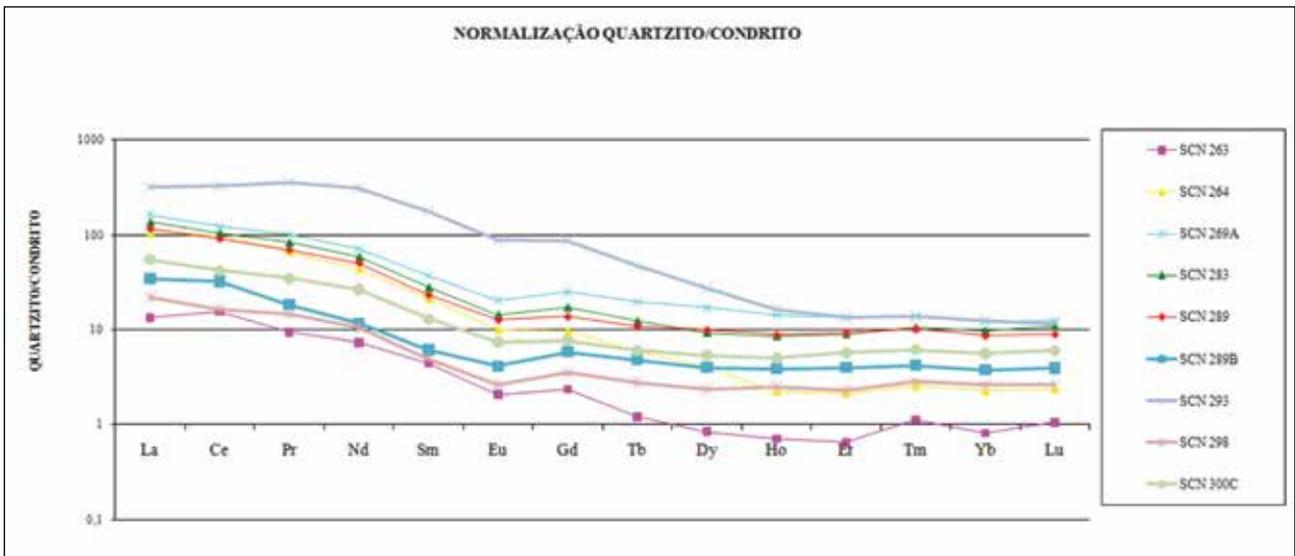


Figura 6.2- Distribuição dos terras raras das amostras de rochas sedimentares analisadas onde: SCN263 - Fm. Galho do Miguel; SCN269A e SCN283 – Fm. Santa Rita; SCN264 e SCN289B – Fm. Córrego dos Borges; SCN289 e SCN300C – Fm. Córrego Bandeira; SCN298 – Fm. Córrego Pereira e SCN293 – Fm. Jequitaiá. Valores de normalização com base nos condritos ricos em carbono, livres de voláteis, do tipo I (1,5 vezes os dados originais de Evensen et al. 1978)

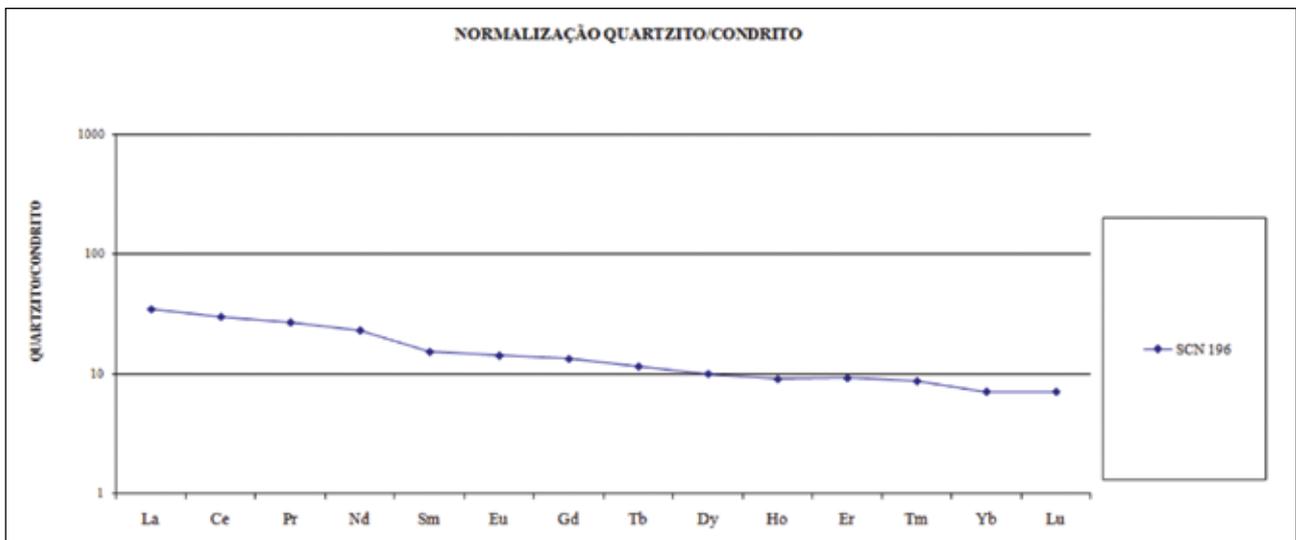


Figura 6.3- Distribuição dos terras raras da amostra da Suíte Pedro Lessa - SCN196. Valores de normalização com base nos condritos em carbono, livres de voláteis, do tipo I (1,5 vezes os dados originais de Evensen et al. 1978)

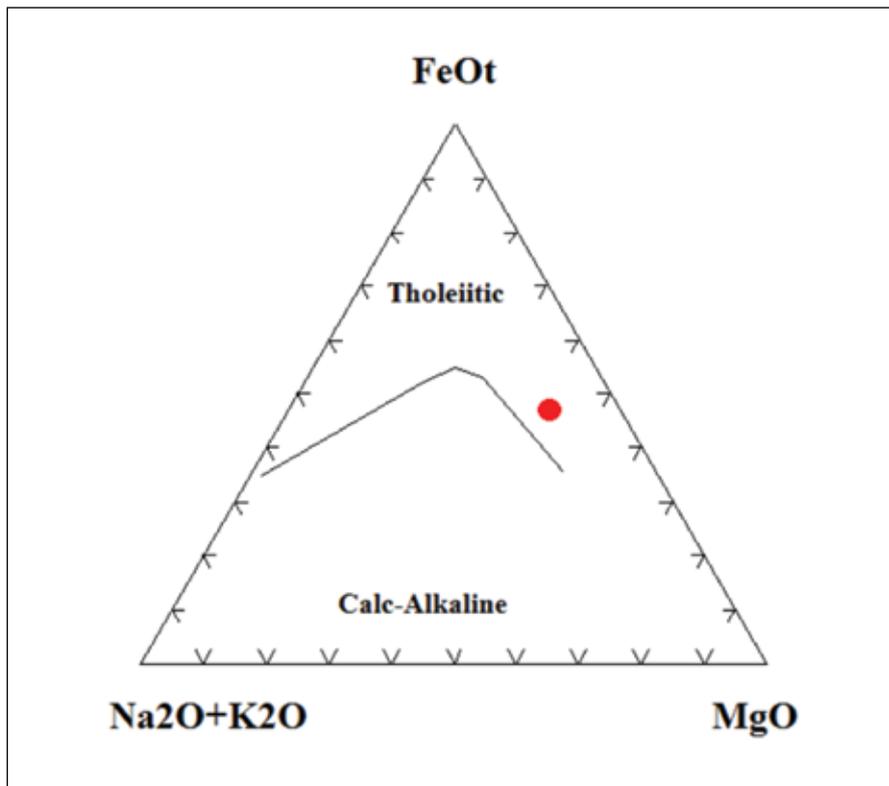


Figura 6.4- Diagrama AFM com bordas entre o campo das calcio-alcaldas e toleíticas de Irvine & Baragar (1971)

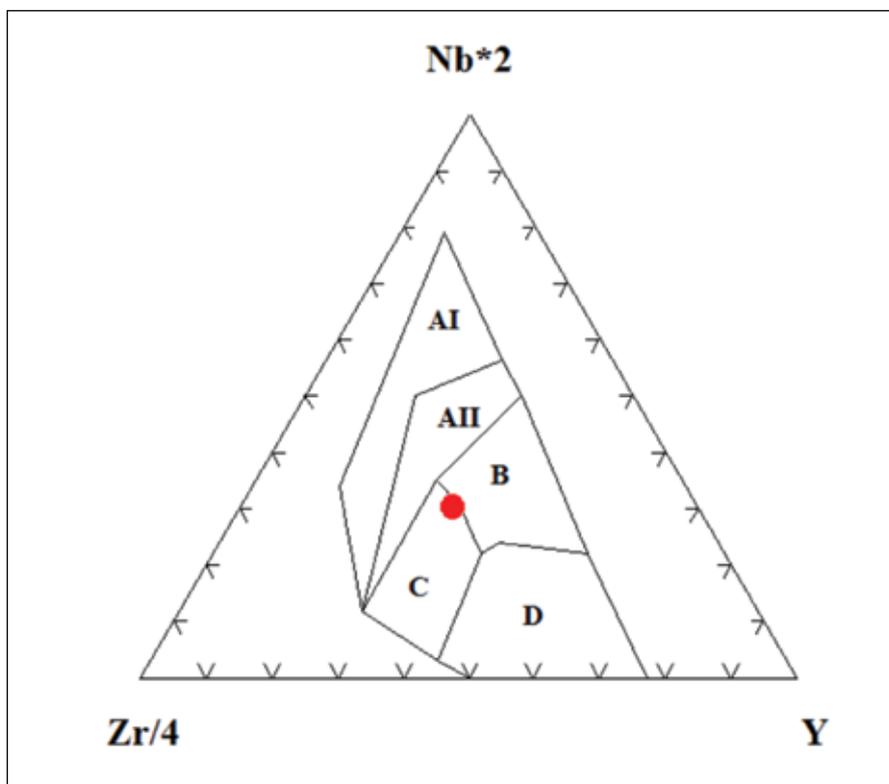


Figura 6.5- Diagrama de discriminação para basaltos (Meshede, 1986). Os campos são: AI, alcali-basaltos intraplaca; AII, alcali-basaltos intraplaca e toleitos intraplaca; B, MORB tipo E; C, toleitos intraplaca e basaltos de arco vulcânico; D, MORB tipo N e basaltos de arco vulcânico

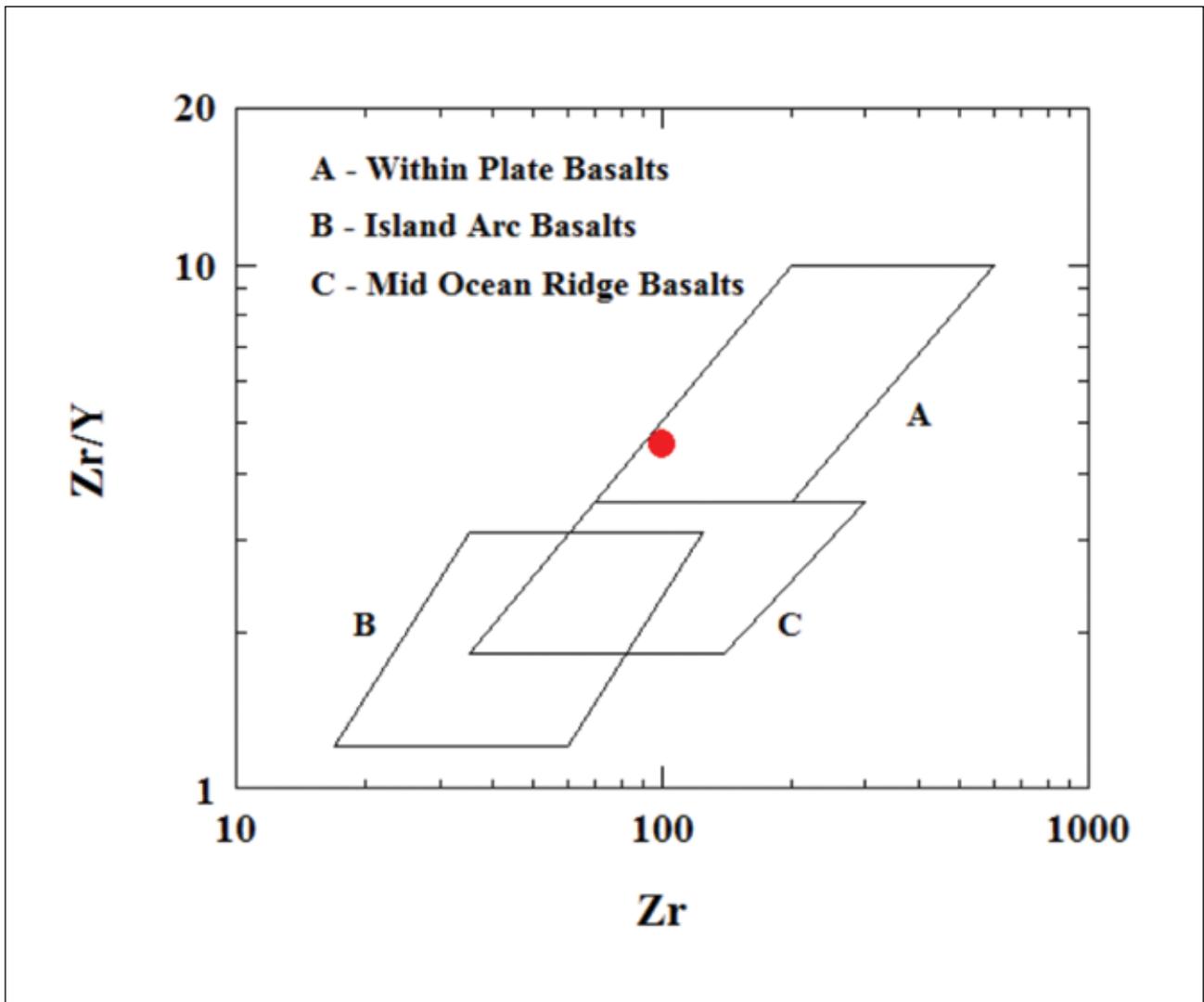


Figura 6.6- Diagrama para basaltos (Pearce & Norry, 1979). Os campos são: A, basaltos intraplaca; B, basaltos de arco vulcânico; C, MORB

7 – GEOCROLOGIA

Neste capítulo são analisados os dados geocronológicos cedidos pelo Projeto FUNDEP-PETROBRAS/2009 em forma de histogramas e diagramas 'all zircons'. O mapa da Figura 7.1 mostra o posicionamento de cada amostra.

Para a Formação Galho do Miguel foram analisadas duas amostras (PE-SC-43 e PE-SC-45), com padrões de idades ligeiramente diferentes. A amostra PE-SC-43, exibe 3 populações de zircões distintas: a) 1,5-1,7 Ga; b) 1,9-2,3 Ga; e c) 2,6-3,0 Ga, com maioria no grupo intermediário 1,9-2,3 Ga e o zircão mais jovem tendo ~1,5 Ga (Figura 7.2).

Para a amostra PE-SC-45, nota-se uma maior dispersão das idades, com a maioria dos zircões dando idades entre 1,9-2,3 Ga e 2,5-2,9 Ga e o zircão mais jovem tendo por volta de 1,3 Ga (Figura 7.3).

Os dados geocronológicos cedidos pelo Projeto FUNDEP-PETROBRAS/2009 contam com uma amostra da Formação Santa Rita, PE-SC-44. Para esta

amostra tem-se 4 populações distintas de zircões: a) 1,4-1,7 Ga; b) 2,0-2,3 Ga; c) 2,5-2,8; e d) 3,1-3,2 Ga. A maioria dos zircões analisados concentra-se no grupo "b" e o zircão mais jovem tem idade ao redor de 1,4 Ga (Figura 7.4).

A Formação Córrego dos Borges conta com a amostra PE-SC-42, mostrando uma grande dispersão das idades dos zircões detríticos, distinguindo-se 4 grupos: a) 1,4-1,6 Ga; b) 1,7-1,8 Ga; c) 2,0-2,3 Ga; e d) 2,7-2,8 Ga. A principal população concentra-se no grupo "b" e zircão mais jovem tendo 1,4 Ga (Figura 7.5).

Para a amostra da Formação Jequitáí mostram uma grande dispersão das idades dos zircões detríticos, onde nota-se o aparecimento de novas populações de zircões, uma entre 0,9–1,0 Ga e outra em 1,2-1,3 Ga. Analisando o histograma pode-se distinguir 4 populações de zircões: a) 0,9-1,0 Ga; b) 1,2-1,6 Ga; e c) 1,8-2,3 Ga. A maioria dos zircões concentra-se no grupo "c" e o zircão mais jovem tendo 0,9 Ga (Figura 7.6).

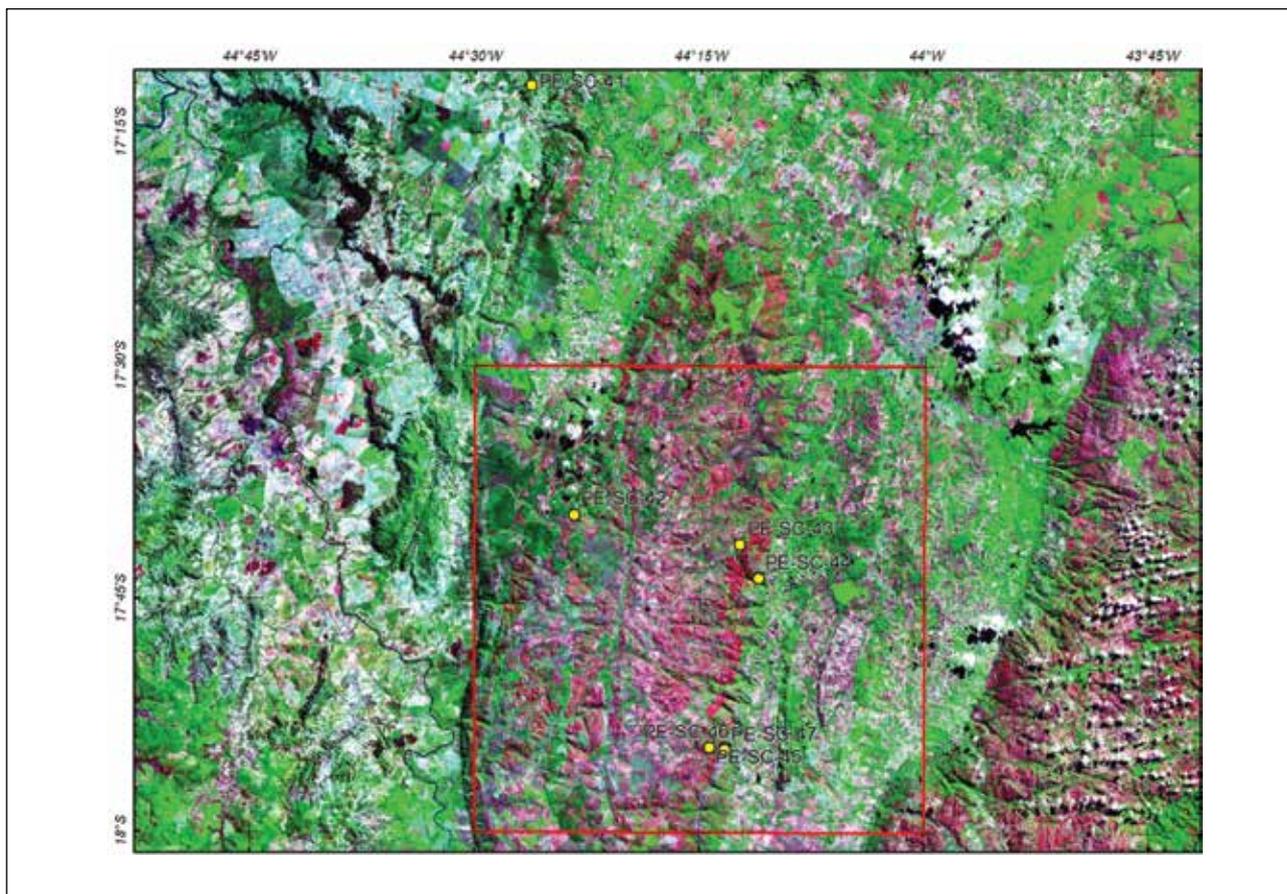


Figura 7.1- Imagem LANDSAT-TM com o posicionamento das amostras que tiveram dados cedidos pelo projeto FUNDEP-PETROBRAS/2009 marcadas em amarelo e em vermelho os limites da Folha Serra do Cabral

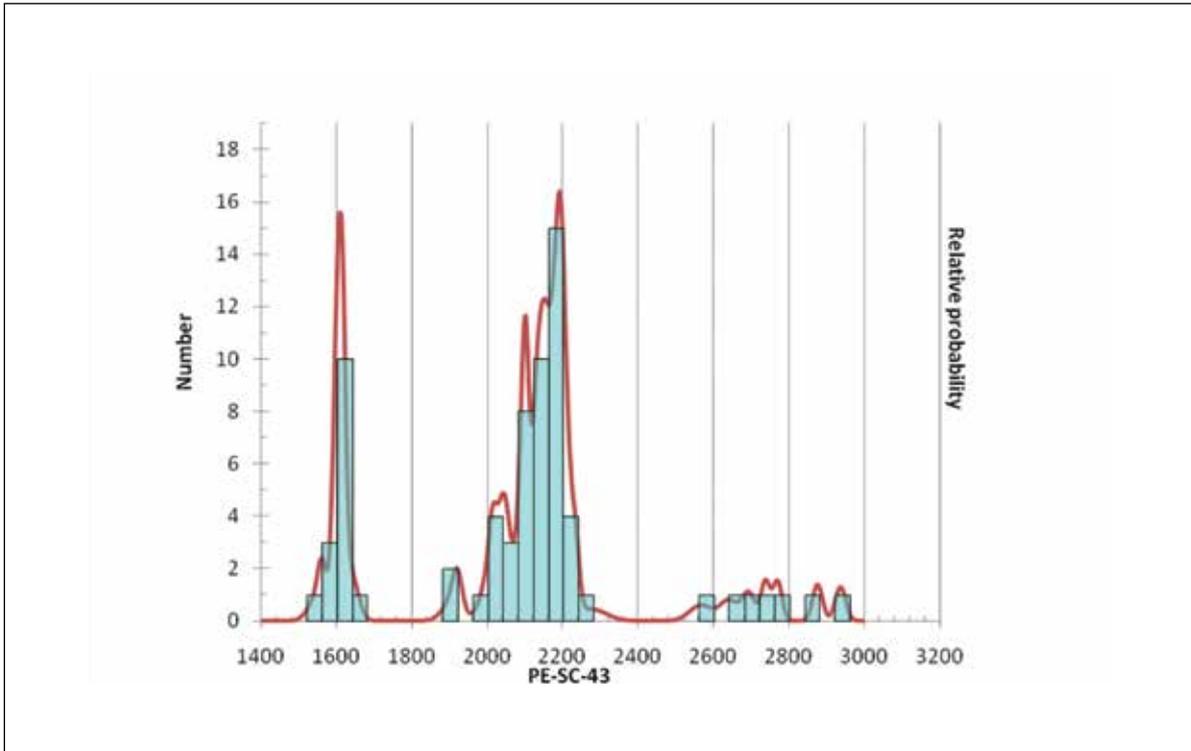


Figura 7.2- Histograma das idades dos zircões detríticos da Formação Galho do Miguel para a amostra PE-SC-43

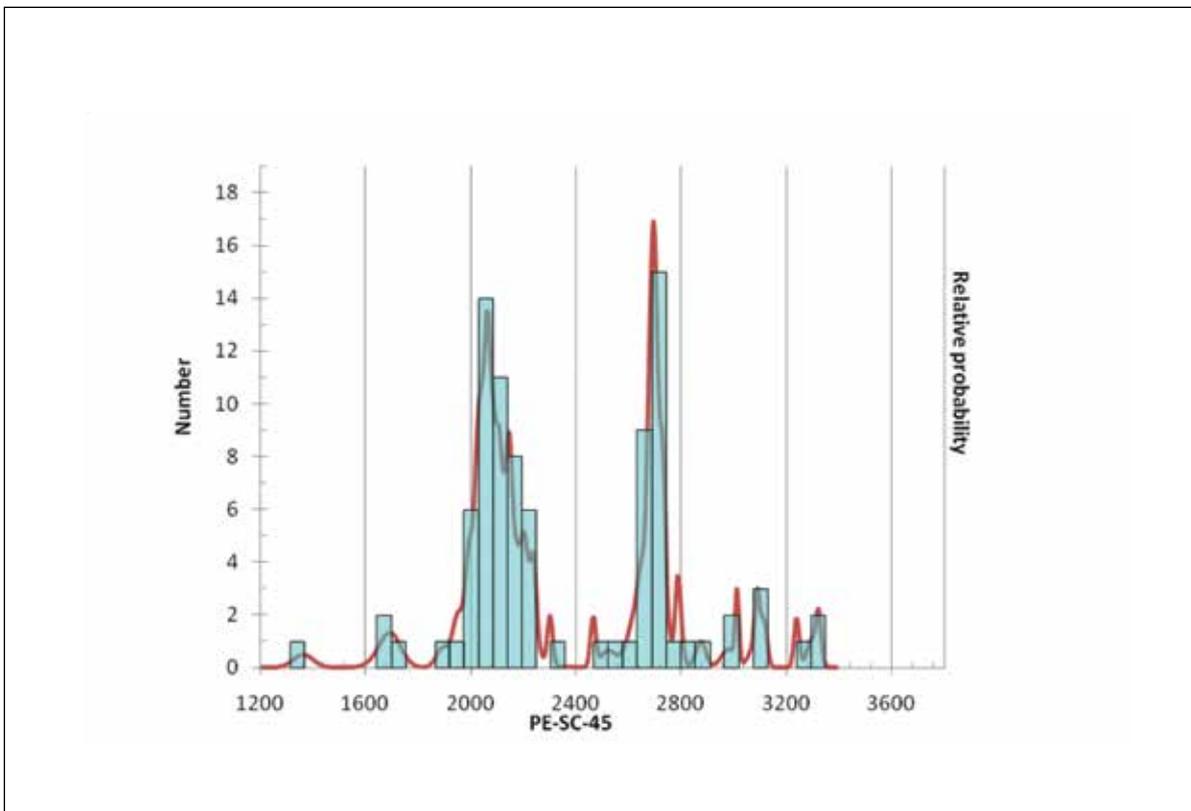


Figura 7.3- Histograma das idades dos zircões detríticos da Formação Galho do Miguel para a amostra PE-SC-45

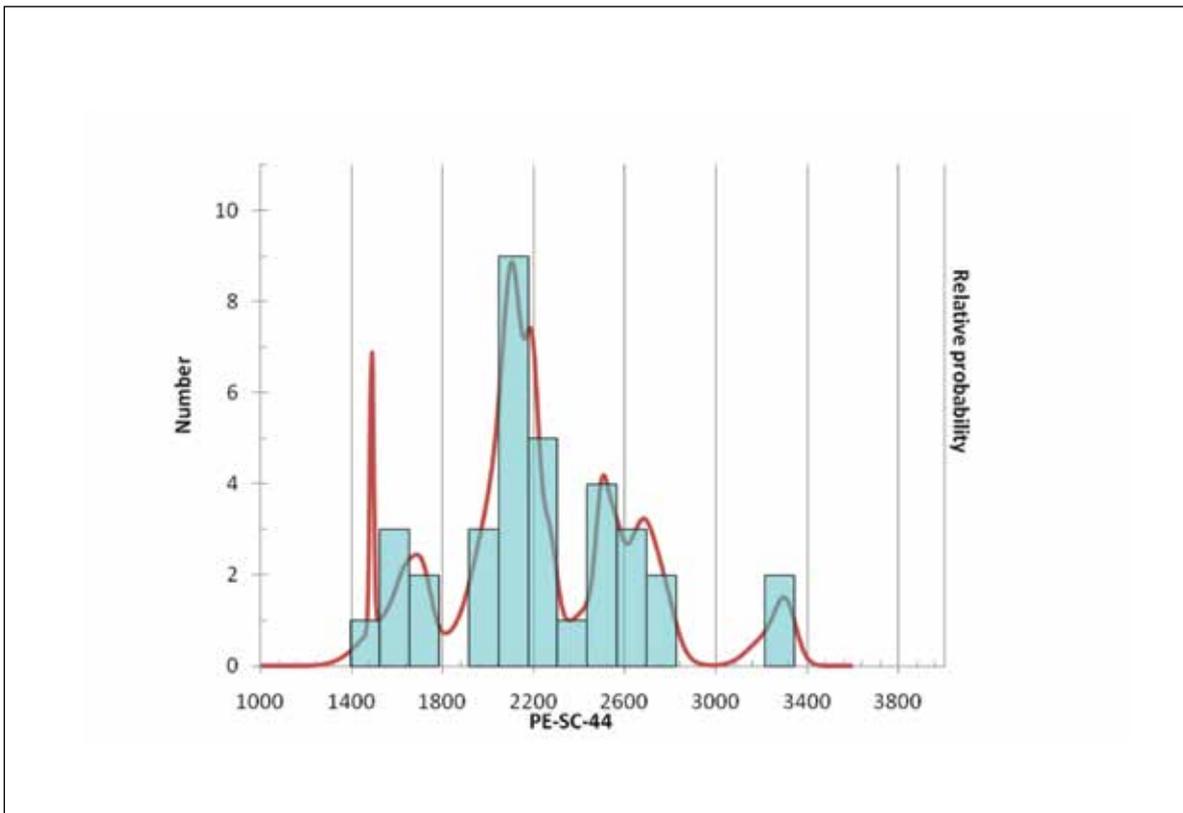


Figura 7.4- Histograma das idades dos zircões detríticos da Formação Santa Rita para a amostra PE-SC-44

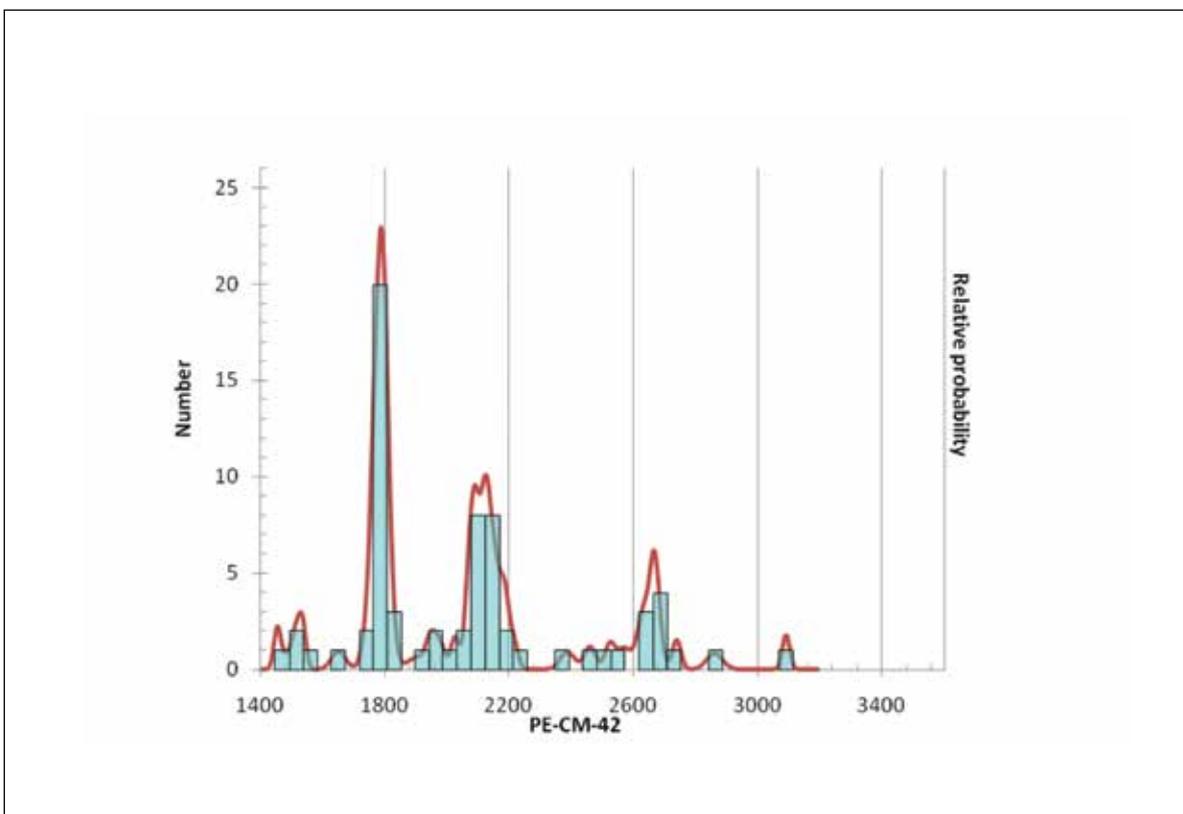


Figura 7.5- Histograma das idades dos zircões detríticos da Formação Córrego dos Borges para a amostra PE-SC-42

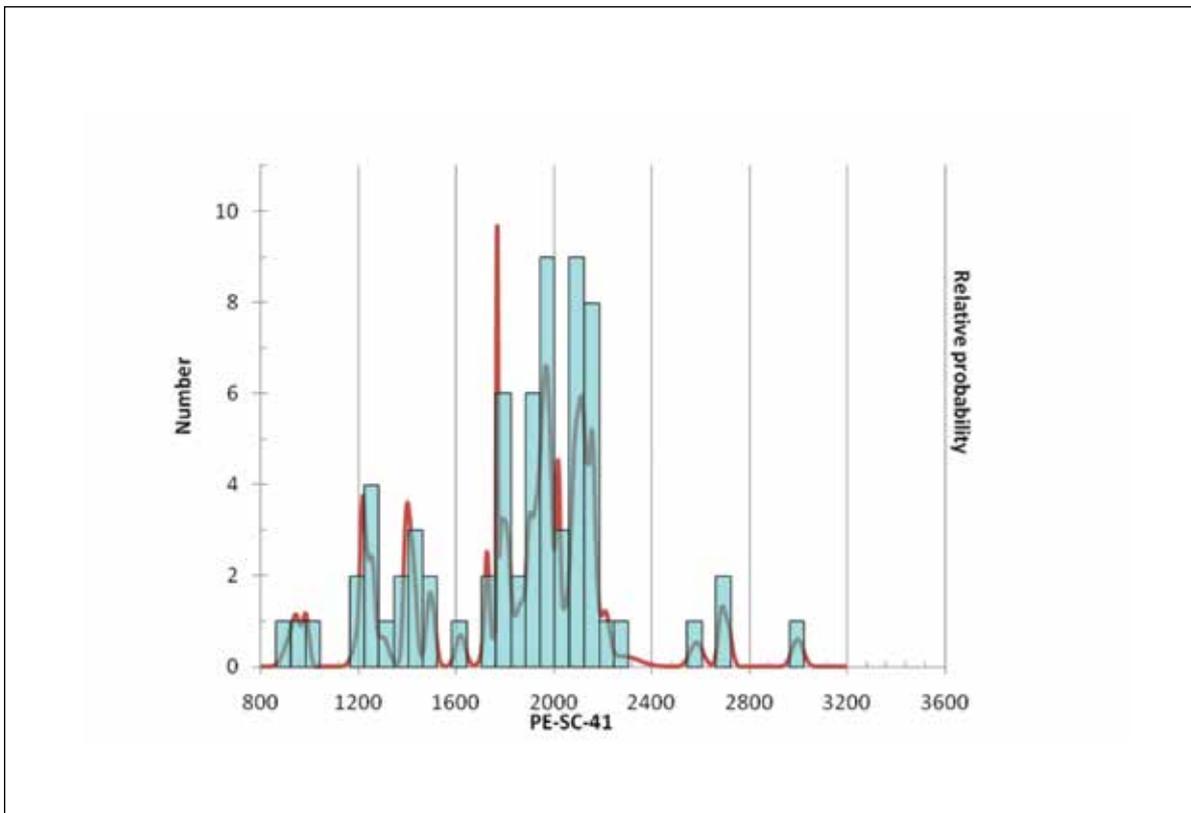


Figura 7.6- Histograma das idades dos zircões detríticos da Formação Jequitai para a amostra PE-SC-41

8 – RECURSOS MINERAIS

A economia da região da Serra do Cabral foi baseada durante muitas décadas na extração de ouro e quartzo.

A extração de ouro na região não é mais realizada nem mesmo de forma rudimentar, restando apenas histórias sobre estas ocorrências e antigas estruturas como pequenas represas para a lavagem do aluvião, encontradas na fazenda Caco de Louça. Não foi constatado nenhum indício de tal ocorrência em campo.

A extração de quartzo era desenvolvida de forma rudimentar, em grandes garimpos e lavras. Atualmente esta atividade encontra-se praticamente paralisada, devido a restrições ambientais que encarecem a produção, inviabilizando a produção em pequena escala. Restam apenas pequenos garimpos ativos de cata manual (Figura 8.1-A). O quartzo extraído é de baixa qualidade, sendo utilizado como quartzo industrial ou para fins exotéricos, com raras ocorrências de quartzo com qualidade gemológica. Os antigos garimpos concentram-se na porção central da área, nas regiões conhecidas como Comexa, a leste, e na Lavra da Pimentinha, a oeste. Na Comexa encontram-se antigas cavas, hoje alagadas com dimensões de até 800m (Figura 8.1-B). O quartzo explorado é na forma de veios cuja ocorrência é controlada por lineamentos estruturais de direção WNW-ESE, tar-



Figura 8.1- A) Pequeno garimpo de quartzo abandonado

dios. As lavras concentram-se nos metarenitos da Formação Galho do Miguel e Córrego dos Borges e de forma mais rara em unidades do Grupo Bambuí, no extremo norte da área na Região Fazenda Caco de Louça e próximo ao distrito de Covancas. Nas pequenas catas onde foi possível identificar os veios, estes apresentavam espessuras variando de 1 a 2m (Figura 8.1-C).

A cobertura laterítica é uma importante fonte de cascalho na área sendo explorada principalmente para capeamento das estradas da região, em sua grande maioria não pavimentadas (Figura 8.1-D).



Figura 8.1- B) grande garimpo de quartzo abandonado com vista para a cava inundada



Figura 8.1- C) veios de quartzo em pelitos do Supergrupo Espinhaço em pequena cata abandonada



Figura 8.1- D) vista geral de uma cascalheira em cobertura laterítica

9 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Supergrupo Espinhaço na Serra do Cabral é composto pelas formações Galho do Miguel (Grupo Diamantina), Santa Rita, Córrego dos Borges, Córrego Bandeira e Córrego Pereira (Grupo Conselheiro Mata), sendo as duas últimas presentes somente na porção oeste e noroeste da serra, tal qual postulado por Souza Filho (1995).

O Supergrupo São Francisco é composto pelos grupos Macaúbas e Bambuí, assim como pela Formação Jequitáí. O Grupo Macaúbas e a Formação Jequitáí são considerados cronocorrelatos, relacionados a um mesmo evento de deposição, seja no interior do Cráton São Francisco (Formação Jequitáí), seja no domínio externo do Faixa Araçuaí, como sedimentos da bacia precursora do orógeno homônimo.

A Formação Abaeté (Grupo Areado) constitui o único registro da sedimentação cretácica na Folha Serra do Cabral. As cobertura detrito-lateríticas e os depósitos aluvionares representam a sedimentação mais recente na área da referida folha.

O Supergrupo Espinhaço na Serra do Cabral foi depositado após 1.4 Ga em uma bacia intracratônica encoberta por um mar raso em rampa, com ampla conexão com o oceano durante a maior parte de seu preenchimento. Este mar apresentava paleodeclive para NW e sofreu variações bruscas com períodos de calma e de alta energia do ambiente. Mudanças nos fluxos de sedimentos foram constatadas na passagem da Formação Galho do Miguel para o Grupo Conselheiro Mata, e da Formação Santa Rita para as unidades restantes do Grupo Conselheiro Mata, indicando leves movimentações da bacia sem a produção de desníveis pronunciados.

A Formação Galho do Miguel foi depositada inicialmente em ambiente eólico, passando a marinho raso com presença de fontes sedimentares variadas maduras a N e NE e com aporte de sedimentos extrabaciais.

Para o Grupo Conselheiro Mata houve aporte de sedimentos híbridos (intra e extrabaciais), com atuação de fontes graníticas de alto potássio e fontes mistas. A Formação Santa Rita foi depositada em ambiente marinho plataformar abaixo da influência das ondas de tempestades a W e porções sob a influência de ondas de tempestades a SE. A região NE estaria mais rasa recebendo maior contribuição de sedimentos arenosos. Fontes graníticas de alto potássio proximais, relacionadas ao embasamento do cráton do São Francisco, foram expostas atuando a NE em conjunto com fontes mistas a E.

A Formação Córrego dos Borges foi depositada em um ambiente marinho raso a litorâneo de alta energia com ação de ondas, marés e correntes. Fontes mistas atuam a SE com contribuição de

sedimentos provindos de uma nova fonte, paleoproterozóica, relacionada ao vulcanismo de abertura da Bacia Espinhaço.

A Formação Córrego Bandeira foi depositada em ambiente marinho plataformar com ação de ondas de tempestades na porção norte, estando a parte mais profunda da bacia a sul. A norte foram identificadas fontes graníticas de alto potássio proximais, similares àquelas atuantes durante a deposição da Formação Santa Rita.

Finalmente a Formação Córrego Pereira foi depositada em ambiente marinho raso a litorâneo com ação de marés.

Na área da Serra do Cabral a Formação Jequitáí é descontínua, formada por corpos de metadiamicrito e lentes de metarenito sobrejacentes. Observa-se uma granodecrescência ascendente a partir dos corpos de metadiamicritos, ocorrendo considerável diminuição do tamanho e da quantidade de clastos presentes na matriz destes corpos. Foram descritos também clastos facetados e, no contato basal desta unidade com o Supergrupo Espinhaço, estrias. A essa associação de fácies pode se atribuir uma origem glacial, ou sob influência glacial, à parte da Formação Jequitáí. A gradação dos tilitos basais densos a tilitos gradativamente menos densos pode ser indicativo de mudança no fluxo de sedimentos, ou da diminuição do aporte de sedimentos. Estas evidências podem indicar a diminuição da influência das geleiras na sedimentação da Formação Jequitáí, com indicação de progradação das mesmas em ambiente de mar raso.

O Grupo Macaúbas representa a transição lateral e vertical para leste dos sedimentos transportados pelas geleiras que cobriram o interior do proto Cráton São Francisco num período posterior a 933 Ma. Estes sedimentos possivelmente foram transportados e depositados em ambiente marinho raso, com retrabalhamento em borda extensional ativa.

A deposição dos sedimentos do Grupo Bambuí na área cartografada se deu em ambiente marinho, com águas calmas e pouco profundas em sua maioria. O Grupo Bambuí caracteriza-se pela predominância de material de granulometria silte-argila, sendo as porções carbonáticas formadas por deposição química.

A Formação Abaeté é caracterizada por para e ortoconglomerados descontínuos, em cotas por volta de 1000 m, encontrando-se sobre as unidades do Grupo Bambuí, em discordância angular e erosiva. A maturidade textural e os clastos que atingem tamanho calhau e de alta esfericidade evidenciam área fonte distal e/ou retrabalhamento intenso, interpretados como depósitos fluviais anastomosados/meandrantos.

O acervo estrutural da área é restrito às unidades proterozóicas dos supergrupos Espinhaço e São Francisco. As características deformacionais identificadas na área indicam um único evento deformacional, de natureza compressional. Essas características apontam para a deformação registrada no Evento Brasileiro, ocorrido em torno de 580 a 560 Ma. Neste período ocorreu o choque entre duas margens passivas, no qual o paleocontinente São Francisco funcionou como unidade crâtonica.

O cinturão de cavalgamentos da Serra do Espinhaço Meridional (cf. Alkmim et al. 2007) é o componente geotectônico do Orógeno Araçuaí edificado através da instalação de uma zona de dobramentos

e falhas (sem envolvimento do embasamento) nas margens e no interior do Cráton São Francisco, com reflexos claros na estruturação encontrada na Serra do Cabral. Nesta região, a atuação das frentes de deformação Brasileira são bastante limitadas se comparadas a outros setores do orógeno, levando apenas à formação de dobramentos suaves e abertos, de direção N-S. Lineamentos estruturais de direção WNW-ESSE provavelmente se relacionam às estruturas de escape da deformação ao final do estágio orogênico.

O quartzo é o único recurso mineral observado na Folha Serra do Cabral, ocorrendo em sistemas de veios hidrotermais tardios à deformação brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, Pedro Angelo Almeida. O supergrupo Espinhaço da Serra do Espinhaço meridional (Minas Gerais): o rifte, a bacia e o orógeno. **Geonomos**, v. 3, n. 1, p. 1- 18, 1995.
- ALKMIM, Fernando Flecha. Cratógenos, aulacógenos, orógenos e sua interação: o caso do cráton do São Francisco-Congo e sistemas brasileiros/pan-africanos adjacentes. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO, 3., 2005, Salvador, **Anais...** Salvador: CBPM, 2005 p. 185-187.
- _____; MARTINS NETO, Marcelo. A bacia intracratônica do São Francisco: arcabouço estrutural e cenários evolutivos. In: PINTO, Claiton Piva; MARTINS-NETO, Marcelo (Ed.). **Bacia do São Francisco: geologia e recursos naturais**. Belo Horizonte: SBG Núcleo Minas Gerais, 2001. p. 9-30.
- _____; NEVES, Benjamin Blay de Brito; CASTRO, J.A. Arcabouço tectônico do cráton do São Francisco: uma revisão. In: DOMINGUEZ, José Maria Landim; MISI, Aroldo (Ed.). **O Cráton do São Francisco**. Salvador:SBG Núcleo Bahia-Sergipe, 1993. p. 45-62.
- _____. O que faz de um cráton um cráton? O cráton do São Francisco e as revelações Almeidianas ao delimitá-lo. In: MANTESSO-NETO, Virgínio (Org.) et al. **Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca, 2004. p. 17-35.
- _____; SOARES, Antonio Carlos pedrosa; NOCE, Carlos Maurício; CRUZ, Simone Cerqueira Pereira. Sobre a evolução tectônica do orógeno Araçuaí-Congo ocidental. **Geonomos**, Belo Horizonte, v.15, n. 1, p. 25-43, 2007.
- _____; MARSHAK, Stephen; SOARES, Antonio Carlos Pedrosa; PERES, Guilherme Gravian; CRUZ, Simone Cerqueira Pereira; WHITTINGTON, Alan. Kinematic evolution of the Araçuaí- West Congo orogen in Brazil and Africa: Nutcracker tectonics during the Neoproterozoic assembly of West Gondwana. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 149, n. 1-2, p. 43-64, Sept. 2006.
- _____; _____. Tectônica quebra-nozes e a gênese do orógeno Araçuaí-Congo Ocidental. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 9., 2003, Búzios, **Resumos expandidos**. Rio de Janeiro: SBG Núcleos RJ e ES, 2003. P. 40-42.
- _____; CHEMALE JR., Farid; ENDO, Issamu. A deformação das coberturas proterozóicas do cráton do São Francisco e o seu significado tectônico. **Revista da Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 49, n. 1, p. 22-38, 1996.
- ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de. O Cráton do São Francisco. **Revista Brasileira Geociências**, São Paulo, v. 7, n. 4, p. 349-364, dez. 1977.
- CHAVES, Mario Luiz de Sá C.; BENITEZ, Leila. **Geologia da folha Jequitaí SE.23-X-C-II**. Brasília: CPRM: Belo Horizonte: UFMG, 2007. 1 CD-ROM. Programa Geologia do Brasil.
- _____; et al. **Mapa geológico da folha Jequitaí, Minas Gerais, Brasil**. Belo Horizonte: CPRM; UFMG, 2007. 1 CD-ROM. Programa Geologia do Brasil.
- COSTA, Manoel Teixeira; BRANCO, José Jaime Rodrigues. Série Bambuí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 14., 1961, Belo Horizonte. **Roteiro para excursão Belo Horizonte-Brasília**. Belo Horizonte: Instituto de Pesquisas Radioativas; UFMG, 1961. p. 15-20. (Publicação 15).
- CRUZ, Simone Cerqueira pereira; ALKMIM, Fernando Flecha. The tectonic interaction between the Paramirim Aulacogen and the Araçuaí belt, São Francisco craton region, Eastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 78, n. 1, p. 151-174, mar. 2006.
- DOSSIN, Ivo Antonio; DOSSIN, Tania Mara; UHLEIN, Alexandre. Geologia da faixa móvel Espinhaço em sua porção meridional, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBG Núcleo Rio de Janeiro, 1984. v. 7, p. 3118-3132.
- DUPONT, Henri. O grupo Conselheiro Mata no seu quadro palogeográfico e estratigráfico. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 8., Diamantina, 1995. **Anais...** Belo Horizonte: SBG Núcleo MG, 1995. p. 9-10.
- _____. O supergrupo São Francisco entre a Serra do Cabral e as serras do Espinhaço e de Minas: estudo estratigráfico e estrutural e relações de contato com o supergrupo Espinhaço. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39., 1996, Salvador. **Anais...** Salvador: SBG Núcleo Bahia-Sergipe, 1996. v. 5, p. 489-493.
- DUSSIN, Ivo Antonio; DUSSIN, Tania Mara. Supergrupo Espinhaço: modelo de evolução geodinâmica. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 19-26, 1995.

- ESPINOZA, Juan Alfredo Ayala. **Sistemas deposicionais e relações estratigráficas da tectono-sequência Conselheiro Mata na borda leste da Serra do Cabral, MG, Brasil.** 1996. 63 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1996.
- FOGAÇA, ANTONIO Celso Campolim; SCHORSCHER, Hans Daniel. Estratigrafia da sequência supracrustal arqueana na porção mediana-central da Serra do Espinhaço, MG. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBG Núcleo Rio de Janeiro, 1984. v. 6, p. 2654–2667.
- HERCOS, Cízia Mara; MARTINS NETO, Marcelo Augusto; DANDERFER FILHO, André. Arcabouço estrutural da bacia do São Francisco nos arredores da Serra da Água Fria, MG, a partir da integração de dados de superfície e sub-superfície. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 197-212, jul. 2008.
- CHAVES, Mario Luiz de Sá Carneiro; KARFUNKEL, Joachim. Conglomerados cretácicos da Serra do Cabral, Minas Gerais: um modelo para a redistribuição colúvio- aluvionar dos diamantes do médio São Francisco. **Geociências**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 59-72, 1995.
- MACHADO, N. et al. Resultados preliminares da geocronologia U/Pb na Serra do Espinhaço meridional. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 5., 1989, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBG Núcleo Minas Gerais, 1989. p. 171-174. (Boletim SBG Núcleo Minas Gerais, 10). Simultaneamente ao I Simpósio de Geologia Núcleo Brasília.
- MARTINS, Maximiliano de Souza; KARFUNKEL, Joachim ; PETROVSKY, Vitaly Alexandrovich; WIRTH, Richard. **Geologia dos diamantes e carbonados aluvionares da bacia do rio Macaúbas (MG).** 2006. Ci, 248 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.
- MARTINS NETO, Marcelo Augusto. The sedimentary evolution of a proterozoic rift basin: the basal Espinhaço Supergroup, southern Serra do Espinhaço, Minas Gerais, Brazil. 1993. 155 p. Tese (Doutorado) – Albert Ludwigs Universität Freiburg, Freiburg, 1993.
- _____. Tectonics and sedimentation in a paleo/mesoproterozoic rift-sag basin (Espinhaço basin, southeastern Brazil). **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 103, n. 3-4, p. 147-173, Oct. 2000.
- NOCE, Carlos Maurício; FOGAÇA, Antonio Celso Campolim. **Mapa geológico da folha Curimataí, Minas Gerais, Brasil.** Belo Horizonte: UFMG; COMIG, 1996. Projeto Espinhaço.
- PENHA, Ulisses Cyrino. **Geologia dos conglomerados cretáceos da Serra da Água Fria e dos depósitos diamantíferos de Jequitaiá, MG.** 2001. 148 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2001.
- PFLUG, Reinhard. Observações sobre a estratigrafia da série minas na região de Diamantina, Minas Gerais. **Notas Preliminares e Estudos. DGM. DNPM**, Rio de Janeiro, v. 142, p. 1-20, 1968.
- SOARES, Antonio Carlos Pedrosa; VIDAL, Philippe; LEONARDOS, Othon Henry; NEVES, Benjamin Bley de Brito. Neoproterozoic oceanic remnants in eastern Brazil: further evidence and refutation of an exclusively ensialic evolution for the Araçuaí-West Congo orogen. **Geology**, Boulder, CO, v. 26, n. 6, p. 519–522, June 1998.
- _____; NOCE, Carlos Maurício; VIDAL, Philippe; MONTEIRO, Rubens Luiz B.P.; LEONARDOS Othon Henry. Towards a new tectonic model for the late proterozoic Araçuaí (SE Brazil) - West Congolian (SW Africa) belt. **Journal of South American Earth Sciences**, Amsterdam, v. 6, n. 1-2, p. 33-47, Jul.-Aug. 1992.
- SOUZA FILHO, Roberto Gonçalves de. **Arcabouço estrutural da porção externa da Faixa Araçuaí na Serra do Cabral (MG) e o contraste de estilos deformacionais entre os supergrupos Espinhaço e São Francisco.** 1995. 148 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro preto, 1995.
- UHLEIN, Alexandre. **Transição cráton-faixa dobrada: exemplo do cráton do São Francisco e da faixa Araçuaí (ciclo brasileiro) no estado de Minas Gerais: aspectos estratigráficos e estruturais.** 1991. 295 f., il. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São paulo, 1991.
- VIVEIROS, José Francisco Martins; WALDE, Detlef Hans Gert. Geologia da Serra do Cabral, Minas Gerais, Brasil. **Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie**, Münster, v. 38-39, p. 15-27, 1976.
- WALDE, Detlef Hans Gert. Desenvolvimento faciológico do pré-cambriano entre a Serra Mineira e a Serra do Cabral (região sudoeste da Serra do Espinhaço, Minas Gerais). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., 1978, Recife. **Anais...** Recife: SBG Núcleo Nordeste, 1978. v. 2, p. 711-725.