

**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 ANDREQUICÉ\***  
**SE.23-Z-A-I**

**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

Reis, Humberto Luis Siqueira.  
Geologia e recursos minerais da Folha Andrequicé  
SE.23-Z-A-I : estado de Minas Gerais / Humberto Luis  
Siqueira Reis ... [et al.] ... – Belo Horizonte : CPRM, 2014.  
73 p. : il.; 30 cm

ISBN 978-85-7499-187-0  
Programa Geologia do Brasil

- 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 ANDREQUICÉ**

**ESTADO DE MINAS GERAIS**

**Humberto Luis Siqueira Reis**  
**Ricardo Diniz da Costa**  
**Fernando Pinheiro Salgado Prezotti**  
**Mahyra Tedeschi**  
**Henrique Azeredo Murta da Fonseca**  
**Matheus Kuchenbecker**



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 ANDREQUICÉ**

**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

**GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA ANDREQUICÉ**  
**ESTADO DE MINAS GERAIS**

---

**CRÉDITOS DE AUTORIA DO RELATÓRIO**

Humberto Luis Siqueira Reis - UFMG	Mahyra Tedeschi - UFMG
Ricardo Diniz da Costa - UFMG	Henrique Azeredo Murta da Fonseca - UFMG
Fernando Pinheiro Salgado Prezotti - UFMG	Matheus Kuchenbecker - UFMG

**COORDENAÇÃO - UFMG**

Antônio Carlos Pedrosa Soares

---

**APOIO TÉCNICO CPRM**

<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 Cibebe Vieira Soares
<i>Gerência de Recursos Minerais</i>	<i>Coordenação de Revisão Bibliográfica</i>
Márcio Antônio da Silva	Roberta 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 Andrequicé (SE.23-Z-A-I), 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](http://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 Andrequicé (SE.23-Z-A-I) localiza-se na porção central de Minas Gerais, setor centro-sul da Bacia do São Francisco. O mapeamento geológico na escala 1:100.000 permitiu a individualização, da base para o topo, das formações Córrego dos Borges (MPcb), Jequitaiá (NP1j), Serra de Santa Helena (NP3sh), Lagoa do Jacaré (NP3lj), Serra da Saudade (NP3ss) e Três Marias (NP3tm), além de três tipos distintos de coberturas cenozoicas. A Formação Córrego dos Borges, porção superior do Supergrupo Espinhaço, encerra uma sucessão areno-pelítica e localmente rudítica de ambiente marinho e idade steniana (ou mais jovem), que é recoberta discordantemente pelos depósitos rudito-arenosos e pelíticos da Formação Jequitaiá. Sobre esta última assentam-se os sedimentos plataformais pelito-carbonatados a arenosos do Grupo Bambuí, aqui representados pelas formações Serra de Santa Helena, Lagoa do Jacaré, Serra da Saudade e Formação Três Marias. Embora até então não reportados na região da Serra do Cabral, foi descrito ainda corpo carbonático não-mapeável (em escala 1:100.000) e assentado concordantemente sobre a Formação Jequitaiá, que é aqui correlacionada à Formação Sete Lagoas, base do Grupo Bambuí. No setor oriental da folha as unidades pré-cambrianas encontram-se parcialmente envolvidas em um cinturão dobrado, com grandes dobras exibindo eixos orientados em torno da direção N-S, acompanhadas pelo desenvolvimento de foliação plano-axial e metamorfismo incipientes. Este cinturão corresponde à expressão externa da Faixa de Dobramentos Araçuaí, edificada durante o Ciclo Brasileiro. Conforme idades U-Pb obtidas em zircões detríticos do Grupo Bambuí, pelo menos parte desta sequência foi depositada concomitantemente a este ciclo, durante os períodos criogeniano-ediocarano. Todas as unidades descritas anteriormente encontram-se, em grande parte da área mapeada, recobertas pelos sedimentos cenozoicos argilo-arenosos a rudíticos das Coberturas eluviais detrito-lateríticas (Ndl), Depósitos eluviais e coluviais (N34ec) e Coberturas aluvionares (N4a). Os principais recursos minerais catalogados são o quartzo, potencialmente aplicável na produção de gemas, e insumos para a construção civil, como cascalho e calcário.



## **ABSTRACT**

---

The Andrequicé Quadrangle (SE.23-Z-A-I) is located at central Minas Gerais state, central-to-southern portion of São Francisco Basin. Geological mapping, at 1:100.000 scale, allowed the individualization of, from base to top, Córrego do Borges (MPcb), Jequitai (NP1j), Serra de Santa Helena, Lagoa do Jacaré, Serra da Saudade and Três Marias formations as well as three Cenozoic covers. The Córrego do Borges Formation, Upper Espinhaço Supergroup, is made up by marine sandy-to-pelitic, locally ruditic, successions of Stenian age (or younger). These units are covered, through an unconformity, by the rudites, sandstones and pelites of Jequitai Formation. Above this formation lies the platformal pelites, carbonates and, subordinately, sandstones of Bambuí Group, represented by Serra de Santa Helena, Lagoa do Jacaré, Serra da Saudade e Três Marias formations. Although not yet reported at Serra do Cabral region, a carbonate body was described covering the Jequitai Formation deposits. Such unit correlated to Sete Lagoas Formation, Lower Bambuí Group. At eastern portion of quadrangle the Precambrian deposits are partially involved in a fold-belt, whose N-S trending folds are locally associated with incipient tectonic foliation and metamorphism. This region comprises the sector of Araçuaí Fold-and-Thrust Belt, edified at Neoproterozoic Brasileiro Event. U-Pb detrital zircon ages indicate a deposition younger than 652Ma for almost entire Bambuí Group, and, therefore, partially contemporaneous to such tectonic cycle. Much of the Precambrian sequences are covered by Cenozoic sediments, individualized in Andrequicé Quadrangle (SE.23-Z-A-I) as Coberturas eluvionares detrito-lateríticas (Ndl), Depósitos eluviais e coluviais (N34ec) and Cobertura aluvionar (N4a). The main mineral resources are quartz, potentially applicable as gemstones, and gravel and limestone, useful as building materials.



# SUMÁRIO

---

<b>1 – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>17</b>
1.1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO.....	17
1.2 - ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS .....	19
1.3 - INTERPRETAÇÃO DE IMAGENS E GEOFÍSICA.....	19
1.3.1 - Geomorfologia.....	19
1.3.2 - Geofísica.....	21
<b>2 – CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL .....</b>	<b>25</b>
2.1 - A BACIA DO SÃO FRANCISCO .....	25
2.1.1 - Estratigrafia .....	27
2.2 - ARCABOUÇO ESTRUTURAL .....	32
<b>3 – UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS.....</b>	<b>35</b>
3.1 - SUPERGRUPO ESPINHAÇO .....	36
3.1.1 - MPcb - Formação Córrego dos Borges .....	36
3.2 - SUPERGRUPO SÃO FRANCISCO .....	38
3.2.1 - NP1j - Formação Jequitaí .....	38
3.2.2 - Grupo Bambuí.....	40
3.3 - COBERTURAS CENOZOICAS.....	48
3.3.1 - Coberturas eluvionares detrito-lateríticas (Ndl) .....	48
3.3.2 - Depósitos eluviais e coluviais (N34ec) .....	49
3.3.3 - Depósitos aluvionares (N4a) .....	49
<b>4 – GEOLOGIA ESTRUTURAL .....</b>	<b>51</b>
4.1 - ESTRUTURAS DO EMBASAMENTO .....	51
4.2 - ARCABOUÇO ESTRUTURAL DAS ROCHAS DOS SUPERGRUPOS ESPINHAÇO E SÃO FRANCISCO. 51	
4.2.1 - Domínio Leste.....	53
4.2.2 - Domínio Oeste .....	53
<b>5 – DIAGÊNESE E METAMORFISMO .....</b>	<b>55</b>
<b>6 – LITOGEOQUÍMICA.....</b>	<b>59</b>
6.1 - INTRODUÇÃO.....	59
6.2 - CARBONATOS.....	59
6.3 - PELITOS.....	59
<b>7 – RECURSOS MINERAIS.....</b>	<b>63</b>
7.1 - DIREITO MINERÁRIO .....	63
7.2 - OCORRÊNCIAS MINERAIS.....	63
7.2.1 - Quartzo .....	63
7.2.2 - Cascalho .....	63
7.2.3 - Calcário.....	65
<b>8 – CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>67</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>69</b>



**GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS  
DA FOLHA ANDREQUICÉ**

---

**ESTADO DE MINAS GERAIS**





# 1 – INTRODUÇÃO

Este trabalho é parte dos produtos gerados pelo Projeto Contrato CPRM-UFMG (010/PR2010) que foi responsável pelo mapeamento de seis folhas 1:100.000 e uma 1:50.000 em Minas Gerais conforme articulação apresentada na Figura 1.1.

Contribui com o Programa de Levantamento Geológico Básico (PLGB) no âmbito do Estado de Minas Gerais, através do refinamento cartográfico, além de trazer novas informações de caráter geológico e geomorfológico da região estudada.

A seguir apresenta-se o resultado do mapeamento geológico e sua respectiva nota explicativa da Folha Andrequicé (SE.23-Z-A-I), em escala 1:100.000. A Folha abrange uma área com aproximadamente 3000 km<sup>2</sup>, ao longo dos municípios de Corinto, Três Marias, Lassance, Morro da Garça e Augusto de Lima (Figura 1.2), no centro-oeste de Minas Gerais.

A região em questão insere-se na porção centro leste da Bacia São Francisco, pertence à Bacia Hidrográfica do Alto São Francisco e exibe litogias do Supergrupo Espinhaço (Paleo/Mesoproterozóico), dos Grupos Bambuí e Macaúbas (Neoproterozóico) e coberturas cenozoicas.

As rochas se encontram localmente deformadas intemperizadas, exceto na Serra do Bicudo (nordeste da área) e em algumas porções a oeste. São amplamente relacionadas a uma grande cobertura de depósitos elúvionares e coluvionares.

Para a confecção do mesmo foram descritas 1005 estações de campo ao longo de 45 dias de campo divididos em cinco campanhas no decorrer do ano de 2010 (Figura 1.3).

## 1.1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A Folha Andrequicé está contida nas mesorregiões Central Mineira (microrregiões Três Marias e Curvelo) e Norte de Minas (Microrregião de Pirapora - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE), localizando-se na porção centro-oeste do Estado de Minas Gerais entre as latitudes 18° e 18°30' sul e as longitudes 44°30' e 45° oeste, apresentando como principal referência a localidade de Andrequicé (município de Três Marias).

O acesso se dá, a partir de Belo Horizonte, pela BR-040 (Rio-Brasília) no sentido Brasília, passando por Sete Lagoas e Paraopeba, depois pela BR-135 e BR-496 que corta a área em sua porção leste. A rodovia não pavimentada MG-220 atravessa a folha com direção geral EW. Uma série de estradas vicinais permite acesso de carro, com restrições no período de chuvas. Uma rota alternativa é seguir-se pela BR-040 até próximo à cidade de Três Marias e pela MG-220 em sentido leste. A Figura 1.4 apresenta um mapa de localização da Folha Andrequicé no Estado de Minas Gerais, além das principais rodovias de acesso.

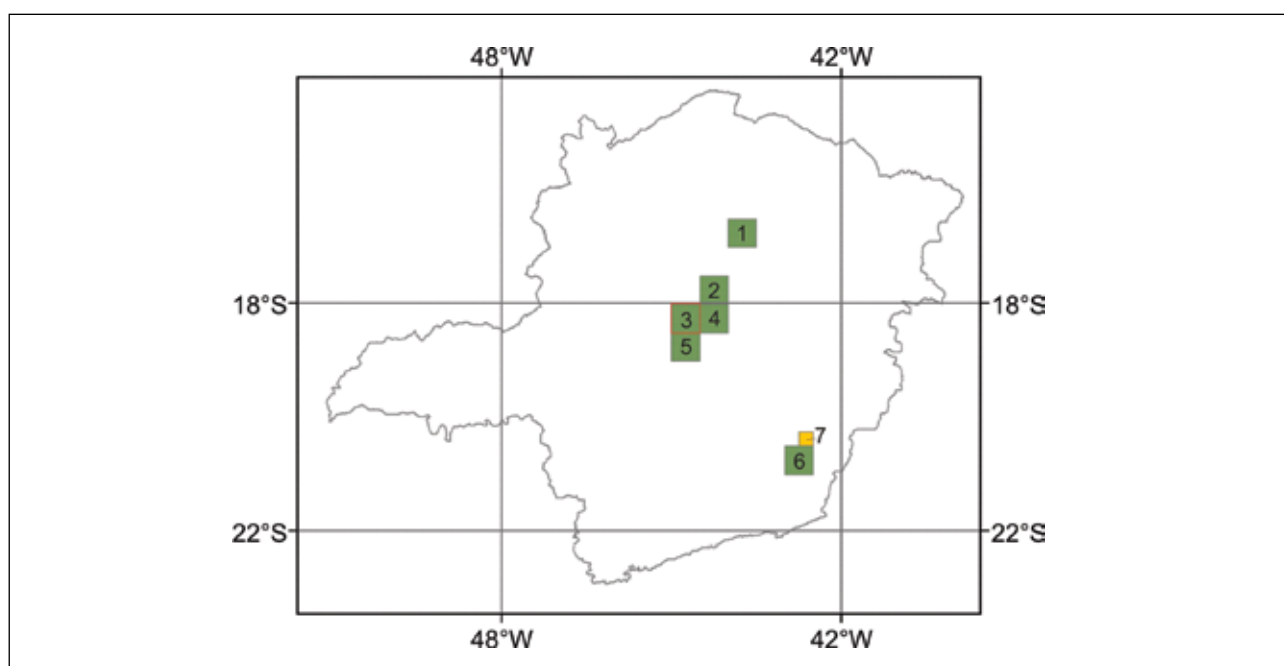


Figura 1.1 - Mapa de Minas Gerais com a localização das folhas mapeadas neste projeto. 1 – Montes Claros, 2 – Serra do Cabral, 3 – Andrequicé, 4 – Corinto, 5 – Morro da Garça, 6 – Viçosa, 7 – Jequeri (1:50.000)

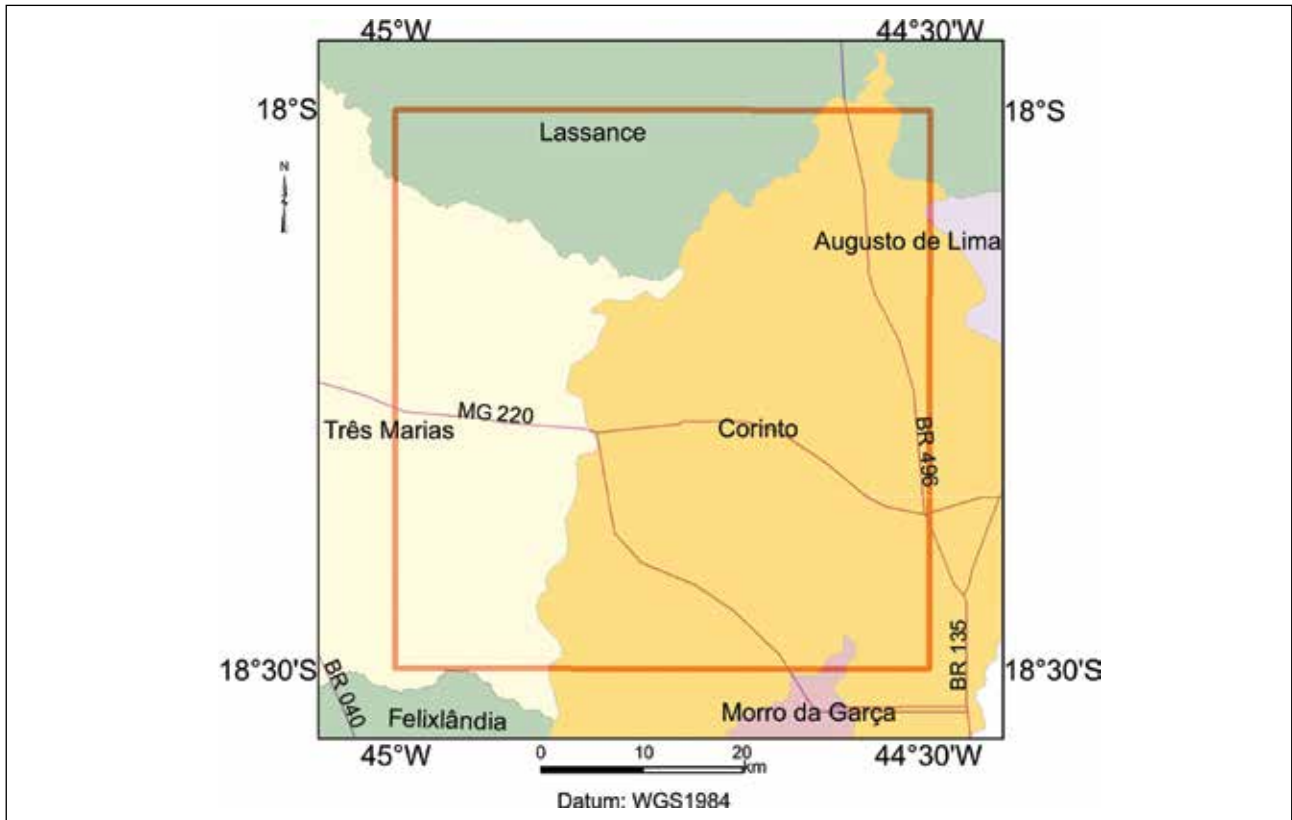


Figura 1.2 - Mapa de divisão municipal com principais rodovias da Folha Andrequicé 1:100.000

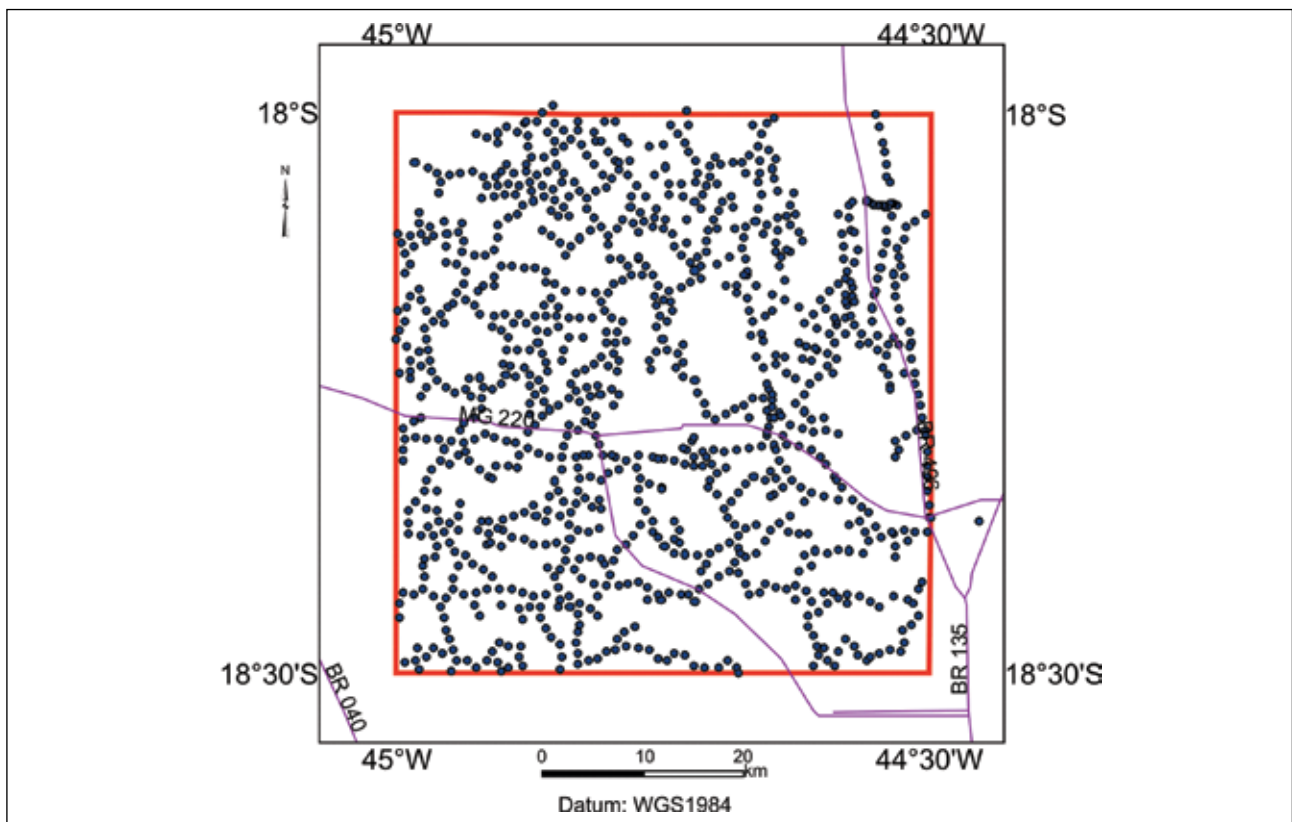


Figura 1.3 - Mapa de distribuição das estações descritas e principais estradas da Folha Andrequicé 1:100.000

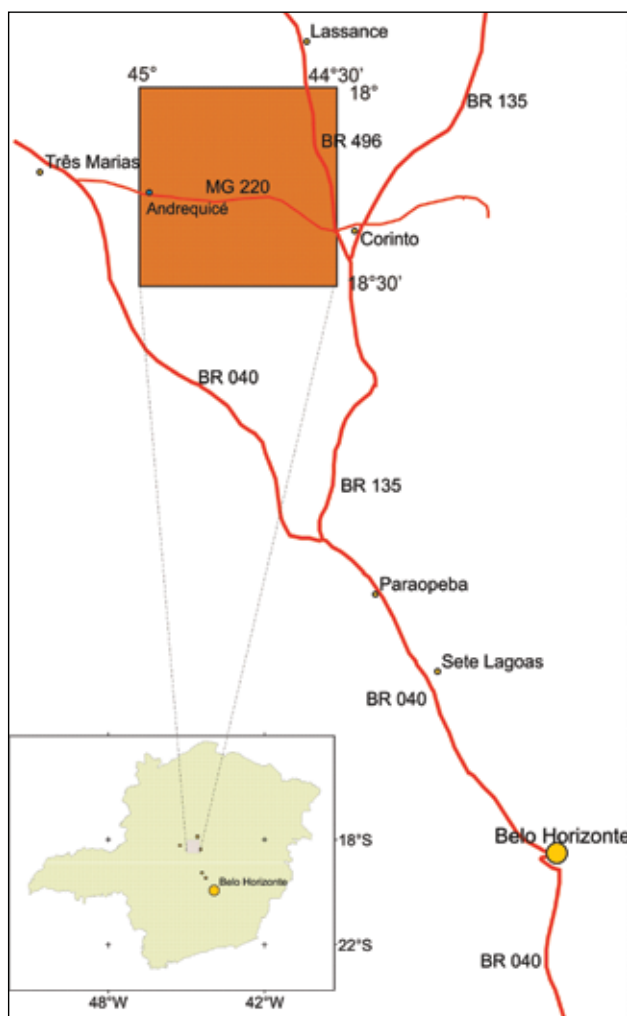


Figura 1.4 - Mapas de localização e acesso da Folha Andrequicé no Estado de Minas Gerais

## 1.2 - ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS

As principais atividades econômicas desenvolvidas na região são o comércio, a agricultura, a pecuária e a extração mineral.

As três sedes municipais mais próximas (Corinto, Três Marias, Lassance) apresentam estrutura de comércio variada atendendo às necessidades de alimentação, abastecimento e pequenos serviços. Das três, somente Lassance não conta com rede hoteleira.

O setor agropecuário tem como principais atividades a pecuária mista, criação de aves (inclusive avestruz), produção de milho, feijão, mandioca, fruticultura, horticultura e produção de mel, destacam-se ainda, vastas áreas de reflorestamento com eucalipto.

Na extração mineral os principais bens são calcário, areia, quartzito e quartzo do tipo cristal de rocha. Este último é considerado de excelente qualidade e é comercializado pela COOPERGAC – Cooperativa Regional Garimpeira de Corinto.

## 1.3 - INTERPRETAÇÃO DE IMAGENS E GEOFÍSICA

Como estudo preliminar foi realizada a análise de imagens e dados geofísicos disponíveis para a área de estudo e seu entorno. Para tal foram utilizados o Modelo Digital do Terreno (MDT), o mapa de Relevo Sombreado, a imagem Geocover e o mapa magnetométrico de Campo Total fornecidos no kit inicial.

### 1.3.1 - Geomorfologia

A Figura 1.5 apresenta o mapa hipsométrico da Folha Andrequicé onde se observa a distribuição de cotas entre cerca de 500 e 1000 metros. O extremo nordeste com cotas mais baixas corresponde ao vale dos rios das Velhas e Bicudo.

As altitudes variam entre 510m na calha do Rio das Velhas e 1000m na Serra do Bicudo, ambas na porção nordeste da folha. As cotas mais constantes na área correspondem à superfície de topo, oscilando entre 700 e 800 metros.

A área mostra-se bastante variada do ponto de vista das paisagens geomorfológicas observadas e a Figura 1.6 mostra o mapa de domínios de relevo proposto para a Folha Andrequicé. De forma geral ela apresenta uma superfície de topo regular com altitudes variando de 850 a 900 metros (Domínio 4) e com colinas amplas e suaves modeladas sobre substrato rico em quartzo dando origem a um solo ácido na porção oeste. Quando dissecada, apresenta vales encaixados abaixo da cota 800 metros (Domínio 4a) que drenam para oeste, diretamente para o Rio São Francisco. As encostas (Domínio 3) que conectam esta superfície com a parte rebaixada ocupada pelo vale do rio das Velhas apresenta declividade moderada a alta com cotas variando entre 640 a 800 metros. Uma superfície rebaixada e suavemente ondulada entre as cotas 640 e 500 metros (Domínio 1) predomina na porção leste. A Serra do Bicudo (Domínio 2) corresponde a uma exceção na região nordeste da folha, com cotas variando entre 640 e 1000 metros e encostas de declividade moderada.

A Figura 1.7 apresenta a divisão hidrográfica para a área mapeada que está totalmente contida na Bacia do Rio São Francisco. Observa-se que o padrão de dissecção do relevo apresenta-se diferenciado entre as drenagens que são afluentes diretos do Rio São Francisco (oeste) das que pertencem à sub-bacia do Rio das Velhas (leste).

Colinas amplas e suaves com dissecção moderada a baixa ocorrem na região oeste apresentando uma rede de drenagens com padrão dendrítico nas cabeceiras e paralelo nas drenagens encaixadas.

Os vales dos rios Bicudo e das Velhas apresentam fundo chato, desenvolvendo-se sobre sedimentos aluvionares mais antigos. Aparentemente,

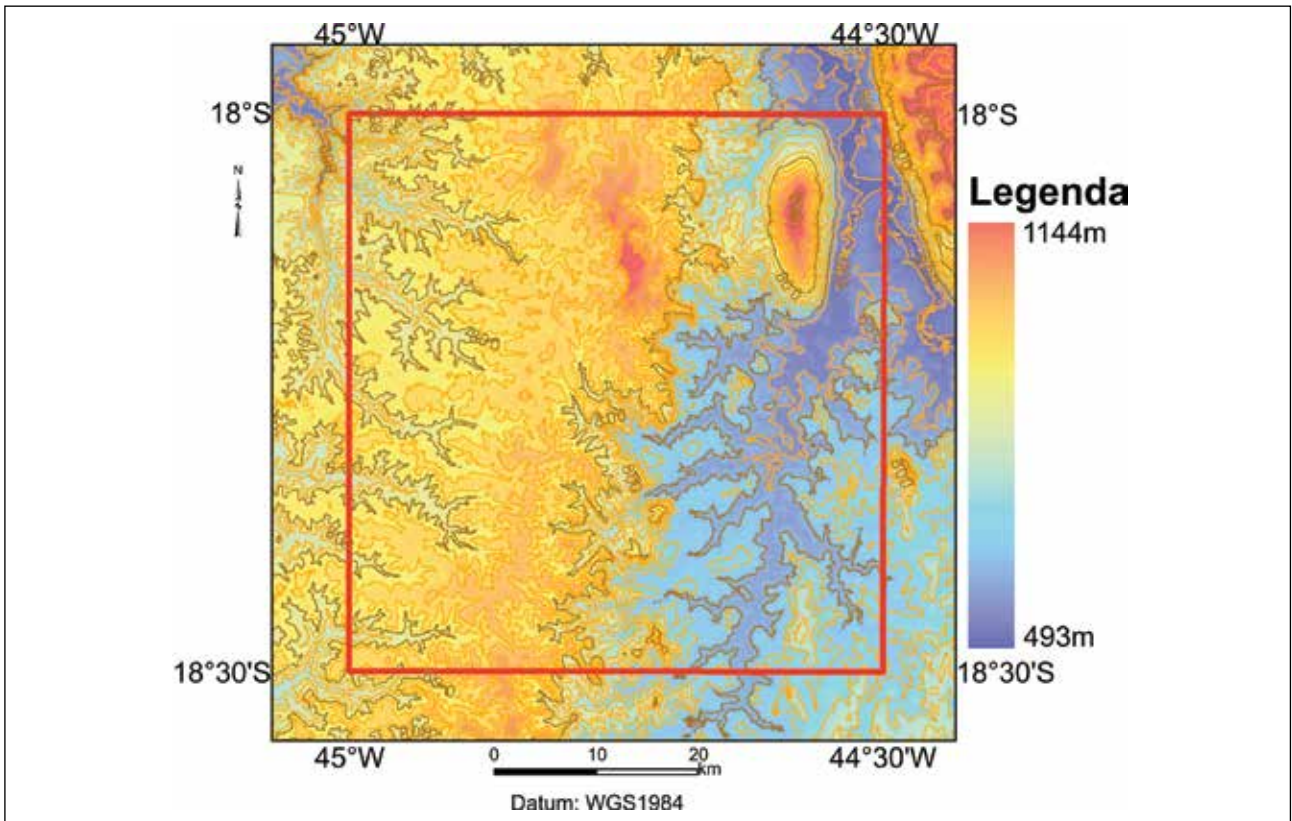


Figura 1.5 - Mapa hipsométrico da Folha Andrequicé baseado em dados SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)

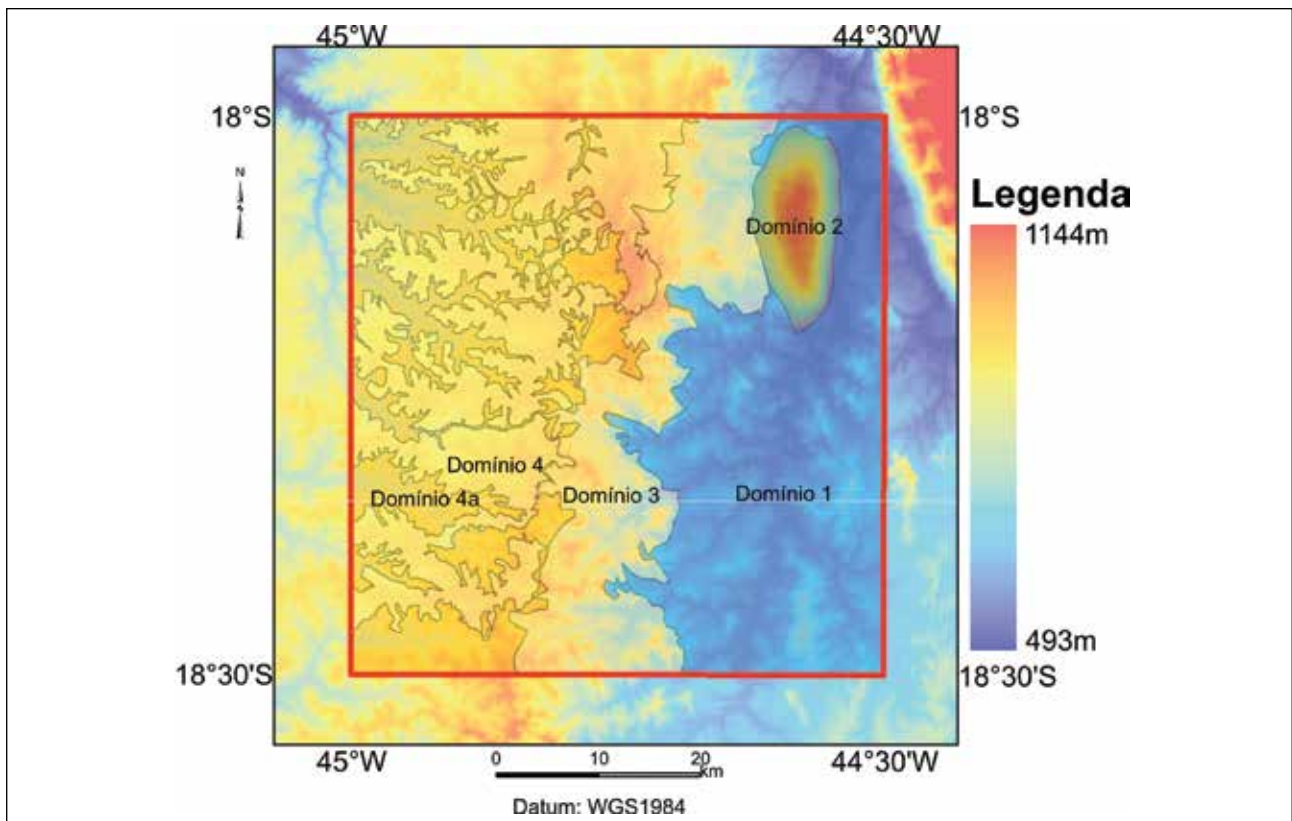


Figura 1.6 - Mapa de domínios de relevo sobre mapa hipsométrico da Folha Andrequicé baseado em dados SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)

o baixo curso do Rio Bicudo desenvolve-se sobre os terraços antigos do Rio das Velhas que teve seu curso alterado para leste, aproximando-se da escarpa da Serra do Cabral na Folha Corinto.

A incisão do Rio Bicudo está associada à encosta de transição, apresentando um curso de sul-sudoeste para norte-nordeste e a um padrão dendrítico desde sua cabeceira. No baixo curso apresenta um canal sinuoso com vários meandros abandonados.

A Figura 1.8 mostra o relevo sombreado da área feito a partir dos dados obtidos pelo SRTM e que foi utilizado juntamente com a imagem Geocover (Figura 9) para retirada de alinhamentos estruturais. A encosta de transição entre os terrenos elevados do oeste e os rebaixados do leste é bem marcada por uma textura mais rugosa em ambas imagens que se estende para sul (Folha Morro da Garça). A Serra do Bicudo é outra feição morfológica que se destaca nas duas imagens, seja pelo relevo isolado na Figura 1.8 ou pela falsa cor da Figura 1.9 que deve representar diferença na cobertura vegetal e solo pouco desenvolvido.

### 1.3.2 - Geofísica

O único dado geofísico disponível para a região é o Mapa de Intensidade Magnética Total do Convênio DNPM/CGBA 1971-1972 (Bosum 1973). A Figura 1.10 apresenta o mapa de intensidade magnética total da quadrícula que mostra uma grande área deprimida na porção centro noroeste em um alinhamento de baixos de direção SSE/NNW. O canto nordeste da folha apresenta uma região de altos com orientação ESE/WNW que se junta a outra de direção NS e é visível no sudeste e leste.

A interpretação de tal estrutura não deve ser feita isoladamente e recorreu-se a uma imagem mais regional (Figura 1.11), onde esta anomalia parece estar intimamente associada ao grande dipolo ao norte (Pirapora).

O Mapa de Amplitude do Sinal Analítico, gerado à partir do Mapa de Intensidade Magnética Total (Figura 4.1b), mostra corpo magnético relativamente profundo no setor norte da folha mapeada.

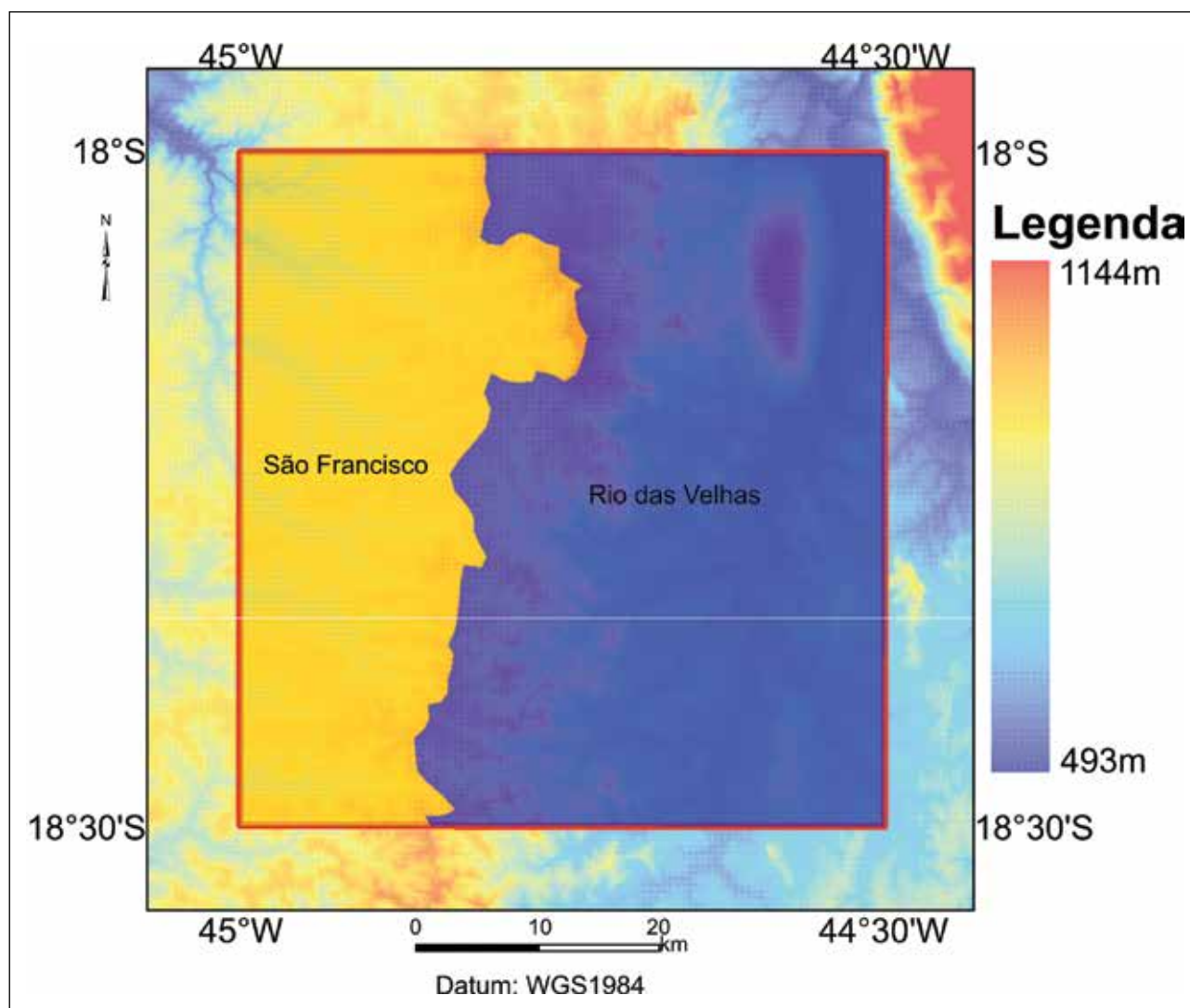


Figura 1.7 - Mapa de divisão hidrográfica sobre mapa hipsométrico da Folha Andrequicé baseado em dados SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)

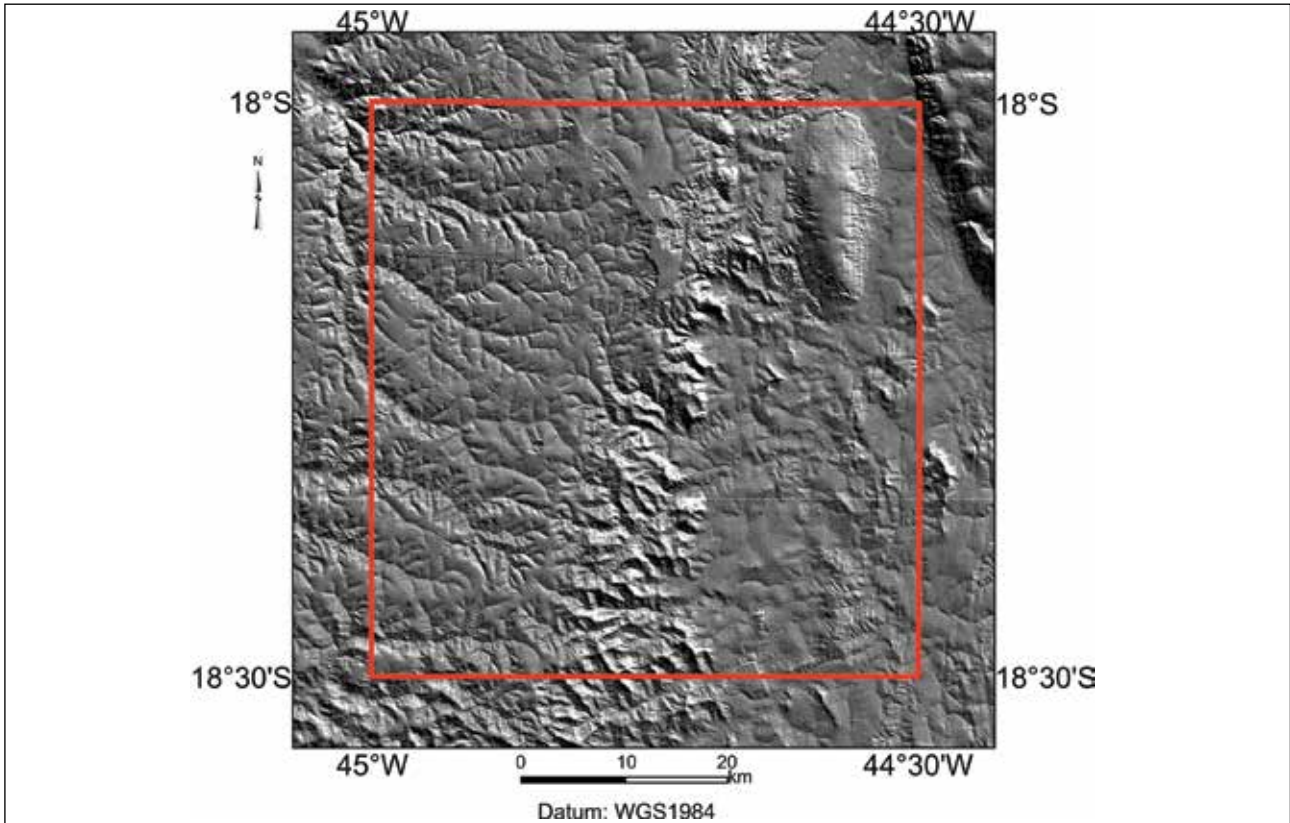


Figura 1.8 - Mapa de relevo sombreado da Folha Andrequicé 1:100.000

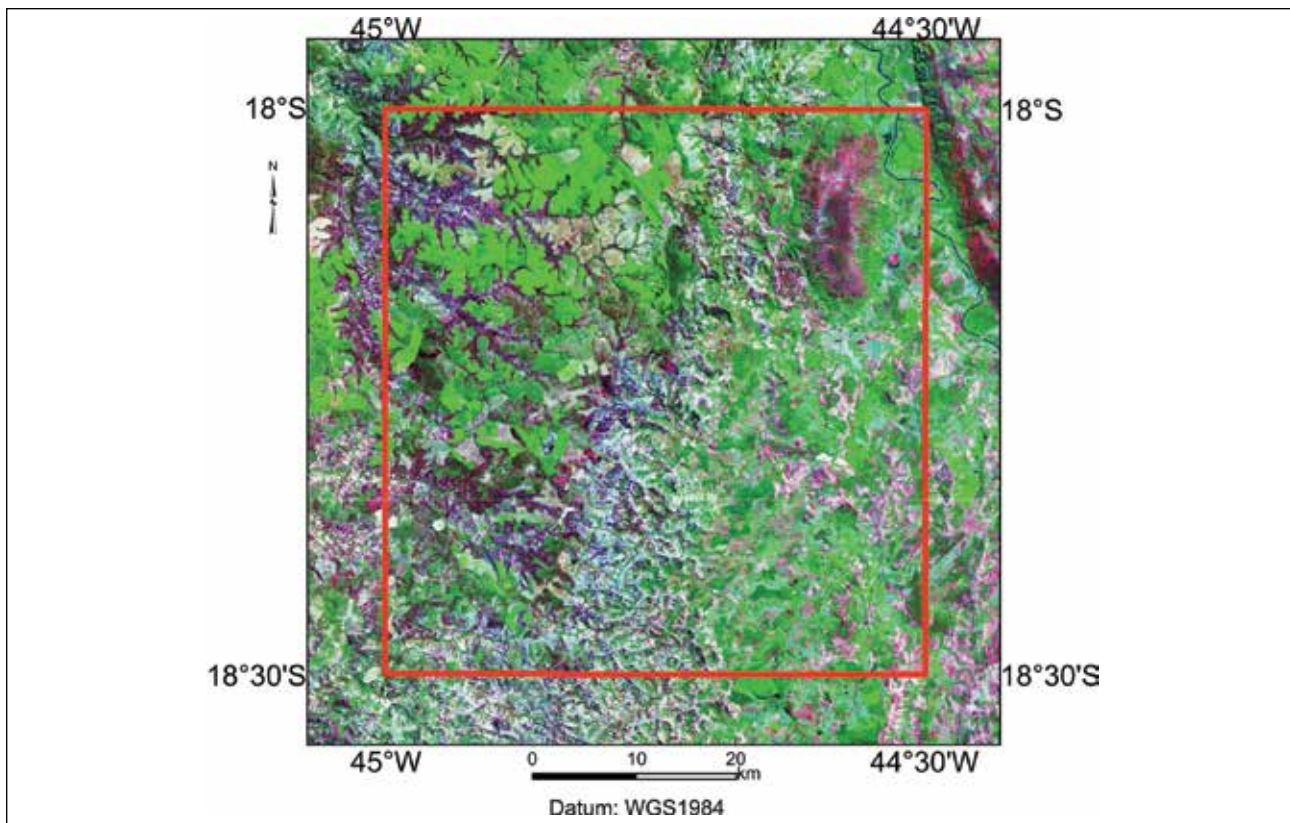


Figura 1.9 - Imagem Geocover da Folha Anfrequicé 1:100.000

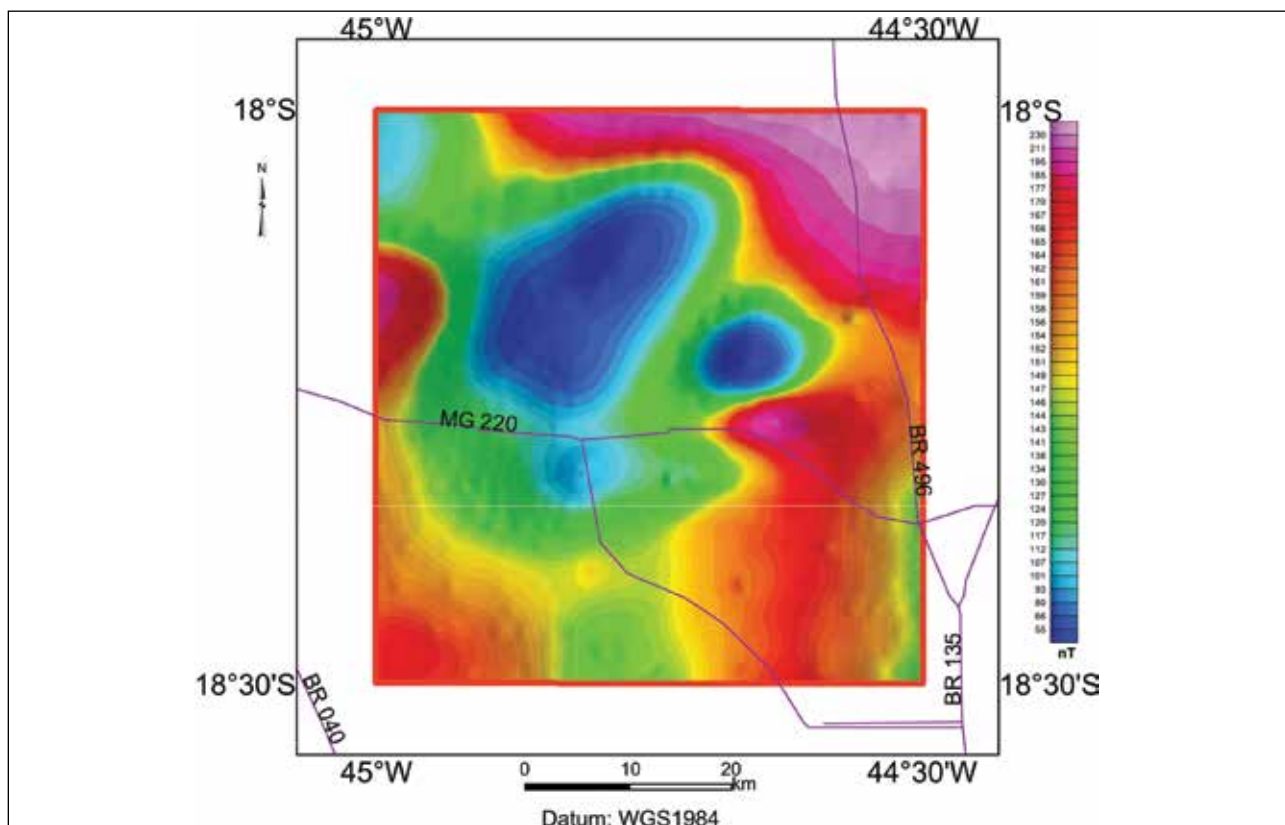


Figura 1.10 - Mapa de intensidade magnética total da Folha Andrequicé 1:100.000

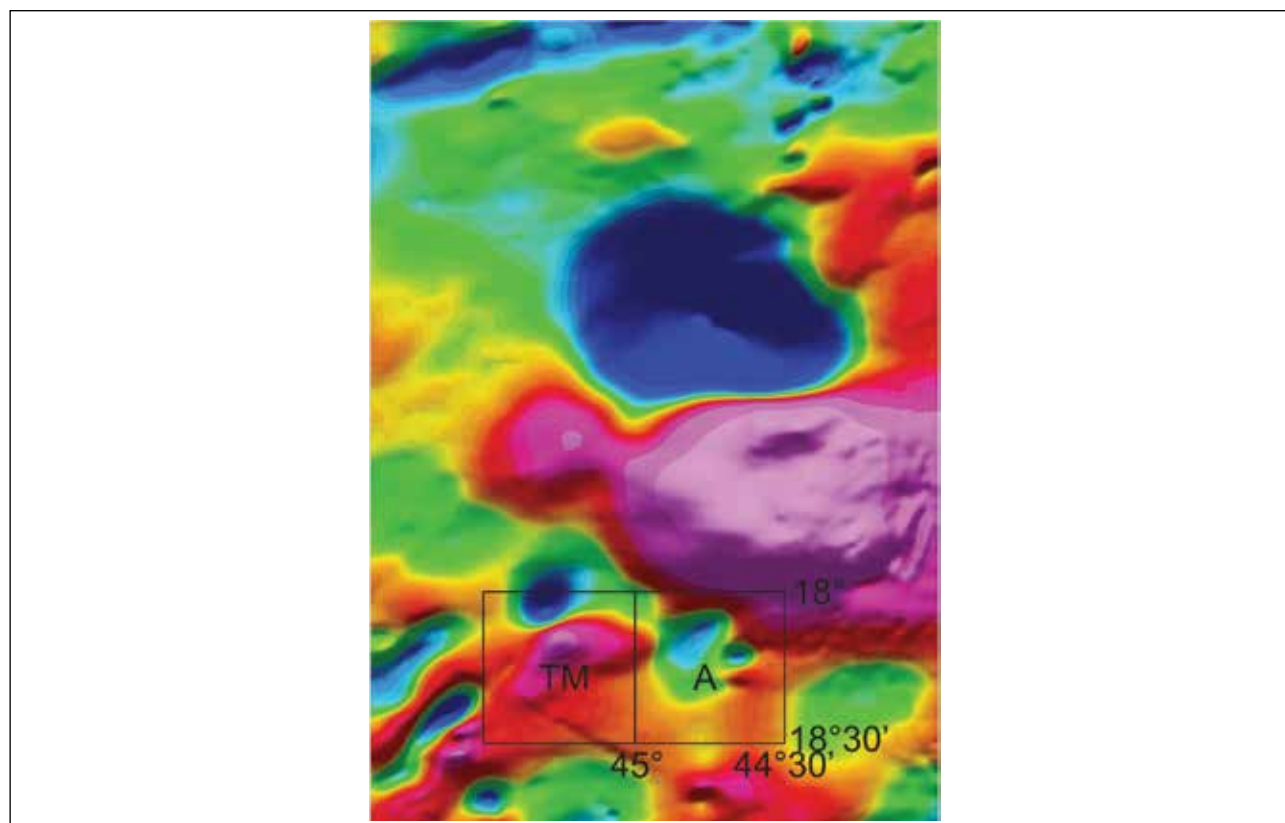


Figura 1.11 - Mapa de intensidade magnética total. Os quadros representam as folhas 1:100.000 Três Marias (TM) e Andrequicé (A)





## 2 – CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

A Folha Andrequicé, bem como as folhas Morro da Garça, Corinto, Serra do Cabral e Montes Claros, também mapeadas neste convênio, insere-se totalmente nos domínios do Cráton do São Francisco, em sua porção central (Figura 2.1).

### 2.1 - A BACIA DO SÃO FRANCISCO

A Bacia Sedimentar do São Francisco, que cobre quase integralmente porção mineira do cráton homônimo (Figura 2.2), encerra sucessivos ciclos basinais posteriores a 1,8 Ga (Alkmim & Martins-Neto 2001). Inclui as unidades pré-cambrianas dos supergrupos Espinhaço e São Francisco (e correlatos), bem como os depósitos fanerozóicos dos grupos Santa Fé, Areado, Mata da Corda e Uruçuia.

Nos últimos anos, grande esforço de mapeamento geológico básico vem sendo empreendido na região da Bacia do São Francisco. As folhas cartografadas, separadas pelos respectivos projetos (Figura 2.3), seguem listadas abaixo:

#### Projeto São Francisco (CPRM/COMIG)

##### Folhas 1:250.000

- Bom Despacho (Tuller & Silva 2003)
- Três Marias (Signorelli et al. 2003)
- João Pinheiro (Oliveira et al. 2003)
- São Romão (Yamato et al. 2003)

##### Folhas 1:100.000

- Dolores do Indaiá (Tuller & Silva 2003)
- Chapadão dos Gerais (Oliveira et al. 2003a)
- Rio do Sono (Oliveira et al. 2003b)
- João Pinheiro (Oliveira et al. 2003c)
- Serra do Jatobá (Oliveira et al. 2003d)
- Canabrava (Oliveira et al. 2003e)
- Bocaina (Oliveira et al. 2003f)
- Santa Fé de Minas (Ribeiro 2003)
- Bonfinópolis de Minas (Yamato & Araújo 2003)
- Serra do Boqueirão (Yamato & Araújo 2003a)
- São Romão (Ribeiro & Maciel 2003)
- Uruçuia (Yamato et al. 2003a)
- Serra da Ilha (Yamato & Araújo 2003b)

#### Projeto Sete Lagoas-Abaeté (CPRM)

##### Folhas 1:100.000

- Bom Despacho (Ribeiro et al. 2009)
- Abaeté (Signorelli 2009)
- Contagem (Tuller & Ribeiro 2009)
- Baldim (Ribeiro 2008)
- Sete Lagoas (Tuller 2009)
- Pompéu (Féboli 2008)
- Belo Horizonte (Pinho 2008)

#### Convênio CPRM/UFRJ

##### Folha 1:100.000

- Piumhi (Ribeiro & Paciullo 2008)

#### Convênios CPRM/UFMG

##### Folhas 1:100.000

- Pará de Minas (Romano 2007)
- Bocaiuva (Chaves et al. 2009)
- Jequitaiá (Chaves 2007)

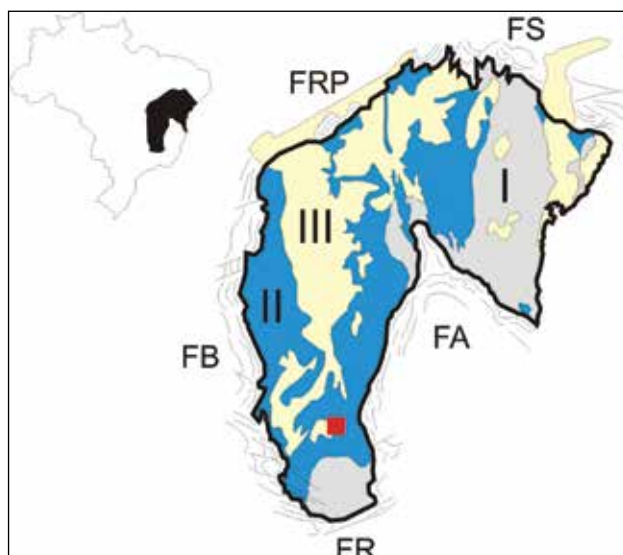


Figura 2.1 - A Folha Andrequicé (vermelho) no contexto do Cráton do São Francisco. I - Embasamento (>1.8 Ga); II - Grupo Bambuí; III - Cobertura Fanerozoica; FA - Faixa Araçuaí; FR - Faixa Ribeira; FB Faixa Brasília; FRP - Faixas Rio Preto e Riacho do Pontal; FS - Faixa Sergipana. Modificado de Alkmim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

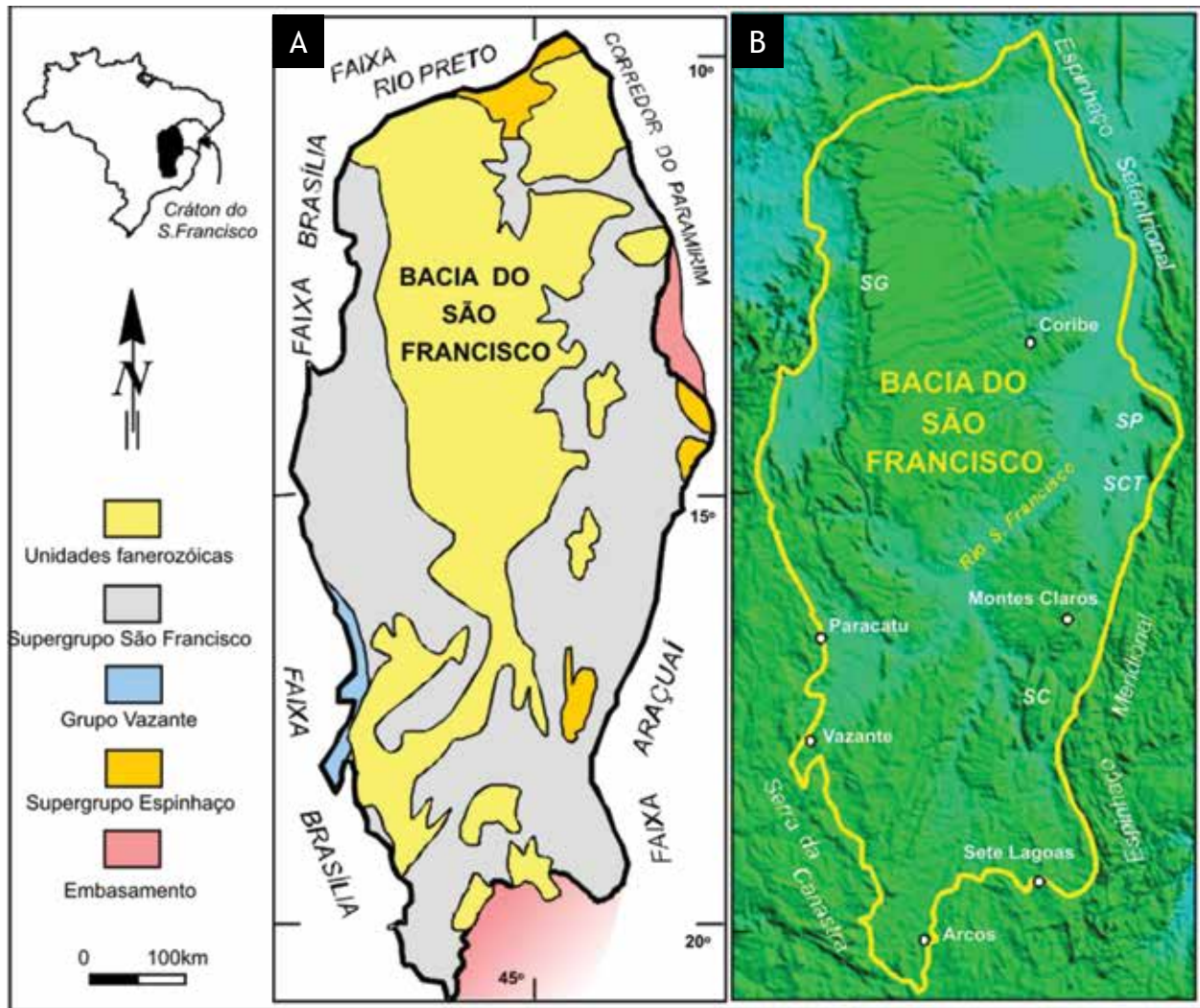


Figura 2.2 - A Bacia do São Francisco como parte do cráton homônimo. Em (a) o mapa geológico simplificado com as principais unidades de preenchimento. Em (b) o modelo digital do terreno, mostrando as principais feições de relevo e os limites da bacia. SC Serra do Cabral; SCT Serra Central; SP Serra de Palmas de Monte Alto; SG Serra Geral de Goiás (Alckmim & Martins-Neto 2001)

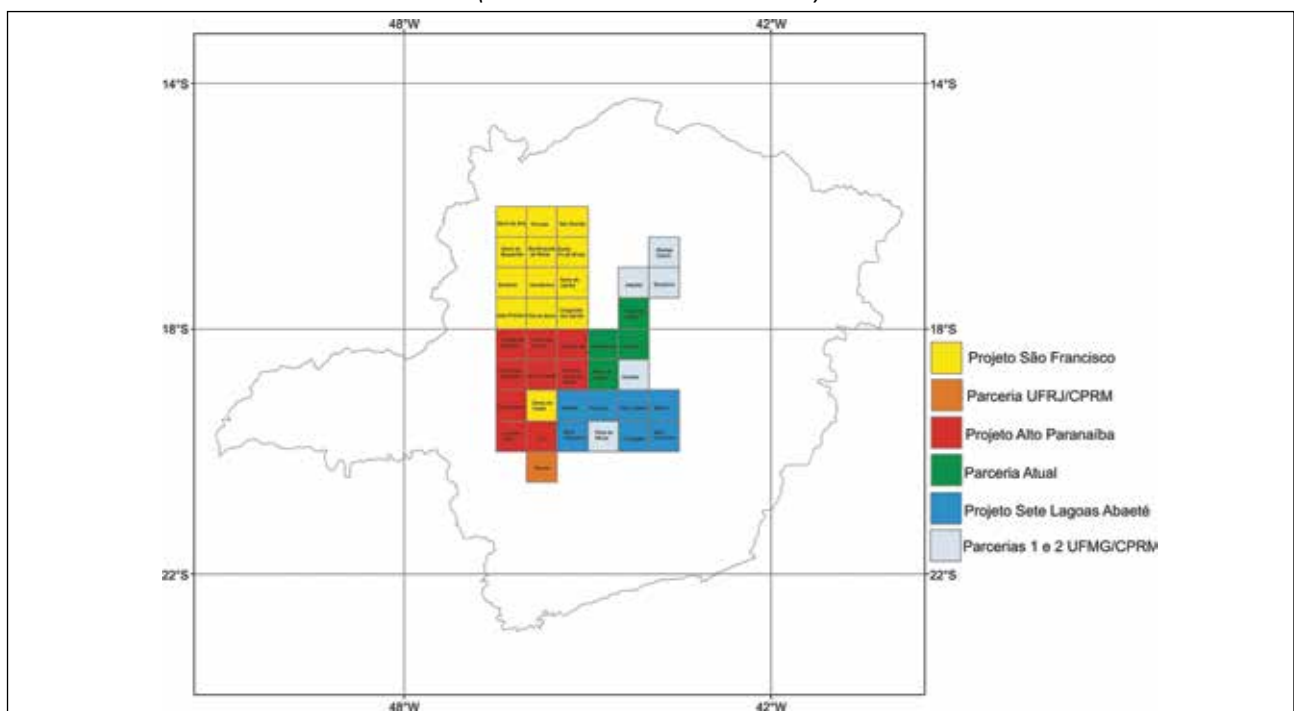


Figura 2.3 - O estado da arte do mapeamento geológico em escala 1:100.000 na Bacia do São Francisco

- Curvelo (Costa et al. 2009)

Projeto Alto Paranaíba (CODEMIG/UFMG/CPRM)

Folhas 1:100.000

- Luz (Kuchenbecker 2011)
- Campos Altos (Seer & Morais 2011)
- São Gotardo (Dias et al. 2011)
- Carmo do Paranaíba (Uhlein et al. 2011)
- Serra Selada (Reis 2011)
- Morada Nova de Minas (Knauer et al. 2011)
- Presidente Olegário (Fragoso et al. 2011)
- Serra das Almas (Martins et al. 2011)
- Três Marias (Costa et al. 2011)

### 2.1.1 - Estratigrafia

As rochas com maior área aflorante na bacia pertencem ao Supergrupo São Francisco, e assentam-se discordantemente sobre os metassedimentos do Supergrupo Espinhaço ao longo das serras do Cabral, Água Fria e Bicudo, na porção oeste da bacia. Localmente, o Supergrupo São Francisco é coberto, em discordância, pelas unidades fanerozóicas dos grupos Santa Fé, Areado, Mata da Corda e Urucuia (Figura 2.4).

#### Embasamento

Considerando as definições propostas por Alkmim & Martins-Neto (2001), fazem parte do embasamento da Bacia do São Francisco todas as unidades paleoproterozóicas e arqueanas mais antigas que 1,8 Ga. As principais exposições do embasamento ocorrem no setor sul da bacia, ao longo do Alto de Sete Lagoas, a norte do Quadrilátero Ferrífero, e junto ao seu limite nordeste. Elas incluem complexos de gnaisses e migmatitos TTG (tonalito-trondhjemito-granodiorito), corpos graníticos e seqüências do tipo greenstone belt, além de pacotes metassedimentares paleoproterozóicos (Pinho 2008, Noce et al. 2007).

#### Supergrupo Espinhaço

O Supergrupo Espinhaço engloba uma seqüência essencialmente metassedimentar aflorante ao longo da serra homônima, cujas principais exposições, nos domínios da Bacia do São Francisco, ocorrem nas regiões da Serra do Cabral, Serra da Água Fria e Serra do Bicudo (Souza F<sup>o</sup> 1995, Hercos 2008).

São descritas ainda exposições ao longo das serras Central (MG) e Palmas de Monte Alto (BA) (Alkmim & Martins-Neto 2001, Alkmim 2011).

De forma geral é representado por uma alternância de quartzitos, filitos e metarruditos, localmente intercalados por rochas metavulcânicas (Scholl & Fogaça 1979, Knauer 1990, Almeida-Abreu 1995) e cuja deposição se iniciou em torno de 1,71Ga, durante o Paleoproterozóico (Machado et al. 1989, Dussin & Dussin 1995, Renger & Knauer 1995). Embora interpretado por diversos autores como uma única seqüência rifte-sinéclise (Dussin & Dussin 1995, Martins-Neto 1999), correlações com outras unidades ao longo do Orógeno Araçuaí (Almeida-Abreu 1995, Knauer 2007) e estudos geocronológicos mais recentes (Chemale et al. 2010) indicam uma evolução mais complexa para o supergrupo.

#### Supergrupo São Francisco

Inicialmente nomeada “Série São Francisco” por Derby (1880 apud Magalhães 1989) e redefinida com o status de grupo por Plfug & Renger (1973), esta unidade litoestratigráfica foi alvo de importantes trabalhos regionais ao longo das últimas décadas (e.g.: Freyberg 1932, Costa & Branco 1961, Braun 1968, Dardenne 1978, Dardenne 1981). O Supergrupo São Francisco é dividido em duas grandes unidades litoestratigráficas, os grupos Macaúbas e Bambuí, que representam uma sucessão de sedimentos neoproterozóicos depositados, predominantemente, em ambiente marinho plataformar, com contribuição glaciogênica.

Nos domínios da Bacia do São Francisco, o Grupo Macaúbas é representado pelas unidades correlatas da Formação Jequitai (e.g.: Karfunkel & Hoppe 1988, Hercos 2008), enquanto o Grupo Bambuí corresponde aos depósitos pelito-carbonáticos do Subgrupo Paraopeba (*sensu* Braun 1968), sobrepostos pelos psamitos e pelitos da Formação Três Marias (Dardenne 1978, Dardenne 1981). Conforme Costa & Branco (1961) e Castro & Dardenne (2000), são também incluídos no Grupo Bambuí os conglomerados Carrancas e a Formação Samburá (Figura 2.5).

#### Formação Jequitai

A Formação Jequitai (e.g.: Karfunkel & Hoppe 1988, Hercos 2008) tem suas principais exposições na região homônima e ao longo das serras do Cabral, Água Fria e Bicudo (proximidades de Corinto – MG) na porção leste da bacia.

A unidade é composta, essencialmente, por diamictitos, pelitos e psamitos, de suposta gênese glacial (Karfunkel & Hoppe 1988, Uhlein et al. 2004, Hercos 2008), que se assentam discordantemente so-

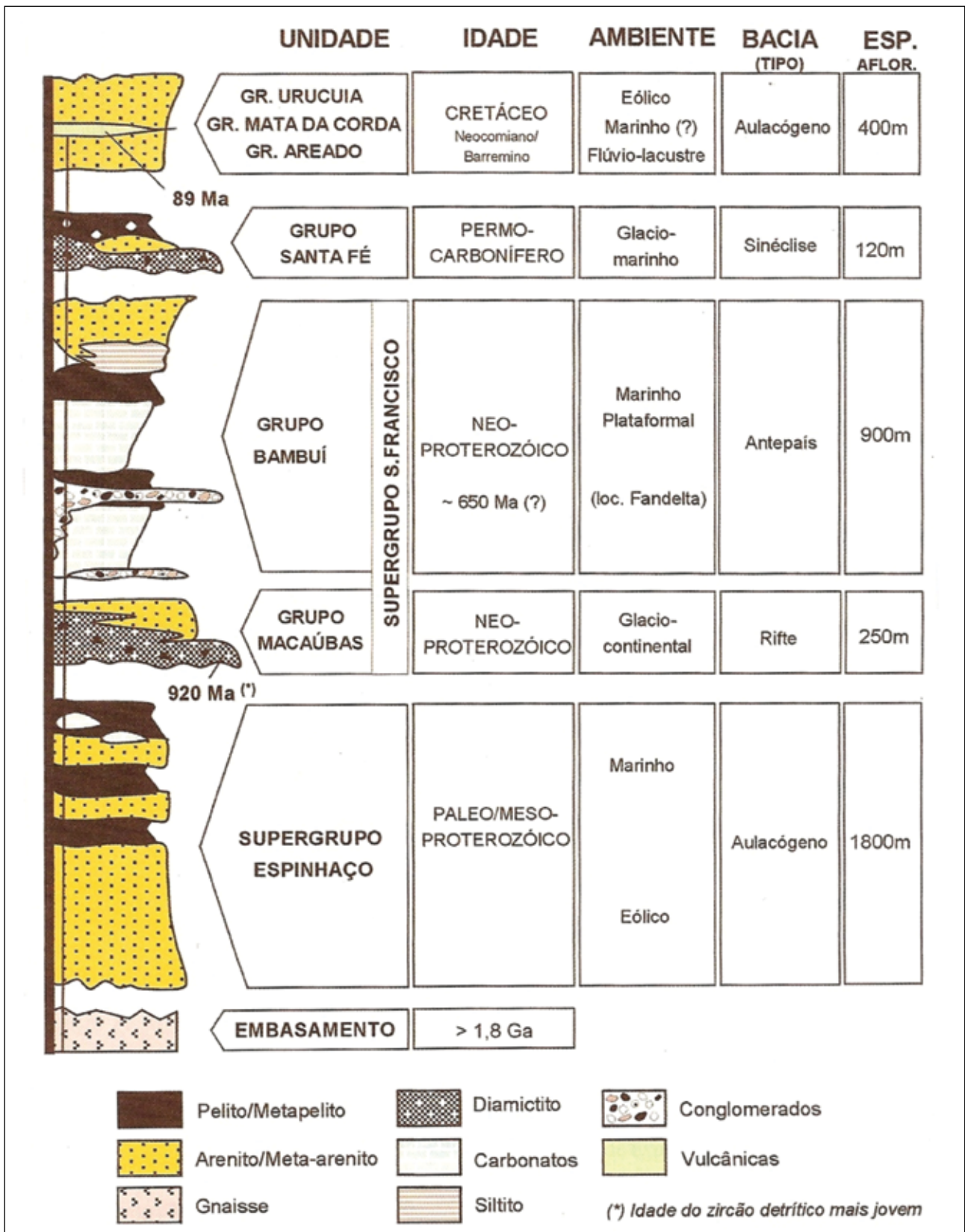


Figura 2.4 - Coluna estratigráfica simplificada da bacia do São Francisco mostrando suas principais unidades de preenchimento (Alkmim & Martins-Neto 2001)

bre as unidades superiores do Supergrupo Espinhaço (Dardenne & Walde 1979, Hercos 2008). Datações U-Pb em zircões detríticos indicam idade máxima de deposição em torno de 880 Ma (Rodrigues 2008).

### Grupo Bambuí

O Grupo Bambuí representa um espesso conjunto de rochas pelito-carbonáticas plataformais com eventuais ruiditos basais que recobre grande parte do Cráton do São Francisco e de suas faixas marginais. A unidade apresenta espessuras que variam de poucas centenas de metros, na região de Montalvânia (MG), a mais de 2000 m, ao longo da borda ocidental da bacia (Dardenne 1981, Fugita & Clark Fº 2001, Zalán & Romeiro-Silva 2007).

Do ponto de vista tectônico, trabalhos recentes (e.g. Alkmim & Martins-Neto 2001, Reis 2011, Kuchenbecker 2011) indicam para a bacia um contexto foreland, relacionado à edificação da Faixa Brasília, na borda oeste do Cráton do São Francisco. A idade do Grupo Bambuí ainda é alvo de intensas discussões. Uma idade isocrônica Pb-Pb de  $740 \pm 22$  Ma foi obtida em carbonatos da Formação Sete Lagoas na porção leste da bacia (Babinski et al. 2007). Por outro lado, Rodrigues (2008) descreve zircões detríticos de c. 630 Ma (U-Pb) em intecalações pelíticas na mesma formação, também na porção leste da Bacia, sugerindo que a unidade é substancialmente mais jovem.

A divisão litoestratigráfica vigente, definida na porção centro-leste da bacia, baseia-se, com poucas modificações, nos trabalhos pioneiros de Costa & Branco (1961) e Dardenne (1978). Da base para o topo têm-se as formações Carrancas, Sete Lagoas, Serra de Santa Helena, Lagoa do Jacaré, Serra da Saudade e Três Marias. Em consonância com Castro & Dardenne

(2000), são também incluídos no grupo os depósitos rudíticos da Formação Samburá (Figura 2.6).

### Formação Carrancas

Restrita à porção sul da bacia, a unidade ocupa posição basal, ocorrendo em geral diretamente sobre o embasamento cristalino e sob os carbonatos da Formação Sete Lagoas. É composta por conglomerados polimíticos de matriz carbonática intercalados a lentes de arenitos com seixos (Vieira et al. 2007) e eventuais pacotes pelíticos (Tuller et al. 2008).

Estudos de proveniência sedimentar, baseados na datação de zircões detríticos, indicam os complexos TTG do embasamento como principal fonte dos sedimentos (Rodrigues 2008, Kuchenbecker 2011).

### Formação Sete Lagoas

Ocorre principalmente na região de Sete Lagoas, com correlatos em Arcos (MG), na Serra de São Domingos (GO) e em alguns pontos da porção centro-norte da bacia. Na sua área tipo é composta por uma sucessão de margas, pelitos, dolomitos e calcários, que, localmente, contêm estromatólitos colunares e porções oolíticas (Dardenne 1981). Leques de psseudomorfos de aragonita são descritos em calcilitos da porção basal da unidade (Vieira et al. 2007, Kuchenbecker et al. 2011, Tuller et al. 2008).

A Formação Sete Lagoas é interpretada com uma seqüência de rampa carbonática dominada por tempestades e arranjada segundo dois ciclos transgressivos (Vieira et al. 2007). A seção basal, com leques aragoníticos, representa uma sucessão de carbonatos pós-glaciais, cujos valores isotópicos de  $\delta^{13}C$  passam de negativos a positivos, nas unidades sobrejacentes (Babinski et al. 2007, Kuchenbecker 2011).

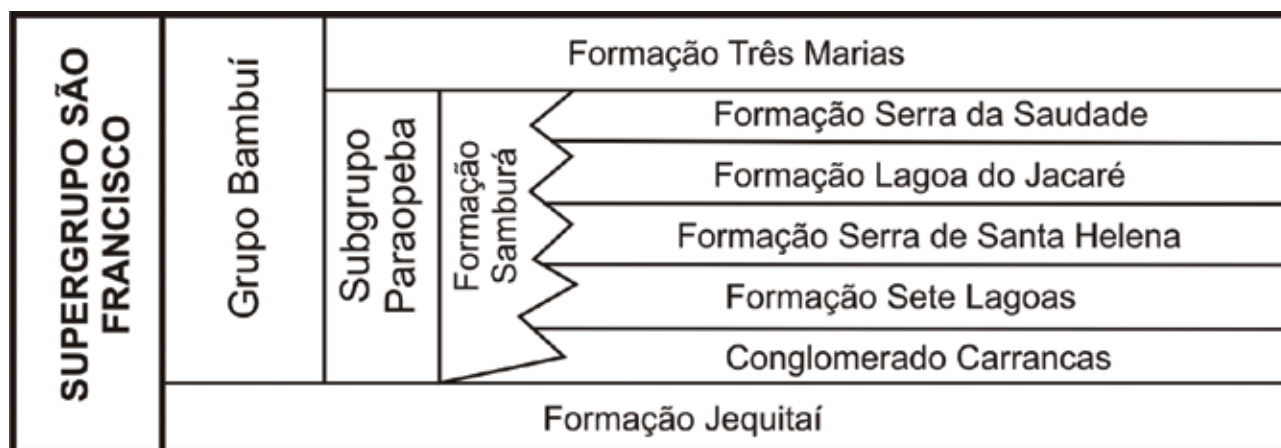


Figura 2.5 - Litoestratigrafia simplificada do Supergrupo São Francisco. Modificado de Costa & Branco (1961), Plufg & Renger (1963), Braun (1968), Dardenne (1978), Karfunkel & Hoppe (1988), Uhlein (1991), Castro & Dardenne (2000), Martins-Neto & Alkmim (2001), Castro (2004)

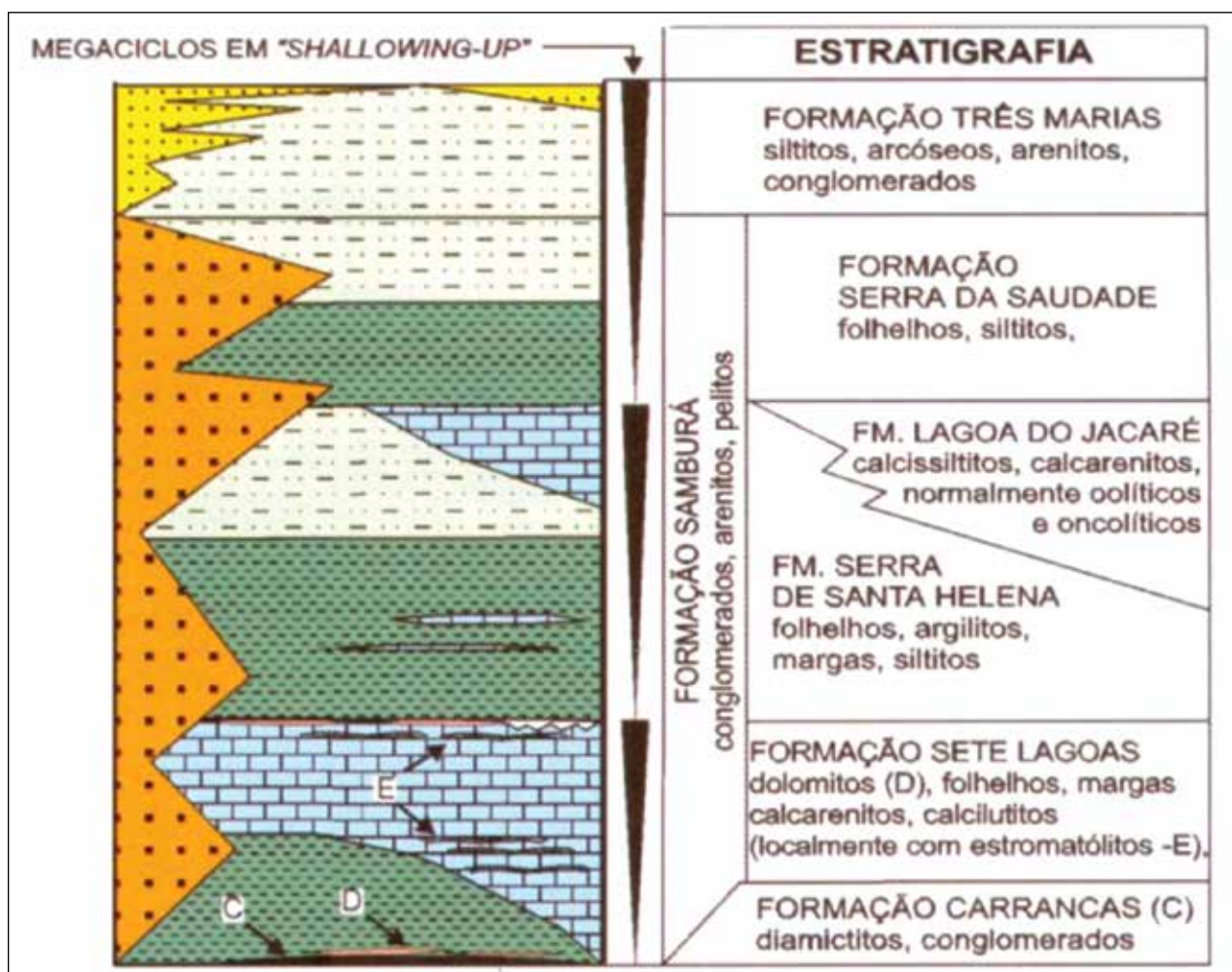


Figura 2.6 - Coluna estratigráfica do Grupo Bambuí, mostrando as relações entre suas principais unidades, bem como os sucessivos ciclos em shallowing upward. Modificado de Martins-Neto & Alkmim (2001)

### Formação Samburá

A Formação Samburá, aflorante apenas no setor sudoeste da Bacia do São Francisco, é composta por orto e paraconglomerados, com seixos de quartzo, xisto, gnaisses, milonitos, quartzitos e filitos. Em direção ao topo, estes depósitos intercalam-se com siltitos e argilitos feldspáticos (Magalhães 1989). Em estudos abrangendo as regiões da Serra da Pimenta e alto Rio São Francisco, Castro & Dardenne (2000) interpretam esta unidade como depósito de fan delta, tendo como fonte principal os domínios da Faixa Brasília.

Em relação às demais unidades do Grupo Bambuí, os ruditos da Formação Samburá ocorrem ora sob os carbonatos da Formação Sete Lagoas (Dardenne 1978, 1981, Magalhães 1988) e ora sobre os mesmos (Castro & Dardenne 2000), sugerindo gênese relacionada a pulsos tectônicos na borda da bacia. Contatos tectônicos entre as duas unidades também são reportados (Ribeiro et al. 2008). Dardenne et al. (2003) reportam para Formação Samburá zircões detríticos com idades entre 1,8 e 0,65 Ga.

### Formação Serra de Santa Helena

Tem suas principais exposições na porção sudeste da Bacia do São Francisco, onde jaz concordantemente sobre os carbonatos da Formação Sete Lagoas. Engloba folhelhos e siltitos cinza a cinza esverdeados laminados, frequentemente intercalados por arenitos finos e calcários acinzentados (Dardenne 1978, Dardenne 1981). Correspondem a sedimentos marinhos depositados em plataforma siliciclástica distal (Vieira et al. 2007).

Idades obtidas em zircões detríticos por Rodrigues (2008) mostram espectro similar ao da Formação Sete Lagoas, com picos em torno de 650 e 750 Ma.

### Formação Lagoa do Jacaré

Ocorre principalmente nas regiões leste e norte da bacia, assentando-se concordantemente sobre as unidades da Formação Serra de Santa Helena (Dardenne 1978, 1981), ou ocorrendo como lentes de dimensões quilométricas em meio aos pelitos desta unidade (Costa et al. 2009, Kuchenbecker 2011a).

A Formação Lagoa do Jacaré é composta por uma alternância de calcários oolíticos e pisolíticos cinza-escuros, fétidos e ricos em matéria orgânica, siltitos e margas acinzentados. Iglesias & Uhlein (2009) descrevem estratificações/laminações plano-paralelas, marcas onduladas, gretas de ressecamento e hummockys, considerando as rochas como depósitos plataformais de alta energia, sujeita a constante retrabalhamento e episódios de tempestade. Os mesmos autores reportam espessuras da ordem de 140 m. Zircões detríticos obtidos em pelitos desta unidade mostram idades (U-Pb) entre 1800 e 650 Ma (Rodrigues 2008).

### **Formação Serra da Saudade**

Aflora ao longo de toda a Bacia do São Francisco e, segundo Dardenne (1981), corresponde a siltitos, argilitos e folhelhos cinzentos e verdes, intercalados por calcários negros, ricos em matéria orgânica, bem como bancos oolíticos e pisolíticos com estratificações cruzadas acanaladas.

Nos arredores de Cedro do Abaeté (MG), esta formação hospeda importantes ocorrências de fosforitos, as quais se associam a ritmitos pelito-arenosos verdes e ricos em glauconita (verdetes). Conforme Lima et al. (2007) a Formação Serra da Saudade corresponde a uma seqüência plataformal influenciada por ondas de tempestade. Datação U-Pb em zircões detríticos mostram idades em torno de 650 e 800 Ma (Rodrigues 2008).

### **Formação Três Marias**

Unidade de topo do Grupo Bambuí, a Formação Três Marias é composta predominantemente por arcóseos e siltitos verdes a cinza-esverdeados, depositados ambiente plataformal raso, sob intensa influência de ondas de tempestade (Chiavegatto 1992). Costa et al. (2011a) consideram para a unidade espessura mínima da ordem de 500 m, na região de Três Marias (MG).

O contato basal, com a Formação Serra da Saudade pode ocorrer de forma gradacional (Dardenne 1981) ou por discordância erosiva, quando então é marcado pela ocorrência de conglomerado oligomítico (Chiavegatto et al. 1997). Zircões detríticos obtidos em arenitos desta unidade mostram idades principais entre 770 e 630 Ma.

### **Unidades Fanerozóicas**

Recobrimo discordantemente as rochas neoproterozóicas do Grupo Bambuí ocorrem em gran-

des áreas da porção central da bacia rochas de idade mesozóica e, mais raramente paleozóica. Uma breve descrição destas unidades será exposta abaixo.

### **Grupo Santa Fé**

Constituído por uma sucessão de sedimentos glaciogênicos continentais de idade permo-carbonífera, depositados em discordância erosiva sobre as unidades do Grupo Bambuí (Campos & Dardenne 1997a, Sgarbi et al. 2001). É composto por tilitos, folhelhos com seixos pingados e arenitos, que ocorrem em afloramentos restritos ao longo do eixo central da Bacia do São Francisco. Espessura máxima da ordem de 180m é reportada na região de Santa Fé de Minas (MG - Campos & Dardenne 1997a).

### **Grupo Areado**

Aflora na porção central da bacia do São Francisco, e engloba os sedimentos das formações Abaeté, Quiricó e Três Barras, depositados em bacia desenvolvida no Eocretáceo através de um sistema de falhamentos normais (Fragoso et al. 2011).

Apresenta conglomerados, pelitos e arenitos depositados em sistemas aluvial, lacustre e eólico, em ambiente desértico (Sgarbi et al. 2001). Espessuras da ordem de 130 m são reportadas na região de Presidente Olegário (Fragoso et al. 2011).

### **Grupo Mata da Corda**

Restrito à porção sudoeste da Bacia do São Francisco, o grupo engloba as formações Patos e Capacete, sendo composto por rochas vulcânicas a sub-vulcânicas, depósitos vulcanoclásticos e sedimentos epiclásticos (Campos & Dardenne 1997a). Segundo Sgarbi et al. (2001) a espessura máxima fica em torno de 200 m. Idade neocretácica é indicada por datações K-Ar em micas de corpos kamafugíticos da Formação Patos (Sgarbi 2011).

### **Grupo Urucua**

As principais exposições do Grupo Urucua ocorrem na porção norte da Bacia do São Francisco, ao longo do vale do rio homônimo (Campos & Dardenne 1997a). É composto predominantemente por arenitos eólicos e aluviais, com espessura máxima de 200m na região de São Domingos (GO). A unidade é interpretada como neocretácica e assentada, em grande parte da bacia, discordantemente

sobre os sedimentos do Grupo Bambuí (Campos & Dardenne 1997a, Sgarbi et al. 2001).

## 2.2 - ARCABOUÇO ESTRUTURAL

Dados geofísicos, de campo e de poços (Magalhães 1989, Souza Fº 1995, Fugita & Clark Fº 2001, Zalán & Romeiro-Silva 2007, Coelho 2007, Hercos 2008), indicam que o embasamento da bacia do São Francisco encontra-se estruturado segundo altos (e.g. Sete Lagoas e Januária) e baixos (e.g. Pirapora) de escala regional, que desempenharam importante papel durante o evento tectônico que afetou a bacia no final do neoproterozóico.

A Bacia do São Francisco, sob o ponto de vista estrutural, compreende quatro compartimentos estruturais distintos (Alkmim et al. 1993), três deles deformados e um indeformado (Figura 2.7). Os compartimentos deformados leste, oeste e norte correspondem a cinturões de antepaís e representam a expressão intracratônica das faixas brasileiras Araçuaí, Brasília e Rio Preto, respectivamente. Exibem, de uma maneira geral, polaridade tectônica centrípeta, voltada para o interior cratônico.

Os compartimentos leste e oeste correspondem a cinturões de dobras e falhas com orientação geral N-S e envolvem somente as unidades pré-cambrianas de cobertura (Alkmim 2004). Tais cinturões são separados pelo compartimento central, onde as rochas neoproterozóicas do Grupo Bambuí ocorrem indeformadas (Figura 2.7).

Segundo Alkmim & Martins-Neto (2001), além das vergências opostas, os cinturões de antepaís destes compartimentos exibem diferenças significativas no que se refere ao metamorfismo e estilo deformacional. As principais diferenças se de-

vem a ausência de metamorfismo e clivagens penetrativas no compartimento oeste. Neste setor, zonas transcorrentes desempenham importante papel na acomodação da deformação, marcando corredores de deformação sinistrais NW-SE em sua porção meridional e zonas transcorrentes destrais NE-SW em seu setor extremo setentrional.

Por outro lado, no compartimento leste, as rochas dos supergrupos Espinhaço e São Francisco comumente exibem clivagens penetrativas e metamorfismo relativamente mais alto, alcançando, junto à Serra do Espinhaço, metamorfismo na fácies xisto verde. Neste compartimento são raras as falhas direcionais, sendo observáveis, frequentemente, pares de juntas conjugadas de direção NE-SW e NW-SE (Figuras.1. 6 e 1.7). Tais diferenças sugerem que os dois compartimentos estão expostos em níveis estruturais distintos. Aparentemente, o compartimento leste experimentou um soerguimento mais expressivo que o compartimento oeste.

Estruturas posteriores à deformação pré-cambriana ocorrem especialmente na porção central da bacia, localmente controlando a sedimentação das unidades fanerozóicas (Sawasato 1995, Fragoso et al. 2011, Fragoso 2011, Reis 2011). Ocorrem principalmente falhas normais e fraturas trativas de direção NW a NNW, além de dobras, falhas e fraturas aleatórias, associadas às intrusões cretácicas do Grupo Mata da Corda. Falhas normais de direção NE também ocorrem, afetando inclusive os arenitos do Grupo Areado. A reativação de estruturas proterozóicas parece ter tido grande influência neste período (Kattah 1991, Sawasato 1995, Reis 2011, Fragoso 2011).



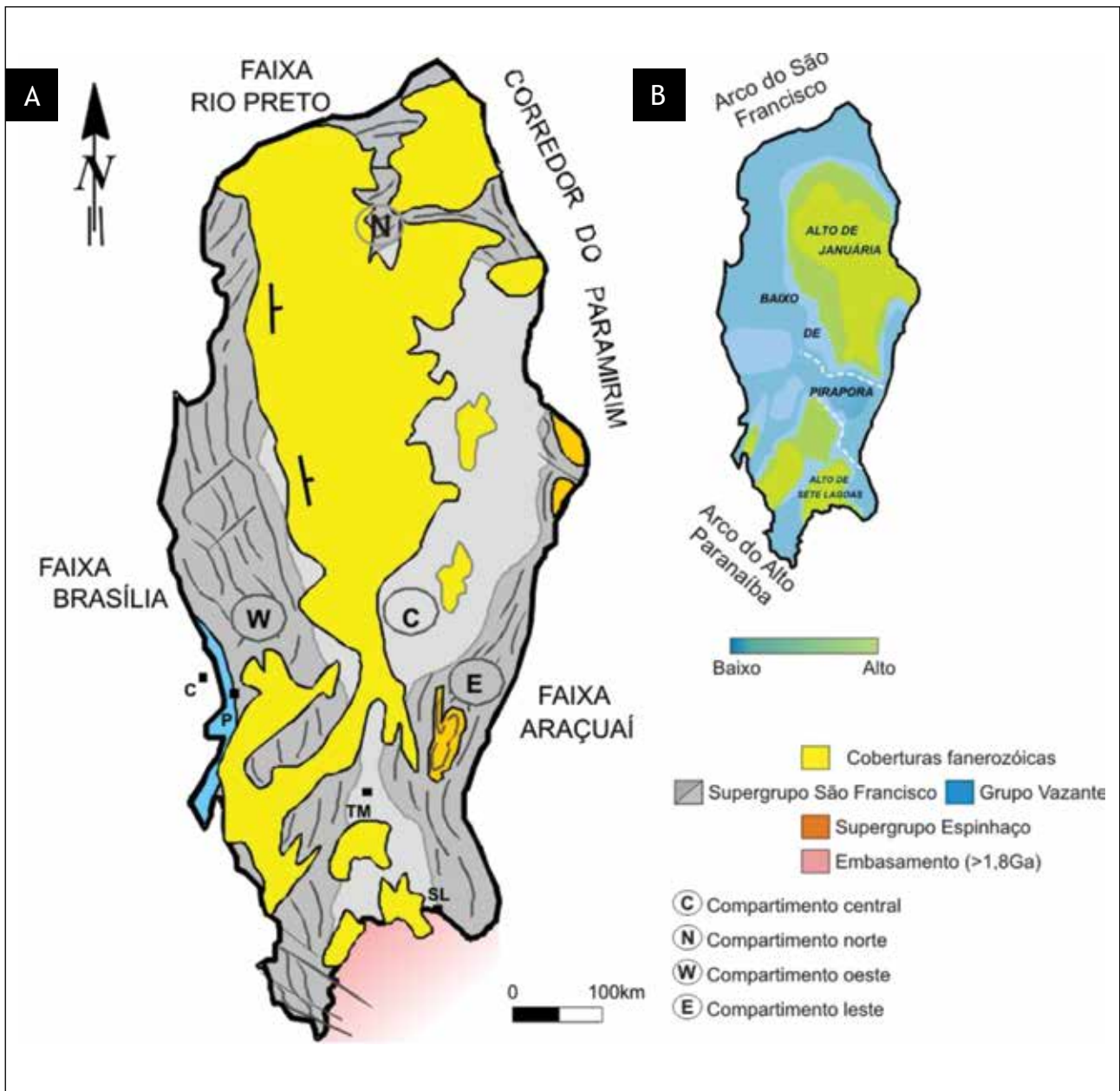


Figura 2.7 - Mapa geológico simplificado da Bacia do São Francisco, enfatizando as principais unidades de preenchimento e os principais traços estruturais. (b) Mapa esquemático com as principais feições do embasamento da bacia. Modificado de Alkmim (2004)



### 3 – UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

Na área abrangida pela Folha Andrequicé (SE.23-Z-A-I) afloram desde as unidades areno-pelíticas do Supergrupo Espinhaço aos depósitos rudíticos e sucessões pelito-carbonatadas a arenosas do Supergrupo São Francisco.

O Supergrupo Espinhaço é representado pela Formação Córrego dos Borges, que aflora ao longo do núcleo do Anticlinal do Bicudo, setor nordeste da folha. O Supergrupo São Francisco, por sua vez, engloba as sequências aqui atribuídas à Formação Jequitai e ao Grupo Bambuí. Este último é composto pelas formações Serra de Santa Helena, Lagoa do Jacaré, Serra da Saudade e Três Marias (Figuras 3.1 e 3.2). Embora não possa ser individualizado em mapa na escala de trabalho (1:100.000) o carbonato aflorante no setor sudoeste da Serra do Bicudo é correlacionado à formação basal do Grupo Bambuí, sendo descrito no tópico “Formação Sete Lagoas”.

O contato entre os supergrupos supracitados é entendido como de natureza erosiva, ao passo que o contato entre o a FM. Jequitai e o Grupo Bambuí (Fm. Sete Lagoas e Fm. Serra de Santa Helena) parece constituir, nos domínios da Folha Andrequicé (SE.23-Z-A-I), uma paraconformidade. Juntas, as unidades litoestratigráficas aflorantes, compõem um pacote de pouco mais de 2500 m de espessura, parcialmente deformado, exibindo, localmente, feições típicas do limite diagênese-metamorfismo, especialmente no setor leste da área de trabalho. Estruturas sedimentares, entretanto, ocorrem bem preservadas

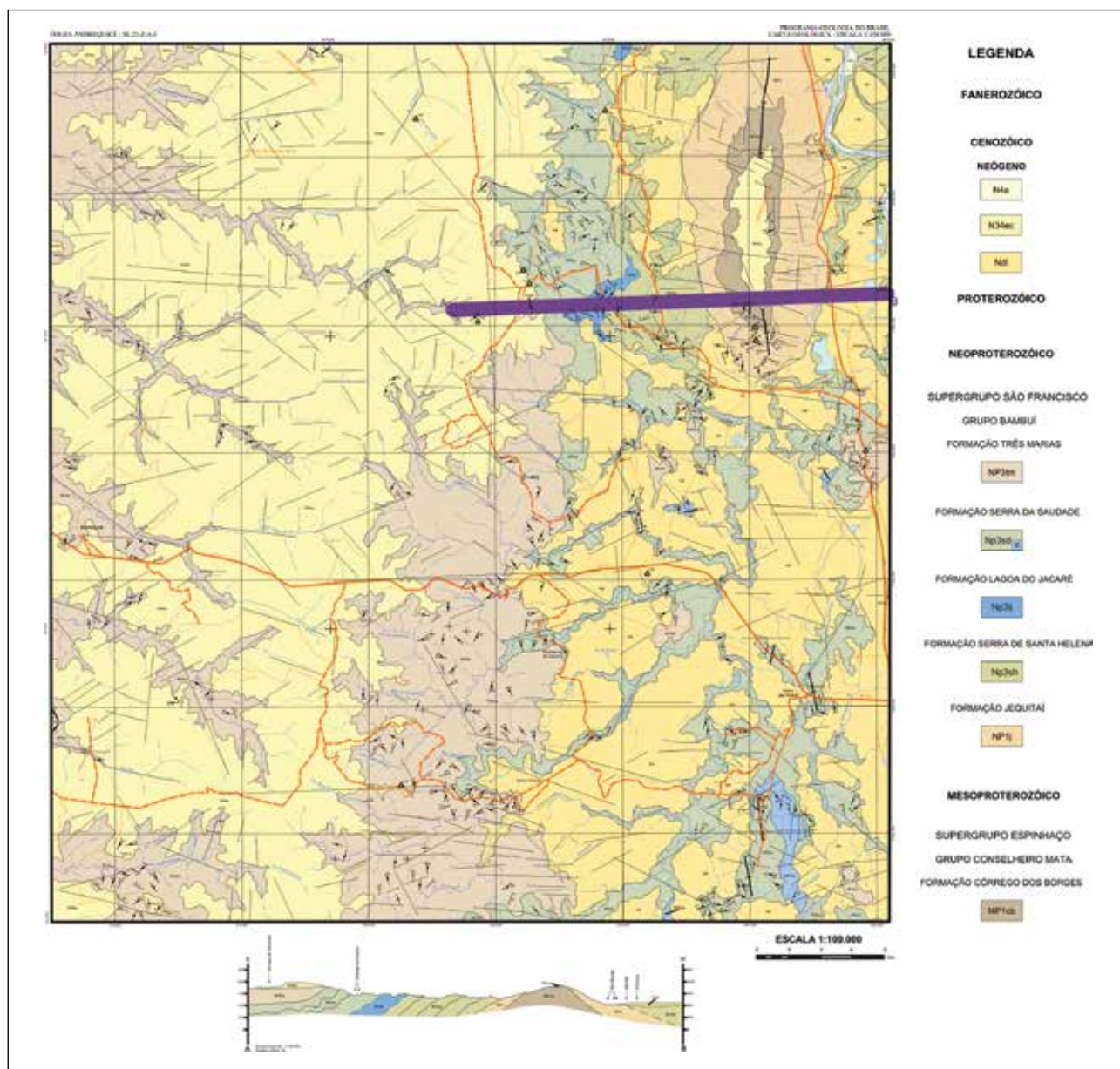


Figura 3.1 - Mapa e Perfil Geológico da Folha Andrequicé (SE.23-Z-A-I)

ao longo de toda seção estratigráfica, permitindo a descrição das sequências aflorantes segundo suas características deposicionais.

Essas unidades encontram-se, em grande parte, recobertas por sedimentos cenozoicos, os quais perfazem mais de 50% da área mapeada.

### 3.1 - SUPERGRUPO ESPINHAÇO

#### 3.1.1 - MPcb - Formação Córrego dos Borges

Os depósitos atribuídos a esta unidade afloram apenas no núcleo do Anticlinal do Bicudo, na

serra homônima. Embora não tenha sido observado o contato basal da formação, perfis indicam uma espessura mínima da ordem de 100 m.

É representada, predominantemente, por arenito fino a médio com estratificação tabular plano-paralela, cruzada de baixo ângulo, cruzada de base tangencial, *ripple marks*, dobras convolutas localizadas e laminação ondulada (Figura 3.3a). Tais rochas exibem-se, na grande maioria das vezes, esbranquiçadas, roxas ou beges, sendo descritos ainda, termos ferruginosos (Figura 3.3b) laminados e acinzentados.

Em lâmina, tais rochas mostram textura clástica e são compostas essencialmente por quartzo, que chega a perfazer mais de 90% dos litotipos (Figura

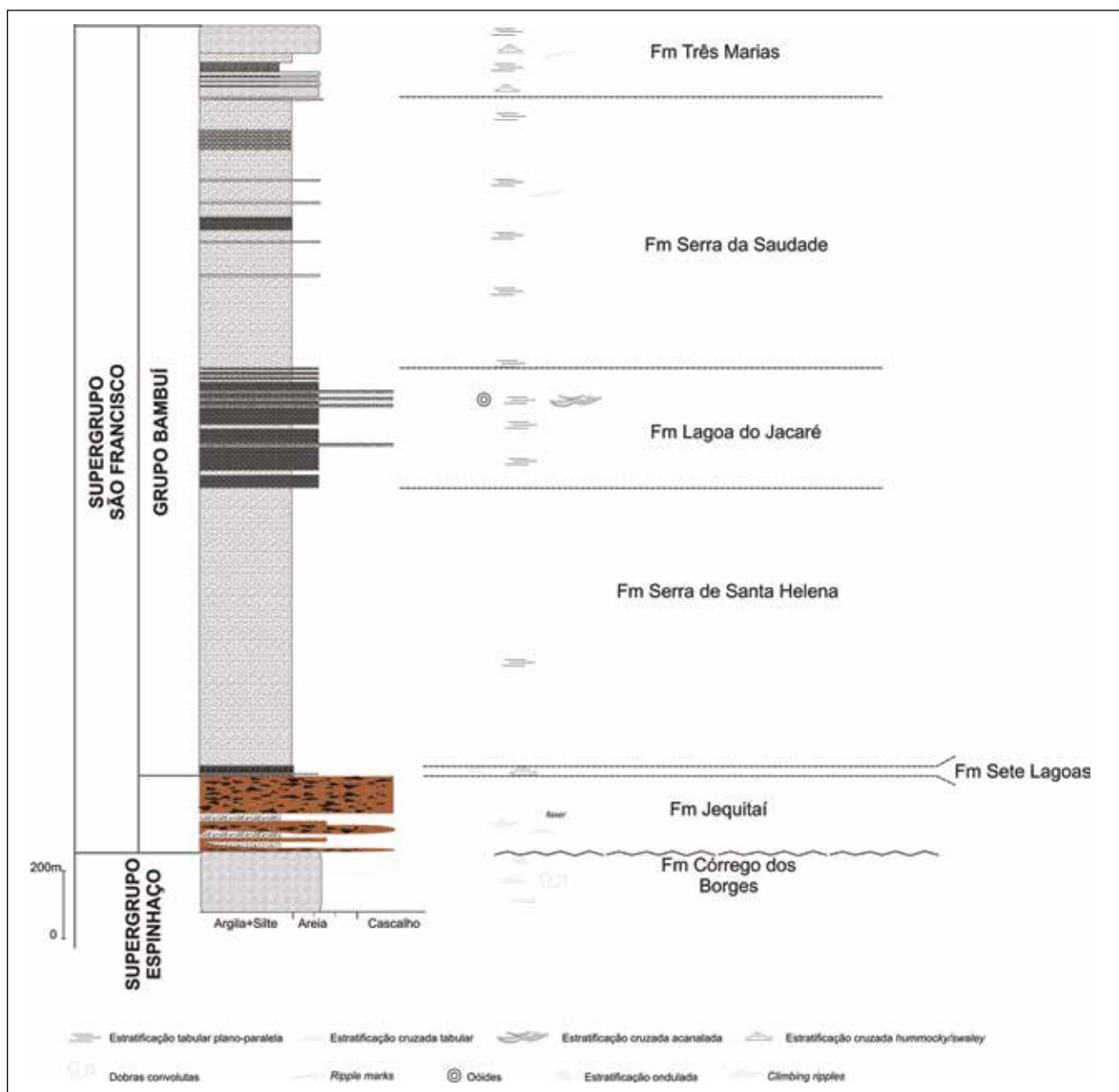


Figura 3.2 - Coluna estratigráfica simplificada da Folha Andrequicé (SE.23-Z-A-I)

3.4). Estes se mostram sub-angulosos a sub-arredondado e pouco esféricos a esféricos, muitas vezes envoltos por cimento silicoso (Figura 3.4). Subordinadamente, ocorrem fragmentos líticos, opacos argilominerais e, em casos raros, mica detrítica, zircão, turmalina e feldspato. Nos termos ferruginosos comumente os grãos de quartzo ocorrem cimentados por goethita e são associados a cristais de magnetita subédrica (Figura 3.5).

Lentes de brecha oligo a polimítica ocorrem de maneira localizada. Apresentam matriz silto-arenosa e arcabouço variando de grânulo a matacão, com clastos sub-angulosos a arredondados e compostos por arenito, quartzo de veio e pelitos laminados ou não (Figura 3.6).

Aparentemente, as unidades representam registros marinhos depositados em plataforma siliciclástica. As estruturas primárias e a assinatura sedimentológica dos litotipos denotam ambiente deposicional com energia moderada e influenciado por fluxos oscilatórios e unidirecionais. A associação entre *ripple marks* e dobras convolutas localizadas podem sugerir a influência de sub-ambientes deltaicos, enquanto a ocorrência de brechas oligo a polimíticas pode indicar a atuação subordinada de fluxos sub-aquosos altamente energéticos.

Idades U-Pb em zircões detríticos de arenito desta unidade mostram pico em torno de 1724Ma, com importantes concentrações de idades ao redor de 2030 e 1569Ma. Paralelamente, zircões



Figura 3.3 - a: Quartzito fino a médio exibindo ripple marks (UTM 547097E, 7995080N). b: Quartzito ferruginoso (UTM 545360E, 7998044N)

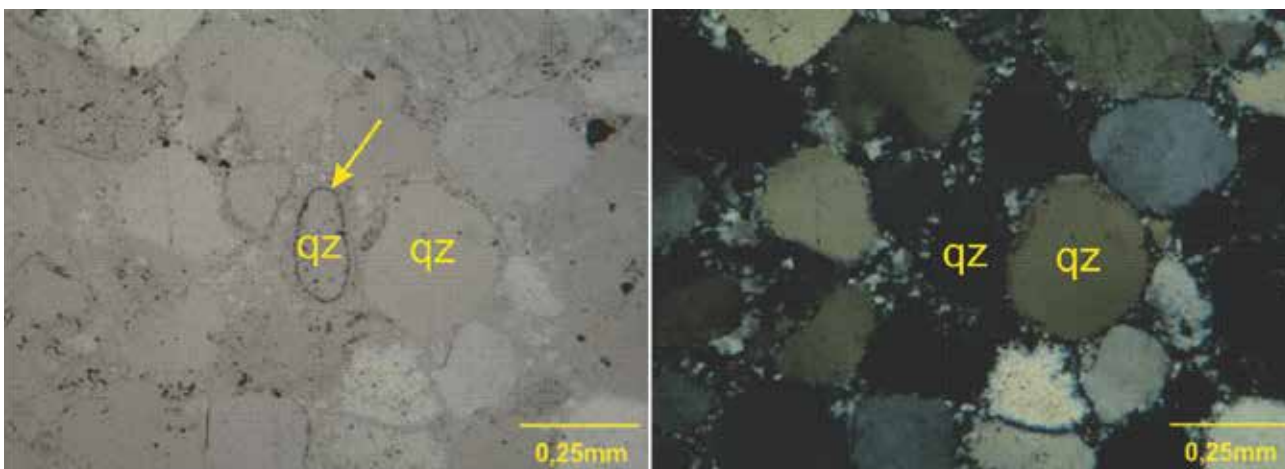


Figura 3.4 - Fotomicrografia de quartzito com cimento silicoso em volta do grão de quartzo (seta amarela). Luz transmitida nicóis paralelos à esquerda e nicóis cruzados à direita. Quartzo (qz) - UTM 543170E, 7993778N

mais jovens sugerem uma sedimentação posterior a 1295Ma para os depósitos silicilásticos desta formação (Figura 3.7).

### 3.2 - SUPERGRUPO SÃO FRANCISCO

#### 3.2.1 - NP1j - Formação Jequitai

As sucessões relacionadas a esta formação afloram, essencialmente, no setor nordeste da área mapeada, restringindo-se a exposições em torno da Serra do Bicudo. A unidade assenta-se discordantemente sobre os depósitos da Formação Córrego dos Borges e exibe espessura aproximada de pouco mais de 200 m.

Corresponde a uma sucessão pelito-arenosa que passa em direção ao topo a um espesso pacote de ruditos polimíticos. Em geral, estas unidades apresentam baixa maturidade (composicional e textural) e baixo grau de selecionamento.

Os ruditos correspondem, predominantemente a sucessões diamictíticas de matriz argilo-arenosa carbonática cinza a rosa-esbranquiçados. Tais rochas exibem arcabouço variando de grânulo a matacão, com clastos compostos por quartzito, quartzito de veio, metapelito, carbonato, granitoides, rocha ultramáfica e quartzito sericítico. Estes mesmos clastos variam de muito angulosos a arredondados, sendo descritas localmente, formas do tipo “ferro de engomar” (Figura 3.8). Embora aparente aspecto maciço, é possível observar em alguns pontos estratificações tabulares plano-para-

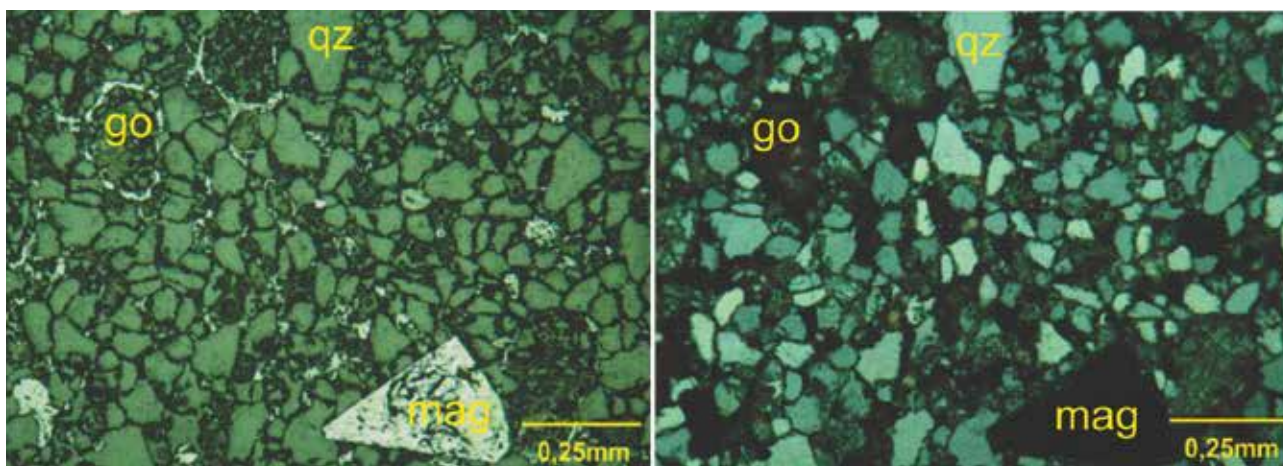


Figura 3.5 - Fotomicrografia de quartzito ferruginosos com destaque para o ferro presente na matriz (seta amarela). Luz transmitida nicóis paralelos à esquerda e nicóis cruzados à direita. Quartzito (qz), goethita (go), magnetita (mag) - UTM 545603E, 7996382N

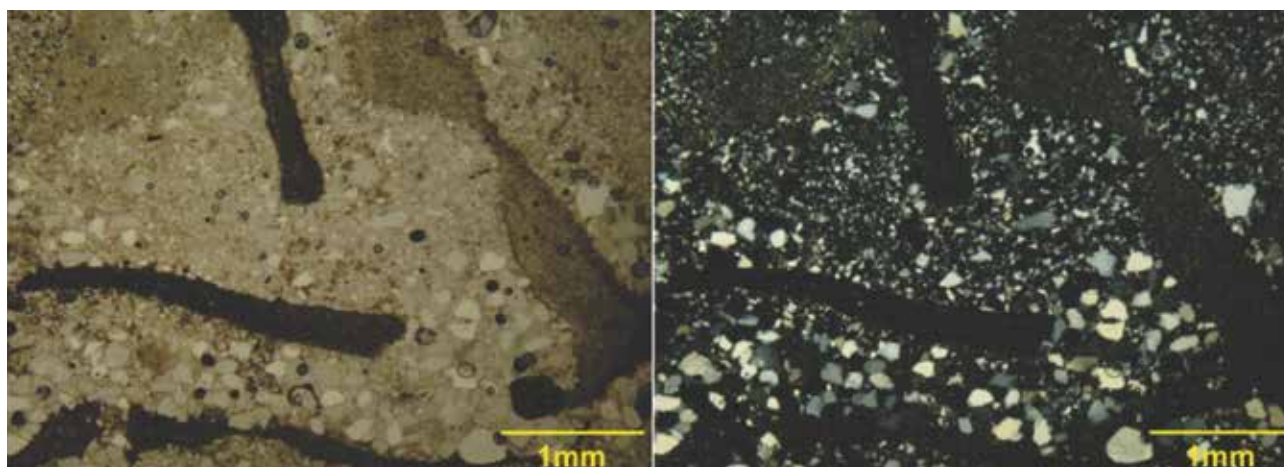


Figura 3.6 Fotomicrografia de metabrecha com clastos polimíticos alongados (cpe). Luz transmitida nicóis paralelos à esquerda e nicóis cruzados à direita - UTM 542000E, 7996414N

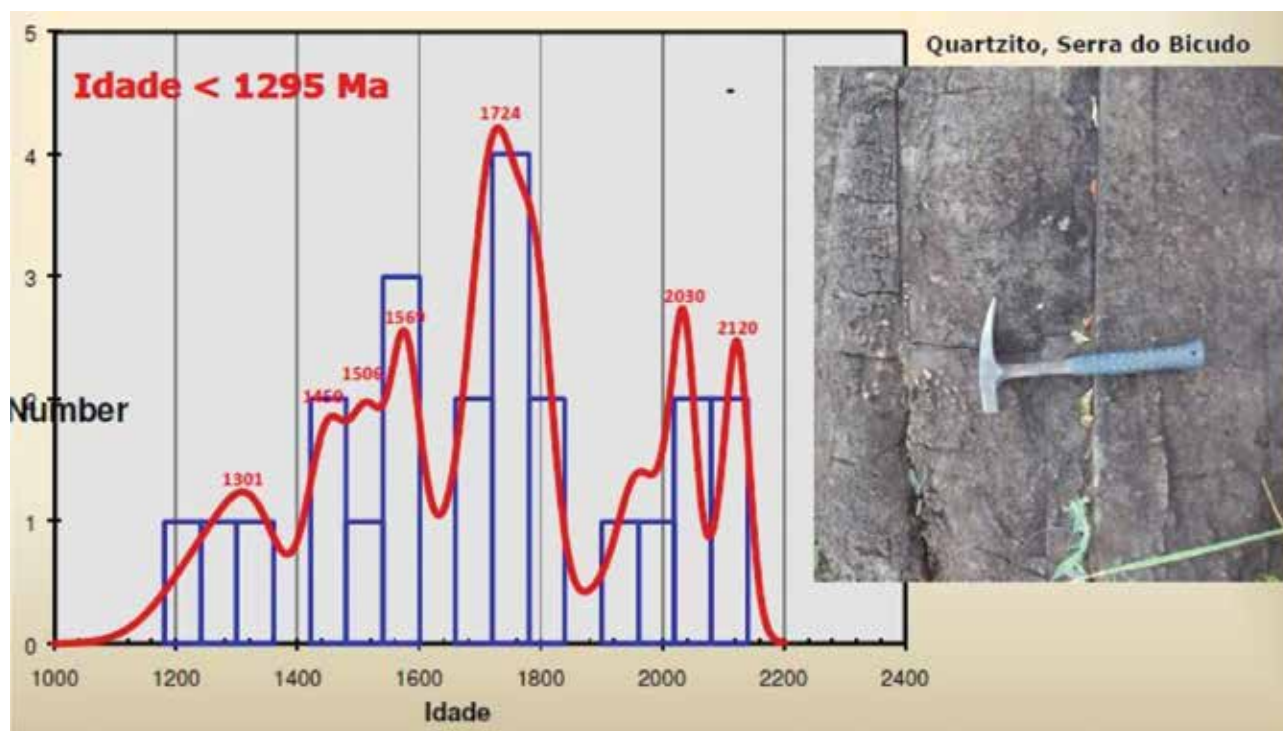


Figura 3.7 - Histograma mostrando espectro de idade U-Pb obtidas em zircões detriticos de quartzito da Formação Córrego dos Borges

lelas incipientes. Nas proximidades do distrito de Beltrão (UTM 548553E, 8003468N) o litotipo associa-se a siltito/argilito laminado amarelado.

Em lâmina delgada é possível reconhecer nos diamictitos uma matriz composta por até 40% de grãos arenosos de quartzo, associados a uma “massa” argilo-sericítica, bem como raros grãos de feldspato, clorita e biotita (Figura 3.9).

Ainda nesta formação, ocorrem arenito micáceo esbranquiçado, com estratificação tabular plano-paralela, cruzada de baixo ângulo e *ripple marks* e arenito conglomerático. Em lâmina, estes litotipos mostram textura clástica e são compostos por quartzo, argilominerais e fragmentos líticos e, subordinadamente, minerais opacos, mica, zircão, feldspato e turmalina (Figura 3.10).

No setor centro-sul da Serra do Bicudo (RD-1345, UTM 545189E, 7991687N) é descrita uma sucessão de ritmitos, pelito-arenosos, laminados roxos, com *climbing ripples* centimétricos e que passam, em direção ao topo, para um pacote de argilito siltoso com estruturas do tipo *linsen/wavy*, estratificações cruzadas tabulares e tangencias, bem como *climbing ripples*. Estas sucessões são recobertas por arenito médio-grosso estratificado e brecha matriz-suportada com arcabouço variando de grânulo a matacão, imersos em material argilo-arenoso. Ainda neste último, os clastos são compostos por quartzito, siltito maciço e quartzo de veio (Figura 3.11).



Figura 3.8 - Diamictido com clasto em forma “ferro de engomar” – UTM 547895E, 7994631N

Embora sejam descritos regionalmente como depósitos francamente glaciais (e.g.: Karfunkel & Hoppe 1988), no contexto da área de trabalho pelo menos parte dos sedimentos relacionados à Formação Jequitaí parece representar uma sucessão depositada em ambiente marinho plataforma. Neste contexto, a sucessão descrita no setor centro-sudoeste da Serra do Bicudo indicaria sub-ambiente transicional.

### 3.2.2 - Grupo Bambuí

Na área de trabalho o Grupo Bambuí corresponde a uma sucessão pelito-carbonatada a arenosa, com espessura estimada em torno de 2000 m. No âmbito da Folha Andrequicé (SE.23-Z-A-I), assenta-se sobre as unidades da Formação Jequitai, aparentemente, através de uma paraconformidade. Entretanto, em virtude deste mesmo contato ora ser marcado pela Formação Serra de Santa Helena e ora pela Formação Sete Lagoas (Ponto RD-1351, UTM 532605E 7992731N), uma discordância angular entre as duas unidades não é descartada.

#### NP2sl - Formação Sete Lagoas

Embora não seja mapeável na escala de trabalho, foi descrito, em um ponto no setor sudoeste da Serra do Bicudo, carbonato correlacionável a esta formação (UTM543334 E, 7989695 N). Nesta localidade, o carbonato assenta-se diretamente sobre o diamictito da Formação Jequitai e corresponde a uma sucessão de calcilitos/calcissiltitos cinza-amarronzados, geralmente intercalados por camadas centimétricas margosas verdes. Sua espessura aflorante não ultrapassa 25 m, sendo comumente associado a laminações onduladas, ripples simétricos (e laminações truncantes relacionadas). Próximo à base desta sucessão foi descrita

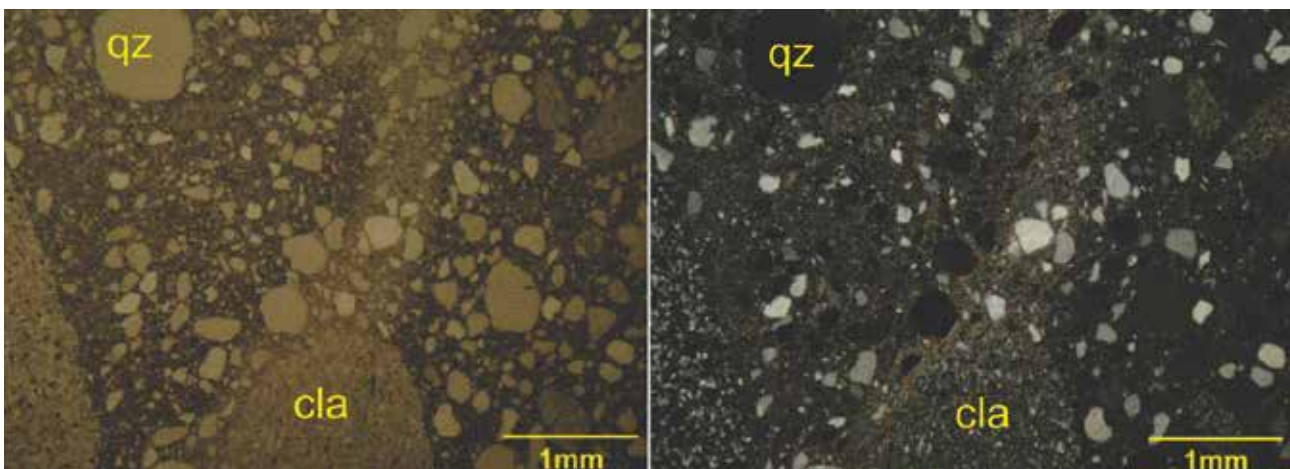


Figura 3.9 - Fotomicrografia de diamictito polimítico com matriz de quartzo (qz) e massa de argilominerais e sericita e clastos (cla). Luz transmitida nicóis paralelos à esquerda e nicóis cruzados à direita - UTM 547421E, 7995023N

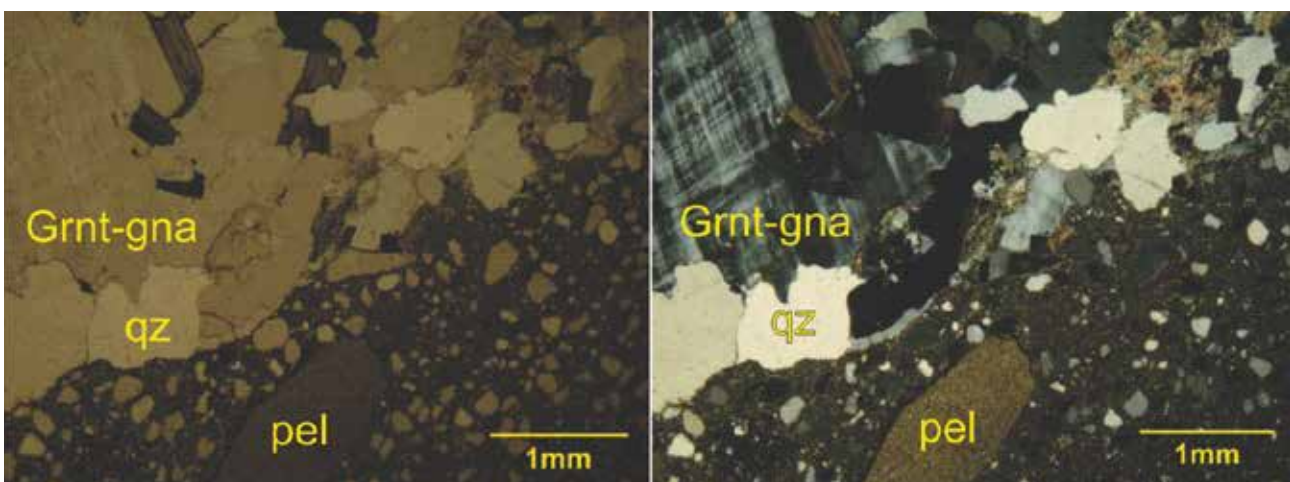


Figura 3.10 - Fotomicrografia de diamictito polimítico com clastos de quartzo (qz), rocha granito-gnaíssica (Grnt-gna) e pelito (Pel). Luz transmitida



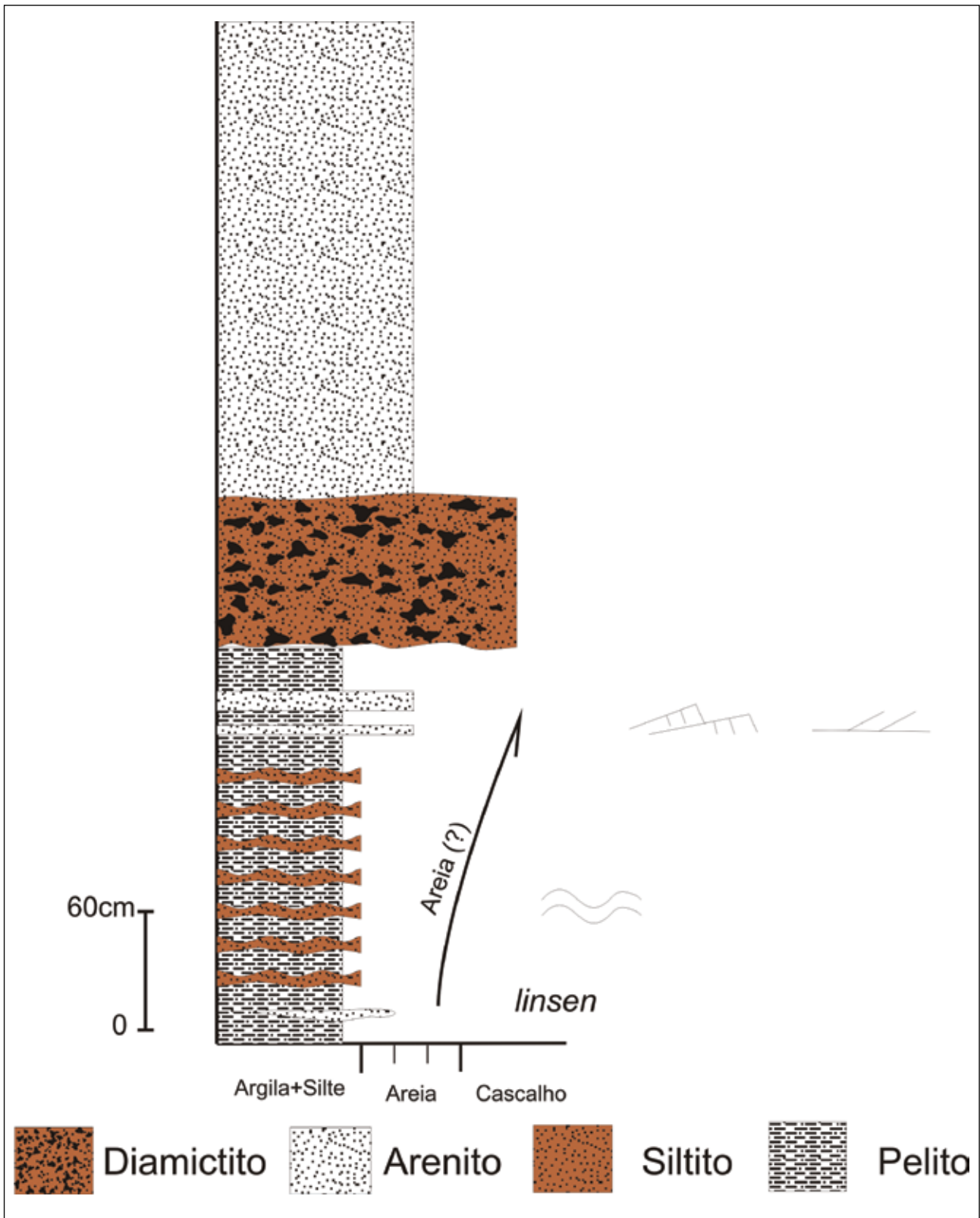


Figura 3.11 - Coluna estratigráfica de detalhe levantada no setor centro-sudoeste da Serra do Bicudo, Formação Jequitai (RD-1345, UTM 545189E, 7991687N)

camada de dolarenito fino cinza com estratificações cruzadas *hummocky* (Figura 3.12).

Em lâminas petrográficas as porções calcilutíticas exibem em sua mineralogia principal calcita, argilominerais e quartzo, com raras ocorrências de clorita e mica branca. São frequentemente observados estilólitos e vênulas calcíticas (Figura 3.13).

#### *NP3sh - Formação Serra de Santa Helena*

As unidades atribuídas a esta formação afloram apenas no setor nordeste da Folha Andrequicé (SE.23-Z-A-I), nos entornos da Serra do Bicudo. Embora ocorra, em grande parte, coberta por coberturas cenozoicas, a análise em mapa mostra a unidade assentada diretamente sobre as sucessões da Formação Jequitai (Figura 3.1). No setor sudoeste da Serra do Bicudo, a unidade ocorre sobre os depósitos carbonáticos da Formação Sete Lagoas.

Corresponde essencialmente a argilitos e siltitos laminados, localmente arenosos (RD-1186, UTM 537147E, 7991897N), e que variam entre tons amarelados, roxos e róseos quando alterados. Quando frescos estes litotipos ocorrem cinza a cinza-esverdeados. Embora as principais estruturas sedimentares sejam laminações tabulares plano-paralelas, em um ponto foram descritas marcas onduladas simétricas, associadas a siltito argiloso com pirita dispersa (SR-758, UTM 549748E, 7995638N). Em sua mineralogia predominam argilominerais, quartzo e, por vezes, mica detrítica (Figura 3.14).

Idades U-Pb em zircões detríticos de arenitos desta unidade mostram pico em torno de 652Ma, denotando sedimentação criogeniana a mais jovem para esta formação e demais unidades superiores do Grupo Bambuí. Ocorrem ainda, expressivas concentrações de idades ao redor de 2832, 1033 e 846Ma (Figura 3.15).

#### *NP3lj - Formação Lagoa do Jacaré*

A unidade aflora descontinuamente no quadrante nordeste da folha e, conforme sua distribuição em mapa, não ultrapassa os 300 m de espessura. Os sedimentos atribuídos a esta formação assentam-se diretamente sobre os depósitos da Formação Serra de Santa Helena, em um contato concordante.

Correspondem a uma sucessão de carbonatos de retrabalhamento, localmente intercalados por termos terrígenos finos. Ocorrem calcarenitos, calcilutitos, calcirruditos (oolíticos ou não) cinzentos, por vezes intercalados por siltitos e argilitos micáceos e amarelos, quando alterados (Ponto RD 1349, UTM 534335E, 7993816N). Aparentemente, em direção ao topo passam a predominar as frações terrígenas.

Conforme uma descrição de poço artesiano a oeste da Serra do Bicudo (Figura 3.16), a ocorrência de feições cársticas em sub-superfície é comum.

As principais estruturas sedimentares são estratificações e laminações plano-paralelas e cruzadas tabulares. Estratificações cruzadas acanaladas e de base tangencial ocorrem localizadas, geralmente exibindo porte centi a decimétrico (Figura 3.17).

As porções francamente carbonáticas tendem a ser constituídas quase que exclusivamente por calcita, ao passo que os termos pelíticos exibem em sua composição mais de 80% de argilominerais e quartzo, com quantidades subordinadas de micas e óxidos (Lâmina RD-1351).

Ao norte da região do Muquém (limite com a Folha Várzea da Palma SE.23-X-C-IV), são descritos calcarenitos finos a médios laminados/estratificados, frequentemente intercalados por camadas centimétricas a métricas de calcirrudito. Os litotipos variam de cinza-claros a cinza-escuros, sendo que as frações rudíticas comumente apresentam matriz arenosa, recristalizada ou não, porções ooidais e arcabouço com intraclastos variando de grânulo a seixo, compostos por calcilutito e orientados segundo o acamadamento. Nesta mesma seção, os termos carbonáticos passam gradualmente em direção ao topo para pelitos e arenitos finos laminados da Formação Serra da Saudade.

#### *NP3sd - Formação Serra da Saudade*

Os sedimentos da Formação Serra da Saudade afloram ao longo de quase toda porção oriental da Folha Andrequicé (SE.23-Z-A-I). A formação exhibe espessura aproximada de 800 m e assenta-se, ora sobre os sedimentos da Formação Serra de Santa Helena, ora sobre a sucessão pelito-carbonática da Formação Lagoa do Jacaré, com a qual o contato é, aparentemente, de natureza gradacional.

Predominam argilitos e siltitos micáceos, que variam entre tons amarelados e rosados, quando alterados, e cinza-esverdeados, quando frescos (Figura 3.18). Estas rochas comumente exibem laminações tabulares plano-paralelas, bem como cruzadas tabulares centi a decimétricas e *ripple marks* levemente assimétricas localizadas. Associadas a estas litologias foram descritas, a sudoeste da região de Retiro das Pedras, lentes decimétricas de folhelho carbonoso negro intercaladas em argilitos laminados (UTM 543793E, 7961747N), além de lâminas carbonáticas e seções com pirita e fluorita.

Subordinadamente ocorrem arenitos finos a muito finos, os quais podem exibir lâminas argilosas e/ou estar intercalados em ritmitos silto-argilosos. Quando frescas estas rochas são cinza ou verde-es-

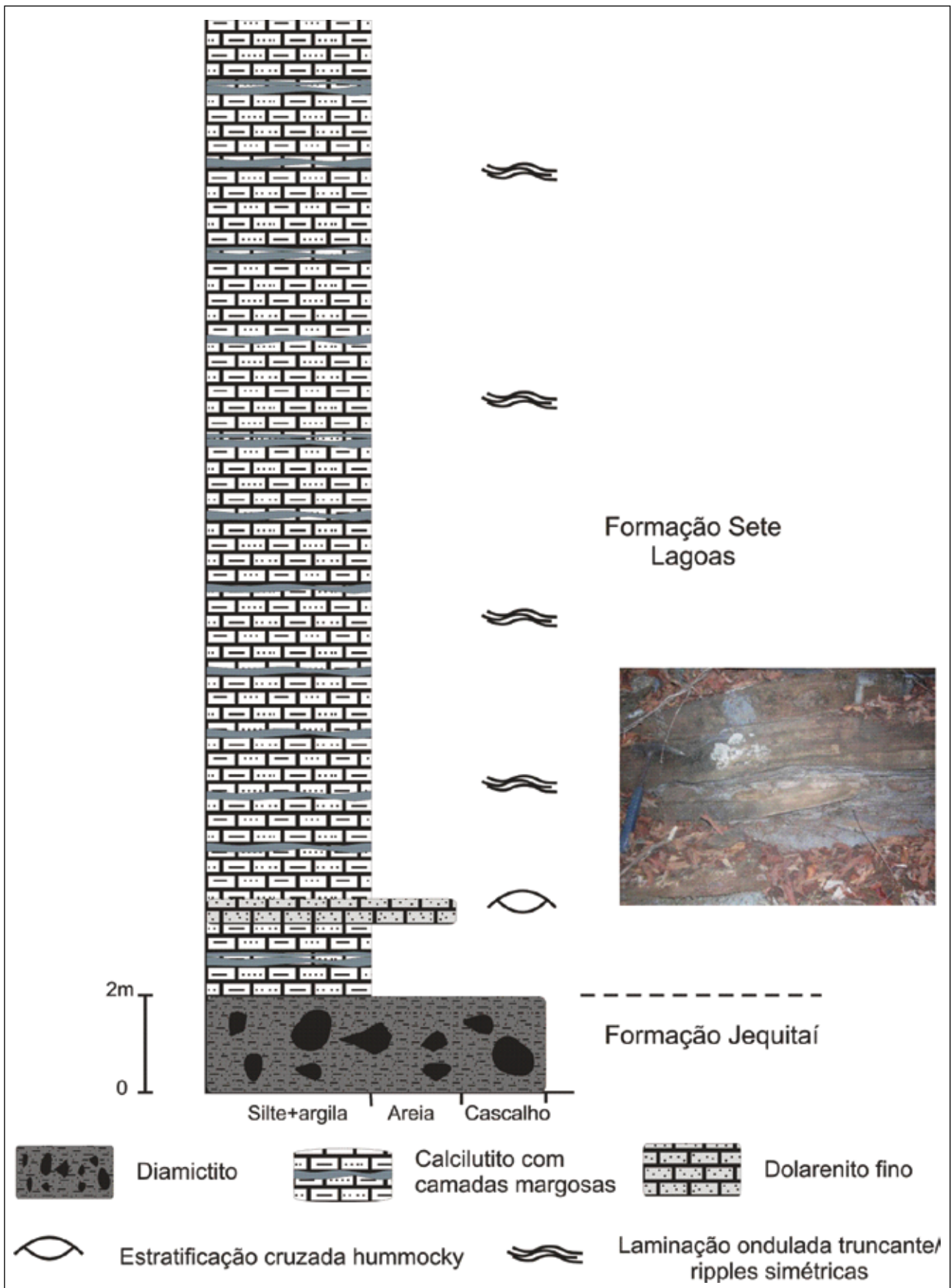


Figura 3.12 - Coluna estratigráfica dos carbonatos da Formação Sete Lagoas e sua relação com os diamictitos da Formação Jequitai, setor sudoeste da Serra do Bicudo (UTM 543334 E, 7989695 N)



Figura 3.13 - Fotomicrografia de rocha carbonática com vênulas de calcita (calc) e estilólitos. Luz transmitida nicóis cruzados - UTM 543334E, 7989695N



Figura 3.14 - Pelito alterado em corte de estrada (RD-1218, UTM 534674E, 7994133N)

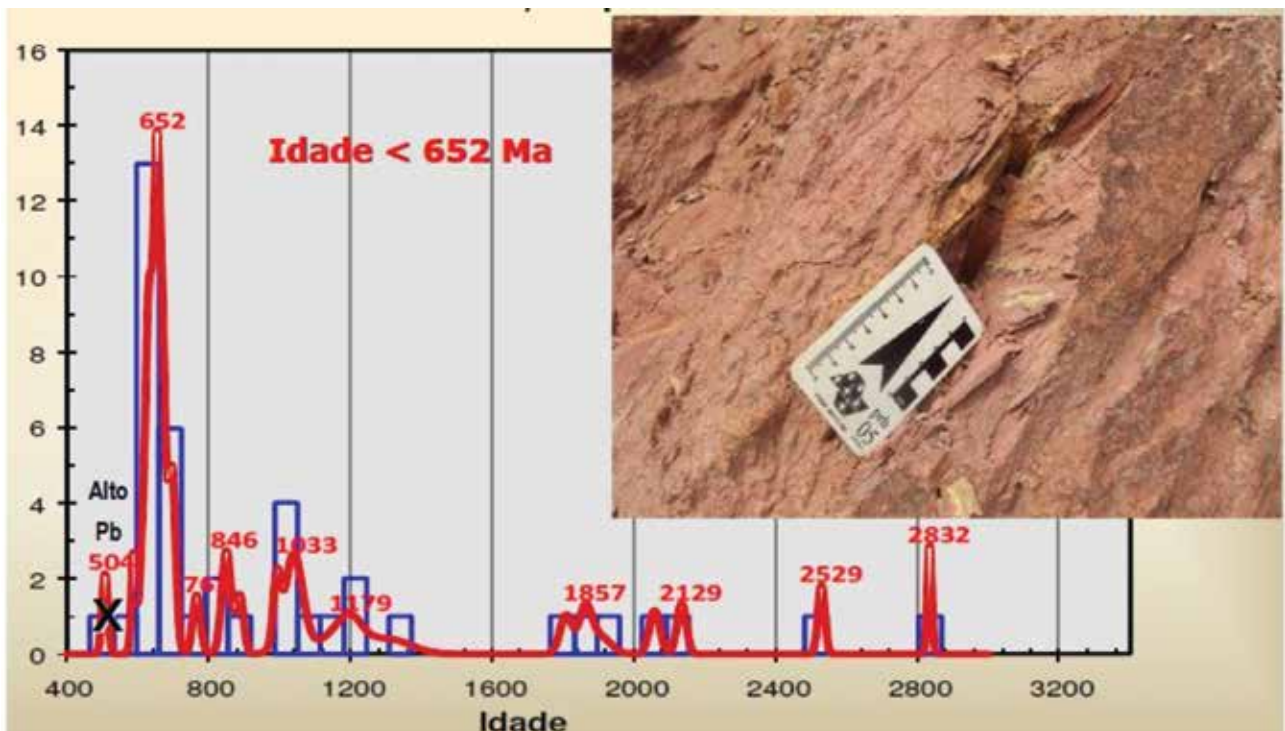


Figura 3.15 - Histograma mostrando espectro de idade U-Pb obtidas em zircões detríticos de arenito da Formação Serra de Santa Helena, a direita

### Perfil Geológico e Construtivo

<b>CLIENTE:</b> Geci Dias de Paiva	<b>POÇO Nº:</b> 062/01
<b>LOCAL DA OBRA:</b> Fazenda Covinhas	<b>CONTRATO:</b> 062/01 SP II
<b>MUNICÍPIO:</b> Corinto - MG	<b>DATA:</b> 06/08/01

CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS	M	PERFIL	M	CARACTERÍSTICAS DO POÇO
<b>0,00 - 1,50 m</b>	0		0	
Solo areno - argiloso de coloração cinzenta com alguma contribuição de matéria orgânica.	1,75		1,75	<b>Data de início:</b> 13/07/01
	3,50		3,50	<b>Data do término:</b> 03/08/01
	5,25		5,25	
	7,00		7,00	<b>Profundidade:</b>
	8,75		8,75	<b>70,00 m.</b>
<b>1,50 - 4,50 m</b>	10,50		10,50	
Argila amarelada contendo passagens de argila arenosa.	12,25		12,25	<b>Perfuração em camadas aluvionares:</b>
	14,00		14,00	<b>4,50 m.</b>
	15,75		15,75	<b>Perfuração rocha alterada:</b>
	17,50		17,50	<b>2,00 m.</b>
	19,25		19,25	<b>Perfuração rocha sã:</b>
<b>4,50 - 6,50 m</b>	21,00		21,00	<b>63,50 m.</b>
Rocha pelítica alterada de coloração cinza clara alternando com passagens de rocha sã.	22,75		22,75	<b>Tubos de revestimento:</b>
	24,50		24,50	<b>4,50 m.</b>
	26,25		26,25	<b>Filtros utilizados:</b>
	28,00		28,00	<b>2,00 m.</b>
	29,75		29,75	<b>Entrada de água:</b>
<b>6,50 - 70,00 m</b>	31,50		31,50	<b>8,25,37,45,63 m.</b>
Rocha pelítica - carbonatada, compacta, de coloração cinza clara passando a cinza escura / preta nos níveis mais ricos em calcário. Nos níveis onde o calcário está mais puro, ocorre carstificação ( formação de cavernas) bastante desenvolvida.	33,25		33,25	<b>Diâmetro inicial: 12 "</b>
	35,00		35,00	<b>Diâmetro final: 6 "</b>
	36,75		36,75	<b>Nível estático:</b>
	38,50		38,50	<b>4,00 m.</b>
	40,25		40,25	<b>Nível dinâmico:</b>
	42,00		42,00	<b>10,00 m.</b>
	43,75		43,75	<b>Vazão de teste:</b>
	45,50		45,50	<b>19.800 l/h.</b>
	47,25		47,25	<b>Profundidade do injetor:</b>
	49,00		49,00	<b>68,00 m.</b>
50,75		50,75	<b>Equipamento utilizado:</b>	
52,50		52,50	<b>Compressor 40 PCM</b>	
54,25		54,25		
56,00		56,00		
57,75		57,75		
59,50		59,50		
61,25		61,25		
63,00		63,00		
64,75		64,75		
66,50		66,50		
68,25		68,25		
70,00		70,00		

Este pacote rochoso representa a Formação Paraopeba do Grupo Bambuí na região.


  
**Reginaldo L. Souza Ferreira.**  
 Geólogo - CREA 43.242/D

Figura 3.16 - Descrição de poço artesiano perfurado na Fazenda Covinhas (a SW da Serra do Bicudo) mostrando a relação entre os carbonatos e pelitos da Formação Lagoa do Jacaré. Gentilmente cedido por Geci Dias de Paiva



Figura 3.17 - Rocha carbonática com estratificação cruzada de base tangencial (a) e plano-paralela (b) – UTM 534335E, 7993816N

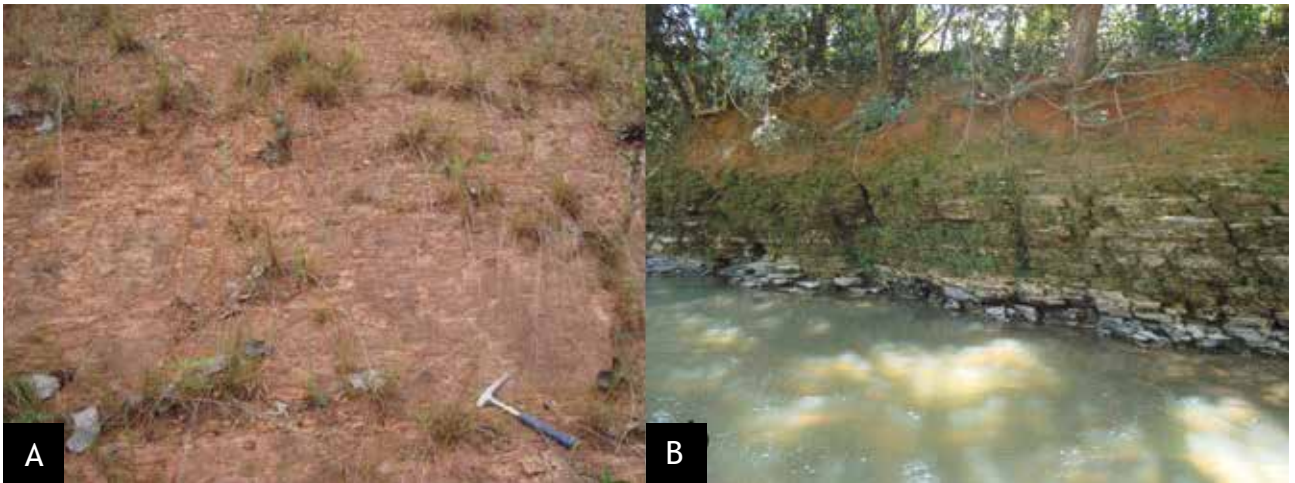


Figura 3.18 Siltito micáceo alterado (a, UTM 543247E, 7962431N) e fresco (b, UTM 534890E, 7987044N)

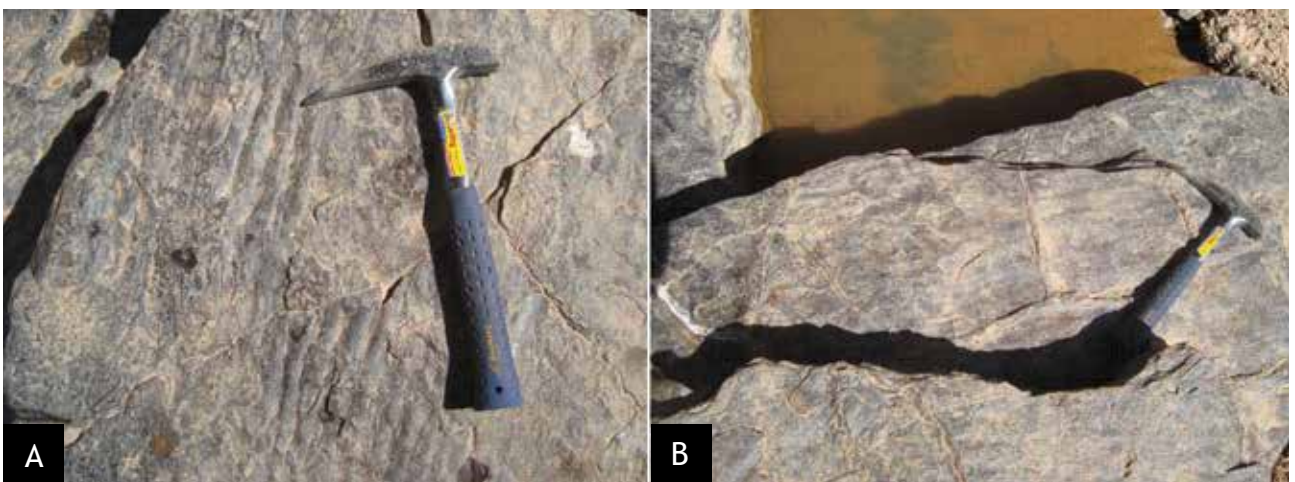


Figura 3.19 - Arenito fino mostrando estruturas sedimentares no Rio Bicudo (UTM 542010E, 7975737N)

curas, sendo relacionadas a estratificações tabulares plano-paralelas, cruzadas de baixo ângulo e *ripple marks* (Figura 3.19). Em lâmina, este litotipos exibem em sua composição principal quartzo, argilominerais, mica detrítica e pequenas quantidades de minerais opacos (Figura 3.20). Conforme alguns perfis, os termos psamíticos tendem a aumentar gradualmente em direção ao topo da unidade.

#### NP3sd (c) – calcário

Em direção ao topo dessa formação foram identificadas camadas carbonáticas cujos corpos afloram, principalmente, no setor sudeste da Folha Andrequicé (SE.23-Z-A-I), com algumas ocorrências descontínuas a oeste do distrito de Contria (Figuras 3.1 e 3.2). Tais corpos exibem extensões quilométricas em mapa, não ultrapassando os 50 m de espessura. As exposições a sul do Retiro das Pedras parecem associar-se a uma grande estrutura sinformal suave com eixo orientado em torno da direção N-S.

A sub-unidade é representada por calcilutitos e calcissiltitos/calcarenitos finos, avermelhados a cinza-escuros, quando frescos. Comumente estas rochas exibem estratificações/laminações plano-paralelas, sendo localmente intercaladas por pelitos laminados. Porções pelíticas margosas e dolomitizadas com pirita dispersa ocorrem de maneira subordinada.

Em lâminas petrográficas os calcários ocorrem muito recristalizados, o que geralmente é responsável por obliterar grande parte das estruturas e texturas primárias das rochas. São descritas ainda feições de dissolução paralelas ao acamamento (Figura 3.21).

#### NP3tm - Formação Três Marias

As unidades atribuídas a esta formação afloram em grande parte do setor oeste da folha mapeada, especialmente nas regiões de topografia mais elevada. Neste setor, os depósitos compõem uma grande estrutura homoclinal com mergulho suave

para oeste. Conforme os dados de campo, a unidade exhibe espessura máxima em torno de 200 m e contato de natureza gradacional com os sedimentos da Formação Serra da Saudade.

A formação é composta, predominantemente, por arenitos finos e siltitos micáceos, arenitos arcoseanos/arcóseos e ritmito areno-pelíticos, os quais variam de rosados a acinzentados quando alterados, sendo roxos, esverdeados e avermelhados, quando frescos. Comumente, as frações psamíticas ocorrem intercaladas por filmes argilosos, além de exibirem matriz carbonática, bem como pirita e óxidos dispersos.

Estas rochas exibem estratificações tabulares plano-paralelas, cruzadas, cruzadas de base tangencial, *hummocky/swaley*, marcas onduladas e, localmente, dobras convolutas de porte centi a decimétrico (Figura 3.22). Embora relativamente raras, lineações de partição e marcas de objetos são feições primárias associadas a esta unidade.

Nos arredores da localidade de Santo Antônio, camadas de arcóseo médio a grosso muito micáceo associam-se a seções métricas a decimétricas de paraconglomerados intraformacionais. Os ruditos exibem geralmente grânulos e seixos de pelito e arenito emersos em matriz arenosa (UTM 529859E, 7966012N).

Lentes carbonáticas de porte centimétrico e associadas a *ripple marks* e laminações cruzadas são descritas em meio a arenito fino no Ribeirão Extrema Grande (UTM 505171E, 7957733N).

Em lâminas petrográficas os termos psamíticos comumente exibem grãos de quartzo, mica, argilominerais, feldspato e minerais opacos em quantidade variáveis. Os grãos geralmente são angulosos a sub-angulosos e imersos em matriz argilosa a carbonática. Frequentemente, os feldspatos ocorrem alterados para sericita.

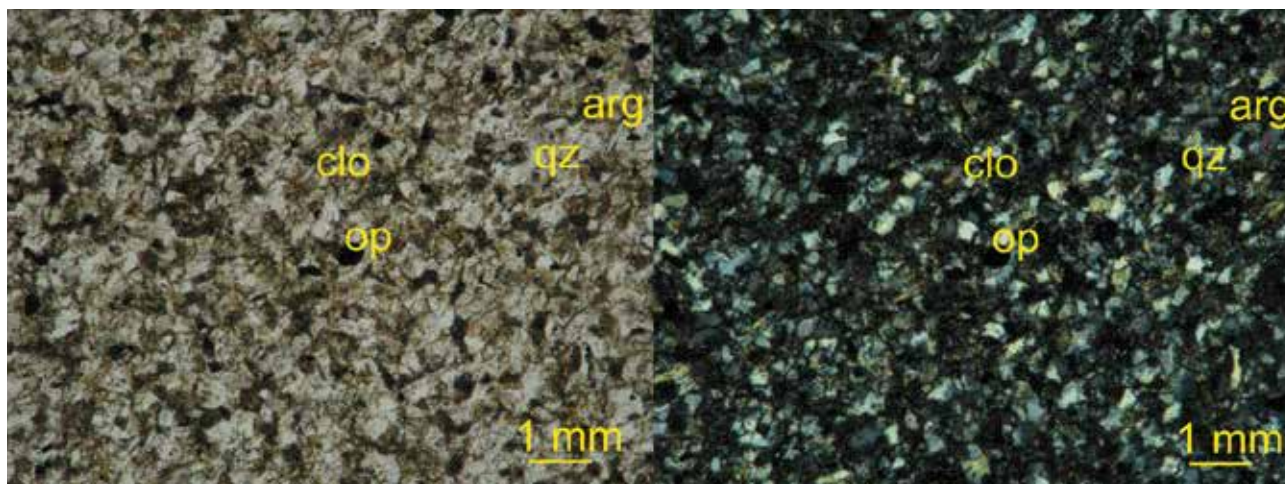


Figura 3.20 - Fotomicrografia de arenito fino impuro. Luz transmitida nicóis paralelos à esquerda e nicóis cruzados à direita. Quartzo (qz), argilominerais (arg), clorita (clo) e opacos (op)- UTM 546799E, 7967462N

### 3.3 - COBERTURAS CENOZOICAS

Coberturas recentes recobrem indistintamente as unidades pré-cambrianas dos supergrupos Espinhaço e São Francisco. Representam mais de 50% da área mapeada e podem ser individualizadas em três tipos diferentes: *Coberturas eluvionares detrito-lateríticas (Ndl)*, aflorantes ao longo das baixadas e regiões de relevo mais arrasado, *Depósitos eluviais e coluviais (N34ec)*, que ocorrem em regiões topograficamente elevadas e os *Depósitos aluvionares (N4a)*, localizados ao longo da calha do Rio das Velhas (Figura 3.1).

#### 3.3.1 - Coberturas eluvionares detrito-lateríticas (Ndl)

Distribuem-se ao longo das baixadas e terrenos topograficamente mais arrasados, especialmente no setor leste da Folha Andrequicé (SE.23-Z-A-I). Predominam sedimentos argiloso-arenosos e latossolos avermelhados, sendo localmente associados a depósitos coluvionares areno-rudíticos e argilosos. Estes correspondem, muitas vezes, a cascalheiras quartzosas e paleocanais escavados sobre os sedimentos neoproterozóicos subjacentes (Figura 3.23).

Sobre estes depósitos frequentemente ocorrem leitos cascalhosos lateríticos e de composição quartzo-ferrugionosa.

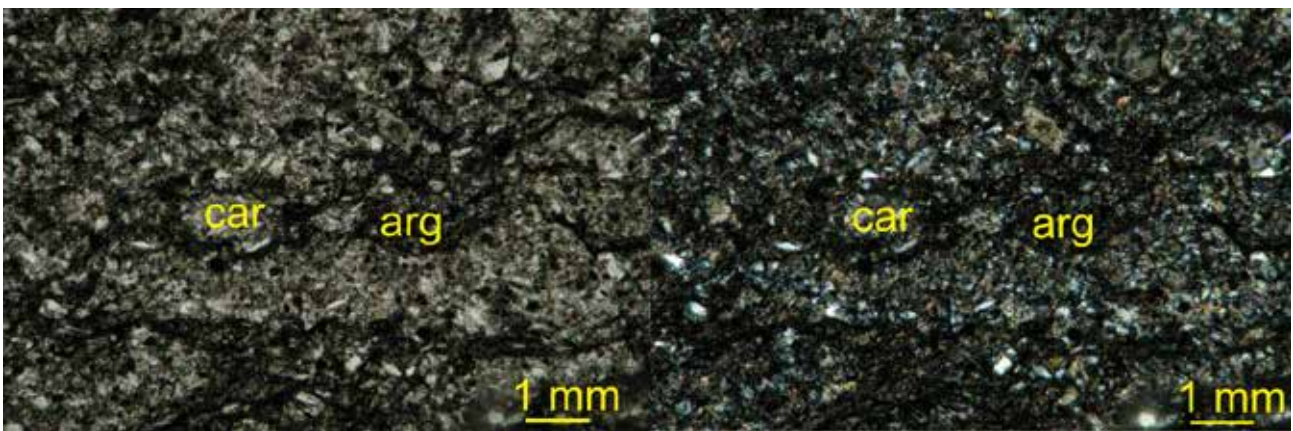


Figura 3.21 - Fotomicrografia de rocha carbonática recristalizada. Luz transmitida nicóis paralelos à esquerda e nicóis cruzados à direita. Carbonato (car), argilominerais (arg) - UTM 546864E, 7961479N



Figura 3.22 - Afloramento de arenito arcoseano com estratificação do tipo hummocky – UTM 550917E, 7985453N



### 3.3.2 - Depósitos eluviais e coluviais (N34ec)

Estes depósitos ocorrem sobre as regiões topograficamente elevadas, nos setores oeste e nordeste (Serra do Bicudo) da área de trabalho. Correspondem a depósitos predominantemente quartzo-arenosos avermelhados a amarelados, com grãos finos a médios, (sub) arredondados e esféricos. Atingem espessuras em torno de 3 m e ocorrem, geralmente, sobre as unidades das formações Três Marias e Córrego dos Borges, onde constituem o substrato de grandes plantações de eucalipto (Figura 3.24).

Muitas vezes, os sedimentos desta unidade apresentam grãos de óxidos dispersos e ocorrem relacionados a capas lateríticas ferruginosas e depósitos coluvionares areno-rudífticos.

### 3.3.3 - Depósitos aluvionares (N4a)

Depósitos aluvionares não apresentam grande expressividade nos domínios da Folha Andrequicé (SE.23-Z-A-I), restringindo-se apenas à calha do Rio das Velhas, extremo nordeste da área de trabalho. Neste setor, representam sucessões arenosas pouco espessas e, por vezes, estratificadas.



Figura 3.23 Cobertura laterítica quartzosa (a) e cobertura quartzosa (b)

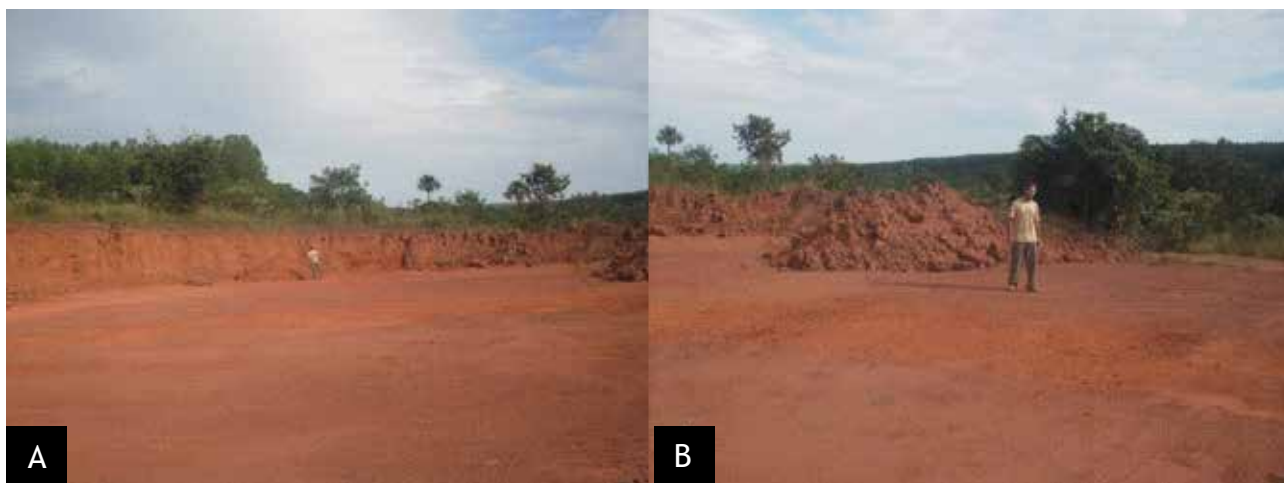


Figura 3.24 - Cobertura quartzo-arenosa avermelhada laterizada – UTM 529806E, 7995554N



## 4 – GEOLOGIA ESTRUTURAL

Integrando o limite entre os compartimentos estruturais Oeste e Central da Bacia do São Francisco (*sensu* Alkmim *et al.* 1993), dados superficiais, sísmico e geofísicos potenciais permitem distinguir dois grandes conjuntos de estrutura na área abrangida pela Folha Andrequicé (SE.23-Z-A-I). O primeiro corresponde a estruturas profundas que envolvem o embasamento e parte das sucessões pré-cambrianas não aflorantes. O segundo conjunto é observado em superfície e envolve as sequências dos supergrupos Espinhaço e São Francisco mapeadas. Parte destas estruturas, por vezes, relaciona-se diretamente a inversão de elementos tectônicos do primeiro conjunto.

### 4.1 - ESTRUTURAS DO EMBASAMENTO

A região mapeada insere-se em um grande alto estrutural do embasamento que se distribui ao longo de todo o setor centro-sul da Bacia do São Francisco (Reis 2011). Conforme a análise de mapas gravimétricos, este alto estrutural é limitado, a norte, pelo denominado Aulacógeno de Pirapora (Alkmim *et al.* 2007) e, a oeste, por um grande baixo estrutural que se distribui em torno da direção

N-S na região de Presidente Olegário-MG (Figura 4.1a). Quando analisado Mapa da Amplitude do Sinal Analítico nos domínios da área de trabalho, anomalias positivas parecem indicar embasamento magnético mais raso, especialmente no setor norte da folha (Figura 4.1b).

Em seções sísmicas, são observadas falhas profundas de caráter distensional, responsáveis pelo controle deposicional de seção pré-cambriana não aflorante. Estas estruturas ocorrem parcialmente invertidas e orientam-se, aparentemente, em torno da direção N-S. A inversão positiva de alguns destes elementos pode ser evidenciada em superfície através de grandes dobras de propagação de falha com eixo N-S, como é o caso do Braquianticlinal do Bicudo (Figura 4.2).

### 4.2 - ARCABOUÇO ESTRUTURAL DAS ROCHAS DOS SUPERGRUPOS ESPINHAÇO E SÃO FRANCISCO

Conforme os levantamentos de superfície, a Folha Andrequicé (SE.23-Z-A-I) pode ser dividida em dois domínios estruturais distintos: O Domínio Leste, deformado, e o Domínio Oeste, indeformado (Figura 4.3).

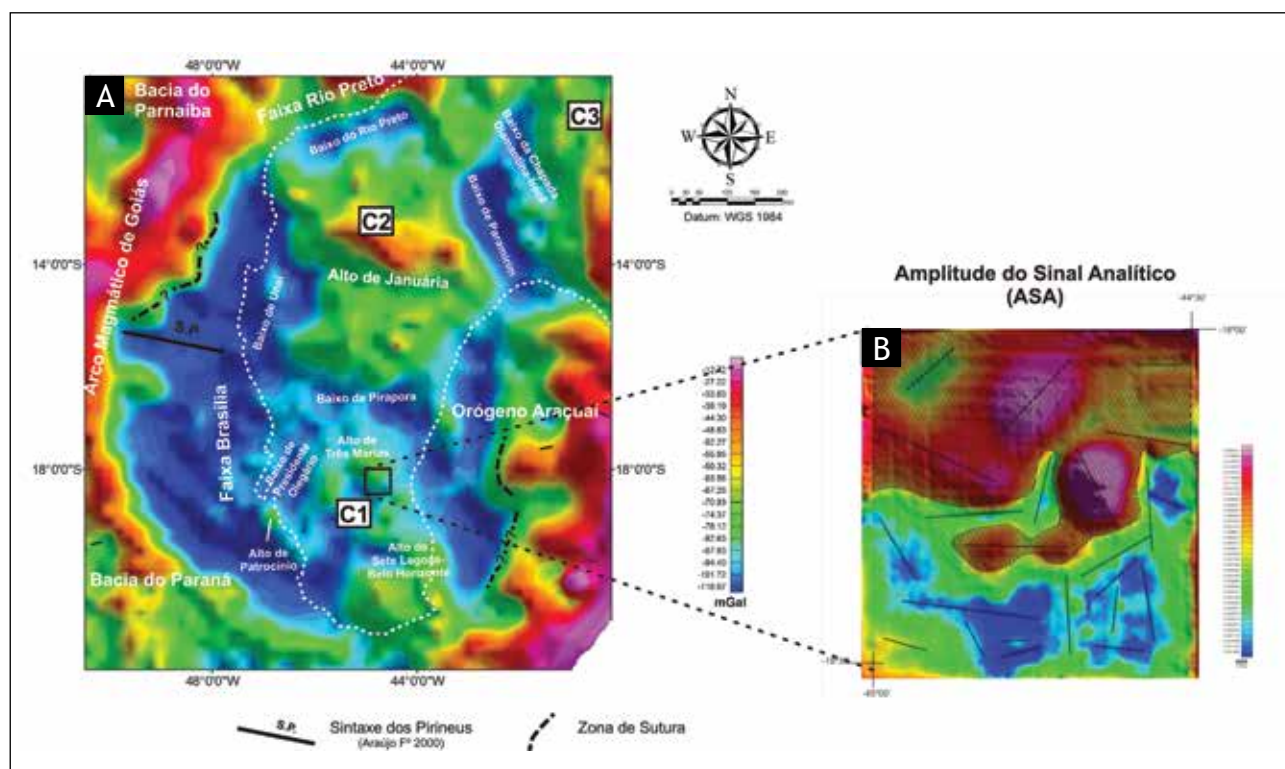


Figura 4.1 - (a) Mapa de Anomalia Bouguer com a interpretação das principais anomalias do Cráton do São Francisco (Reis 2011). Em destaque, a área abrangida pela Folha Andrequicé (SE-23-Z-A-I) sobre grande alto do embasamento que se distribui por toda porção centro sul da Bacia do São Francisco. Em (b), alto magnetométrico (hachurado) no Mapa de Amplitude do Sinal Analítico (ASA), coincidente com a anomalia gravimétrica mostrada em (a)

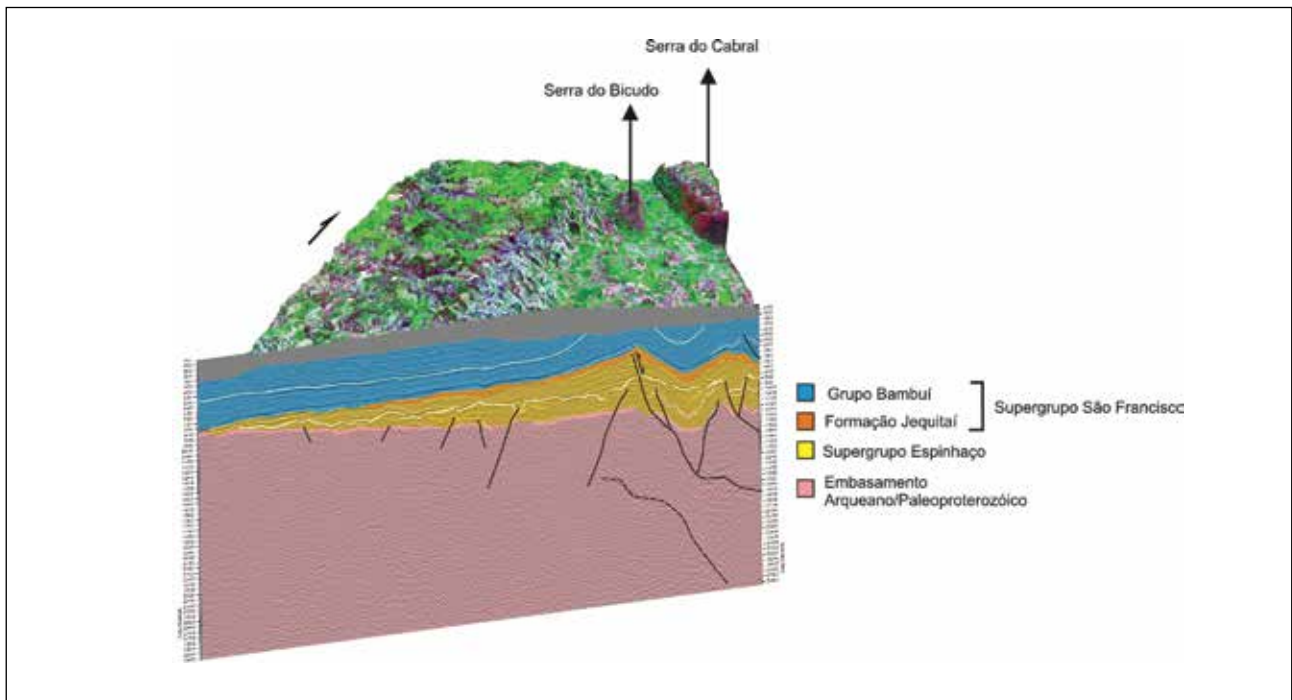


Figura 4.2 - Interpretação simplificada de linha sísmica em tempo duplo (TWT) mostrando as principais estruturas profundas (traços em preto) que afetam o embasamento e as unidades pré-cambrianas (não-aflorantes) do Supergrupo Espinhaço. É possível visualizar a relação direta entre o Braquianticlinal do Bicudo e a inversão de estrutura distensional profunda. Modificado de Reis (2011)

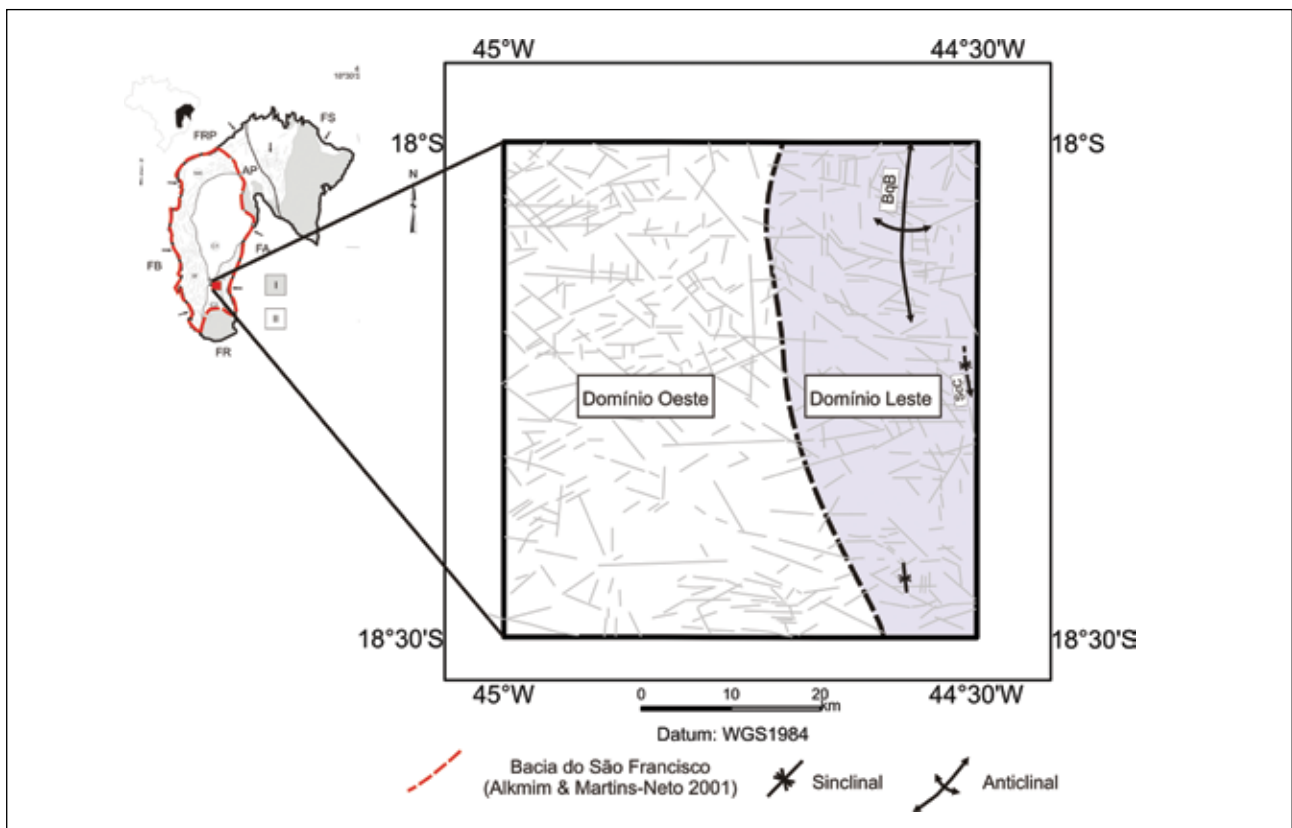


Figura 4.3 - Situação da Folha Andrequicé (SE.23-Z-A-I) em relação aos Compartimentos Estruturais da Bacia do São Francisco. I – Embasamento; II – Coberturas pré-cambrianas; FB – Faixa Brasília; FA – Faixa Araçuaí; FR – Faixa Ribeira; FRP – Faixas Rio Preto e Riacho do Pontal; FS – Faixa Sergipana; AP – Aulacógeno do Paramirim; C (1 e 2), W, E e NW – Compartimentos Estruturais da Bacia do São Francisco. As setas indicam vergência tectônica (sensu Alkmim et al. 1993). BqB – Braquianticlinal do Bicudo; ScC – Sinclinal de Contria (Souza Fº 1995)

No Domínio Leste as rochas pré-cambrianas dos supergrupos Espinhaço e São Francisco encontram-se envolvidas na porção externa do cinturão dobrado que compõe o setor oriental da bacia. Apresenta dobras com geometrias e proporções variadas e orientadas em torno da direção N-S. Estas estruturas associam-se a diferentes ordens de fraturas e são, por vezes, balizadas por falhas profundas que envolvem o embasamento. Localmente, são descritas neste setor foliações tectônicas fracamente desenvolvidas e vergentes para oeste, bem como importantes veios preenchidos por quartzo.

O Domínio Oeste, por sua vez, exhibe os depósitos pré-cambrianos horizontalizados e integra parte de uma estrutura homoclinal com mergulho muito suave para oeste.

#### 4.2.1 - Domínio Leste

No Domínio Leste foram descritos três tipos de estruturas principais.

##### Dobras

A principal feição dobrada observada nos domínios da área mapeada corresponde ao Braquianticlinal do Bicudo. Tal estrutura aflora no setor nordeste da Folha Andrequicé (SE.23-Z-A-I), ao longo da serra homônima, e exhibe em seu núcleo os depósitos das formações Córrego dos Borges e Jequitaiá. Corresponde a uma dobra aberta de proporções quilométricas e eixo orientado em torno da direção N-S, levemente curvo em suas extremidades (Figura 4.3). Associa-se, a leste, a uma série de estruturas sin e antiformais, com características similares e responsáveis pela estruturação da Serra do Cabral e adjacências (Souza Fº 1995, Knauer *et al.* 2012).

Ainda nos domínios da folha, merece destaque o Sinclinal de Contria (Souza Fº 1995), cujo eixo orienta-se em torno da direção N-S. A estrutura aflora na região homônima, e exhibe em seu núcleo exposição de pouco mais de 15 km<sup>2</sup> com os psamitos da Formação Três Marias.

Em mesoescala são observadas, predominantemente, dobras suaves a abertas, envolvendo tanto as unidades do Supergrupo Espinhaço, quanto os sedimentos do Supergrupo São Francisco (Figura 4.4). Estas dobras não passam das proporções métricas e geralmente exibem planos axiais verticalizados e eixos (b) com direção N-S ou NNW (Figura 4.5a e c).

Especialmente afetando as sucessões do Grupo Bambuí, são descritas dobras em chevron, em caixa e elípticas, desarmônicas e com planos-axiais verticalizados ou levemente vergentes para oeste.

Estas estruturas, algumas vezes, exibem flancos com estrias (Le) oblíquas aos eixos de dobra.

##### Foliações

Correspondem a estruturas fracamente desenvolvidas e visualizadas somente no extremo leste (nordeste) da área mapeada. Manifestam-se ora como xistosidades incipientes, ora como clivagens espaçadas em quartzitos das formações Córrego dos Borges e Jequitaiá.

Estas foliações orientam-se, predominantemente, segundo a direção N-S e exibem mergulhos moderados a altos para leste (Figura 4.5b). Muitas vezes, distribuem-se segundo o plano-axial de dobras suaves a abertas.

Em lâminas petrográficas estas estruturas são marcadas pelo desenvolvimento incipiente de sericita e clorita, orientadas obliquamente ao acamamento e dispostas em planos discretos. Muitas vezes essa foliação tende a reorientar grãos de mica detrítica, antes paralelos ao So.

##### Fraturas

Fraturas correspondem ao terceiro elemento tectônico observado ao longo do Domínio Leste e podem ser divididos em três conjuntos: fraturas de direção NE, fraturas de direção NW e fraturas de direção NNE (Figura 4.5d). Quando confrontados com as demais estruturas, os dois primeiros conjuntos parecem constituir par cisalhante conjugado, enquanto o último parece representar fraturas do tipo bc, paralelas à direção do plano-axial de dobras regionais.

Na região nordeste da área mapeada fraturas de direção NNE e, eventualmente, WNW são preenchidas por quartzo. Ao longo da Serra do Bicudo estas últimas correspondem, por vezes, a expressivos alinhamentos de orientação similar observados em imagens de satélite.

#### 4.2.2 - Domínio Oeste

Ao longo do setor oeste da folha mapeada os sedimentos neoproterozóicos do Grupo Bambuí encontram-se praticamente indeformados e conformados segundo uma grande estrutura homoclinal com mergulho suave para oeste (Figura 3.1).

Fraturas correspondem aos principais elementos tectônicos rúpteis observados, cujos máximos orientam-se em torno das direções WNW, NNE e NE (Figura 4.6).

Raramente, são observadas ondulações suaves, localmente rompidas por falhas de empurrão de pequena expressividade e orientação NW (UTM 523962E, 7963453N).

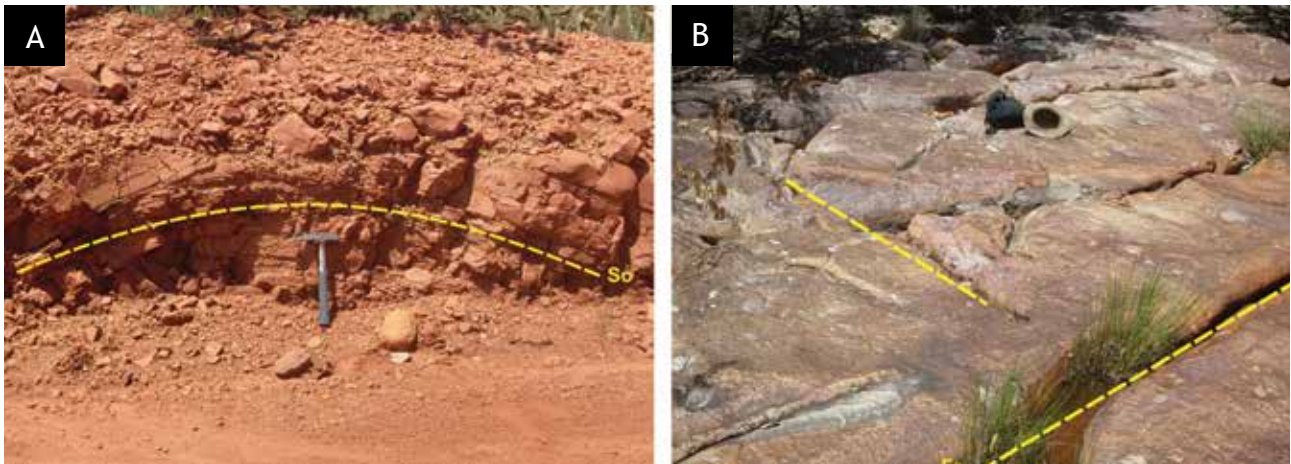


Figura 4.4 - (a) Dobra aberta em sedimentos da Fm. Serra de Santa Helena – UTM 545246E, 7988923N; (b) fraturas em diamictito da Fm. Jequitáí – UTM 545246E, 7988923N

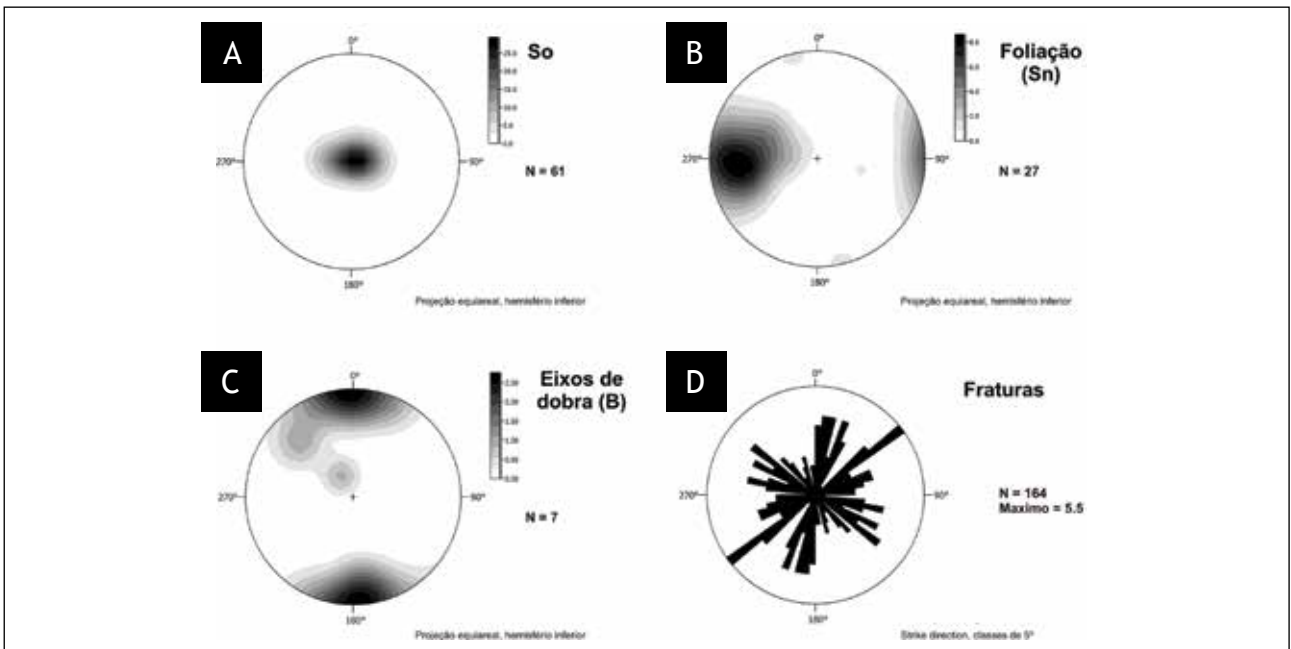


Figura 4.5 - Diagramas equiareais (a) acamamento, (b) foliação, (c) eixo de dobra e (d) diagrama de roseta para fraturas, Domínio Leste

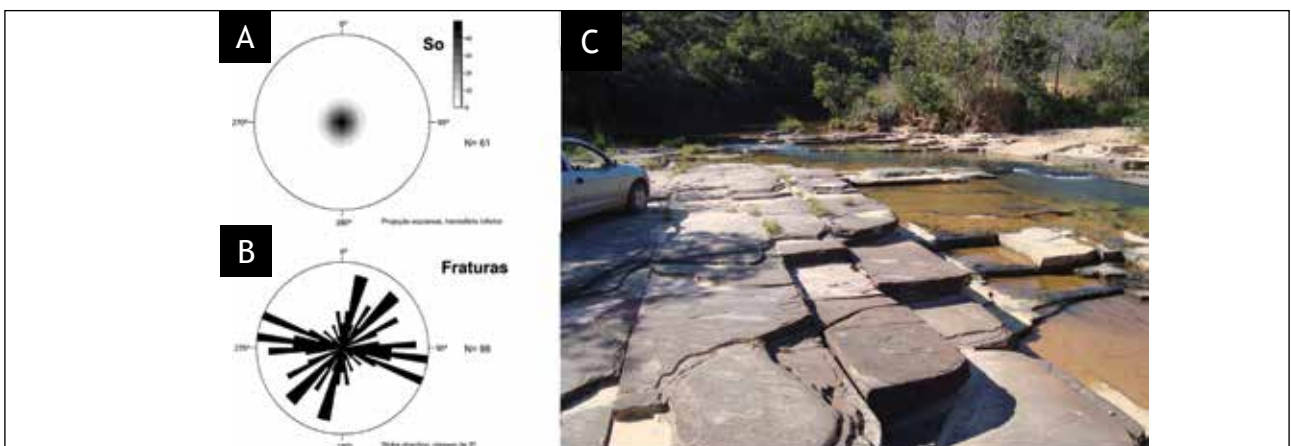


Figura 4.6 - Diagramas equiareal de acamamentos (a) e diagrama de roseta das fraturas (b), Domínio Oeste, (c) afloramento de psamitos da Fm. Três Marias – UTM 505368E, 7954628N

## **5 – DIAGÊNESE E METAMORFISMO**

Ao longo dos domínios da Folha Andrequicé (SE.23-Z-A-I) feições metamórficas são raramente observadas e restringem-se apenas ao setor oriental, especialmente associadas às unidades pré-cambrianas aflorantes na Serra do Bicudo e arredores. Nesta região, embora arenitos comumente exibam texturas e estruturas sedimentares típicas, localmente são observados grãos com contatos suturados/poligonizados e relacionados ao desenvolvimento incipiente de sericita (Figura 5.1a). Embora a baixa variabilidade mineralógica não permita análises mais acuradas, tais características sugerem um baixo grau metamórfico, possivelmente próximo ao limite com a diagênese. Neste contexto, esta última estaria diretamente relacionada aos contatos côncavo-convexos, ao cimento silicoso (formando estruturas do tipo overgrowth) e a baixíssima porosidade exibida por algumas das litologias das formações Córrego dos Borges e Jequitáí (Figura 5.1b).

Em virtude do elevado grau intempérico e da granulação muito fina frequentemente associada aos depósitos do Grupo Bambuí, não foi possível observar feições metamórficas nesta unidade ao longo do setor oeste. Foi descrito, apenas em um ponto a associação entre cristais muito finos de se-

ricita e clorita em calcilito margoso da Formação Sete Lagoas (Figura 5.1c).

No setor ocidental da área mapeada, por outro lado, as unidades pré-cambrianas aflorantes não exibem nenhum indício de metamorfismo. Conforme descrito por Gomes (1988), são observados nos sedimentos do Grupo Bambuí, ao longo da porção central da Bacia do São Francisco, apenas feições diagenéticas. Estas são correlacionáveis a três fases principais: eodiagênese, mesodiagênese e telodiagênese.

A primeira estaria relacionada a diminuição da porosidade por compactação e precipitação de cimentos carbonáticos, como observado em arenitos da Formação Três Marias e siltitos da Formação Serra da Saudade. Por outro lado, a formação de cristais euédricos de pirita dispersos em arenitos, pelitos e carbonatos relacionam-se à mesodiagênese. Finalmente, a limonitização destes minerais, provavelmente influenciada por fluidos meteóricos, teria ocorrido durante a telodiagênese (Figura 5.2).

Em grande parte da área mapeada, os depósitos pré-cambrianos aflorantes não exibem nenhuma evidência de metamorfismo, sendo grande parte das texturas e mineralogia observados em lâminas relacionados a processos puramente diagenéticos.

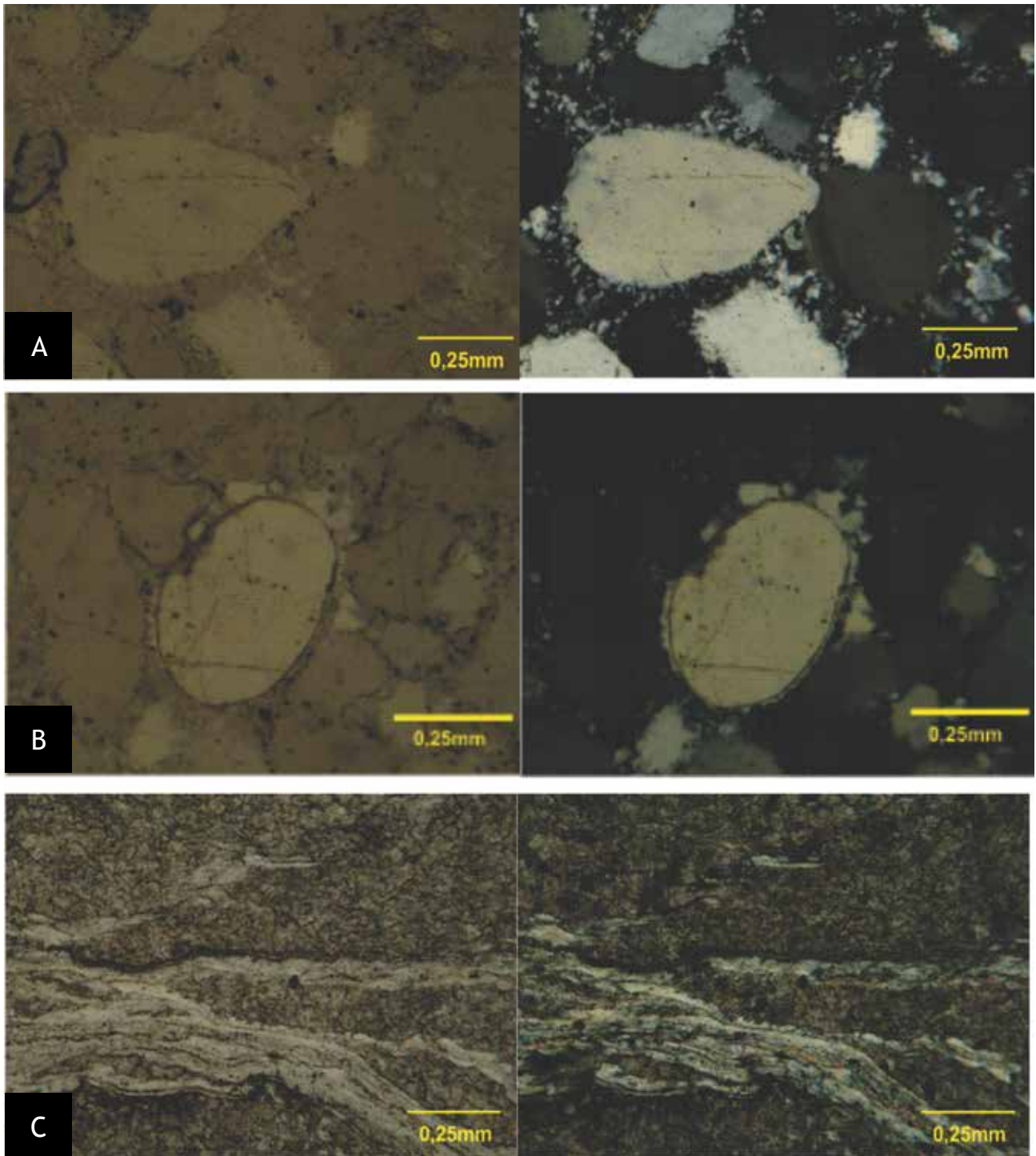


Figura 5.1 - Fotomicrografias: arenito da Fm. Córrego dos Borges (UTM 543170E, 7993778N) (a) com grãos de quartzo em contato do tipo côncavo-convexo, (b) estrutura do tipo overgrowth; (c) calcilutito margoso da Fm. Sete Lagoas com o desenvolvimento de clorita e sericita





Figura 5.2 - Cristais euédricos de pirita limonitizada em psamitos da Fm. Três Marias (UTM 526471E, 7975631N)



## 6 – LITOGEOQUÍMICA

### 6.1 - INTRODUÇÃO

Foram encaminhadas para análise litogeoquímica amostras com baixo grau de alteração intemperica, representativas das formações Sete Lagoas, Serra de Santa Helena e Serra da Saudade. A Figura 6.1 exibe a localização das amostras analisadas, e a Tabela 6.1 relaciona cada amostra a sua unidade litostratigráfica e fornece sua localização detalhada, além de uma breve descrição macroscópica.

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/tetaborato 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 1000 °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. A Tabela 6.2 exibe os resultados obtidos nas análises.

Os dados relativos a litotipos semelhantes foram tratados em conjunto, como se segue abaixo.

### 6.2 - CARBONATOS

Todos os carbonatos analisados pertencem à Formação Sete Lagoas, que aflora de forma muito restrita na área mapeada. A despeito disto, verificou-se que a assinatura geoquímica varia consideravelmente ao longo do pacote sedimentar. A amostra 003D representa um calcário magnesiano (Mg/Ca entre 0,02 e 0,08), enquanto as amostras 002B e 003F classificam-se como calcário dolomí-

tico (Mg/Ca entre 0,08 e 0,25) e dolomito calcítico (Mg/Ca entre 0,25 e 0,56), respectivamente. Nessas últimas, uma pequena contribuição terrígena é evidenciada por teores algo elevados de Si, Fe e K.

Quanto aos elementos traços, os teores apresentados pelos carbonatos são compatíveis com os valores médios esperados para rochas deste tipo (segundo Krauskopf & Bird 1995 e Brownlow 1979). Exceção se faz aos teores de Rb, Pb, Zn, As, Cu, localmente acima dos valores esperados.

As três amostras são empobrecidas em REE em relação ao PAAS (Post Archean Australian Shale, valores segundo McLennan 1989). Foi verificado que a quantidade total de terras raras é diretamente proporcional ao teor de Mg da rocha, ou seja, à sua componente dolomítica (Figura 6.2). A amostra 003F apresenta como feições características um enriquecimento relativo nos terras raras intermediários (Sm a Ho) e anomalia negativa de Eu, enquanto a amostra 003D apresenta anomalias positiva de Eu e negativa de Tm. A amostra 002B apresenta padrão mais horizontal, com pequena anomalia positiva de Tm.

### 6.3 - PELITOS

Os pelitos analisados apresentam, quanto aos elementos maiores, assinatura geoquímica bastante homogênea, merecendo menção apenas o elevado teor de Si da amostra AN040 (acima de 70%) e o elevado teor de Ca da amostra AN028, dada por sua composição margosa.

As três amostras apresentam, em linhas gerais, teores de elementos traços homogêneos e compatíveis com aqueles esperados para rochas

Tabela 6.1 - Relação de amostras selecionadas para litogeoquímica

Ponto	Amostra	UTM E	UTM N	Cota	Breve Descrição	Unidade
-	003D	543334	7989695	648	Calcário e marga metamorfisados (?)	Fm. Sete Lagoas
	002B	543334	7989695	648	Calcário e marga metamorfisados (?)	Fm. Sete Lagoas
	003F	543334	7989695	648	Calcário e marga metamorfisados (?)	Fm. Sete Lagoas
RD1279	RD 1279	534360	7997446	736	Siltito	Fm. Serra de Santa Helena
SR709	AN028	546863	7961479	605	Siltito/arenito fino calcífero	Fm. Serra da Saudade
SR721	AN040	542010	7975736	538	Argilito/arenito	Fm. Serra da Saudade

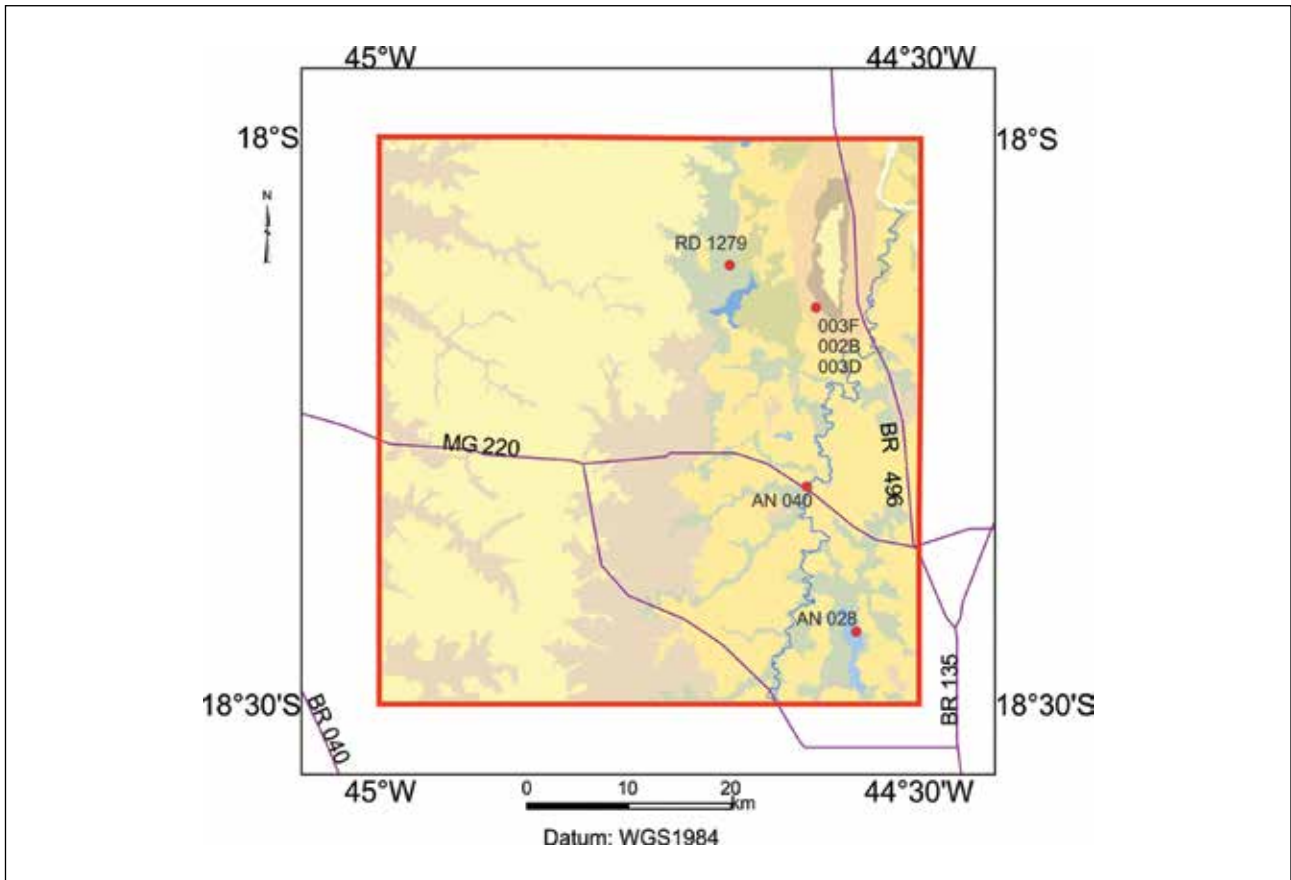


Figura 6.1 - Mapa de localização das amostras selecionadas para litogeoquímica na Folha Andrequicé

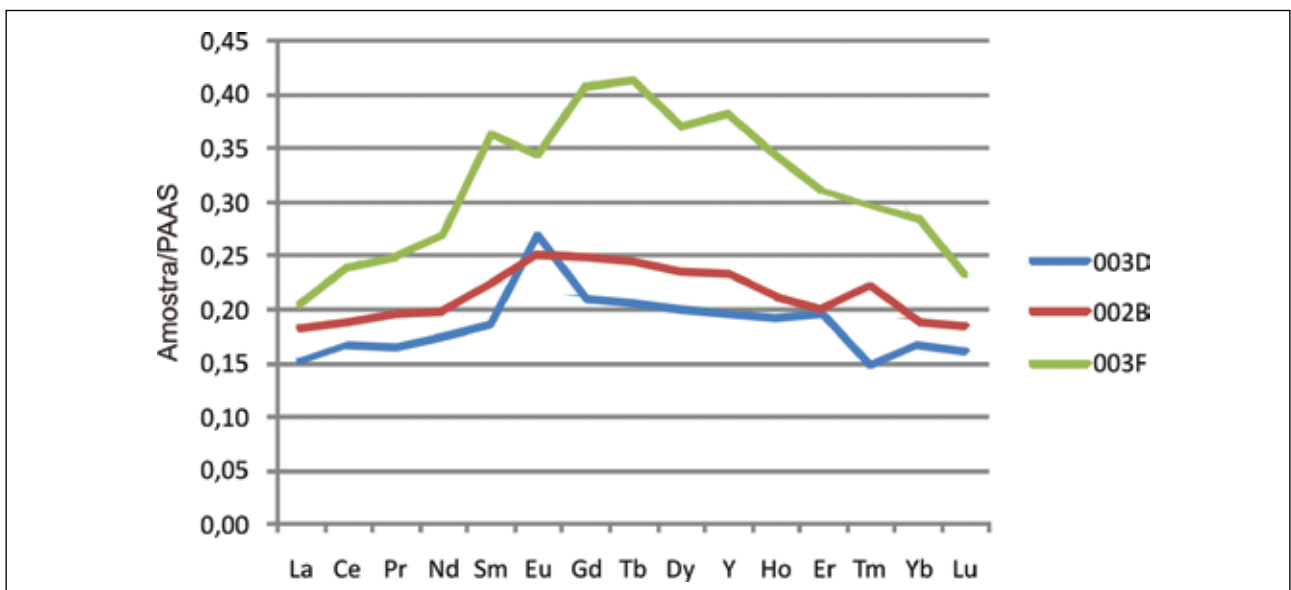


Figura 6.2 - Padrões de elementos terras raras dos carbonatos analisados. Normalização pelo PAAS (Post Archean Australian Shale, segundo McLennan 1989)

Tabela 6.2 - Resultados das análises químicas de elementos maiores, traços e terras raras de amostras selecionadas da Folha Andrequicé. Elementos macros em %, traços e terras raras em PPM.

	003D	002B	003F	AN028	AN040	RD 1279
SiO <sub>2</sub>	12,83	22,77	22,78	59,24	70,20	68,38
TiO <sub>2</sub>	0,11	0,14	0,10	0,74	0,81	0,72
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,32	2,72	2,15	12,17	12,86	13,33
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,18	1,30	2,40	5,00	5,62	6,57
MnO	0,04	0,05	0,17	0,12	0,08	0,12
MgO	3,35	3,26	13,63	2,49	2,23	2,70
CaO	42,17	36,02	23,29	6,40	0,30	0,18
Na <sub>2</sub> O	0,01	0,44	<0.01	2,15	2,75	2,12
K <sub>2</sub> O	0,71	0,61	0,84	2,70	2,19	2,31
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,09	0,06	0,06	0,16	0,21	0,12
LOI	37,1	32,5	34,3	8,7	2,6	3,3
Be	<1	<1	<1	2	1	2
Sc	2	3	3	11	11	12
V	11	16	30	79	78	76
Cr	< 20	13,68	13,68	61,58	75,26	61,58
Co	1,8	2,0	5,2	14,1	9,5	11,3
Ni	<20	<20	<20	31	28	40
Cu	4,6	73,6	3,3	23,2	30,2	12,7
Zn	22	29	172	55	81	98
Rb	22,2	21,9	24,8	104,0	83,9	88,3
Cs	0,7	1,1	0,8	4,7	3,7	4,0
Sr	181,5	158,4	141,2	290,6	92,8	57,9
Ba	136	99	142	396	347	282
Y	5,3	6,3	10,3	27,3	28,9	25,5
Zr	24,2	28,5	23,2	188,4	301,4	168,6
Nb	2,1	2,6	2,0	13,7	14,5	12,7
Mo	<0.1	0,2	0,6	0,4	0,2	0,2
Ag	<0.1	<0.1	0,3	<0.1	<0.1	<0.1
Sn	<1	<1	<1	3	2	2
Hf	0,7	0,8	0,6	6,0	8,6	4,9
Ta	0,2	0,2	0,1	1,1	1,3	1,0
W	<0.5	0,5	<0.5	1,8	2,0	1,8
Au	<0.5	0,6	<0.5	<0.5	<0.5	0,7
Hg	<0.01	<0.01	0,02	0,01	<0.01	<0.01
Cd	0,1	<0.1	0,3	<0.1	<0.1	<0.1
Tl	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Ga	3,0	4,0	3,5	15,4	15,8	15,6
As	6,3	2,6	12,3	6,6	5,6	<0.5
Sb	<0.1	0,1	0,3	0,5	<0.1	<0.1
Pb	2,6	6,2	156,3	22,4	15,6	0,8
Bi	<0.1	<0.1	<0.1	0,4	0,1	<0.1
Se	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
La	5,8	7,0	7,8	35,3	34,3	31,9
Ce	13,3	15,0	19,1	70,5	82,3	70,2

Tabela 6.2 - Resultados das análises químicas de elementos maiores, traços e terras raras de amostras selecionadas da Folha Andrequicé. Elementos macros em %, traços e terras raras em PPM.

Pr	1,45	1,73	2,20	8,17	8,88	7,62
Nd	5,9	6,7	9,1	32,5	33,9	30,4
Sm	1,03	1,24	2,01	5,74	6,67	5,93
Eu	0,29	0,27	0,37	1,22	1,36	1,29
Gd	0,98	1,16	1,90	5,28	5,73	5,19
Tb	0,16	0,19	0,32	0,81	0,93	0,82
Dy	0,94	1,10	1,73	4,45	5,32	4,46
Ho	0,19	0,21	0,34	0,94	1,09	0,89
Er	0,56	0,57	0,88	2,63	3,32	2,77
Tm	0,06	0,09	0,12	0,38	0,46	0,37
Yb	0,47	0,53	0,80	2,59	3,25	2,51
Lu	0,07	0,08	0,10	0,38	0,49	0,37
Th	1,8	2,4	2,0	13,4	15,9	10,6
U	0,5	0,4	1,2	2,7	3,0	2,2

pelíticas (segundo Krauskopf & Bird 1995 e Brownlow 1979). Exceção se faz ao Zr, que se encontra enriquecido na amostra AN040 e ao Pb, empobrecido na amostra RD1279. Teores de Rb algo abaixo do esperado ocorrem em todas as amostras.

Em relação aos elementos terras raras, as três amostras apresentam padrão extremamente homogêneo, bem próximo à assinatura do PAAS (valores segundo McLennan 1989, Figura 6.3).

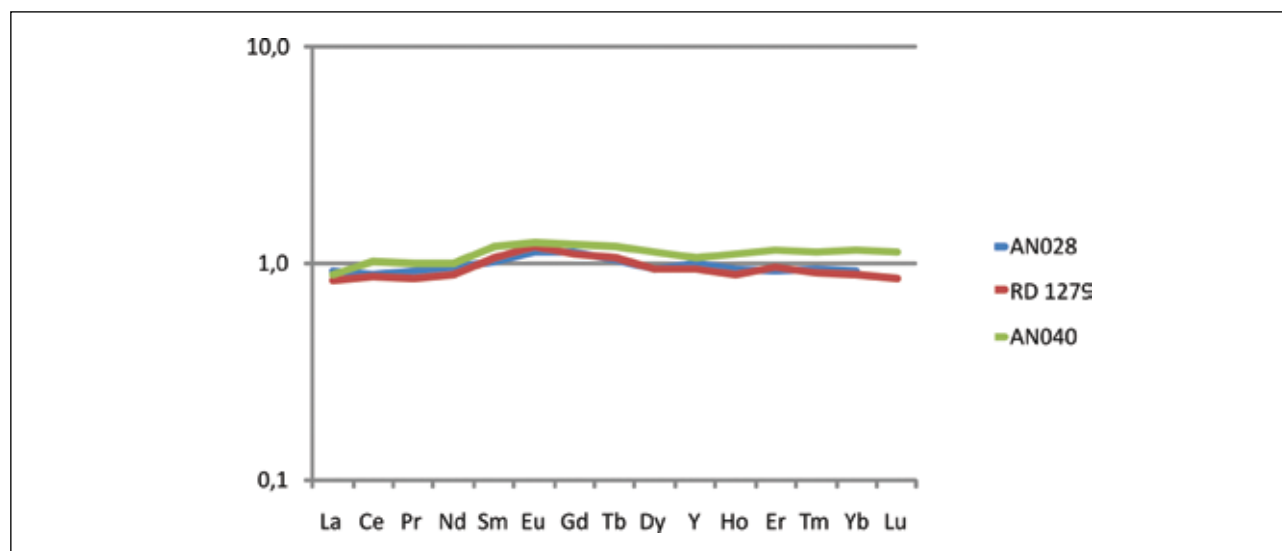


Figura 6.3 - Padrões de elementos terras raras dos pelitos analisados. Normalização pelo PAAS (Post Archean Australian Shale, segundo McLennan 1989)

## 7 – RECURSOS MINERAIS

### 7.1 - DIREITO MINERÁRIO

Conforme o Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE - <http://sigmine.dnmp.gov.br/>), a Folha Andrequicé (SE.23-Z-A-I) apresenta 22 requerimentos minerários ativos e 8 em fase de disponibilidade perante o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Os polígonos concentram-se no setor nordeste da folha e os ativos resumem-se a 6 requerimentos de lavra garimpeira, 14 autorizações de pesquisa e 2 licenciamentos. As principais substâncias de interesse correspondem a quartzo, quartzito, fosfato, calcário, diamante industrial, filito e cascalho (Figura 7.1).

### 7.2 - OCORRÊNCIAS MINERAIS

Durante o mapeamento geológico da Folha Andrequicé (SE.23-Z-A-I) foram catalogadas 11 ocorrências minerais: 7 ocorrências de cascalho, 3 ocorrências de quartzo e 1 ocorrência de calcário (Figura 7.1).

#### 7.2.1 - Quartzo

Embora tenham sido catalogadas apenas três ocorrências, o quartzo é o principal recurso mineral da região de Corinto e adjacências, onde a Cooperativa Garimpeira de Corinto Ltda é responsável pela exportação de significativas quantidades de gemas.

Nos domínios da folha mapeada o mineral ocorre associado a veios de porte centimétrico a métrico, orientados segundo as direções NNE e WNW. Os veios foram descritos somente no setor nordeste da área mapeada e cortam, predominantemente, as litologias tectonizadas das formações Córrego dos Borges e Jequitaí. Correspondem a quartzo leitoso e/ou hialino, geralmente explotado por meio de lavras rudimentares (Figura 7.2) e comercializado em sua forma gemológica.

#### 7.2.2 - Cascalho

Representa o insumo para construção civil mais expressivo ao longo da área mapeada, sendo

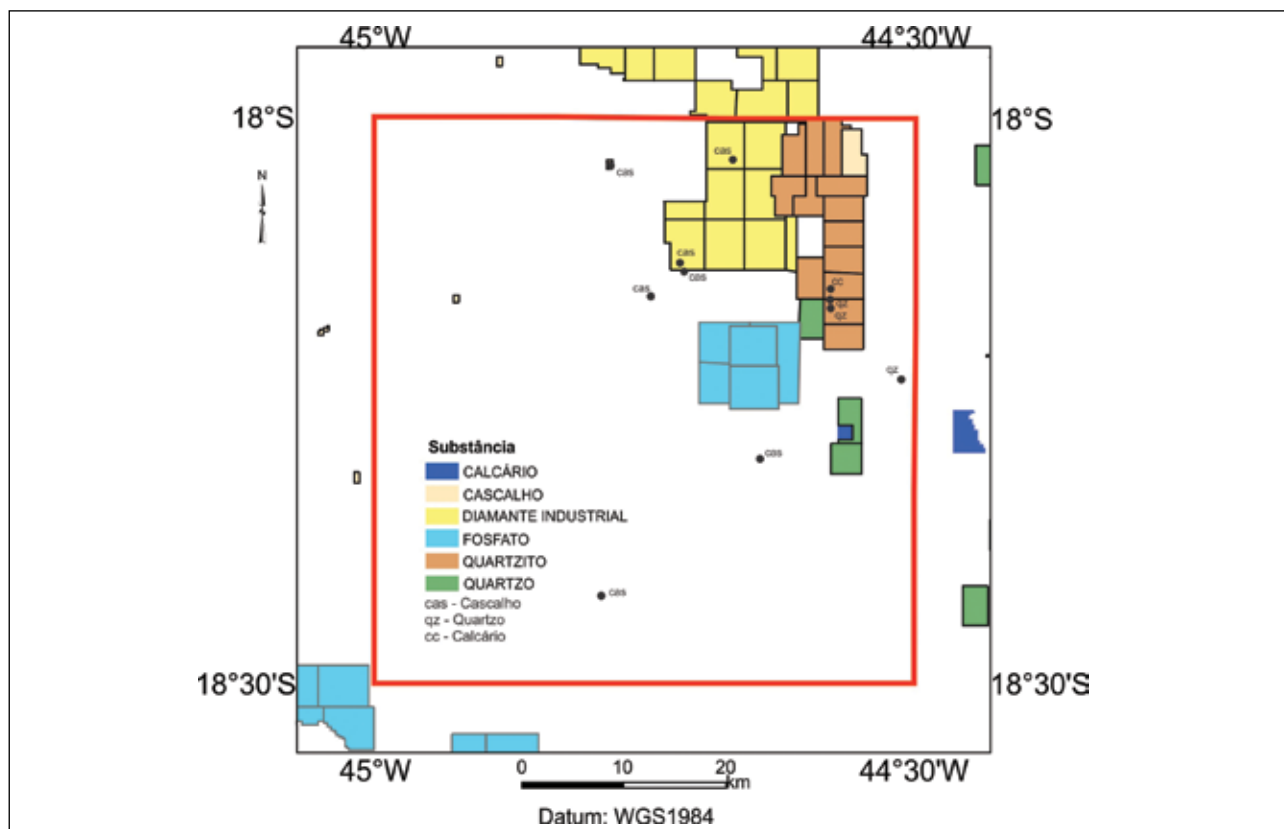


Figura 7.1 - Mapa de requerimentos minerários da Folha Andrequicé (SE.23-Z-A-I). Os pontos representam os recursos minerais catalogados durante o trabalho



Figura 7.2 - (a) Lavra abandonada de quartzo, região do Distrito de Contria (UTM 551360E, 7984127N). (b) Veio decimétrico a métrico de quartzo, Serra do Bicudo (UTM 544410E, 7991918N). (c) exemplares de cristais de quartzo explotados na região



associado às regiões de relevo arrasado, predominantes na porção oriental. Correspondem a cascalhos lateríticos ou quartzosos que ocorrem na forma de leitos, predominantemente associados à Cobertura eluvionares detrítico-lateríticas (Figura 7.3). Este insumo é muitas vezes aplicado no calçamento e pavimentação de estradas.

### 7.2.3 - CALCÁRIO

Embora ainda não explorado nos domínios da Folha Andrequicé (SE.23-Z-A-I), a ocorrência de calcário descrita no setor sudoeste da Serra do Bicudo representa importante alvo para pesquisas futuras

(UTM 543334 E, 7989695 N). O corpo exhibe extensão de pouco mais de um quilometro e espessura em torno de 25 m, pertencente à porção basal do Grupo Bambuí (Formação Sete Lagoas). Apesar de apresentar frequentes intercalações pelíticas, o que, por exemplo, pode impossibilitar sua utilização na produção de cal, o recurso pode perfeitamente ser utilizado como insumo para a construção civil.

Outra região de destaque para a ocorrência é o setor sudeste da folha mapeada. Nesta região um corpo com espessura de algumas dezenas de metros ocorre em meio aos pelitos da Formação Serra da Saudade e se distribui por centenas de metros de extensão.



Figura 7.3 - Lavra de cascalho laterítico, região norte da folha (UTM 523065E, 8005073N)



## 8 – CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

O mapeamento geológico da Folha Andrequicé (SE.23-Z-A-I) permitiu a individualização de 6 formações, pertencentes aos supergrupos Espinhaço e São Francisco. Foram identificadas ainda sucessões carbonáticas não mapeáveis na escala de trabalho (1:100.000), entretanto, correlacionáveis à Formação Sete Lagoas, bem como três tipos de coberturas cenozoicas distintas (Figura 8.1). À exceção destas últimas, grande parte dos depósitos pré-cambrianos toma parte, no setor leste da folha, de um cinturão dobrado com estruturas orientadas em torno da direção N-S, que corresponde à extensão intracratônica da Faixa Araçuaí (Almeida 1977).

Sob o ponto de vista paleoambiental, a Formação Córrego dos Borges representa uma sedimentação siliciclástica depositada em ambiente marinho relativamente raso. As estruturas primárias e a assinatura sedimentológica dos litotipos denotam deposição sob energia moderada e influenciado por fluxos oscilatórios e unidirecionais. A associação entre *ripple marks* e dobras convolutas localizadas pode sugerir a influência de sub-ambientes deltaicos, enquanto a ocorrência de brechas oligo a polimíticas indica a atuação subordinada de correntes mais energéticas. Embora as idades U-Pb obtidas em zircões detríticos indiquem zircões detríticos mais jovens com 1295 Ma, análises similares realizadas na Formação Córrego Pereira ao longo da Serra Mineira (Knauer *et al.* 2012), estratigraficamente abaixo, indicam uma sedimentação mais jovem que 1144 Ma.

Apesar de tradicionalmente interpretada na literatura geológica como uma sucessão tipicamente glaciogênica (*e.g.*: Karfunkel & Hoppe 1988), nos domínios da área mapeada a Formação Jequitáí parece representar, pelo menos parcialmente, o registro de uma sedimentação costeira. Neste contexto, os *ripple marks*, estratificações *linsen/wavy* e demais sucessões descritas no setor sul da Serra do Bicudo evidenciam uma sedimentação em sub-ambiente transicional, fortemente influenciado por ondas de bom tempo. Considerando as evidências glaciais comumente associadas à Formação Jequitáí, especialmente mais a norte na Serra da Água Fria (*e.g.*: Uhlein *et al.* 2007, Hercos 2008), a associação destas fácies marinhas e demais pacotes diamictíticos pode indicar algum retrabalhamento pós-glacial.

O Grupo Bambuí, conforme já mostrado por diversos autores (*e.g.*: Dardenne 1978, 1981, Martins-Neto & Alkmim 2001), representa uma sedimentação marinha plataformal, ora siliciclástica, ora carbonática. Nos domínios da Folha Andrequicé (SE.23-Z-A-I) tal interpretação fica evidenciada pela alternância dos pacotes pelito-carbonatados das formações Sete Lagoas, Serra de Santa Helena, Lagoa do Jacaré e Serra da Saudade, comumente

Cobertura aluvionar - N4a	
Depósitos eluviais e coluviais - N34ec	
Coberturas eluvionares detrítico-lateríticas - Ndl	
Supergrupo São Francisco	Formação Três Marias - Np3tm
	Formação Serra da Saudade - Np3ss
	Formação Lagoa do Jacaré - Np3lj
	Formação Serra de Santa Helena - Np3sh
	Formação Sete Lagoas* - Np2sl
	Formação Jequitáí-NP1j
Supergrupo Espinhaço	Formação Córrego dos Borges - Mpcb

Figura 8.1 - Unidades litoestratigráficas individualizadas durante o mapeamento geológico da Folha Andrequicé (SE.23-Z-A-I). \* Não mapeável na escala 1:100.000

associados à *ripple marks* e estratificações/laminações plano-paralelas e cruzadas tabulares. Estes depósitos passam gradativamente, em direção ao topo, a sucessões psamíticas fortemente influenciadas por ondas de tempestade da Formação Três Marias (Chiavegatto 1992).

Apesar da não mapeabilidade dos carbonatos aqui correlacionados a Formação Sete Lagoas, os mesmo merecem grande atenção. Como representam a primeira menção desta unidade na região da Serra do Cabral, o estudo de tais rochas poderia fornecer informações paleoambientais valiosas como marcadores de uma possível deglaciação supostamente associada à deposição da Formação Jequitáí.

Conforme as idades U-Pb obtidas em zircões detríticos de arenito da Formação Serra de Santa Helena (SW da Serra do Bicudo), grande parte das unidades do Grupo Bambuí, aflorantes ao longo da área de trabalho, possui idade criogeniana-ediácarana. Considerando as idades similares obtidas a leste, na região da Serra do Cabral (Knauer *et al.* 2012), pode-se balizar uma sedimentação mais jovem que 629 Ma para as formações Serra de Santa Helena, Lagoa do Jacaré, Serra da Saudade e Três Marias. Por outro lado, zircões datados a sul, na região de Morro da

Garça (Kuchenbecker *et al.* 2012), sugerem para esta última formação uma idade inferior a 576 Ma.

Estas idades mostram uma deposição parcialmente contemporânea às orogenias marginais que atingiram o Paleocontinente São Francisco ao fim do neoproterozóico (Pedrosa-Soares *et al.* 2007, Valeriano *et al.* 2004). Tal contemporaneidade sugere, para pelo menos parte da unidade, uma sedimentação em uma bacia de antepaís, inicialmente relacionada à edificação do Cinturão Brasília, a oeste, e finalmente, influenciada pela estruturação do Orógeno Araçuai, a leste.

Durante esta última orogenia, parte dos depósitos aflorantes na folha mapeada foi envolvida em um cinturão dobrado que compõe o Compartimento Leste da Bacia do São Francisco (Alkmim *et al.* 1993). Foram geradas megadobras com eixos orientados em torno da direção N-S, bem como uma foliação tectônica incipiente e vergente para oeste. Como mostrado na Figura 4.2, algumas destas dobras (*e.g.*: Braquianticlinal do Bicudo) correspondem a dobras de propagação de falha, diretamente relacionadas à inversão de estruturas distensionais profundas.

Ainda durante este momento, desenvolveram-se as ordens de fraturas NNE, NW e NE, bem como as dobras mesoscópicas suaves a abertas e

de eixo aproximadamente N-S. Finalmente, nesta etapa parte das sequências aflorantes foi submetida a um metamorfismo incipiente, especialmente observado nos depósitos das formações Córrego dos Borges e Jequitaí, a leste.

Já durante o Cenozóico, todas as sucessões anteriormente descritas foram indistintamente recobertas pelos sedimentos das Coberturas eluviais detrito-lateríticas (Ndl), Depósitos eluviais e coluviais (N34ec) e Coberturas aluvionares (N4a).

Com relação aos recursos minerais, destacam-se na Folha Andrequicé (SE-23-Z-A-I) o quartzo e insumos para a construção civil como o cascalho e calcário. O primeiro ocorre associado a veios decimétricos a métricos que cortam grande parte das unidades mapeadas, especialmente na região da Serra do Bicudo. Como este recurso toma parte de uma região a muito conhecida pela qualidade gemológica deste mineral, apresenta elevado potencial econômico e merece estudos pormenorizados.

Embora ainda não seja explorado nos domínios da área mapeada, o calcário constitui outro recurso com potencialmente econômico. As principais ocorrências localizam-se no setor SW da Serra do Bicudo e na porção sudeste da folha, associados às formações Sete Lagoas e Serra da Saudade, respectivamente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALKMIM, Fernando Flecha de. 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.
- ALKMIM, Fernando Flecha de. Geologia e Tectônica da porção sudoeste da Bacia do São Francisco. In: SOARES, Antônio Carlos Pedrosa. (Ed.) et al. **Projeto Alto Paranaíba**: mapeamento geológico e levantamento de recursos minerais. Belo Horizonte: CODEMIG/UFMG, 2011. p. 10-67. No prelo.
- ALKMIM, Fernando Flecha de; MARTINS-NETO, Marcelo A. A Bacia Intracratônica do São Francisco: Arcabouço estrutural e cenários evolutivos. In: PINTO, Claiton Piva; MARTINS-NETO, Marcelo A. (Eds.) **Bacia do São Francisco**: geologia e recursos naturais. Belo Horizonte: SBG. Núcleo Minas Gerais, 2001. p. 9-30.
- ALKMIM, Fernando Flecha de; ALVES, Jose André Castro; NEVES, Benjamin Bley de Brito. Arcabouço Tectônico do Cráton do São Francisco: uma revisão. In: DOMINGUEZ, J. M. L.; MIS, A. (Eds.). **O Cráton do São Francisco**. Salvador: SBG/SGM, 1993. p. 45-62.
- ABREU, Pedro Angelo Almeida. O Supergrupo Espinhaço da Serra do Espinhaço Meridional (Minas Gerais): o rifte, a bacia e o orógeno. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 1-18, 1995.
- BABINSKI, Marly; VIEIRA, Lucieth Cruz; TRINDADE, Ricardo I. F. Direct dating of the Sete Lagoas Cap Carbonate (Bambuí Group, Brazil), and implications for Neoproterozoic glacial events. **Terra Nova**, Oxford, Inglaterra, v. 19, n. 6, p. 401-406, Dec. 2007.
- BRANCO, José Jaime Rodrigues (Ed.). **Roteiro para excursão Belo Horizonte-Brasília= Itinerary for the excursion from Belo Horizonte to Brasília**. Belo Horizonte: Instituto de Pesquisas Radioativas, 1961. 119p. (Publicação, n. 15). Contribuição ao 14º Congresso Brasileiro de Geologia, Belo Horizonte, 1961.
- BROWNLOW, Arthur H. **Geochemistry**. Boston: Prentice-Hall, 1979. 498p.
- CAMPOS, José Eloi Guimarães; DARDENNE, Marcel Auguste. Estratigrafia e sedimentação da Bacia Sanfranciscana: uma revisão. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 269-282, 1997.
- CASTRO, Paulo de Tarso Amorim; DARDENNE, Marcel Auguste. The sedimentology, stratigraphy and tectonic context of the São Francisco Supergroup at the southwestern domain of the São Francisco craton, Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 345-437, set. 2000.
- CHAVES, Mario Luiz de Sá C.; BENITEZ, Leila. **Geologia da folha Jequitaiá SE.23-X-C-II**. Brasília; Belo Horizonte: CPRM; UFMG, 2007. (Programa Geologia do Brasil – PLGB). Escala 1:100.000.
- CHAVES, Mario Luiz de Sá C. et al. Estratigrafia e Evolução Geomorfológica do Grupo Bambuí na Região de Morro da Garça (MG). **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 15, n. 2, p. 43-52, 2007.
- CHAVES, Mario Luiz de Sá Carneiro; ANDRADE, Kerley Wanderson. **Carta geológica da Folha Bocaiúva SE.23-X-C-III**. Belo Horizonte: CPRM; UFMG, 2009. Escala 1:100.000
- CHEMALE JUNIOR, Farid et al. The Espinhaço Supergroup in Minas Gerais: a Stenian Basin?. In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 7., 25-28 Jul. 2010, Brasília. **Anais...** Brasília: [s.n.], 2010. p. 552-555.
- CHIAVEGATTO, José Roberto S. **Análise estratigráfica das sequências tempestíticas da Formação Três Marias (Proterozóico Superior), na porção meridional da Bacia do São Francisco**. 1992. 216f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1992.
- CHIAVEGATTO, José Roberto S.; GOMES, Newton Souza; DARDENNE, Marcel Auguste. Conglomerados Oligomíticos da Formação Três Marias na Serra do Gurutuba, Norte de Minas Gerais. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia. Núcleo Minas Gerais**, n. 14, p. 83-84, 1997.
- CHIODI FILHO, Cid, RODRIGUES, Eleno de Paula; ARTUR, Antônio Carlos. Ardósias de Minas Gerais, Brasil: características geológicas, petrográficas e químicas. **Geociências**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 119-127, jul. 2003.
- COELHO, Júlio César Carvalho. **Estilos estruturais e evolução tectônica da borda oeste da Bacia do São Francisco, com base na integração de dados de superfície, sub-superfície, litogeoquímica e isótopos**. 2007. 112f. Dissertação (Mestrado em Geociências)- Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.
- COSTA, Ricardo Diniz da; STARKEY, John. PhotoLin: a program to identify and analyze linear structures in aerial photographs, satellite images and maps. **Computers & Geosciences**, New York, v. 27, n. 5, p. 527-534, June 2001.
- COSTA, Ricardo Dinniz et al. **Mapa geológico da Folha Curvelo SE.23-Z-A-V**. Belo Horizonte: CPRM ;

- UFMG, 2009. (Programa Geologia do Brasil – PLGB). Escala 1:100.000.
- COSTA, Ricardo Dinniz et al. **Mapa geológico da Folha Três Marias SE.23-Y-B-III**. Belo Horizonte: CODEMIG ; CPRM, 2010. (Projeto Alto Paranaíba). Escala 1:100.000.
- DARDENNE, Marcel Auguste. Síntese sobre a estratigrafia do Grupo Bambuí no Brasil Central. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., nov. 1978, Recife. **Anais**. Recife: SBG. Núcleo Bahia, 1978. v. 2. p. 597-610.
- DARDENNE, Marcel Auguste. Os grupos Paranoá e Bambuí na Faixa Dobrada Brasília. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS, 1., 2-7 nov. 1979, Salvador. **Anais**. Salvador: SBG. Núcleo Bahia/Sergipe, 1981. p. 140-157.
- DIAS, P. H. A. et al. **Mapa geológico da Folha São Gtardo SE.23-Y-D-I**. Belo Horizonte: CODEMIG ; CPRM, 2010. (Projeto Alto Paranaíba). Escala 1:100.000.
- DUSSIN, Ivo Antônio; DUSSIN, Tania Mara. Supergrupo Espinhaço: Modelo de Evolução geodinâmica. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 19-26, 1995.
- FRAGOSO, Daniel Galvão Carnier. **Geologia da região de Presidente Olegário e evolução tectono-sedimentar do Grupo Areado, Eocretáceo da Bacia Sanfranciscana, Minas Gerais**. 2011. 133 f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- FRAGOSO, Daniel Galvão Carnier et al. **Carta geológica da Folha Presidente Olegário SE.23-Y-B-I**. Belo Horizonte: CODEMIG ; CPRM, 2010. (Projeto Alto Paranaíba). Escala 1:100.000.
- FRAGOSO, Daniel Galvão Carnier et al. Geologia dos grupos Bambuí, Areado e Mata da Corda na Folha Presidente Olegário (1:100.000), MG: registro deposicional do Neoproterozóico ao Neocretáceo da Bacia do São Francisco. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 19, n. 1, p. 28-38, 2011.
- FUGITA, Adhemar Massao; CLARK FILHO, João Guilherme. Recursos Energéticos da Bacia do São Francisco: Hidrocarbonetos líquidos e gasosos. In: PINTO, Claiton Piva; MARTINS-NETO, Marcelo A. (Eds.). **Bacia do São Francisco: geologia e recursos naturais**. Belo Horizonte: SBG. Núcleo Minas Gerais, 2001. p. 265-284.
- GOMES, Newton Souza. Contribuição à petrologia à diagênese dos arenitos da Formação Três Marias, Bacia do São Francisco, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35., 6-13 nov. 1988, Belém. **Anais**. Belém: SBG. Núcleo Norte, 1988. p. 961-974.
- HARALYI, Nicolau L.; HASUI, Yociteru. The gravimetric information and the Archean-Proterozoic structural framework of eastern Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 12, n. 1-3, p. 160-166, 1985.
- HERCOS, Cizia Mara. **Arcabouço Tectono-Estratigráfico da Bacia do São Francisco nos arredores das Serras da Água Fria e da Onça, porção centro norte do Estado de Minas Gerais**. 2008. 207 f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.
- IGLESIAS, Mario; UHLEIN, Alexandre. Estratigrafia do Grupo Bambuí e coberturas fanerozóicas no vale do Rio São Francisco, norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 256-266, 2009.
- KARFUNKEL, Joachim; HOPPE, Andreas. Late Proterozoic Glaciation in Central-Eastern Brazil: synthesis and model. **Paleogeography, Paleoclimatology, Paleogeology**, Amsterdam, v. 65, n. 1-2, p. 1-21, May 1988.
- KATTAH, Senira da Silva. **Análise faciológica e estratigráfica do Jurássico Sup./Cretáceo Inf. na porção meridional da Bacia do São Francisco, oeste do estado de Minas Gerais**. 1991. 127 f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1991.
- KNAUER, Luiz Guilherme. **Evolução geológica do Pré-Cambriano na porção centro-leste da Serra do Espinhaço Meridional e metalogênese associada**. 1990. 298 f. Dissertação (Mestrado)- Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1990.
- KNAUER, Luiz Guilherme. Supergrupo Espinhaço em Minas Gerais: Considerações sobre sua estratigrafia e seu arranjo estrutural. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 15, n. 1, p. 81-90, 2007.
- KNAUER, Luiz Guilherme et al. **Carta geológica da Folha Morada Nova de Minas SE.23-Y-B-VI**. Belo Horizonte: CODEMIG ; CPRM, 2010. (Projeto Alto Paranaíba). Escala 1:100.000.
- KNAUER, Luiz Guilherme; ROMANO, Antônio Wilson; COSTA, Ricardo Diniz da. **Carta geológica da Folha Corinto SE.23-Z-A-II**. Belo Horizonte: CPRM ; UFMG, 2010. Escala 1:100.000. No prelo.
- KRAUSKOPF, Konrad Bates; BIRD Dennis K. **Introduction to Geochemistry**. New York: McGraw-Hill, 1995. 647p.
- KUCHENBECKER, Matheus. **Quimioestratigrafia e proveniência sedimentar da porção basal do Grupo Bambuí em Arcos (MG)**. 2011. 91 f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2011.
- KUCHENBECKER, Matheus. **Carta geológica da Folha Luz SE.23-Y-D-V**. Belo Horizonte: CODEMIG ; CPRM, 2011. (Projeto Alto Paranaíba). Escala 1:100.000.

- KUCHENBECKER, Matheus et al. **Carta geológica da Folha Morro da Garça SE.23-Z-A-IV**. Belo Horizonte: CPRM ; UFMG, 2010. Escala 1:100.000. No prelo.
- KUCHENBECKER, Matheus et al. Estratigrafia da porção basal do Grupo Bambuí na região de Arcos (MG): uma contribuição a partir de testemunhos de sondagem. **Revista Geologia USP**, Série Científica. São Paulo, v. 11, n. 2, p. 45-54, ago. 2011.
- LIMA, Otávio Nunes Borges; UHLEIN, Alexandre; BRITTO, Walter de. Estratigrafia do Grupo Bambuí na Serra da Saudade e geologia do depósito fosfático de Cedro do Abaeté, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 204-215, dez. 2007. Suplemento
- 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, 10).
- MAGALHÃES, Pierre Muzzi. **Análise estrutural qualitativa das rochas do Grupo Bambuí, na porção sudoeste da Bacia do São Francisco**. 1989. 105 f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1989.
- MARTINS, Maximiliano Souza et al. **Carta geológica da Folha Serra das Almas SE.23-Y-B-II**. Belo Horizonte: CODEMIG ; CPRM, 2010. (Projeto Alto Paranaíba). Escala 1:100.000.
- MARTINS-NETO, Marcelo A. O Supergrupo Espinhaço em Minas Gerais: registro de uma bacia rifte-sag do Paleó/Mesoproterozóico. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 151-168, jun. 1998.
- MARTINS-NETO, Marcelo A.; ALKMIM, Fernando Flecha de. Estratigrafia e evolução tectônica das bacias neoproterozóicas do Paleócontinente São Francisco e suas margens: Registro da quebra de Rodínia e colagem de Gondwana. In: PINTO, Claiton Paiva; MARTINS-NETO, Marcelo A. (Eds.) **Bacia do São Francisco: geologia e recursos naturais**. Belo Horizonte: SBG. Núcleo Minas Gerais, 2001. p. 31-54.
- MCLENNAN, Scott M. Rare earth elements in sedimentary rocks: Influence of provenance and sedimentary processes. **Reviews in Mineralogy and Geochemistry**, v. 21, p. 169-200, Jan. 1989.
- NOCE, Carlos Mauricio et al. O embasamento arqueano e paleoproterozóico do Orógeno Araçuaí. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 15, n. 1, p. 17-23, 2007.
- OLIVEIRA, André A. Klumb; VALLE, Carlos Roberto. O.; FÉBOLI, Wilson Luis. **Carta geológica da Folha João Pinheiro SE.23-V-D-IV**. Belo Horizonte: CPRM ; COMIG, 2003. (Programa Geologia do Brasil; Projeto São Francisco). Escala 1:100.000.
- OLIVEIRA, André A. Klumb; VALLE, Carlos Roberto. O.; FÉBOLI, Wilson Luis. **Carta geológica da Folha Chapadão dos Gerais SE.23-V-D-VI**. Belo Horizonte: CPRM ; COMIG, 2003. (Programa Geologia do Brasil; Projeto São Francisco). Escala 1:100.000.
- OLIVEIRA, André A. Klumb; VALLE, Carlos Roberto. O.; FÉBOLI, Wilson Luis. **Carta geológica da Folha Rio do Sono SE.23-V-D-V**. Belo Horizonte: CPRM ; COMIG, 2003. (Programa Geologia do Brasil; Projeto São Francisco). Escala 1:100.000.
- OLIVEIRA, André A. Klumb; VALLE, Carlos Roberto. O.; FÉBOLI, Wilson Luis. **Carta geológica da Folha Serra do Jatobá SE.23-V-D-III**. Belo Horizonte: CPRM ; COMIG, 2003. (Programa Geologia do Brasil; Projeto São Francisco). Escala 1:100.000.
- OLIVEIRA, André A. Klumb; VALLE, Carlos Roberto. O.; FÉBOLI, Wilson Luis. **Carta geológica da Folha Canabrava SE.23-V-D-II**. Belo Horizonte: CPRM ; COMIG, 2003. (Programa Geologia do Brasil; Projeto São Francisco). Escala 1:100.000.
- OLIVEIRA, André A. Klumb; VALLE, Carlos Roberto. O.; FÉBOLI, Wilson Luis. **Carta geológica da Folha Bocaina SE.23-V-D-I**. Belo Horizonte: CPRM ; COMIG, 2003. (Programa Geologia do Brasil; Projeto São Francisco). Escala 1:100.000.
- PAULA, Frederico Lima de; DUARTE, Frederico Tadeu; TEIXEIRA, Lívio Fernandes. **Mapeamento geológico da porção norte da Folha Três Marias – SE.23-Y-B-III**. 2009. 141 f. Trabalho conclusão de cursos (Graduação)- Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.
- SOARES, Antônio Carlos Pedrosa et al. Orógeno Araçuaí: síntese do conhecimento 30 anos após Almeida 1977. **Geonomos**, Belo Horizonte, 15(1): 1-16. 2007.
- PETTIJOHN, Francis John. **Sand and sandstones**. Berlin: Springer Verlag, 1972. 618p.
- PINHO; J. M. M. **Carta geológica da Folha Belo Horizonte (Porção centro-norte) SE.23-Z-C-VI**. Belo Horizonte: CPRM, 2008. (Programa Geologia do Brasil; Projeto Sete Lagoas – Abaeté). Escala 1:100.000.
- REIS, H. L. S. **Carta geológica da Folha Serra Sela-da SE.23-Y-B-V**. Belo Horizonte: CODEMIG ; CPRM, 2010. (Projeto Alto Paranaíba). Escala 1:100.000.
- REIS, H. L. S. **Estratigrafia e tectônica da Bacia do São Francisco na zona de emanações de gás natural do baixo Rio Indaia (MG)**. 2011. 126 f. Dissertação

- (Mestrado)- Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.
- RENGER, Friedrich Ewald; KNAUER, Luiz Guilherme. Espinhaço – Quo vadis? (Onde está?-Aonde vai?): a evolução dos conhecimentos sobre a Cordilheira do Espinhaço Meridional em Minas Gerais entre 1979 e 1995. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 31-39, 1995.
- RIBEIRO, José Heleno. **Carta geológica da Folha Santa Fé de Minas SE.23-V-B-VI**. Belo Horizonte: CPRM ; COMIG, 2003. (Programa Geologia do Brasil; Projeto São Francisco). Escala 1:100.000.
- RIBEIRO, José Heleno. **Carta geológica da Folha Baldim (Faixa W) SE.23-Z-C-III**. Belo Horizonte: CPRM, 2008. (Programa Geologia do Brasil; Projeto Sete Lagoas – Abaeté). Escala 1:100.000.
- RIBEIRO, José Heleno; MACIEL, J. D. **Carta geológica da Folha São Romão SE.23-V-B-III**. Belo Horizonte: CPRM ; COMIG, 2003. (Programa Geologia do Brasil; Projeto São Francisco). Escala 1:100.000.
- RIBEIRO, José Heleno et al. **Carta geológica da Folha Bom Despacho SE.23-Y-D-VI**. Belo Horizonte: CPRM, 2009. (Programa Geologia do Brasil; Projeto Sete Lagoas – Abaeté). Escala 1:100.000.
- RODRIGUES, Joseneusa Brilhante. **Proveniência dos sedimentos dos grupos Canastra, Ibiá, Vazante e Bambuí: um estudo de zircões detríticos e idades modelo Sm-Nd**. 2008. 129 f. Tese (Doutorado)- Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- ROMANO, Antônio Wilson. **Carta geológica da Folha Pará de Minas SE.23-Z-C-IV**. Brasília; Belo Horizonte: CPRM; UFMG, 2007. (Programa Geologia do Brasil – PLGB). Escala 1:100.000.
- SAWASATO, Edilson Yoshiyuki. **Estruturação da porção meridional da Bacia Alto-SanFranciscana, Cretáceo do Oeste de Minas Gerais**. 1995. 127 f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1995.
- SCHÖLL, Walter Uwe; FOGAÇA, Antônio Celso C. Estratigrafia da Serra do Espinhaço na região de Diamantina. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 1., 1979, Diamantina. **Atas**. Belo Horizonte: SBG. Núcleo Minas Gerais, 1979. p. 55-73. (Sociedade Brasileira de Geologia. Boletim, 1)
- SEER, Hildor José; MORAES, Lúcia Castanheira. **Carta geológica da Folha Campos Altos SE.23-Y-D-IV**. Belo Horizonte: CODEMIG ; CPRM, 2010. (Projeto Alto Paranaíba). Escala 1:100.000.
- SEER, Hildor José; MORAES, Lúcia Castanheira; CARNEIRO, Maurício Antônio. Geologia e litogeoquímica dos diques toleíticos ATI vinculados aos lineamentos magnéticos de direção NW do arco do Alto Paranaíba em Abadia dos Dourados (MG). In: SIMPÓSIO DE VULCANISMO E AMBIENTES ASSOCIADOS, 5., 01-05 ago. 2011, Cidade de Goiás, GO. **Anais**. Goiás: SGB. Núcleo RJ/ES, 2011.
- SGARBI, Geraldo Noberto Chaves et al. Bacia Sanfranciscana: o registro Fanerozóico da Bacia do São Francisco. In: PINTO, Claiton Piva; MARTINS-NETO, Marcelo A. (Eds.) **Bacia do São Francisco: geologia e recursos naturais**. Belo Horizonte: SBG. Núcleo Minas Gerais, 2001. p. 93-138.
- SGARBI, Patrícia B. Albuquerque. Magmatismo do Cretáceo na Região Sudoeste da Bacia Sanfranciscana: o Grupo Mata da Corda. In: SOARES, Antônio Carlos Pedrosa. (Ed.) et al. **Projeto Alto Paranaíba: mapeamento geológico e levantamento de recursos minerais**. Belo Horizonte: CODEMIG/UFMG, 2011. p. 10-67. No prelo.
- SIGNORELLI, Nicola et al. **Carta geológica da Folha Abaeté SE.23-Y-D-III**. Belo Horizonte: CPRM, 2009. (Programa Geologia do Brasil; Projeto Sete Lagoas – Abaeté). Escala 1:100.000.
- SIGNORELLI, Nicola et al. **Carta geológica da Folha Três Marias SE.23-Y-B**. Belo Horizonte: CPRM ; COMIG, 2003. (Programa Geologia do Brasil; Projeto São Francisco). Escala 1:250.000.
- SOUZA FILHO, Roberto Goncalves de. **O Arcabouço Estrutural da porção externa da Faixa Aracuaí na Serra do Cabral (MG) e o contraste de estilos de formacionais entre os supergrupos Espinhaço e São Francisco**. 1995. 150 f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1995.
- TAYLOR, S. R.; MCLENNAN, S. M. **The Continental Crust: Its Composition and Evolution**. Oxford: Black-Well Scientific Publications, 1985. 312p.
- TROUW, Rudolph Allard Johannes (Coord.). **Carta geológica da Folha Piumhi SF.23-V-D-II**. Brasília: CPRM, 2008. (Programa Geologia do Brasil; Convênio CPRM/UFRJ).
- TULLER, Manoel Pedro; SILVA, Paulo. C. Santarém. **Carta geológica da Folha Bom Despacho SE.23-Y-D-II**. Belo Horizonte: CPRM ; COMIG, 2003. (Programa Geologia do Brasil; Projeto São Francisco). Escala 1:250.000.
- TULLER, Manoel Pedro; SILVA, Paulo. C. Santarém. **Carta geológica da Folha Dores do Indaiá SE.23-Y-D-II**. Belo Horizonte: CPRM ; COMIG, 2003. (Programa Geologia do Brasil; Projeto São Francisco). Escala 1:100.000.
- TULLER, Manoel Pedro; RIBEIRO, José Heleno. **Carta geológica da Folha Contagem (Faixa NE) SE.23-Y-D-VI**. Belo Horizonte: CPRM, 2009. (Programa Geologia do Brasil; Projeto Sete Lagoas – Abaeté). Escala 1:100.000.



- TULLER, Manoel Pedro. **Carta geológica da Folha Sete Lagoas SE.23-Z-C-II**. Belo Horizonte: CPRM, 2009. (Programa Geologia do Brasil; Projeto Sete Lagoas – Abaeté). Escala 1:100.000.
- TULLER, Manoel Pedro et al. **Geologia da Folha Pompéu SE.23-Z-C-I**. Belo Horizonte: CPRM, 2010. (Programa Geologia do Brasil; Projeto Sete Lagoas – Abaeté). Escala 1:100.000.
- TULLER, Manoel Pedro et al. Proposta de uma nova seção tipo da Formação Carrancas, Grupo Bambuí, na região de Inhaúma, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 44, 26-31 out. 2008, Curitiba, PR. **Anais**. Curitiba, PR: SBG, 2008.
- UHLEIN, Alexandre et al. Estratigrafia e evolução geológica do Grupo Bambuí, Minas Gerais (Roteiro Geológico). In: SBG, CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA, 42., 17 - 22 out. 2004, Araxá, MG. **Anais**: recursos minerais e desenvolvimento socioeconômico. Araxá, MG: SBG. Núcleo Minas Gerais, 2004. 1 CD-Rom.
- UHLEIN, Alexandre et al. **Carta geológica da Folha Carmo do Paranaíba SE.23-Y-B-IV**. Belo Horizonte: CODEMIG ; CPRM, 2010. (Projeto Alto Paranaíba). Escala 1:100.000.
- UHLEIN, Alexandre et al. A Glaciação Sturtiana (~750Ma), a estrutura do Rifte Macaúbas-Santo Onofre e a estratigrafia do Grupo Macaúbas, Faixa Araçuaí. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 15, n. 1, p. 45-60, 2007.
- VALERIANO, Claudio de Morisson et al. A evolução tectônica da Faixa Brasília. 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. 575-593.
- VIEIRA, Lucieth Cruz. A Formação Sete Lagoas em sua área tipo: Fácies estratigrafia e sistemas deposicionais. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 168-181, 2007. Suplemento.
- YAMATO, Arlindo Akio; ARAÚJO, Mário Conceição. **Carta geológica da Folha Bonfinópolis de Minas SE.23-V-B-V**. Belo Horizonte: CPRM ; COMIG, 2003. (Programa Geologia do Brasil; Projeto São Francisco). Escala 1:100.000.
- YAMATO, Arlindo Akio; ARAÚJO, Mário Conceição. **Carta geológica da Folha Serra do Boqueirão SE.23-V-B-IV**. Belo Horizonte: CPRM ; COMIG, 2003. (Programa Geologia do Brasil; Projeto São Francisco). Escala 1:100.000.
- YAMATO, Arlindo Akio; ARAÚJO, Mário Conceição. **Carta geológica da Folha Serra da Ilha SE.23-V-B-I**. Belo Horizonte: CPRM ; COMIG, 2003. (Programa Geologia do Brasil; Projeto São Francisco). Escala 1:100.000..
- YAMATO, Arlindo Akio et al. **Carta geológica da Folha São Romão, escala 1:250.000 – SE.23-V-B**. Belo Horizonte: CPRM ; COMIG, 2003. (Programa Geologia do Brasil; Projeto São Francisco). Escala 1:250.000.
- YAMATO, Arlindo Akio et al. **Carta geológica da Folha Urucuia SE.23-V-B-II**. Belo Horizonte: CPRM ; COMIG, 2003. (Programa Geologia do Brasil; Projeto São Francisco). Escala 1:100.000.
- ZALÁN, Pedro Victor; SILVA, Paulo César Romeiro. Bacia do São Francisco. **Boletim de Geociências Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 561-571, 2007.