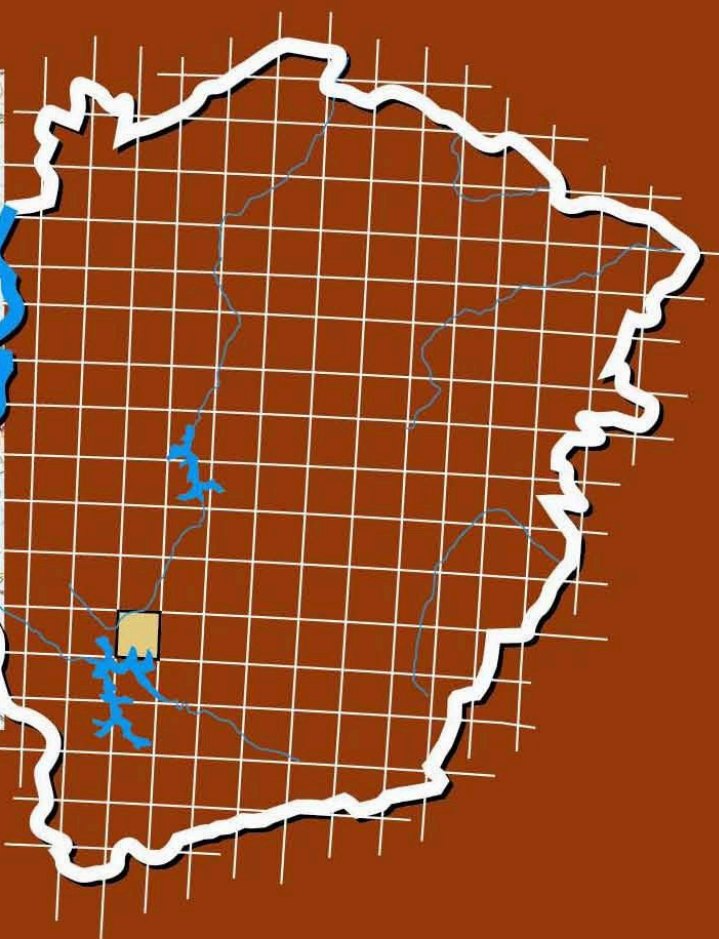
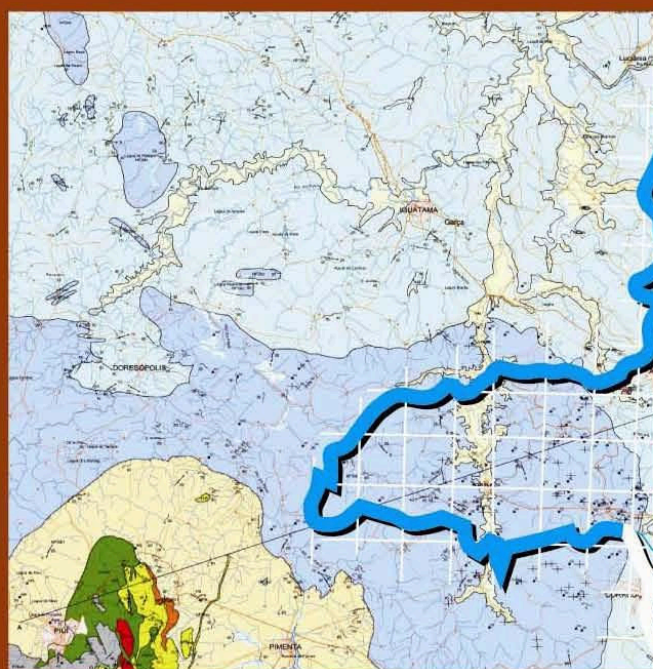


**Programa Geologia do Brasil
Levantamentos Geológicos Básicos**

GEOLOGIA DA FOLHA PIUMHI* SF.23-V-B-II

Sistema de Informações Geográficas – SIG



**Escala 1:100.000
2008**

* PARCERIA COM A UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ

 **CPRM**
Serviço Geológico do Brasil

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

EDISON LOBÃO
Ministro

Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

CLÁUDIO SCLIAR
Secretário

CPRM-SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

AGAMENON SÉRGIO LUCAS DANTAS
Diretor-Presidente

MANOEL BARRETTO DA ROCHA NETO
Diretor de Geologia e Recursos Minerais

JOSÉ RIBEIRO MENDES
Diretor de Hidrogeologia e Gestão Territorial

FERNANDO PEREIRA DE CARVALHO
Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

EDUARDO SANTA HELENA
Diretor de Administração e Finanças

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ

ALOÍSIO TEIXEIRA
Reitor

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PROFESSOR JOÃO GRACIANO MENDONÇA FILHO
Diretor

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
Contrato CPRM- UFRJ N.º. 067/PR/05

Brasília, 2008



Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Ministério de Minas e Energia



APRESENTAÇÃO

O Programa Geologia do Brasil (PGB), desenvolvido pela CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 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 novos investimentos em pesquisa mineral e para a criação de novos empreendimentos mineiros, com a conseqüente geração de novas oportunidades de emprego e renda. Além disso, os dados obtidos no âmbito desse programa podem ser utilizados em programas de gestão territorial e de recursos hídricos, dentre inúmeras outras aplicações 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 resultante da interação entre essa considerável parcela do conhecimento acadêmico nacional com a excelência em cartografia geológica praticada pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB) resulta em um enriquecedor processo de produção de conhecimento geológico que beneficia não apenas a academia e o SGB, mas à toda 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 nacional. O refinamento da cartografia, na escala adotada, fornece aos potenciais usuários, uma ferramenta básica, indispensável aos futuros trabalhos de exploração mineral ou aqueles relacionados à gestão ambiental e à avaliação de potencialidades hídricas, dentre outros.

Além disso, o projeto foi totalmente desenvolvido em ambiente SIG e vinculado ao Banco de Dados Geológicos do SGB (GEOBANK), incorporando o que existe de atualizado em técnicas de geoprocessamento aplicado à cartografia geológica e encontra-se também disponível no Portal do SGB www.cprm.gov.br.

As metas físicas da primeira etapa dessa parceria e que corresponde ao biênio 2005-2006, foram plenamente atingidas e contabilizam 41 folhas, na escala 1:100.000, ou seja aproximadamente 1,5% do território brasileiro. As equipes executoras correspondem a grupos de pesquisa das seguintes universidades: UFRGS, USP, UNESP, UnB, UERJ, UFRJ, UFMG, UFOP, UFBA, UFRN, UFPE e UFC.

Este CD contém a *Nota Explicativa da Folha Piumhi*, juntamente com o *Mapa Geológico na escala 1:100.000 (SF.23-V-B-II)*, em ambiente SIG, executado pela UFRJ, através do Contrato CPRM-UFRJ N^o067/PR/05.

Brasília, setembro de 2008

AGAMENON DANTAS
Diretor Presidente

MANOEL BARRETTO
Diretor de Geologia e Recursos Minerais

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

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
Contrato CPRM-UFRJ N.º. 067/PR/05

NOTA EXPLICATIVA DA FOLHA

PIUMHI
(SF.23-V-B-II)

1:100.000

AUTORES

André Ribeiro, Fábio Vito Pentagna Paciullo,
Aracy Souza Senra, Cláudio de Morrison Valeriano,
Rudolph Allard Jonhhanes Trouw

COORDENAÇÃO GERAL

Rudolph Allard Jonhhanes Trouw

APOIO INSTITUCIONAL DA CPRM

Departamento de Geologia-DEGEO

Divisão de Geologia Básica-DIGEOP

Inácio Medeiros Delgado

Divisão de Geoprocessamento-DIGEOP

João Henrique Gonçalves

Edição do Produto

Divisão de Marketing-DIMARK

Ernesto von Sperling

*Gerência de Relações Institucionais e
Desenvolvimento - GERIDE/ SUREG-BH*

Marcelo de Araújo Vieira

Brysa de Oliveira

Elizabeth de Almeida Cadête Costa

M. Madalena Costa Ferreira

Rosângela Gonçalves Bastos de Souza

Silvana Aparecida Soares

Representante da CPRM no Contrato

Fernando Antônio Rodrigues de Oliveira

APOIO TÉCNICO DA CPRM

Supervisor Técnico do Contrato

Luiz Carlos da Silva

Apoio de Campo

Nolan Maia Dehler

Revisão do Texto

Luiz Carlos da Silva

Organização e Editoração

Luiz Carlos da Silva

Carlos Augusto da Silva Leite

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM/Serviço Geológico do Brasil.

Piumhi- SF.23-V-B-II, escala 1:100.000: nota explicativa./André Ribeiro, Fábio Vito Pentagna Paciullo, Aracy Souza Senra, Cláudio de Morrison Valeriano, Rudolph Allard Jonnhanes Trouw.- Minas Gerais: UFRJ/CPRM, 2007.

50p; 01 mapa geológico (Série Programa de Geologia do Brasil – PGB) versão em CD-Rom.

Conteúdo: Projeto desenvolvido em SIG – Sistema de Informações Geográficas utilizando o GEOBANK – Banco de dados.

1- Geologia do Brasil- I- Título II- Trouw, R.A.J., Coord. III- Ribeiro, A., IV- Paciullo, F.V.P. V- Serra, S. VI- Valeriano, C.M..

CDU 551(815)
ISBN 978-85-7499-027-9

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Localização da Folha Piumhi.....	1
2. GEOLOGIA BÁSICA.....	2
2.1 Sumário.....	2
2.2 Contexto Geotectônico.....	3
2.3 Trabalhos Anteriores.....	4
2.3.1 Embasamento	4
2.3.2 Sucessões Neoproterozóicas.....	4
2.3.3 Geologia Estrutural	5
2.3.4 Geocronologia	6
3. CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES MAPEADAS	
3.1 Embasamento	7
3.1.1 Granitóides no Domínio Autóctone - Parautóctone.....	7
3.1.2 Granitóides no Domínio Externo	8
3.1.3 Greenstone Belt de Piumhi	8
3.1.4 Talco, Xisto e Serpentinó	8
3.1.5 Wackes, Arenitos e Pelitos Turbidíticos	9
3.1.6 Unidade Serra da Mamona	9
3.2 Unidades Metassedimentares Neoproterozóicas	10
3.2.1 Unidade Serra da Boa Esperança.....	10
3.2.2 Formação Santo Hilário.....	10
3.2.3 Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí	11
3.2.4 Formação Samburá	18
4. GEOLOGIA ESTRUTURAL E METAMORFISMO NAS UNIDADES PRECAMBRIANAS	22
5. UNIDADES FANEROZÓICAS	
5.1 Kimberlitos.....	25
5.2 Depósitos Cenozóicos e Neotectônica	26
5.2.1 Sedimentos Semi - Litificados	26
5.2.2 Sedimentos Não Litificados.....	27
6. RECURSOS MINERAIS NA FOLHA PIUMHI.....	28
7. PANORAMA MINERAL	30
7.1 Calcário	32
7.2 Areia	32
7.3 Argila	33
7.4 Água-Mineral	34
8. OUTROS RECURSOS MINERAIS	35
8.1 Diamante.....	35
8.2 Cromo	35
8.3 Turfa.....	36
8.4 Chumbo.....	36
9. CARSTE NA REGIÃO DE ARCOS-PAINS-DORESÓPOLIS.....	37

9.1 Acervo Espeleológico	37
9.2 Acervo Arqueológico	39
9.3 Acervo Ambiental	39
10 ASPECTOS AMBIENTAIS - CENTROS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	41
10.1 Centro de Educação Ambiental e Núcleo Museológico Estação Corumbá	41
10.2 Centro de Educação Ambiental da Lafarge do Brasil – Unidade Arcos.....	41
11. POTENCIAL HIDROGEOLOGICO	42
12. PROJEÇÕES E PERSPECTIVAS ECONÔMICAS.....	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1. INTRODUÇÃO

Este relatório mostra resultados do trabalho na Folha Piumhi 1:100.000, contrato CPRM-UFRJ. A primeira parte trata a geologia básica, a segunda mostra dados sobre recursos minerais, meio ambiente, potencial hidrológico e Província Cárstica Arcos-Pains-Doresópolis. Os dados e interpretações geológicas resultaram de trabalho de campo incluindo 800 pontos estudados e contatos litológicos seguidos no campo. Informações bibliográficas e imagens de satélite complementaram parte das interpretações. No canto sudoeste da folha, Serra da Pimenta e adjacências, a caracterização das unidades baseia-se nos trabalhos de Claudio de Morisson Valeriano, coordenador do mapeamento nas folhas vizinhas, Guapé e Alpinópolis.

1.1 Localização da Folha Piumhi

A Folha Piumhi 1:100.000 situa-se no centro-oeste do Estado de Minas Gerais, entre as coordenadas $46^{\circ}00' - 45^{\circ}30'W$ e $20^{\circ}00' - 20^{\circ}30'S$ (Fig.1). Engloba as cidades de Bambuí e Dorésópolis no noroeste, Lagoa da Prata no nordeste, Pimenta e Piumhi no sudoeste. Arcos e Pains no centro constituem importante pólo industrial de calcário. As principais vias de acesso são a rodovia MG-050 que liga Belo Horizonte a Passos e a BR-354 que corta a área ligando a BR-262 a noroeste e BR-384/Fernão Dias a sudoeste. A área é coberta pelas cartas topográficas 1:50.000 do IBGE/1969-1970, Bambuí (SF-23-C-I-1), Lagoa da Prata (SF-23-C-I-2), Arcos (SF-23-C-I-4) e Piumhi (SF-23-C-I-3), base para os trabalhos de campo.

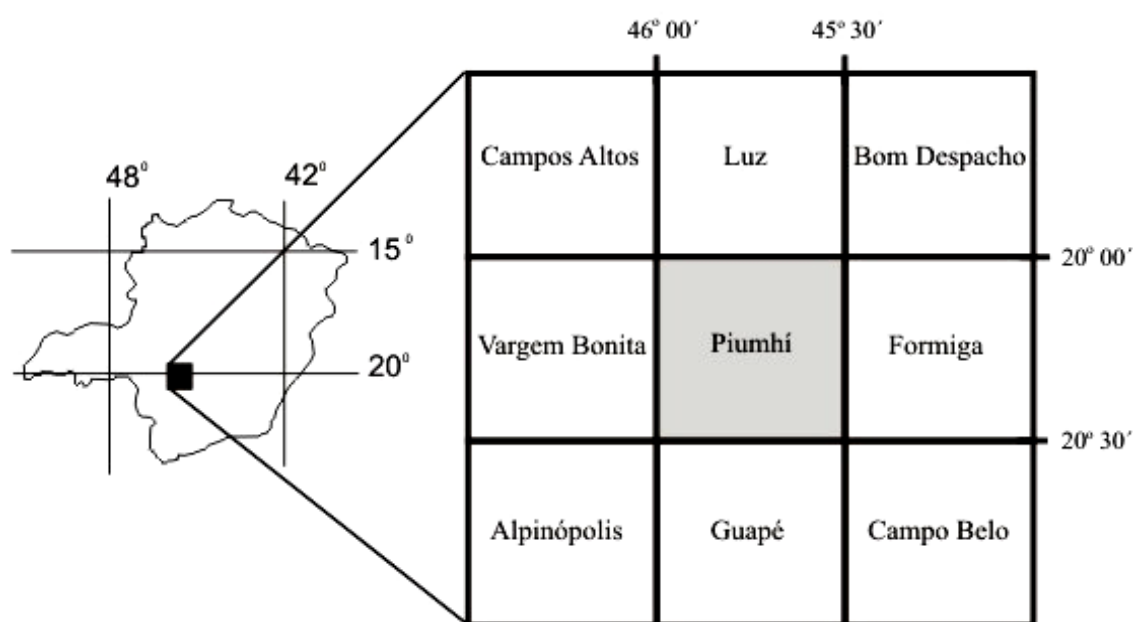


Figura 1: Localização da Folha Piumhi 1:100.000 no Estado de Minas Gerais e articulação com folhas vizinhas.

2. GEOLOGIA BÁSICA

2.1 Sumário

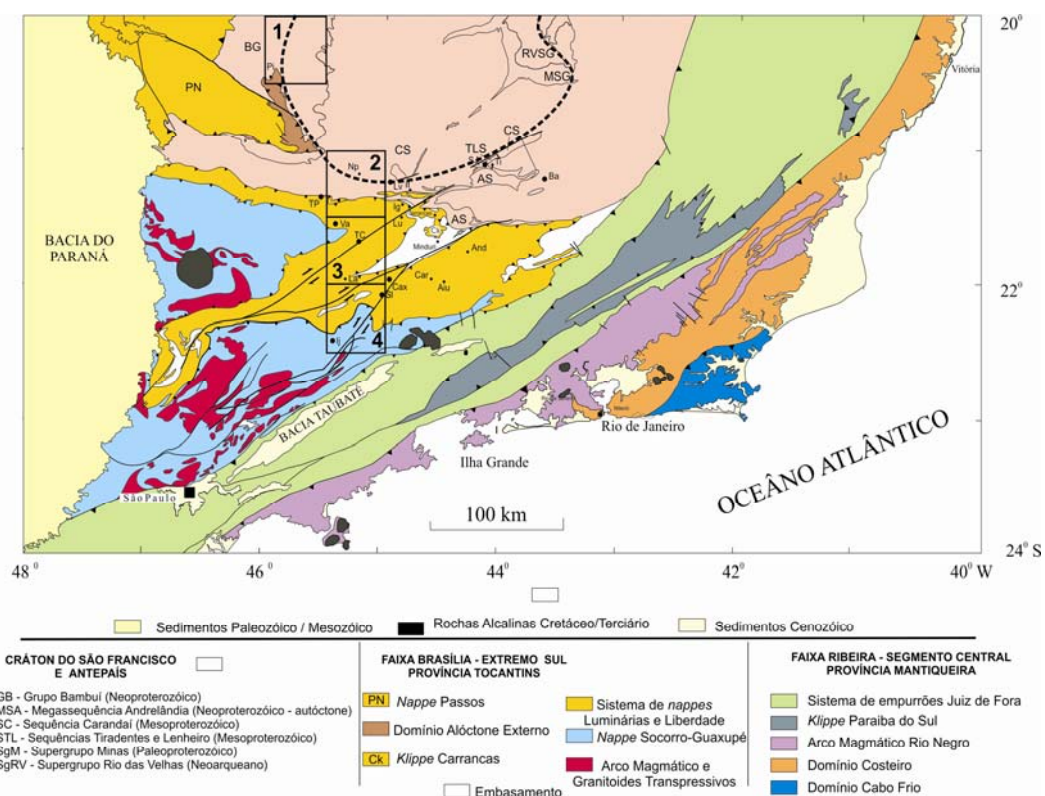
Na Folha Piumhi, de leste para oeste, em ordem tectonoestratigráfica, afloram ortognaisses granitóides arqueanos do embasamento do Cráton do São Francisco (Fig. 1); sucessões neoproterozóicas carbonáticas plataformais rasas da Formação Sete Lagoas com pelitos e calcipelitos na base e calcários cinzentos no topo; sucessões de fluxos gravitacionais com ruditos e pelitos incluídos na Formação Samburá, e um sistema de empurrões imbricados para leste. Este sistema de empurrões gerado durante a orogênese neoproterozóica Brasileira inclui unidades metassedimentares paleoproterozóicas e neoproterozóicas e na base uma lasca de faixa greenstone arqueana com metagranitóides associados. As escamas tectônicas foram empurradas sobre a Formação Samburá e esta sobre os carbonatos da Formação Sete Lagoas. Na lapa do empurrão Samburá os calcários cinzentos chegam a mostrar localmente quatro fases de dobras superpostas, mas a deformação diminui em direção ao cráton. Para leste as sucessões da Formação Sete Lagoas mostram duas fases de dobras abertas com envoltórias subhorizontais. Uma fase de dobras com planos axiais ca. 240/80 e eixos de baixo caimento para SE, outra com planos axiais ca.130/80 e eixos de baixo caimento para SW. Estas dobras abertas passam então a suaves e na zona pericratônica calcipelitos suavemente dobrados repousam em discordância litológica sobre granitóides do embasamento. A deformação nos granitóides foi acomodada essencialmente em falhas reversas aparentemente de pequeno rejeito. O metamorfismo também diminui em direção ao cráton; passa de fácies xisto-verde com cloritóide no sistema de empurrões a fácies subxisto-verde de metamorfismo incipiente com sericita e clorita na zona pericratônica. Cabe ressaltar que no sistema de empurrões as rochas mostram foliação tectônica do tipo clivagem ardosiana e xistosidade, enquanto nas rochas das formações Samburá e Sete Lagoas a clivagem é incipiente ou mesmo não ocorre, apesar da deformação. Na maioria dos afloramentos fora do sistema de empurrões, a composição, textura e estrutura primárias das rochas estão relativamente bem preservadas. Assim, para facilitar a leitura muitas vezes foi excluído o prefixo meta que deve acompanhar o nome das rochas descritas ao longo do texto.

As unidades fanerozóicas são kimberlitos cretáceos atestando tectonismo mesozóico. Depósitos fluviais e colúvios cenozóicos semilitificados são deslocados por falhas de pequeno rejeito registrando atividade neotectônica na região. Dezenas de minas de calcários e ocorrências locais de blenda, galena, cromita e kimberlitos tornam a área interessante do ponto de vista geoeconômico. O nível de base regional é o Rio São Francisco no seu alto curso e um relevo cárstico relativamente suave domina grande parte da paisagem.

2.2 Contexto Geotectônico

Como mostra o sumário, as estruturas tectônicas e o metamorfismo nas sucessões precambrianas da Folha Piemhuí registram a transição de uma área pericratônica paleoproterozóica e arqueana para o cinturão orogênico neoproterozóico adjacente (Fig. 2). Na borda cratônica o metamorfismo é incipiente e a deformação foi acomodada em dobras suaves. Para oeste a deformação aumenta, aparecem dobras abertas e os calcários da Formação Sete Lagoas são cavalgados por sucessões da Formação Samburá. Sobre esta unidade ocorre um sistema de empurrões imbricados, a parte norte do Sistema de Cavalgamento Ilícínia-Piumhi (Valeriano, 1992), onde o metamorfismo atinge fácies xisto-verde. Esta estruturação tectônica é atribuída a episódios orogênicos neoproterozóicos que formaram a Faixa Brasília meridional (Dardenne, 2000; Valeriano *et al.*, 2004a). Esta faixa registra a colisão do Cráton do Paranapanema contra a margem ocidental do Paleocontinente São Francisco (Valeriano *et al.*, 2000, 2004b) durante aglutinação do supercontinente Gondwana (Almeida *et al.*, 2000; Alkmim *et al.*, 2001).

Na área ocorrem ainda raros corpos de kimberlitos do Cretáceo relacionados a reativações mesozóicas no sudeste brasileiro, e depósitos fluviais e colúvios cenozóicos localmente deslocados por falhas que registram atividade neotectônica na região.



Encarte tectônico simplificado da região sudeste do Brasil, com localização das Folhas (1:100.000) Piem-Hi (1), Nepomuceno (2), Varginha (3) e Itajubá (4); modificado de Trouw *et al.* (2000). Cidades: TP - Três Pontas; Lv - Lavras; It - Itumirim; Va - Varginha; TC - Três Corações; Lu - Luminárias; Ig - Ingai; SJ - São João Del Rei; Ti - Tiradentes; Ba - Barbacena; And - Andrelândia; Aiu - Aiuuoca; Car - Carrancas; Cax - Caxambu; La - Lambari; Sl - São Lourenço; Ij - Itajubá; Pi - Piemhi; Np - Nepomuceno

Figura 2: Contexto geotectônico da Folha Piemhuí (1) e folhas Nepomuceno (2), Varginha (3) e Itajubá (4), parceria CPRM/Serviço Geológico do Brasil - UFRJ. A linha tracejada mostra o limite aproximado do Cráton do São Francisco. Figura original de Trouw *et al.*, 2000.

2.3 Trabalhos Anteriores

2.3.1 Embasamento

O embasamento na Folha Piumhuí está representado por granitóides do embasamento do Cráton do São Francisco na parte leste da folha, e pela lasca de faixa greenstone e ortognaisses associados no sistema de empurrões Ilícinia-Piumhuí, no sudoeste da área. Os granitóides cratônicos fazem parte do complexo Campo Belo e, possivelmente, correspondem a suítes TTG arqueanas (cf. Teixeira *et al.*, 2000). A lasca de faixa greenstone ou Greenstone Belt de Piumhi (Fritzsos *et al.*, 1980) inclui corpos plutônicos, subvulcânicos e vulcânicos ultramáficos, máficos e félsicos, além de metassedimentos. Análises U-Pb em microgabros intrusivos em rochas vulcânicas máficas forneceram idades de 3.1.Ga, felsitos paleoarquenos também balizam a idade da unidade. Este greenstone belt foi estudado em detalhe por Schrank (1982, 1986), Jahn & Schrank (1983), Schrank & Abreu (1990) e Schrank & Silva (1993) e aparece nos mapas ao milionésimo do DNPM-CPRM (Cavalcanti *et al.*, 1979) e do Projeto RADAMBRASIL (Machado Filho *et al.*, 1983).

2.3.2 Sucessões Neoproterozóicas

As sucessões neoproterozóicas expostas na área da Folha Piumhuí correspondem a unidades das formações Sete Lagoas e Samburá, ambas consideradas pela maioria dos estudiosos (cf. Castro & Dardene, 2000; Martins-Neto & Alkmim, 2001) como integrantes do Grupo Bambuí, de idade neoproterozóica.

Nomenclatura estratigráfica

Segundo Oliveira e Leonardos (1943) o termo Bambuí foi aplicado por Rimann (1917) a uma série xistos argilosos e argila xistosa da região de Bambuí no oeste mineiro. Estes autores citam ainda que a unidade, incluindo também calcários, já tinha sido informalmente denominada de Série São Francisco por Derby no início do século passado. Depois vieram as descrições de Moraes e Guimarães (1930) e a divisão estrutural de Fryberg (1932; in Oliveira e Leonardos, 1943). A primeira divisão litoestratigráfica regional foi feita por Costa e Branco (1961) e várias vezes revista e modificada (Barbosa *et al.*, 1970; Marchese, 1974; Dardenne, 1978; Braun & Batista, 1978; Braun, 1981; Castro & Dardene, 2000; entre outros). Almeida (1967) rebatizou a série como Grupo Bambuí e Pflug e Ranger (1973) incluíram o grupo, junto com o Grupo Macaúbas, no Supergrupo São Francisco. Um bom resumo sobre a história do Grupo Bambuí e suas formações aparece no léxico estratigráfico da CPRM.

A divisão adotada pela maioria dos autores deriva do trabalho de Costa & Branco (1961) e reúne no Grupo Bambuí as seguintes unidades:

Formação Três Marias - siltitos, arcóseos, arenitos, conglomerados, no topo do grupo.

Subgrupo Paraopeba com as seguintes formações na parte média do grupo:

Serra da Saudade - folhelhos, siltitos

Lagoa do Jacaré - calcissiltitos, calcarenitos

Serra de Santa Helena - folhelhos, argilitos, margas, siltitos

Sete Lagoas - dolomitos, folhelho, margas, calcarenitos, calcilitos.

Formação Carrancas - diamictitos e conglomerados de ocorrência local, na base do grupo.

A Formação Samburá (Branco, 1957) inclui pelitos e ruditos, e tem sido incluída no Grupo Bambuí (cf. Castro & Dardene, 1996, 2000; Martins-Neto & Alkmim, 2001).

Paleoambientes

A maioria das unidades atribuídas ao Grupo Bambuí são interpretadas como depósitos de uma extensa cobertura de plataforma em discordância sobre unidades paleoproterozóicas e arqueanas. As formações do Subgrupo Paraopeba são consideradas plataformais marinhas e incluem fácies carbonáticas e siliciclásticas. A Formação Três Marias é interpretada como terrígena continental e a Formação Samburá como depósito de leque deltáico. Segundo Castro & Dardene (2000) as unidades do Grupo Bambuí podem ser reunidas em três grandes megaciclos com características de raseamento ascendente, cada megaciclo com pelitos e calcipelitos marinho-profundos que passam à fácies carbonáticas rasas. Este conjunto foi rebatizado de Megasseqüência Bambuí por Martins-Neto & Alkmim (2001) que consideraram a Formação Samburá um equivalente lateral do Subgrupo Paraopeba. Entretanto, são poucos os trabalhos detalhados sobre estratigrafia e paleoambientes na Folha Piumhi. A Formação Samburá foi interpretada como depósito de leque deltáico contemporâneo aos carbonatos e siliciclástitos do Grupo Bambuí (Castro & Dardene, 1996, 2000) idéia adotada por Martins-Neto & Alkmim (2001). Nobre (1995) e Nobre e Coimbra (2000), com base em um perfil detalhado cerca de 100m na pedreira da CSN em Arcos, identificaram quatro intervalos estratigráficos na Formação Sete Lagoas: basal ou 1 uma rampa carbonática com biostromas, carbonatos detríticos e estromatólitos; intervalo 2 uma planície de maré com estromatólitos e intervalos 3 e 4 com grainstones oolíticos de plataforma rasa. Estes intervalos foram reconhecidos nos calcários cinzentos do topo da Formação Sete Lagoas, acima de sua base constituída essencialmente por siltitos e argilitos carbonáticos, no presente trabalho agrupados sob a designação geral de calcipelitos.

2.3.3 Geologia Estrutural

Valeriano (1992, 1999) caracterizou três compartimentos tectônicos distintos relacionados á orogênese brasileira na região da Folha Piumhi e adjacências. São os domínios autóctone-parautóctone, externo e interno. O domínio interno inclui a Nappe Passos exposta a sudoeste nas Folhas Guapé e Alpinópolis. Esta nappe registra empurrões para SE e recobre parcialmente os demais domínios. É constituída essencialmente por metassedimentos dos grupos Araxá ou Andrelândia deformados em fácies xisto-verde e anfibólito. O domínio externo ou Sistema de Cavalcamento Ilicínea-Piumhi (Valeriano, 1992) é um conjunto de escamas de empurrão deformadas em dobras abertas e em fácies xisto-verde. Este sistema de empurrões cavalga o domínio autóctone-parautóctone. O domínio autóctone-parautóctone inclui a Formação Samburá, os depósitos do Grupo Bambuí e o embasamento pericratônico. Como mencionado nos itens 2.1 e 2.2 a deformação diminui para leste e na borda cratônica os carbonatos neoproterozóicos em fácies subxisto-verde repousam suavemente dobrados em discordância litológica sobre granitóides do embasamento. As escamas tectônicas do domínio externo foram exumadas por volta de 640-610 Ma e forneceram detritos para a bacia de antepaís que abrigou os depósitos da Formação Samburá (Valeriano, 1992).

O Mapa estrutural de Muzzi-Magalhães (1989) mostra traços estruturais de charneiras de grandes dobras deslocadas por zonas de cisalhamento sinistrais. Nas imagens magnetométricas, tanto

intensidade magnética total como derivadas, aparecem lineamentos NW-SE bem definidos, atravessando toda área da Folha Piumhi. Este feixe de lineamentos não tem expressão geológica ou geomorfológica no campo. Pode ser interpretado como uma feição rasa, possivelmente um exame de diques no embasamento subjacente aos depósitos Bambuí e Samburá. Tal interpretação ajusta-se a de Borges & Drews (2001) que descrevem entre Arcos e Araxá "lineamentos que aparecem como um feixe de diques retilíneos e paralelos" sugerindo para estas anomalias "o modelo de diques rasos, nem sempre aflorantes". Aparentemente este feixe de lineamentos magnéticos junto com feições de imagens de satélite que expressam parte do contato Samburá x Bambuí, tem sido interpretado como zonas de cisalhamento sinistrais. Assim, possivelmente surgiram em diversos mapas, desde Muzzi Magalhães (1989) e Muzzi Magalhães *et al.* (1989), as zonas de cisalhamento Doresópolis - Pains e Campos Altos - Lagoa da Prata (cf. Castro & Dardenne, 2000; Alkmim & Martins Neto, 2001, entre outros). Todavia, estas zonas de cisalhamento não foram confirmadas em nossos trabalhos de campo.

2.3.4 Geocronologia

Os granitóides do embasamento na Folha Piumhuí fazem parte do Complexo Campo Belo que inclui ortognaisses granitóides arqueanos e paleoproterozóicos (Teixeira *et al.*, 2000). Apesar de não existirem dados geocronológicos das formações Sete Lagoas e Samburá na área da Folha Piumhuí é consenso que estas unidades são neoproterozóicas. Uma idade isocrônica Pb-Pb de 740 ± 22 Ma foi obtida por Babinsky & Kaufman, (2003) em carbonatos da Formação Sete Lagoas na Pedreira Samba em Sete Lagoas, cerca de 200 km a nordeste de Piumhuí. Conforme Babinsky (2005) esta idade permite relacionar a deposição dos carbonatos ao final da glaciação Sturtiana. Já com base em estratigrafia isotópica Misi (2001) situa a formação no intervalo 680-600Ma. Os ruditos da Formação Samburá encerram fragmentos de rochas semelhantes as do Sistema de Cavalgamento Ilicínea-Piumhi e por tal razão são interpretados como depósitos de antepaís, derivados da erosão da frente de empurrões. Datações K-Ar mostram que o resfriamento no sistema de empurrões se deu a cerca de 600-580 Ma (Valeriano *et al.*, 2000) balizando assim a idade da Formação Samburá.

3. CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES MAPEADAS

A subdivisão tectônica adotada por Valeriano (1992; Valeriano *et al.*, 2006a e b) mostra as unidades precambrianas agrupadas em três domínios distintos, interno que corresponde a Nappe Passos; externo incluindo o Sistema de Cavalgamento Ilícínia-Piumhuí e autóctone-parautóctone englobando o Grupo Bambuí, Formação Samburá e embasamento (Simões & Valeriano, 1990; Fuck, 1994; Valeriano *et al.*, 2000). As unidades precambrianas da Folha Piumhuí foram incluídas nos domínios autóctone-parautóctone e externo.

3.1 Embasamento

O termo embasamento na área Folha Piumhuí tem sido aplicado a um conjunto geotectônico que inclui unidades arqueanas e paleoproterozóicas constituídas por ortognaisses ou granitóides e sucessões de greenstone belts. Na parte oriental da área, no domínio autóctone-parautóctone, afloram ortognaisses que devem corresponder a suítes TTG do Complexo Campo Belo (Teixeira *et al.*, 2000) do embasamento do cráton. No sistema de empurrões de Piumhi, no sudoeste da área, ocorre uma lasca tectônica de tipo greenstone belt e granitóides arqueanos em variado grau de deformação. Ainda neste sistema de empurrões aparecem uma unidade de talco xistos e serpentinitos cromíferos; uma sucessão turbidítica com arenitos, wackes e pelitos e a Unidade Serra da Mamona incluindo pelito carbonoso, formação ferrífera e quartzitos.

3.1.1 Granitóides no Domínio Autóctone - Parautóctone

Na parte leste e sudeste da folha afloram granitóides ou ortognaisses muito alterados em barrancos e semifrescos em lajedos nos córregos. Na maioria dos afloramentos são granitóides cinzentos, equigranulares médios ou grossos, maciços ou xistosos. Estas rochas encaixam diques graníticos e pegmatitos provavelmente penecontemporâneos a geração dos granitóides.



Figura 3: Variedade porfiroblástica de ortognaisse do embasamento. Ponto 471, Usina Velha São Domingos, próximo a Arcos.

Outra variedade, aparentemente subordinada em área, é um ortognaisse porfiroblástico (Fig. 3) ou com caráter migmatítico definido por bandas máficas, apófises granitóides e de pegmatitos. No canto sudeste da folha ocorrem saprólitos de ortognaisses granitóides com bandamento definido por camadas tabulares delgadas (1-10cm) avermelhadas (máficas ?) e brancas félsicas. Ocorrem também possíveis biotititos e clorita xistos alterados em lentes no granitóide alterado. Os raros granitóides semifrescos têm composição granítica a

granodiorítica, com quartzo, K-feldspato, plagioclásio e biotita; e quantidades acessórias ou traços de zircão, apatita, rutilo e minerais opacos. Sericita e epidoto são secundários comuns.

3.1.2 Granitóides no Domínio Externo

Dois corpos de granitóides ocorrem em escamas tectônicas no domínio externo, ambos em posições tectônicas inferiores no sistema de empurrões, encaixados na faixa greenstone e sob a sucessão turbidítica e a Unidade Serra da Mamona. São rochas semelhantes as que ocorrem na borda cratônica, porém com variado grau de deformação. Ocorrem feições e texturas locais preservadas pela deformação e fácies muito deformadas, até miloníticas. A composição é variada, mas predominam granitos e granodioritos sobre tonalitos e quartzo dioritos. Valeriano *et al.* (2004) dataram granitóides semelhantes na Folha Guapé, logo a sul. Os afloramentos situam-se em posição tectônica semelhante aos de Piumhi. Uma razão $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ em titanita forneceu idade mínima de 3019 Ma para uma amostra granítica. Uma idade de 2936 ± 13 Ma foi obtida por datação U-Pb em zircão em granodiorito. Outra idade de 2.25 Ga foi obtida pelo método K-Ar em hornblenda de amostra do mesmo corpo.

3.1.3 Greenstone Belt de Piumhi

Esta unidade constitui uma escama tectônica no sistema de empurrões do domínio externo. Trata-se de uma sucessão de tipo greenstone belt antes conhecida como Maciço de Piumhi (Fritzsos *et al.*, 1980; Schrank, 1982). A unidade inclui derrames basálticos e komatiíticos com estruturas almofadadas e spinifex, vulcanitos básicos, intermediários e ácidos. As rochas mostram variável grau de deformação em fácies xisto-verde, mas em geral, os atributos primários estão relativamente bem preservados. Esta lasca tectônica greenstone belt foi estudada em detalhe por Schrank (1982, 1986), Jahn & Schrank (1983), Schrank & Silva (1993) e Schrank & Abreu (1990). Cristais de zircão de um sill de gabro anortosítico, intrudido na sucessão vulcânica foram datados pelo método U-Pb, com intercepto superior em 3116 ± 10 Ma, situando a associação no Mesoarqueano (Machado & Schrank, 1989).

3.1.4 Talco, Xisto e Serpentinito

Rochas ultramáficas, mormente talco xisto e serpentinito localmente com lentes de cromitito, constituem uma unidade distinta no sistema de empurrões ou domínio externo, no canto sudoeste da folha. Estas rochas ultramáficas aparecem em afloramentos descontínuos ao longo da superfície de cavalgamento que recobre a unidade dos metassedimentos turbidíticos e se estendem para sul na Folha Guapé. A cromita ocorre disseminada xistos ultramáficos e lentes de cromitito compacto muito deformado, intercaladas nestes xistos. Não existem datações ou correlações confiáveis a posição estratigráfica da unidade ainda é incerta.

Rochas metaultramáficas com cromita já eram conhecidas e mineradas desde o início da década de 40 nas cabeceiras do ribeirão das Araras e do córrego Caxambu, a sul de Piumhi (Barbosa & Lacourt, 1940; Araújo, 1943; Sidrim, 1978). Ferrari *et al.* (1996) sugere corpos alpinotipos com base no quimismo da cromita (cf. Recursos Minerais).

3.1.5 Wackes, Arenitos e Pelitos Turbidíticos

Esta unidade alcança cerca de 100 metros de espessura mínima, recobre a escama de faixa greenstone de Piumhuí e aparece empurrada sobre a Formação Samburá a sul de Piumhuí. É constituída essencialmente por wackes e arenitos feldspatolíticos e pelitos cinzentos. Estas rochas aparecem organizadas em pares ou ciclos wacke/arenito-pelito e siltito/arenitofino-argilito empilhados em sucessões métricas com típico acamamento tabular. Os pares wacke/arenito-pelito alcançam espessuras de 20 a 50cm e localmente mostram base erosiva e intraclastos pelíticos. Os pares de finos são delgados (1-10cm) a moda dos ritmitos. As estruturas comuns nas camadas individuais são as de tipo maciça ou gradada, mas localmente ocorre microlaminação cruzada e laminação convoluta.

A litologia psamítica inclui wackes quartzosas e feldspatolíticas. As quartzo-wackes têm arcabouço de quartzo monocristalino e policristalino tipo quartzito fino e matriz de sericita e minerais opacos. Uma clivagem ardosiana é mal definida pela matriz e orientação dos eixos maiores dos grãos do arcabouço. Ocorrem transições para arenitos quartzosos sujos que se destacam por formarem cristas contínuas no relevo. As wackes feldspatolíticas têm arcabouço composto por quartzo, a maioria monocristalino, feldspatos e abundantes fragmentos de vulcanitos. A maioria dos grãos de quartzo e feldspato parece derivar de rochas granitóides, provavelmente finas. Os litoclastos são de vulcanitos félsicos com fenocristas de plagioclásio e texturas equigranular, traquítica e esferulítica devida a devitrificação. Ocorrem também fragmentos de rochas basálticas e andesíticas microcristalinas. A matriz é uma pasta muito fina de mica branca, clorita e minerais opacos. A petrofácies sugere área fonte em granitóides finos e vulcanitos félsicos, intermediários e máficos. Possivelmente as rochas fontes são do próprio Greenstone Belt de Piumhuí e granitóides arquenos associados.

3.1.6 Unidade Serra da Mamona

Esta unidade aparece no sistema de empurrões ou domínio externo, no canto sudoeste da folha. Aflora nas serras do Lavapés e Gabiroba e daí para sul, na Serra da Mamona, já na Folha Guapé. Na Folha Piumhi cobre as unidades turbidítica e dos xistos ultramáficos. A Unidade Serra da Mamona inclui formação ferrífera bandada e pelitos carbonosos na base, e pelitos, quartzitos e conglomerados quartzosos no topo. A formação ferrífera bandada é constituída pelo empilhamento de lâminas tabulares maciças com variável proporção de quartzo e óxido de ferro e lâminas cinzentas ou castanhas dominadas por materiais ferruginosos. Os quartzitos e conglomerados do topo aparecem em camadas de aparência maciça, delgadas (1-10cm), médias (10-30cm) e espessas (30-100cm), esverdeadas e cinzentas. As esverdeadas são ricas em fragmentos de quartzo de veio e devem sua cor a matriz de sericita esverdeada. As camadas cinzentas, apesar da alta proporção de quartzo, devem sua cor a intraclastos de pelitos carbonosos, fragmentos de chert avermelhado e alta proporção relativa de minerais opacos na matriz quartzo-sericítica. No topo da sucessão aparecem corpos lenticulares de conglomerados grossos cinzentos. As duas sucessões formam um conjunto grano e estratocrescente para topo. A sucessão basal registra deposição em ambiente euxínico com baixo aporte de material terrígeno e a sucessão de topo representa a progradação de materiais terrígenos. O conjunto pode ser interpretado como parte de um delta em bacia relativamente fechada.

Datações U-Pb de grãos detríticos de zircão de um metaconglomerado mostram idades majoritariamente arqueanas. A idade máxima para a sedimentação do conglomerado é indicada pelo zircão mais novo datado, de ca. 2.0 Ga (Valeriano *et al.*, 2004a, b).

3.2 Unidades Metassedimentares Neoproterozóicas

As sucessões neoproterozóicas expostas na Folha Piumhi podem ser incluídas nas unidades Santo Hilário e Boa Esperança que aparecem em escamas tectônicas no sistema de empurrões de Piumhuí, na Formação Samburá e na Formação Sete Lagoas.

3.2.1 Unidade Serra da Boa Esperança

Esta unidade ocorre em escamas tectônicas basais no sistema de empurrões do domínio externo. São metaquartzo arenitos, quartzitos, sericita filitos e quartzo conglomerados que ocorrem sob a Nappe Passos, desde Carmo do Rio Claro e Ilicínia nas folhas Guapé e Alpinópolis, até a Serra da Pimenta na Folha Piumhi. O termo Seqüência Boa Esperança foi criado originalmente por Valeriano (1992) para agrupar as rochas da unidade. Depois elas foram incluídas, junto com conglomerados da Formação Samburá, na Seqüência Carmo do Rio Claro (Heilbron *et al.*, 1987). Mas Valeriano *et al.* (1995) voltaram ao termo original excluindo os conglomerados Samburá da unidade. O enfoque litológico domina a descrição da unidade, pois cisalhamento subparalelo ao acamamento destruiu a maioria das estruturas primárias e dificulta o entendimento das relações originais das litofácies. Valeriano (1992) reconheceu duas sucessões, uma dominada por quartzitos e outra por filitos.

Sucessão Quartzítica - esta sucessão forma serras e chapadões no domínio externo, destacando-se na parte oriental da Serra da Pimenta. É constituída por quartzo arenitos e quartzitos, e intercalações de sericita filito, filito hematítico e raras lentes de conglomerados quartzíticos. Valeriano (1992; 1999) reconheceu três associações na sucessão quartzítica:

- a. Quartzito ou metaquartzo arenito com grânulos e intercalações de sericita filito esverdeado. Os quartzitos contêm fragmentos arredondados de quartzo monocristalino e policristalino, e raros clastos de K-feldspato. Em locais mais preservados foram identificados rochas bem selecionadas, sobrecrecimentos de quartzo, marcas de onda e estratificação cruzada.
- b. Quartzito micáceo cinza com maior proporção de minerais opacos finos e de matriz micácea em relação aos quartzitos da associação a.
- c. Quartzito micáceo em acamamento lenticular delgado com estratificação cruzada.

Sucessão filítica - são quartzo clorita sericita filitos, cinzentos ou esverdeados, que ocorrem intercalados na sucessão quartzítica. Localmente enceram intercalações de pares quartzito fino-filito formando ritmitos esverdeados.

3.2.2 Formação Santo Hilário

Esta unidade aflora em lentes descontínuas na base do sistema de empurrões do domínio externo, desde Santo Hilário na Folha Guapé, até a Serra da Pimenta na Folha Piumhuí. Inclui arcóseos, quartzitos e brechas deformados. Nas brechas ocorrem fragmentos de granitos, quartzitos, metapelitos, feldspatos e matriz arcoseana. A unidade parece representar um depósito de antepaís

precoce em relação aos depósitos da Formação Samburá e pode ser entendida como uma variedade de melange tectonossedimentar.

3.2.3 Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí

Nesta formação foram reconhecidas duas unidades de expressão regional, uma basal constituída por calcipelitos rosados e esverdeados e outra de topo composta por calcários cinza escuros. Os calcipelitos podem ser equivalentes da fácies Pedro Leopoldo e os calcários cinzentos correlatos da fácies Lagoa Santa, ambas definidas na área de Sete Lagoas por Scholl (1972). Na região da Folha Piumhi os calcários têm sido tradicionalmente incluídos na Formação Sete Lagoas e os calcipelitos em parte incluídos no SubGrupo Paraobepa. Uma terceira unidade de ocorrência local não cartografada na escala adotada aparece abaixo dos calcipelitos sobre granitóides do embasamento. São pelitos siliciclásticos e ruditos que podem ser equivalentes da Formação Carrancas (cf. 2.3.3) ou remanescentes da Formação Macaúbas

Rochas carbonáticas são caracterizadas pela sua granulometria, proporção de matriz, seleção e componentes essenciais, ou seja, intraclastos, oolitos, pelóides e bioclastos. Em analogia a siliciclásticos podem ser classificadas como calciruditos (rudstones, floatstones), calciarenitos (grainstones, packstones), calciwackes (wackestones) e calcilamitos (mudstones). Rochas carbonáticas autóctones são classificadas de acordo com sua textura e gênese (cf. Folk, 1959; Dunham, 1962; Embry & Klován, 1971). O tipo de estrutura presente ajuda a caracterizar a rocha e o tipo de depósito ainda no campo. Um calcário com estratificação cruzada pode ser um grainstone, ainda que os seus componentes essenciais não sejam reconhecidos. Mas em calcários cinza escuros ou negros muitas vezes é difícil reconhecer também a estrutura. A caracterização das variedades de calcários da área mesclou petrografia de 40 amostras tingidas com alisarina para identificação de dolomita e observações de campo com ajuda de ácido clorídrico diluído na maioria dos afloramentos. No campo, na maioria dos casos as rochas carbonáticas afaníticas foram coletivamente denominadas calcipelitos e as microfaneríticas e faneríticas finas de calcários. Com ajuda das estruturas foi possível separar calciarenitos, calciruditos ou brechas carbonáticas e fácies oolíticas e biolíticas como estromatólitos colunares.

3.2.3.1 Pelitos e Ruditos Siliciclásticos

Estas rochas aparecem em ocorrências isoladas e alteradas capeando granitóides do embasamento em discordância litológica, e cobertas pelos calcipelitos. Próximo a Arcos, no ponto 36, ocorre um conglomerado com fragmentos arredondados e subangulosos do granitóide subjacente. Este rudito aparece em lentes descontínuas com até cerca de 1 metro de espessura capeando um paleorelêvo esculpido no granitóide do embasamento. Calcipelitos Sete Lagoas cobrem o rudito em aparente discordância. Os pelitos siliciclásticos aparecem



Figura 4: Pelitos siliciclásticos na mineração Fazenda Água Santa, próximo a Arcos. Vide Recursos Minerais.

em corpos aparentemente lenticulares com espessuras até métricas e extensão lateral no mínimo decamétrica. A sucessão é formada pelo empilhamento siltitos e argilitos cinzentos ou esverdeados em camadas delgadas e médias, maciças ou com laminação plana (Fig. 4). Como mencionado acima estes depósitos podem ser equivalentes da Formação Carrancas (cf. 2.3.3) ou remanescentes da Formação Macaúbas.

3.2.3.2 Calcipelitos (*calcissiltitos e calcilutitos/argilitos*) – Formação Sete Lagoas

Esta unidade ocupa vasta área na parte norte da folha. No leste da área predomina uma sucessão com intercalações de fácies ondulada e laminação cruzada. A sucessão suavemente dobrada aparece em discordância litológica sobre o embasamento (Fig. 5). Para norte, nordeste e noroeste, nas áreas que incluem Iguatama, Lagoa da Prata e Bambuí predomina uma sucessão de calcipelitos em acamamento tabular delgado na maioria dos afloramentos dobrado ou redobrado. As rochas estão muito alteradas, exceto um corte semifresco a sul de Doresópolis. A cobertura de colúvios e as rochas deformadas e muito alteradas dificultaram a localização e o entendimento da transição entre as duas sucessões.

A unidade apresenta espessuras variadas, cerca de 50 metros na área de Arcos até cerca de 100 metros de espessura mínima na área de Bambuí.

No leste e sudeste, áreas de Arcos e Córrego Fundo calcipelitos rosados e esverdeados, frescos, semifrescos e alterados cobrem um paleorelévo irregular esculpido nos ortognaisses granitóides do embasamento (Figs. 5 e 6). Apesar de não ter sido observada em afloramentos contínuos, a transição para os calcáreos cinzentos sobrepostos parece ser marcada por horizonte de camadas tabulares maciças ou laminadas. Para norte, nordeste e noroeste predomina a sucessão de calcipelitos em acamamento tabular delgado, e as rochas sempre muito alteradas. A transição entre as sucessões é mal definida devido à cobertura de colúvios e rochas muito alteradas, dobradas e redobradas.



Figura 5: Calcipelitos da Formação Sete Lagoas em acamamento tabular delgado suavemente dobrado, discordante sobre granitóides alterados, rosados. Ponto 36, Boca do Mato, Arcos.



Figura 6: Calcipelitos em discordância litológica sobre granitóide do embasamento. Ponto 417 na periferia de Arcos.

Como visto acima trata-se de uma unidade constituída por calcipelitos e pelitos margosos organizados em duas sucessões distintas. O primeiro tipo de sucessão é bem exposto na parte leste da área, especialmente entre a área de Arcos e o trevo das rodovias BR-354 e MG-159. Este

tipo inclui calcissiltitos ou calciarenitos muito finos e calciargilitos em camadas delgadas e médias. As cores das rochas frescas e semifrescas são rosadas (Fig. 7) e variedades menos frequentes esverdeadas e cinzentas e creme. As rochas frescas efervescem em contato com ácido clorídrico diluído, são micríticas e os componentes essenciais são de difícil reconhecimento. O ataque com alisarina mostra traços de dolomita. As rochas alteradas têm cores amareladas (Fig. 8) e pouco efervescem com ácido clorídrico diluído. As estruturas frequentes são ondulada definida por marcas de onda e recobrimentos de micas finas esverdeadas, microlaminação cruzada e laminação plano paralela (Fig. 9). Localmente foram encontradas prováveis estruturas hummocky (Fig. 10) e gretas de ressecamento (Fig. 11). Brechas intraformacionais com até cerca de 3 metros de espessura se intercalam na sucessão (Fig. 12). As fácies maciças podem ser originais ou produtos de recristalização e micritização.



Figura 7: Empilhamento de camadas delgadas e médias de calcipelitos típico da base da Formação Sete Lagoas. Acima rochas frescas no ponto 32 próximo ao trevo das rodovias BR-354 e MG-439; abaixo rochas semifrescas no ponto 19, um corte na rodovia MG-050 próximo a Córrego Fundo do Meio.

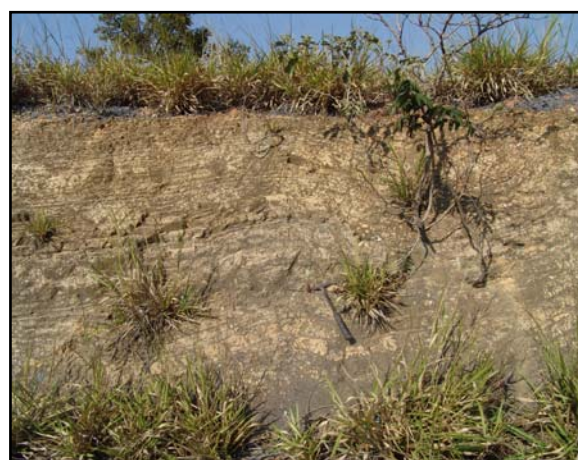


Figura 8: Calcipelitos semelhantes aos da figura 7, alterados. Ponto 61 rodovia BR-354.



Figura 9: Fácies ondulada (wavy) e microlaminação cruzada em calcissiltitos da Formação Sete Lagoas. Ponto 32b, próximo ao trevo BR-354 e MG-439.

As estruturas onduladas (wavy), gretas de ressecamento e microlaminações cruzadas registrando paleocorrentes para nordeste e sudoeste (Fig. 13) indicam paleoambiente deposicional litorâneo raso, provavelmente um sistema de planície de maré, com gretas de ressecamento caracterizando ambiente de intermaré. Os recobrimentos micáceos nas estruturas onduladas (Fig. 9) mostram o baixo influxo de materiais siliciclásticos finos na base da sucessão. No entanto, localmente definem camadas margosas.



Figura 10: Estratificação cruzada hummocky em calcissiltitos da Formação Sete Lagoas. No ponto 32c, próximo ao trevo das rodovias BR-354 e MG-439.



Figura 11: Gretas em calcipelito da base da Formação Sete Lagoas. Ponto 32d, próximo ao trevo das rodovias BR-354 e MG-439.



Figura 12: Brecha intraformacional em calcissiltitos da Formação Sete Lagoas. Ponto 32e, próximo ao trevo das rodovias BR-354 e MG-439.

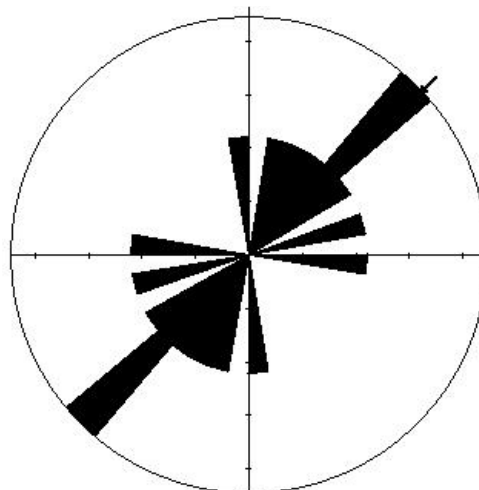


Figura 13: Sentido de paleocorrentes em microlaminação cruzada de calcissiltitos na base da Formação Sete Lagoas em 18 pontos de amostragem.

O segundo tipo de sucessão é formado pelo monótono empilhamento de camadas tabulares delgadas (1-10cm) e mais raras médias (10-30cm) ou espessas (30-100cm). As rochas são finas e a estrutura interna nas camadas aparentemente é maciça. Mas, as rochas estão sempre muito alteradas, com cores amareladas e menos freqüentes rosadas e na maioria dos afloramentos aparecem dobradas (Fig. 14) o que dificulta a interpretação paleoambiental. O monótono empilhamento de camadas tabulares, a estrutura maciça e ausência de estruturas tracionais sugerem deposição de materiais finos baixo do nível base de ondas. Provavelmente são equivalentes laterais aos depósitos litorâneos expostos na parte setentrional da área.

3.2.3.3 Calcários cinzentos – Formação Sete Lagoas

Na parte leste da área os calcários cinzentos capeiam os calcipelitos e formam paredes abruptos que deram origem ao apelido de campo calcário muralha (Figura 15).



Figura 14: Afloramentos típicos da sucessão de calcipelitos exposta na parte meridional da folha: rochas muito alteradas em acamamento tabular delgado dobrado. Acima no ponto 241, a noroeste da localidade de Pedra Branca, abaixo no ponto 135, ao norte de Doresópolis.

cárstico discreto. No noroeste os calcários estão muito mal expostos ocorrendo essencialmente ao longo de córregos. A presença de dolinas, sumidouros, vales cegos e de colúvio vermelho, distinto da maioria dos colúvios mais claros sobre calcipelitos, ajudam a encontrar afloramentos isolados de calcários semifrescos ou alterados.

Na pedreira da Lafarge do Brasil em Arcos, foram medidos cerca de 150 metros de calcários cinzentos, sem base exposta e topo erodido (Fig. 16). Com base nesta seção, em seções geológicas e observações de campo estima-se que a unidade alcance cerca de 200 metros de espessura mínima na Folha Piumhi.

Apesar de não ter sido observado em afloramentos contínuos, na parte leste da área o contato com os calcipelitos sotopostos parece ser marcado por horizonte de camadas tabulares maciças e laminadas. Para oeste e sudoeste a unidade é truncada pela Formação Samburá ao longo de uma falha reversa ou empurrão.



Figura 15: Muralha de calcário cinzento subhorizontal, relevo típico dos calcários da Formação Sete Lagoas na parte leste da Folha Piumhi, entre Arcos e Córrego Fundo.

Este relevo de orientação aproximada norte-sul marca o contato com a unidade de calcipelitos e pode ser observado nas imagens Geocover 2000 e Google Earth. Na parte central da área, nas adjacências do Rio São Miguel e daí para noroeste em direção a Doresópolis, aparecem afloramentos escarpados e relevo cárstico proeminente. Sumidouros e dolinas são identificados nos mapas 1:50.000 do IBGE. Nas partes sul e norte da unidade os afloramentos são escassos e o padrão



Figura 16: Calcários cinzentos sem base exposta e topo erodido. Lavra da Mineração Arcos, CSN, vista da pedreira da Lafarge do Brasil, Arcos.

No noroeste, áreas de Lagoa dos Martins, Doresópolis e Bambuí a escassez de afloramentos e a cobertura de colúvios não permitiu caracterizar a natureza do contato com os calcipelitos.

Sob a denominação geral de calcários cinzentos inclui-se aqui uma variedade de rochas carbonáticas, cinzentas a quase negras, a maioria microfaneríticas. Por suas estruturas primárias, por exemplo, estratificação cruzada, grande parte destas rochas são calcarenitos ou grainstones. Calcissiltitos, lutitos e biolitos aparecem em menor proporção. Micas finas e recobrimentos micáceos são raros. Estas rochas efervesce em contato com ácido clorídrico diluído e o tingimento com alisarina nas seções delgadas revelou ausência ou apenas traços de dolomita na maioria das amostras. No perfil da pedreira da Lafarge calcários da parte média e do topo da unidade chegam a conter cerca de 10% de dolomita e poucas variedades alcançam 30%. Portanto são calcários, calcários com dolomita e calcários dolomíticos. Na maioria das rochas observadas ocorre calcita microespática ou micrítica e escassos cristais espáticos isolados. A dolomita aparece em cristais xenomórficos e em poiquiloblastos gerando textura mosqueada. Em algumas amostras ocorre dolomita idiomórfica sobre estilolito definido por resíduo escuro carbonoso. Em algumas amostras aparecem estruturas circulares de calcita micrítica com envelopes de dolomita ou pasta escura, possivelmente microfítolitos. Reconhece-se ainda intraclastos, oolitos e possíveis pelóides micríticos. Minerais opacos finos, isolados ou concentrados em manchas, ocorrem em quantidades acessórias ou traços. Microestilolitos são freqüentes. Estas rochas constituem lâminas e camadas delgadas, médias, espessas e muito espessas, a maioria tabulares.



Figura 17: Estratificação cruzada e superfícies de reativação em provável canal de maré. Calciarenito cinzento da Formação Sete Lagoas na Mineração Caloeste, ponto 68.

A leste do Rio São Miguel, na parte leste da unidade as camadas subhorizontais pouco deformadas exibem estruturas primárias relativamente bem preservadas. Estes tipos de estruturas são melhor observadas em superfícies alteradas ou tingidas (Fig.17). São reconhecidas fácies maciça, laminação plano paralela, estrutura ondulada com recobrimentos carbonosos e mais raros micáceos, estratificação cruzada dos tipos planar, acanalada, espinha de peixe e superfícies de reativação (Fig. 17). Estromatólitos com até cerca de 1 metro de altura aparecem na parte superior da

unidade (Fig. 18). Brechas intraformacionais provavelmente geradas por dissolução e colapso (Fig. 19) e estilolitos (Fig. 20) são freqüentes desde a base até o topo da unidade. Do Rio São Miguel para oeste e noroeste, em direção a Lagoa dos Martins, Doresópolis e Bambuí na grande maioria dos afloramentos os calcários cinzentos deformados e recristalizados mostram apenas estrutura aparente maciça. Provavelmente as estruturas deposicionais e penecontemporâneas foram mascaradas ou destruídas durante a deformação (Fig. 21).



Figura 18: Estromatólito colunar com cerca de 80cm de altura. Provável barreira biolítica no topo dos calcários cinzentos. Pedreira da Lafarge do Brasil em Arcos.



Figura 19: Brecha intraformacional gerada por dissolução em calcário cinzento. Formação Sete Lagoas na pedreira da Lafarge do Brasil em Arcos.



Figura 20: Estilolito definido por material marrom ferruginoso e carbonoso em calcário cinza da Formação Sete Lagoas. Ponto 50, Fazenda Bocaina, Arcos.



Figura 21: Acamamento delgado aparentemente maciço definindo dobras concêntricas com núcleos cúspides. Neste tipo de rocha calcária deformada é rara a preservação de texturas estruturas primárias. Calcário cinza na lapa do empurrão Samburá, ponto 99.

A sucessão subhorizontal de calcários cinzentos está bem exposta na pedreira da Lafarge em Arcos. A seção local mostra o seguinte:

- nos primeiros sessenta metros, que correspondem as bancadas 1 a 5 da pedreira, predomina o empilhamento de camadas delgadas de calciarenitos finos e calcissiltitos. São dois tipos de camadas dominantes, uma aparentemente maciça ou com laminação plana difusa e outra com laminação ondulada definida por películas cinzas ou esverdeadas. As duas variedades podem formar pares empilhados ciclicamente. Estilolitos são muito freqüentes. Intercalados nestas camadas aparecem bancos de brechas maciças, com base e topo planos e espessuras centimétricas, exceto um corpo de brecha de 2 metros na parte alta da bancada 3 da pedreira.
- nas bancadas seis, sete e base da bancada 8, totalizando cerca de 20 metros de espessura, aparecem calciarenitos, localmente oolíticos. Estas rochas formam camadas delgadas e médias agrupadas em dois tipos de estratos, ambos com espessuras métricas. Um tipo de estrato é composto pelo empilhamento de camadas com estratificação cruzada, a maioria acanalada.

O outro tipo de estrato é formado por camadas maciças ou com laminação plana mal definida. As estruturas cruzadas registram paleocorrentes para sudeste, sul e sudoeste.

- sobre as fácies com estratificação cruzada, na bancada oito, ocorre um estrato com 3 metros de espessura, constituído por estromatólitos colunares com até cerca de 80 centímetros de altura. Lateralmente ocorrem calciarenitos com estratificação cruzada. Este banco parece registrar barreiras de estromatólitos e canais de maré adjacentes.
- acima da associação com estromatólitos ocorre um banco de brecha com 3 metros de espessura e sobre as brechas voltam a ocorrer calciarenitos aparentemente maciços, laminados ou com estratificação cruzada, além de estromatólitos colunares, agora com alturas apenas centimétricas ou decimétricas.

Afloramentos contínuos mostrando o contato basal dos calcários cinzentos sobre os calcipelitos rosados e esverdeados não foram encontrados. Os afloramentos mais próximos ao contato mostram o topo dos calcipelitos com estruturas litorâneas e a provável base dos calcários cinzentos com camadas tabulares delgadas sugestivas de depósitos abaixo do nível base de ondas. Para o topo os calcários cinzentos passam a mostrar estruturas tracionais típicas de ambientes litorâneos rasos, culminando com barreiras definidas por estromatólitos colunares e canais adjacentes caracterizados por calciarenitos, inclusive oolíticos, com estratificação cruzada registrando paleocorrentes bidirecionais (Fig. 17).

Em conjunto as sucessões tradicionalmente incluídas na Formação Sete Lagoas na área da Folha Piumhuí mostram calcipelitos e calciarenitos finos rosados e esverdeados, litorâneos e pobres em material carbonoso na base, sobrepostos por uma sucessão de calcários cinzentos ricos em matéria carbonosa, com características de raseamento ascendente. Este quadro estratigráfico sugere sedimentação em plataforma carbonática, provavelmente epicontinental (cf. Misi, 2001), em duas etapas distintas. A primeira, pouco espessa, registra sedimentação em ambiente litorâneo pobre em material carbonoso. A segunda registra depósitos ricos em matéria carbonosa associados à subida do nível relativo do mar seguida de raseamento. Análises isotópicas de carbono e oxigênio em andamento mostram valores altamente negativos para os calcipelitos rosados e positivos para os calcários cinzentos. Estes dados, ainda em confrontação com perfis e análises químicas, mostram boa correlação com dados de Misi (2001) e sugerem que para os calcipelitos rosados sedimentação pós-glacial, ou seja, provavelmente pós Macaúbas.

Resta ainda a relação ou transição para a espessa sucessão de calcipelitos em acamamento tabular delgado que ocupa a parte noroeste da área. Possivelmente esta sucessão representa os depósitos mais fundos, abaixo de do nível base de ondas, contemporâneos a toda sedimentação litorânea representada pelos calcipelitos e calcários cinzentos.

3.2.4 Formação Samburá

Esta unidade aparece na lapa dos empurrões do domínio externo, empurrada sobre calcários da Formação Sete Lagoas (Fig. 22). Na área da Folha Piumhuí tem cerca de 200m de espessura mínima e é constituída essencialmente por conglomerados polimíticos e pelitos.

Os conglomerados que afloram no vale do Rio Samburá, a oeste da Folha Piumhuí, foram descritos inicialmente por Miranda (1953, in Braun, *Léxico Estratigráfico Brasileiro*) e Branco (1957). Barbosa (1963; in Barbosa, 1965) batizou a unidade como Formação Samburá estendendo sua área de ocorrência até a região de Piumhi. Valeriano (1992) interpretou a formação como depósito de leque subaquático relacionado à erosão da frente alóctone da Faixa Brasília em avanço sobre o antepaís. Castro (1996) e Castro & Dardenne (1996, 2000) a interpretaram como depósito de leque deltáico também em bacia de antepaís relacionada à Orogênese Brasileira. Estas interpretações foram



Figura 22: Colinas e vales com rochas alteradas, paisagem típica da Formação Samburá. A unidade aparece empurrada sobre calcário cinza da Formação Sete Lagoas e capeada pelos empurrões da Serra da Pimenta, ao fundo. Quadrante sudoeste da Folha Piumhi.

originalmente sugeridas por Chang *et al.* (1988) e corroboradas por Simões & Valeriano (1990), embora o modelo de Chang e colaboradores tenha sido aplicado a todo o Grupo Bambuí e não apenas à Formação Samburá. Castro & Dardenne (2000) mencionam que a Formação Samburá grada para a sucessão pelítica carbonática da Formação Sete Lagoas, idéia adotada por Martins-Neto & Alkmim (2001). Entretanto, como já apontava Valeriano (1992), o mapeamento mostrou que a Formação Samburá recobre as unidades da Formação Sete Lagoas ora em discordância ora em contato de empurrão. Além disso, a sul da Folha Piumhuí, na Folha Guapé, a Formação Samburá trunca o contato basal da Formação Sete Lagoas e cobre o embasamento autóctone. Na Folha Piumhuí a formação aparece empurrada sobre os calcários cinzentos Sete Lagoas. Nossas observações coincidem com as de Valeriano (1992) e Valeriano *et al.* (2006a, b). A Formação Samburá é constituída por depósitos sincompressionais dos estágios finais da colisão brasileira. A deposição ocorreu em bacia de antepaís provavelmente distinta ou sucessora da bacia que abrigou os depósitos da Formação Sete Lagoas. A Formação Samburá é então considerada aqui uma unidade desvinculada do Grupo Bambuí, e provavelmente tardia em relação aos depósitos orogênicos da Formação Santo Hilário.

Formação Samburá - descrição

Uma espessura mínima de 150m é estimada para a unidade na área estudada com base em seções geológicas e perfis estratigráficos detalhados. A unidade cobre os calcários cinzentos da Formação Sete Lagoas ao longo de uma falha reversa ou empurrão e é truncada por empurrões basais do domínio externo no sudoeste da folha (Fig. 22).



Figura 23: Conglomerado Samburá em acamamento difuso com caimento mal definido para sudoeste (esquerda). Ponto 94 na rodovia MG-170 próximo à Pimenta.

Ocorrem variedades com matriz wáquica transicionais a diamictitos. Os fragmentos são de metarenitos quartzíticos, quartzitos, quartzitos miloníticos, quartzo de veio, metapelitos e filitos pelíticos, metabasitos, gnaisses, granitóides e felsitos, entre eles riolitos, e feldspatos muito alterados. Seixos arredondados de materiais estáveis, quartzitos e quartzo de veio, registram provável transporte tracional prévio, devem ser de segundo ciclo. O arredondamento de rochas maciças como felsitos pode registrar processos tracionais ou esfoliação esferoidal na fonte. Em geral os clastos de pelitos ou filíticos mostram baixa esfericidade inerente a sua estrutura interna. Os pelitos são maciços, gradados (siltito-argilito) ou mostram laminação plana mal definida. Podem conter areia e seixos espalhados passando gradacionalmente a wackes e arenitos sujos.

Os conglomerados, pelitos e arenitos/ wackes se associam em ciclos de tipo conglomerado-pelito e conglomerado-arenito/wacke-pelito (Fig. 24). Aparecem também em corpos de espessuras métricas a decamétricas, isolados nas sucessões cíclicas. Possivelmente os corpos rudíticos muito espessos são constituídos pelo empilhamento de camadas amalgamadas.

O aparente predomínio da estrutura maciça, tanto em ruditos como em arenitos e pelitos, a presença de ciclos grano- e estrato-descrescentes para o topo, gradação normal e localmente inversa ou recorrente (Fig. 25), a ausência de estruturas típicas de processos tracionais e a aparente ausência de fácies canalizadas sugerem depósitos de fluxos gravitacionais em ambiente subaquoso não confinado, abaixo do nível base de ondas. A petrofácies indica área fonte nas frentes alóctones da Faixa Brasília. Muitos litoclastos são fragmentos de rochas semelhantes as que ocorrem no sistema de empurrões de Piumhuí, como os quartzitos miloníticos esverdeados

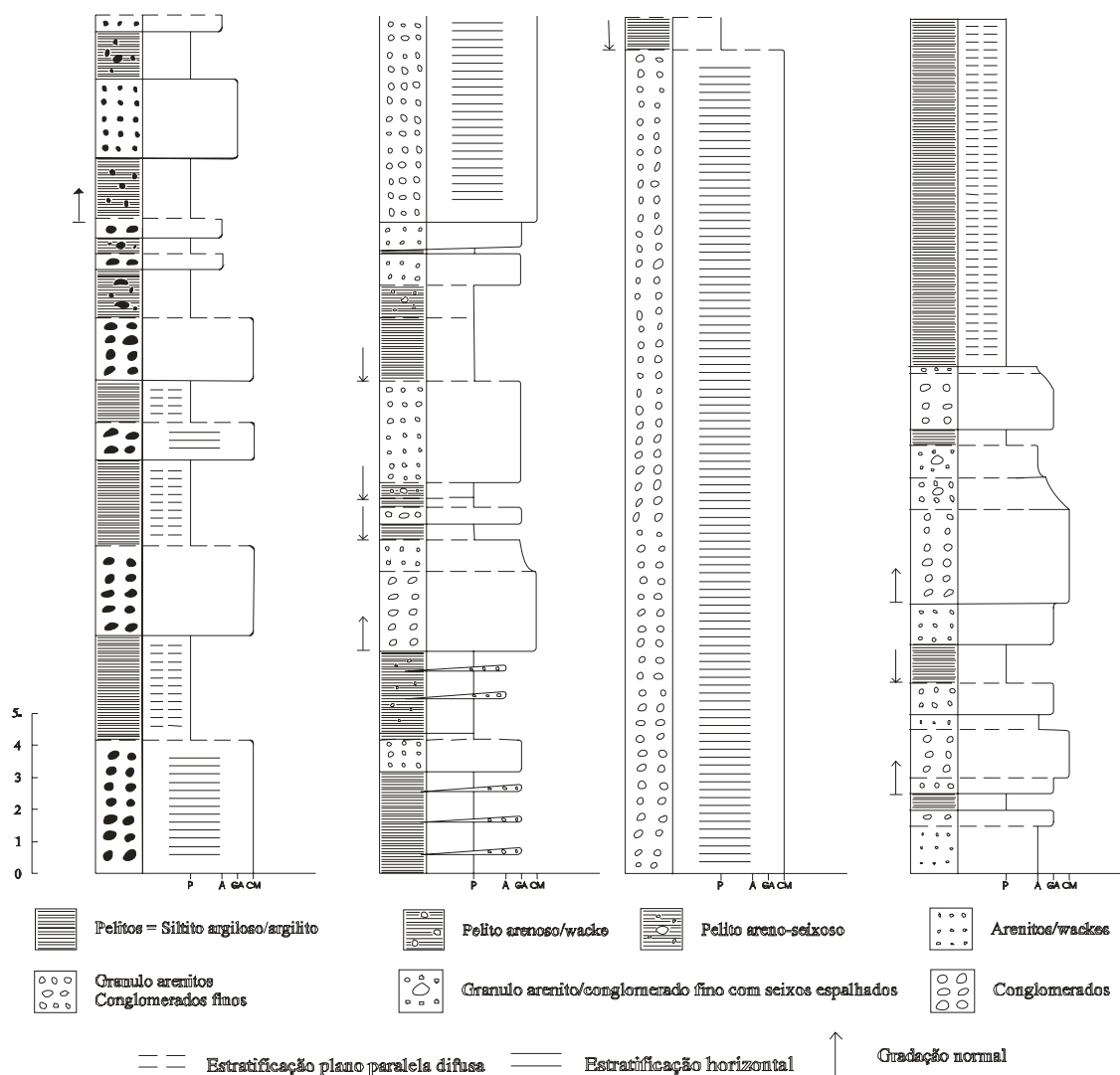
Ocorrem duas litofácies principais na unidade, conglomerados polimíticos e pelitos. Pelitos arenosos e areno-seixosos transicionais a arenitos e wackes líticos e diamictitos são fácies secundárias. Na maioria dos afloramentos as rochas estão muito alteradas, são saprólitos de variadas cores, rosadas, avermelhadas, amareladas. Nos raros afloramentos frescos são rochas cinza escuras ou esverdeadas. Os conglomerados são maciços ou mostram estratificação horizontal e gradação normal e inversa mal definidas, difusas (Fig. 23). A maioria dos fragmentos são subarredondados. A escassa matriz é arenítica lítica limpa, mas,



Figura 24: Ciclos rudito-pelito seixoso típicos da Formação Samburá na Folha Piumhuí. Camadas com alto mergulho para sul (direita) no ponto 95, MG-170 entre Pimenta e Pains.

possivelmente derivados da unidade Boa Esperança. Estes metassedimentos têm sido interpretados como depósitos gravitacionais em leques deltáicos. Nos escassos afloramentos contínuos onde é possível analisar uma sucessão relativamente espessa não foi possível caracterizar tal tipo de ambiente. Por seu contexto geotectônico, provavelmente os depósitos representam fluxos gravitacionais subaquosos não canalizados em região de baixa energia e alta acomodação em uma bacia de antepaís.

Conforme discutido com C. M. Valeriano, coordenador do mapeamento nas folhas vizinhas a sul (Valeriano *et al.*, 2006a e b), provavelmente na parte nordeste da Folha Guapé os depósitos Samburá cobrem a Formação Sete Lagoas e o embasamento. Como as rochas pelíticas de ambas as unidades, Samburá e Sete Lagoas aparecem muito alteradas e têm sido coletivamente denominadas de "ardósia Bambuí", resulta um problema no campo: diferenciar saprólitos de pelitos e calcipelitos Sete Lagoas de saprólitos de pelitos Samburá. Tal problema deve ter incomodado também outros pesquisadores na região. Assim, possivelmente foram incluídos na mesma unidade, o Subgrupo Paraopeba, pelitos das formações Sete Lagoas e Samburá. É o que aparentam mapas regionais e semidetalhados como os de Muzzi-Magalhães (1989) e Castro (1996), entre outros.



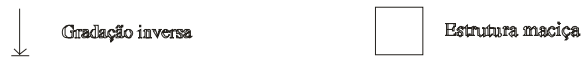


Figura 25: Perfil colunar mostrando ciclos conglomerado-pelito típicos da Formação Samburá na Folha Piunhuí. Corte na Rodovia MG-170 entre Pimenta e Pains, ponto 95.

4. GEOLOGIA ESTRUTURAL E METAMORFISMO NAS UNIDADES PRECAMBRIANAS

A subdivisão tectônica adotada nas folhas vizinhas Alpinópolis e Guapé (Valeriano *et al.*, 2006a e b) pode ser utilizada na Folha Piumhuí. Conforme descrito no item 3, esta subdivisão tectônica mostra as unidades precambrianas agrupadas em três domínios distintos: interno que corresponde na região a Nappe Passos; externo que inclui o Sistema de Cavalgamento Ilicínia-Piumhuí e domínio autóctone-parautóctone englobando as formações Sete Lagoas, Samburá e o embasamento pericratônico (Simões & Valeriano, 1990; Fuck, 1994; Valeriano *et al.*, 2000). As unidades precambrianas na Folha Piumhuí podem ser incluídas nos domínios autóctone-parautóctone e externo.

Domínio externo – sistema de empurrões de Piumhuí

O domínio externo é caracterizado pela imbricação tectônica das unidades litológicas. A deformação principal, D_{1DE} no esquema de Valeriano (1992), gerou empurrões, clivagem penetrativa de baixo ângulo subparalela ao acamamento e com lineação de estiramento associada. Indicadores cinemáticos registrando transporte tectônico de topo para NW e NE. A deformação foi interpretada como produto de intenso cisalhamento heterogêneo de baixo ângulo. Ocorreu em condições de fácies xisto verde, zona da clorita, localmente com cloritóide. Quartzo, clorita e mica branca definem a clivagem em metapelitos. Cloritóide ocorre em intraclastos na unidade Serra da Boa Esperança, em pelitos da unidade turbidítica e em granitóide milonítico no vale do Ribeirão Araras (cf. Valeriano *et al.*, 2006b). Duas gerações de dobras pós-metamórficas suaves a abertas, ambas sem foliação plano-axial, com planos axiais íngremes e eixos N-S e E-W ou NW-SE de baixo caimento se superpõem à estrutura principal. Estas dobras foram associadas a feições rúptil-dúcteis como kink-bands e falhas verticais (Valeriano, 1992; Valeriano *et al.* 1995; 2006a e b).

Domínio autóctone-parautóctone

Deformação no embasamento

No embasamento pericratônico afloram ortognaisses granitóides arqueanos e/ou paleoproterozóicos retrabalhados durante a Orogênese Transamazônica (cf. Teixeira *et al.*, 2000). Estas rochas encerram uma foliação penetrativa antiga, uma xistosidade em geral mal desenvolvida e com alto caimento, entre 50 e 80 graus, para sudoeste. As poucas estruturas novas observadas sugerem que o embasamento acomodou a deformação brasileira em falhas reversas de pequeno rejeito. Estruturas razoavelmente bem expostas podem ser observadas em rochas alteradas próximo a Arcos, na borda cratônica. No ponto 417 (0445129, 7757444), por exemplo, um bloco alto de metagranitóide aparece em meio à pelitos suavemente dobrados mostrando a diferença de comportamento estrutural entre rochas “secas” do embasamento e sedimentos da cobertura durante a deformação brasileira em fácies subxisto-verde.

Deformação na cobertura neoproterozóica Sete Lagoas e Samburá

Como descrito no sumário, na Folha Piumhi, de leste para oeste, em ordem tectonoestratigráfica, afloram ortognaisses granitóides pericratônicos e sucessões neoproterozóicas das formações Sete Lagoas e Samburá. Sobre estas unidades ocorre o sistema de empurrões que caracteriza o domínio externo, com suas unidades arqueanas, paleoproterozóicas e neoproterozóicas. As escamas tectônicas do domínio externo foram empurradas sobre as unidades do domínio parautóctone-autóctone. Neste domínio a Formação Samburá ocorre empurrada sobre os calcários autóctones da Formação Sete Lagoas (Fig. 22). Na lapa do empurrão Samburá os calcários chegam a mostrar quatro fases de dobras superpostas, mas a deformação diminui para leste em direção ao cráton. Para leste a Formação Sete Lagoas mostra dobras abertas que passam a suaves na área pericratônica, ambas com envoltórias subhorizontais. O modelo em escala reduzida pode ser visualizado na figura 26.

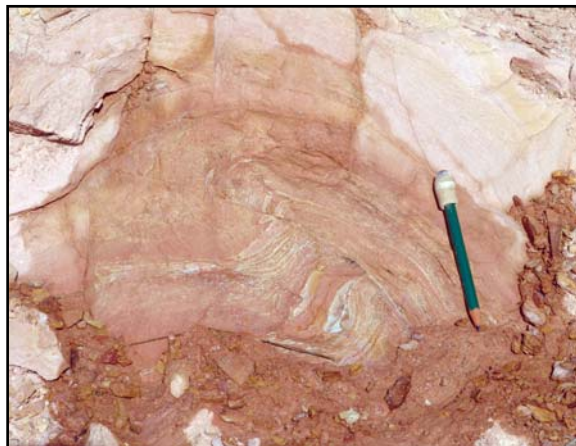


Figura 26: Características estruturais do domínio parautóctone-autóctone na Folha Piumhi. Camadas suavemente dobradas a leste (esquerda) passam a dobras abertas e depois apertadas sob a falha reversa. As camadas da capa chegam a posições subverticais, vide figura 24. O análogo representa as formações Sete Lagoas na lapa e Samburá na capa do empurrão. Calcipelito em corte na rodovia Pimenta-Doresópolis, ponto 133 (0405079, 7755107).

Na parte leste da área, zona pericratônica, a deformação gerou dobras suaves muitas vezes com falhas reversas de pequeno rejeito associadas (Fig. 27). Para oeste e noroeste ocorrem duas fases de dobras abertas com planos axiais e eixos quase ortogonais (Fig. 28). As dobras aparentemente mais antigas têm superfícies axiais de alto mergulho para SW, cerca de 230/80, e eixos de baixo caimento para SE. A outra fase gerou dobras com superfícies axiais de alto mergulho para SE, cerca de 130/80, e eixos de baixo caimento para SW. Localmente, nas áreas adjacentes ao empurrão Samburá aparecem padrões de redobramento mostrando até quatro fases de dobras nos calcários. Também localmente nestes setores ocorrem dobras com superfícies axiais íngremes de traço NNW-SSE e eixos subverticais, em alguns pontos associadas às pequenas zonas de cisalhamento NNW-SSE subverticais dextrais.



Figura 27: Dobra suave e falha reversa de pequeno rejeito, registros do estilo estrutural na parte leste da área, na zona pericratônica. Calcipelito no ponto 61, BR-354.

O metamorfismo regional associado a orogênese basílica diminui em direção ao cráton. Passa de fácies xisto-verde com muscovita, clorita e localmente cloritóide no sistema de empurrões a fácies subxisto-verde de metamorfismo incipiente com sericita e clorita na zona pericratônica. No domínio parautóctone-autóctone as rochas não desenvolveram clivagem penetrativa, exceto incipiente clivagem ardósiana local em rochas pelíticas.



Figura 28: Dobras abertas com superfícies axiais e eixos quase ortogonais. Calcários cinzentos no ponto 154 (0415250, 7757214), próximo a Fazenda Jatobá.

5. UNIDADES FANEROZÓICAS

5.1 Kimberlitos

Ocorrências de diamantes no oeste de Minas Gerais são conhecidas desde os tempos do Brasil colonial. No século passado centenas de corpos kimberlíticos e rochas afins foram encontrados e hoje constituem a Província Ígnea do Alto Paranaíba (Gibson *et al.*, 1995; Brod *et al.*, 2000) ou Província Alcalina Goiás Minas (Sgarbi *et al.* 2000, 2001). Estes corpos registram magmatismo anorogênico Cretáceo e têm sido relacionados à pluma de Trindade. A Folha Piumhuí situa-se na periferia desta província magmática alcalina.

Oito requerimentos e cinco autorizações de pesquisa, além de doze áreas em disponibilidade para diamantes estavam cadastradas no DNPM na área da Folha Piumhuí. De posse dos *overlays* do DNPM vasculhamos estas áreas a pé. Três ocorrências foram confirmadas, duas a noroeste de Piumhuí e outra na área de Abacaxis, a sudeste de Bambuí (cf. 3.1, Recursos Minerais). Próximo a Piumhuí ocorrem dois pequenos afloramentos no Córrego da Água Limpa, quase totalmente cobertos por pelitos Samburá. São brechas muito alteradas, com matriz fina, maciça e escura, e abundantes fragmentos angulosos de pelitos. Numa delas encontramos um seixo arredondado de eclogito semifresco. Próximo a Abacaxis (ponto 366; 0404413, 7783845) ocorre uma brecha muito

alterada constituída por fragmentos angulosos e arredondados de calcipelitos esverdeados, calcarenitos (?) com cor de alteração avermelhada e granitóides em uma matriz maciça fina marrom ou ocre, provavelmente ultramáfica (Figuras 46 e 47, Recursos Minerais). Esta brecha tem pelo menos 15 metros de diâmetro aflorante e o contato com os calcipelitos encaixantes é brusco. Outra suposta ocorrência localiza-se na planície do Rio São Miguel a norte de Pains (ponto 255; 0430398; 7758576). Neste local destaca-se uma pequena elevação na planície fluvial onde encontramos alguns seixos angulosos de uma rocha maciça



Figura 29: Calcipelitos ferruginosos em área deprimida possivelmente vinculada a corpo kimberlítico não exposto. Ponto 243 a sul de Bambuí (0400213; 7767236).

fina amarelada, muito alterada e friável; um seixo de chert negro com *boxwork* de sulfeto e um seixo de granitóide alterado. Em outro local, próximo a Fazenda Pau-Ferro a sul de Bambuí, investigando uma depressão em anfiteatro encontramos calcipelitos ferruginosos localmente com *boxwork* de sulfetos (ponto 243; 0400213; 7767236; Fig. 29). A topografia local, as rochas ferruginosas e o regolito local fogem ao padrão da área. Suspeitamos de um possível corpo

kimberlítico ainda não exposto mineralizando os pelitos encaixantes. Nos outros polígonos cadastrados no DNPM a investigação de campo não revelou ocorrências anômalas ou fora dos padrões da área.

5.2 Depósitos Cenozóicos e Neotectônica

5.2.1 Sedimentos Semi - Litificados

Dois tipos de depósitos de sedimentos semi-litificados, de provável idade cenozóica foram observados a sul de Vila Costina, em discordância angular sobre Formação Samburá.

Quartzo conglomerados localmente cartografáveis ocorrem na área do ponto 126 (0410247, 7746779). Aparecem em corpos maciços ou com estratificação horizontal difusa formando depósito com cerca de 5 metros de espessura mínima. São conglomerados com seixos arredondados de quartzo de veio e raros pelitos cimentados por material ferruginoso. Em outros locais ao longo do baixo Ribeirão

das Araras ocorrem depósitos semelhantes, porém, com menor grau de litificação. Destaca-se o ponto 319 (0401044; 7746760) onde um canal escavado em calcário foi preenchido por conglomerado e este coberto por colúvio (Fig. 30). Estes depósitos registram ambiente deposicional fluvial.



Figura 30: Quartzo conglomerado cenozóico discordante sobre calcário Sete Lagoas e coberto por colúvio vermelho. Ponto 319 (0401044; 7746760) na rodovia Pimenta – Doresópolis.



Figura 31: Falha vertical de pequeno rejeito deslocando contatos entre calcário, conglomerado fluvial e colúvio vermelho. Bloco alto a oeste (esquerda). Ponto 319.

O outro tipo depósito exposto em um barranco (ponto 106; 0417137; 7739246) é constituído por camadas tabulares maciças de wackes mal litificadas. As camadas estão inclinadas cerca de 15 graus para sudoeste, em discordância angular sobre pelitos Samburá. Da base para o topo ocorrem 4 metros de wacke vermelha com manchas brancas subverticais, possivelmente pedotúbulos; 1 metro de wacke amarelada e 4 metros de wacke vermelha que registram fluxos de detritos arenosos. O conjunto é coberto por colúvio.

Falhas devem ter sido responsáveis pela inclinação das wackes e pela localização dos conglomerados ferruginosos no alto de uma colina. Estas falhas, grande parte verticais de direção aproximada norte sul registram neotectônica na área e algumas delas deslocam até mesmo os colúvios (Fig. 31).

5.2.2 Sedimentos Não Litificados

Depósitos fluviais cascalhosos, arenosos e lamosos aparecem em diversos pontos ao longo dos principais rios da área. Os mais potentes, com espessuras até métricas, são depósitos do Rio São Francisco a sudoeste de Lagoa da Prata.

Colúvios argilo arenosos, muitos deles com pavimentos de seixos angulosos na base suavizam o relevo em muitas áreas da folha. Depósitos de talus associados a encostas íngremes e discretos depósitos de fluxos de detritos aparecem localmente por toda área.

6. RECURSOS MINERAIS NA FOLHA PIUMHI

Os estudos sobre os bens minerais da Folha Piumhi 1:100.000 foram realizados em etapas de escritório e campo. Inicialmente foi feita uma compilação bibliográfica sobre os recursos minerais e o levantamento do grande número de processos de pedidos de pesquisa e lavra disponíveis no Cadastro Mineiro e SIGMINE do Departamento Nacional de Produção Mineral (Fig.32).

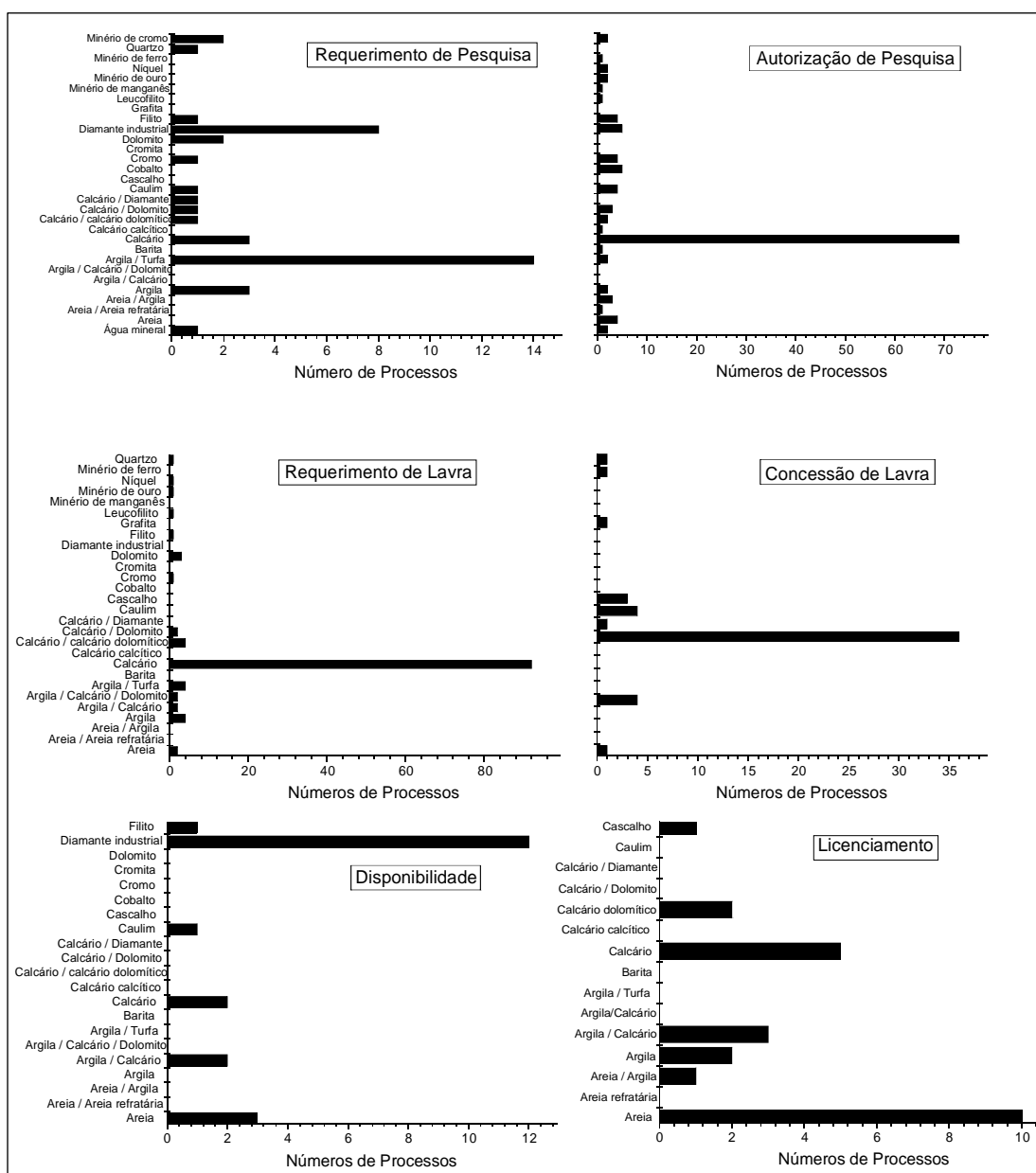


Figura 32: Bens minerais na Folha Piumhi 1:100.000 discriminados pela fase do Processo *versus* o número de processos existentes no Cadastro Mineiro do Departamento Nacional de Produção Mineral.

Com auxílio dos overlays do Cadastro Mineiro foram selecionadas para os trabalhos de campo somente áreas com requerimento de lavra, concessão de lavra e licenciamento. Uma exceção foi aberta no caso do diamante, onde estudamos também áreas com autorização de pesquisa e disponibilidade. Cerca de 30 empresas mineradoras de pequeno até grande porte foram contatadas mas algumas não forneceram dados, não permitiram acesso a suas instalações e frentes de lavra. Durante a etapa final foram inseridos os dados de campo nos mapas geológicos e elaborado o Banco de dados Base Aflora e este relatório. Assim foi possível obter uma visão ampla sobre os bens minerais e sobre o potencial econômico da região.

7. PANORAMA MINERAL

Na folha Piumhi 1:100.000 destaca-se o importante pólo industrial de calcário que abrange os municípios de Pains, Arcos e Doresópolis (Fig. 33). Conforme o Anuário Mineral 2001 estes municípios detêm quase 30% da reserva medida de calcário no Estado de Minas Gerais, contribuindo de maneira significativa na produção nacional de cimento. O pólo industrial é constituído por mineradoras de pequeno, médio e grande porte e destaca-se na produção de cal, calcário agrícola e químico (carbonato de cálcio precipitado). As jazidas estão próximas do mercado consumidor e o calcário tem poucas impurezas.

A extração de bens minerais para construção civil é restrita na região. Destaca-se a areia quartzosa extraída no Rio Santana nos municípios de Lagoa da Prata e Japaraíba, e diversos tipos de argila para produção de materiais cerâmicos nos municípios de Piumhi e Arcos. Os demais bens minerais na região são o cromo, chumbo, diamante, turfa e água mineral. Destaca-se o crescente interesse na exploração de água mineral na região de Japaraíba. As demais substâncias foram consideradas de importância menor pois não estão sendo exploradas tanto devido a questões ambientais como por não caracterizarem no momento depósitos economicamente viáveis. Os processos protocolados no DNPM até o segundo semestre de 2005, alguns já arquivados, encontram-se discriminados na Tabela 1.

Após a triagem no escritório foram selecionadas 137 áreas para pesquisar (Fig. 33). Quatro áreas têm autorização de pesquisa para diamante, 40 (quarenta) concessões de lavra, 74 (setenta e quatro) requerimentos de lavra, 15 (quinze) a licenciamentos, 3 (três) áreas estão em disponibilidade para diamantes. Existe também um registro de extração. Vale ressaltar que além destes foram cadastradas cerca de 24 extrações de bens minerais não protocoladas no DNPM. A seguir são descritos os bens minerais da região por ordem de importância.

Tabela 1: Processos sobre bens minerais na Folha Piumhi conforme o Cadastro Mineiro do DNPM (2005): A- Requerimento de pesquisa; B - Autorização de pesquisa; C - Requerimento de lavra; D - Concessão de lavra; E - Licenciamento; F - Disponibilidade.

Substância	Fase do processo					
	A	B	C	D	E	F
Água mineral	1	2	-	1	-	-
Areia	-	4	2	-	10	3
Areia / Areia refratária	-	1	-	-	-	-
Areia / Argila	-	3	-	-	1	-
Argila	3	2	4	4	2	-
Argila / Calcário	-	-	2	-	3	2
Argila / Calcário / Dolomito	-	-	2	-	-	-
Argila / Turfa	14	2	4	-	-	-
Barita	-	1	-	-	-	-
Calcário	3	73	92	36	5	2
Calcário calcítico	-	1	-	1	-	-

continua...

...continuação

Substância	Fase do processo					
	A	B	C	D	E	F
Calcário / calcário dolomítico	1	2	4	4	2	-
Calcário / Dolomito	1	3	2	3	-	-
Calcário / Diamante	1	-	-	-	-	-
Caulim	1	4	-	-	-	1
Cascalho	-	-	-	-	1	-
Cobalto	-	5	-	-	-	-
Cromo	1	4	1	-	-	-
Cromita	-	-	-	1	-	-
Dolomito	2	-	3	-	-	-
Diamante industrial	8	5	-	-	-	12
Filito	1	4	1	-	-	1
Grafita	-	-	-	1	-	-
Leucofilito	-	1	1	1	-	-
Minério de manganês	-	1	-	-	-	-
Minério de ouro	-	2	1	-	-	-
Níquel	-	2	1	-	-	-
Minério de ferro	-	1	-	-	-	-
Quartzo	1	-	1	-	-	-
Minério de cromo	2	2	-	-	-	-

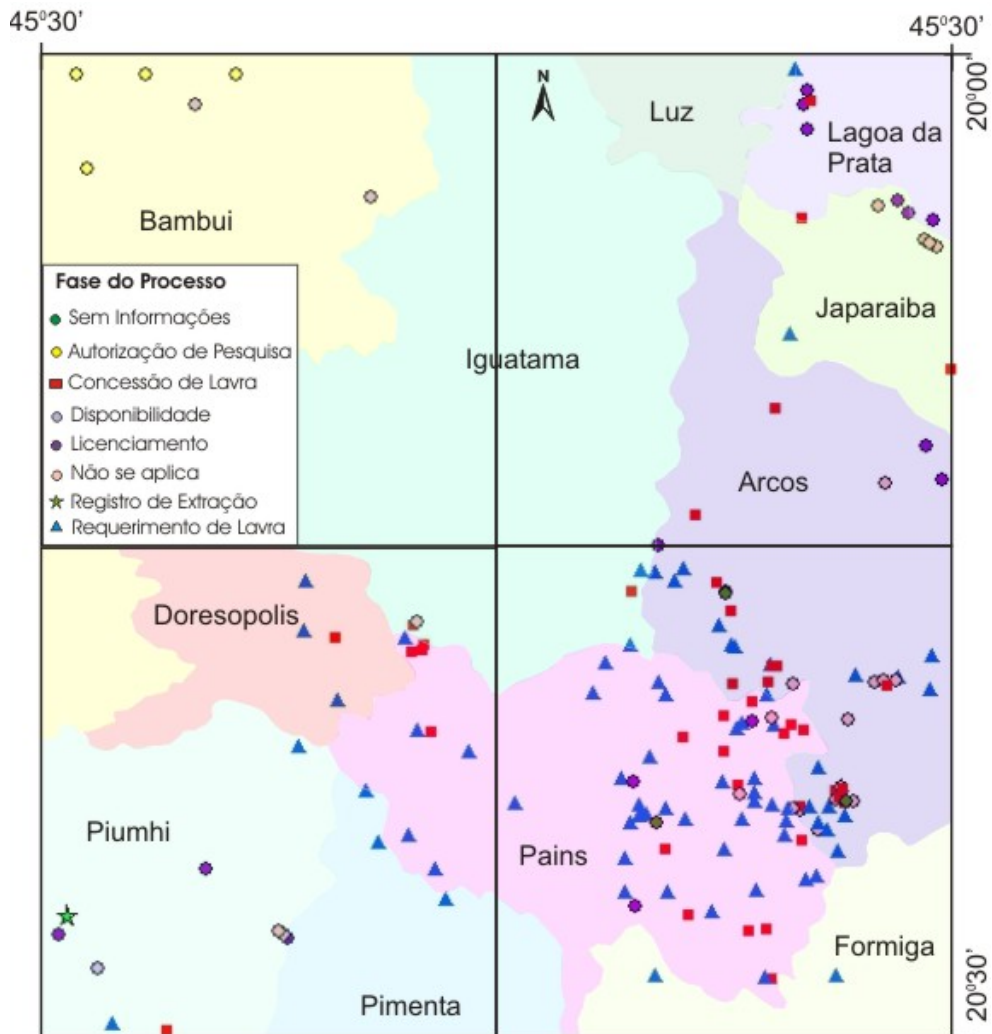


Figura 33: Mapa das ocorrências e minas visitadas classificadas de acordo com a fase de processo no DNPM. Em cores os distintos municípios na Folha Piumhi 1:100.000. Datum Córrego Alegre. Os tipos de bens minerais em cada ponto estudado estão discriminados no mapa geológico.

7.1 Calcário

São listados no cadastro mineiro do DNPM 5 requerimentos de pesquisa, 80 autorizações de pesquisa, 92 requerimentos de lavra e 44 concessões de lavra e 7 licenciamentos para calcário calcítico e dolomítico (Fig. 32). Quinze empresas de mineração possuem frentes de lavras ativas na região. Juntas produzem em torno de 600.000 ton/mês de calcário calcítico e dolomítico, por suas



Figura 34: Frente de lavra de calcário da Mineração Arcos, Companhia Siderúrgica Nacional, em Arcos.

características químicas e físicas utilizados em diferentes segmentos industriais. O calcário calcítico da região é utilizado na siderurgia, na indústria do cimento e na fabricação de ração animal, de produtos farmacêuticos e veterinários, tintas, borracha e PVC, cerâmica e plásticos. Destaca-se a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) que tem uma produção anual nas suas duas frentes de lavra, Mineração Arcos (Fig. 34) e Pedreira da Bocaina, em torno de 2.800 milhões de ton/ano com o único objetivo de abastecimento de sua siderúrgica. A Lafarge do

Brasil é outra empresa mineradora que se destaca na região, extraíndo cerca de 600.000 ton/ano de calcário calcítico para produzir cimento dos tipos CPII, CPIII e CPV (Fig. 35). O calcário dolomítico também é usado na produção de ração animal, cerâmica, tintas, vernizes, perfumaria incluindo sabões e velas, produtos farmacêuticos e veterinários, e agricultura. A Solo Fértil Indústria e Comércio Ltda minera cerca de 240.000 ton/ano de calcário dolomítico para corretivo agrícola.



Figura 35: Frente de lavra de calcário da Lafarge do Brasil em Arcos.

Pode-se citar ainda as seguintes empresas atualmente com frente de lavra ativa em calcário calcítico e dolomítico: Ical Mineração Ltda, Ducal Mineração Ltda, Mineração Corumbá Ltda, Cal

Ferreira Ltda, Cal Oeste Mineração Ltda, Mineração Saldanha Ltda, Tansan do Brasil Indústria e Química Ltda, Brasical Mineração Ltda, Supercal Pains Ltda, Mineração 505 Ltda, Lhoist do Brasil, Imerys do Brasil, Mineração João Vaz Sobrinho Ltda.

7.2 Areia

Quatro empresas foram extraem areia em aluvião do Rio Santana nos municípios de Japaraíba e Lagoa da Prata. Em conjunto essas empresas chegam a uma produção de cerca de 2400m³ mensais cujo destino direto é a construção civil. O material extraído é composto por areia, fina a média, de composição predominantemente quartzosa, com cerca de 5% de feldspato. A exploração é realizada em depósitos fluviais (Fig. 36) por dragas com bombas de sucção (Fig. 37). A área fonte da areia devem ser os granitóides do embasamento que afloram a leste, na Folha Formiga.

No Rio Domingos, também na área de Japaraíba a exploração foi embargada pela FEAM devido a problemas causados por assoreamento.



Figura 36: Dragagem de areia na planície do Rio Santana no Município de Japaraíba.



Figura 37: Depósito de areia dragada do Rio Santana no Município de Japaraíba. A areia é comercializada sem processo de separação granulométrica.

7.3 Argila

Nos municípios de Arcos, Pains e Doresópolis a argila é extraída para confecção de cimento. A Lafarge do Brasil tem frente de lavra ativa (Fig. 38) com produção mensal para consumo próprio de cerca de 10.000 ton/mês. O material explorado é um argilito siliciclástico que ocorre logo acima do embasamento granitóide (Fig. 39). A Mineração Vale do Rio Santana em Arcos, extrai cerca de 5.000 ton/mês de argila de um argilito siliciclástico branco (Figs. 40 e 41) para indústria siderúrgica. O argilito ocorre em discordância litológica sobre granitóides do embasamento, provavelmente na base da Formação Sete Lagoas. No Município de Arcos duas empresas de pequeno porte produzem de maneira mecanizada cerca de 200 mil tijolos por mês. Na região da Fazenda Davis a Sergecom Serviços Gerais Comércio e Cerâmica Ltda extrai uma média superior a 1.2000 ton/mês de argila semelhante à explorada pela Lafarge. A Cerâmica Arcos também produz tijolo, mas não forneceu dados e não permitiu visita a mina. Em Barro Preto, Município de Piumhi, existem duas olarias rudimentares extraindo argila preta e argila vermelha, plásticas e sem quartzo, de planície de inundação fluvial. A produção de tijolos é artesanal em prensas manuais, pátios de secagem e fornos a lenha (Figuras 42, 43, 44 e 45).



Figura 38: Frente de lavra de argila da Lafarge do Brasil, Arcos. A rocha explorada é um argilito siliciclastico alterado que ocorre sobre embasamento granitóide.



Figura 39: Estratificação tabular em argilitos siliciclástico na frente de lavra de argila da Lafarge do Brasil em Arcos.



Figura 40: Lavra de argilito siliciclástico na Fazenda da Água Santa no limite dos municípios de Arcos e Japaraíba.



Figura 41: Pilha de rejeito reflorestada da frente de lavra de argila da Fazenda da Água Santa, no limite dos municípios de Arcos e Japaraíba.



Figura 42: Prensa manual para confecção de tijolos, Barro Preto, Piumhi.



Figura 43: Material para confecção de tijolos. Barro Preto, Piumhi.



Figura 44: Pátio de secagem para os tijolos. Região de Barro Preto – Piumhi.



Figura 45: Forno para queima de tijolos, com capacidade para cerca de 12.000 unidades em cada queima. Região de Barro Preto – Piumhi.

7.4 Água-Mineral

Estão cadastrados no DNPM, 1 pedido de pesquisa, 1 autorização de pesquisa e 1 requerimento de lavra (Fig. 32). Foi visitada apenas uma área ainda em fase de requerimento de lavra no Município de Japaraíba. A fonte localiza-se em material argiloso avermelhado mas furos de sondagem revelaram granitóides do embasamento. As características físico-químicas da água e os parâmetros hidráulicos ainda estão sendo estudados.

8. OUTROS RECURSOS MINERAIS

8.1 Diamante

A ocorrência de diamantes na região é relatada desde Eschwege (1844). Corpos kimberlíticos foram descritos em regiões adjacentes e na própria Folha Piumhi. Na área da folha Piumhuí foram descritos dois afloramentos muito alterados a noroeste de Piumhi e outro próximo a Abacaxis, município de Bambuí (Figuras 46 e 47; vide também item 5.1).

A empresa Ômega Gama Mineração Ltda, Cobre Sul Mineração Ltda e Empresa de Recursos Naturais e Serviços Ltda, detinham quatorze concessões do DNPM para estudos na região. Sete delas encontram-se em disponibilidade e cinco ainda em fase de pesquisa (Fig. 32) evidenciando o pequeno interesse econômico neste bem.



Figura 46: Fragmentos arredondados e angulosos de calcipelitos e granitóides em matriz ultramáfica alcalina ocre. Kimberlito em corte na BR-354 próximo a Abacaxis, Bambuí.



Figura 47: Detalhe do kimberlito mostrando fragmento branco anguloso de granitóide alterado. Corte da BR-354 próximo a Abacaxis, Município de Bambuí.

8.2 Cromo

O Distrito Cromífero de Piumhi situa-se nos municípios de Pimenta e Piumhi. A principal empresa mineradora de cromita é a Cromita Piunhiense Ltda, mas a exploração foi embargada pela FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente) devido a problemas ambientais (Fig. 48). Segundo o Anuário Mineral de 2001 a empresa chegou a produzir cerca de 2.900 ton do minério anualmente.

As rochas meta-ultramáficas do greenstone belt

Piumhi (Schrank & Abreu 1990; Schrank & Silva 1993) encerram a mineralização de cromo. Os



Figura 48: Frente de lavra desativada de cromita na Serra Lava-Pés, próximo a Piumhi.

corpos mineralizados estão encaixados principalmente em talco-cloritaxisto, talco-tremolita xisto e serpentinitos. O minério cromífero ocorre em lentes descontínuas, a maioria de extensões métricas. Ferrari *et al.* (1998) descrevem as cromitas como euédricas a subédricas com maior teor de Fe (ferro cromita) nas bordas. Além destes corpos existem cromititos fortemente deformados ou miloníticos com *fabric* paralelo a foliação da rocha hospedeira e grãos alongados segundo lineação de estiramento 170°. Análises químicas em microsonda eletrônica (EDS-WDS) de 10 seções polidas de cromititos confirmaram a presença de elementos do Grupo da Platina (EGP) inclusos na cromita e na matriz silicatada associada a sulfetos magmáticos (Tabela 2). As texturas e estruturas são semelhantes as encontradas em complexos estratiformes (Pinheiro 1988, in: Misi *et al.*, 1993), embora segundo Ferrari *et al.* (1998) os grãos também apresentem feições deformacionais compatíveis como cromititos tipo *podts*. A razão $100\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Cr}_2\text{O}_3+\text{Al}_2\text{O}_3$ versus $100\text{MgO}/\text{MgO}+\text{FeO}_t$ nas cromitas mostra valores próximos ao campo de complexos do tipo *podts*. A associação de EGP ocorre sob forma de ligas metálicas de Os-Ir, inclusas nos grãos de cromita e Rh-Pt-Pd associados a sulfetos presentes em baixa concentração na matriz silicatada são feições comuns de cromitas podiformes.

Tabela 2: Composição química de cromitas de Piumhi segundo Ferrari *et al.* (1998).

	Am. 01A	Am. 01B	Am. 01G	Am. 02 A	Am. 02B
TiO ₂	0,83	0,76	0,56	1,00	0,9
NiO ₂	0,14	0,13	0,17	0,1	0,11
Al ₂ O ₃	14,53	14,81	12,82	14,65	14,5
Cr ₂ O ₃	49,58	50,51	55,82	48,57	49,36
FeO	26,17	23,17	16,42	23,56	24,21
MgO	7,75	9,39	11,52	10,52	9,96
RuO ₂	0,05	0,03	0,04	0,03	0,07
Rh ₂ O ₃	0,13	0,09	0,15	0,11	0,14
PdO	0,01	0,03	0,03	0,02	0,03
OsO ₂	0,25	0,33	0,22	0,20	0,19
IrO ₂	0,25	0,15	0,20	0,40	0,19
PtO ₂	0,21	0,29	0,30	0,18	0,29
Total	99,90	99,69	98,25	99,34	99,86

8.3 Turfa

A turfa ocorre em planícies de inundação fluvial nas imediações de Corguinhos, municípios de Dorésópolis e Iguatama (Fig. 49) e próximo a Lagoa da Prata (Fig. 33). Apesar de existirem quatro pedidos de concessão de lavra e 19 requerimentos de pesquisa (Fig. 32) não há nenhuma mineração de turfa na região. A turfa tem baixo poder calorífero, abaixo do padrão para uso energético (1.000 Kcal/Kg, 2.900 kcal/Kg e teor de cinza entre 28% e 45% - CPRM/DNPM).



Figura 49: Planície de inundação do Rio Corguinhos onde ocorre turfa próximo de Iguatama.

8.4 Chumbo

Na região de Mina, distrito de Pains, existe uma ocorrência isolada de minério de chumbo que foi explorada rudimentarmente nos anos 30. Segundo Madalosso & Veronese (1978) trata-se de galena, com rara blenda associada, que ocorre em veios centimétricos de calcita grossa associados à falha N60°W em calcário cinza da Formação Sete Lagoas.

9. CARSTE NA REGIÃO DE ARCOS-PAINS-DORESÓPOLIS

A Província Cárstica Arcos-Pains-Doresópolis situa-se no alto Rio São Francisco. É constituída por carste runeiforme erodido, cavernas e escarpas em corpos contínuos ou isolados de calcários. Estes corpos são cortados por diáclases e abismos e separados por relevo aplainado com dolinas, uvalas, sumidouros, surgências e vales cegos (Figuras 50, 51, e 52). Segundo Barbosa (1961) a evolução da morfologia cárstica reflete variações pluviométricas e paleoclimáticas paleoclimáticas. Rolff (1953) sugeriu que falhas e fraturas exerceriam um controle sobre os fluxos d'água. Saadi *et al.* (1998) consideram a neotectônica e um elevado índice pluviométrico os principais fatores na gênese do carste da região.



Figura 50: Escarpa fraturada e erodida em calcário cinza na área da Mineração Cinderela, ponto 23 (0437612, 7739024), Arcos.



Figura 51: Vale escavado em calcário cinza na área do ponto 24 (0437060, 7738995).

9.1 Acervo Espeleológico

A Província Carbonática Espeleológica de Arcos-Pains-Doresópolis engloba parte dos municípios de Arcos, Pains, Formiga, Córrego Fundo, Doresópolis, Bambuí e Iguatama. O relevo cárstico na região tem sido alvo de estudo desde a década de 50, destacando-se os trabalhos pioneiros de Rolff (1953), Tricart (1956) e Barbosa (1961). A Sociedade Espeleológica Excursionista (SEE- UFOP) apóia trabalhos de levantamento das cavernas da região desde a década de 70 quando Lima (1970) mapeou a Gruta Cazanga em Arcos. Depois surgiram outros grupos de espeleologia, tais como o ESPAM (Espeleogrupo Aníbal Matos), GBPE (Grupo Bambuí de Pesquisas Espelológicas), NAE (Núcleo de



Figura 52: Boca de caverna e pavimento horizontal de travertino na área do ponto 24.

Atividades Espeleológicas) e o GAPE (Grupo Agstaer de Pesquisas Espeleológicas). Em 1990 com a Resolução 005/87 do CONAMA, a Portaria nº 887 de 15/06/90 do IBAMA e o Decreto Governamental nº 99556 de 01/09/90 houve um aumento considerável das informações sobre o acervo espeleológico da província, sendo listadas 88 cavidades na região (Gallo, 1998). Com o avanço das pesquisas foram identificadas 434 cavidades subterrâneas, destacando duas com desenvolvimento linear superior a 1000m, como a Loca Grande de Arcos já descrita por Eschwege em 1844 (Tabela 3; Pizarro *et al.*, 2001). Cavernas semelhantes no Grupo Bambuí guardam grande parte do registro da Megafauna Pleistocênica que inclui mamíferos extintos há ca.10.000 anos atrás. A descoberta do mastodonte *Haplomastodon waringi* na Loca do Angá, Arcos, põe em destaque a importância das cavernas na compreensão da evolução e da extinção das espécies. Atualmente o Grupo Guano Speleo do Instituto de Geociências da UFMG desenvolve o Projeto “Pains – Desenvolvimento Sustentável da Província Arcos-Pains-Doresópolis” que visa obter novos dados e recuperar o antigo acervo da SEE-UFOP. Destaca-se ainda o trabalho de Teixeira & Dias (2001) que propõe normas específicas para extração de calcário adaptadas às particularidades de cada província carbonática. Os autores também sugerem presença constante e incisiva dos órgãos ambientais fiscalizadores para reverter o quadro de risco em que se encontram as cavernas e outros componentes do carste local. Porém, não pelo passado que as cavernas merecem proteção. Elas estão diretamente ligadas à circulação da água nas rochas já que servem de conduto entre os sumidouros e as nascentes. Bons exemplos na região são o sumidouro de Mina, o rio subterrâneo da Gruta do Éden, além de várias surgências que alimentam o Rio São Miguel.

Tabela 3: Distribuição das cavernas na Província Carbonática Espeleológica Arcos-Pains-Doresópolis, Minas Gerais – Brasil, segundo Pizarro *et al.* (2001).

Mineração	Cavernas >15m	Cavernas >30m	Cavernas >50m	Cavernas >100m	Cavernas >500m	Cavernas >1000m	Total
Min. Amargoso	4	2	-	-	-	-	6
Brasical/Brisolo	10	1	2	3	-	-	16
Calcinação Pains	3	3	-	1	-	1	7
CBE (Grupo J. Santos)	13	12	14	15	-	-	54
COMIG (Timburé)	3	3	4	3	-	-	13
CSN (Arcos)	2	4	2	3	-	-	11
Mineração Ducal	12	1	4	2	-	-	19
Mineração Gecal	1	5	5	2	-	-	13
Mineração Ical	10	33	28	17	-	1	89
Mineração Leal Rosa	-	2	1	1	-	-	4
Pains Cal	4	1	2	6	-	-	13
Quimbarra SA	-	3	12	6	-	-	21
Quimvale	15	12	12	1	-	-	40
Mineração Saldanha	-	2	2	3	-	-	7
Mineração Solo-Fértil	-	1	1	3	-	-	5
Supercal	-	3	2	1	-	-	6
Mineração Timburé	3	1	1		-	-	5
ESPAM	3	2	1	1	-	-	7
Guano Speleo + GAPE	-	8	13	28	2	-	51
GBPE	-	-	12	4	-	-	16
L. E. Sanches	3	3	4	3	-	-	13
NAE	3	1	4	1	-	-	9
S.E.E.	-	-	-	3	-	-	3
Total de cavernas	89	103	128	110	2	2	434

9.2 Acervo Arqueológico

O acervo arqueológico da Província Cárstica Arcos-Pains-Doresópolis ocorre um tanto a céu aberto como em abrigos na rocha. No Platô de Lagoa Santa, no Vale do Rio Peruaçu e no Sítio Posse Grande foi encontrado um vasto acervo arqueológico que inclui urnas funerárias, animais fossilizados, ferramentas e utensílios pré-históricos tais como machados, pilões, batedores de pedra polida e vasilhames de cerâmica, além de pinturas e inscrições rupestres. A maioria do material arqueológico da província, em especial aqueles do Rio Santo Antônio, é considerado como parte das ferramentas de caçadores e guardadores indicando ocupações de aproximadamente 2.500 anos antes do presente até períodos próximos à época das primeiras frentes de colonização (Koole *et al.* 2001). Parte deste acervo encontra-se a disposição para visita pública no Núcleo Museológico do Centro de Educação Ambiental Estação Corumbá que é mantido pela Fundação da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN). Contudo, Posse Grande é o sítio que mais chama a atenção tanto por sua beleza cênica como pelo conjunto de pinturas rupestres. Trata-se de um grande maciço calcário, com parte abrigada de 30m de extensão, onde ocorre um conjunto estilístico



pictural com aproximadamente 250 figuras rupestres desenhadas nas partes menos acessíveis da parede (Fig. 53). As figuras mostram temas antropomorfos e zoomorfos, além de variadas formas geométricas (Fig. 54). A característica mais rara desse conjunto é o preenchimento das figuras com duas ou três cores, o que não é muito comum na região central de Minas Gerais. Por tal razão este sítio é importante para pesquisadores, na medida em que apresenta influências estilísticas originárias de outra região, no caso, do Médio e Baixo São Francisco.

Figura 53: Calcário cinza com inscrições rupestres no Sítio Posse Grande, Arcos.

9.3 Acervo Ambiental

Melo & Lombardi (2004) descrevem na região de Pains-Arcos-Iguatama uma vegetação xerofítica com semelhanças florísticas e fisionômicas com a caatinga do nordeste brasileiro. Listam em seu trabalho cerca de 386 espécimes, distribuídas em 65 famílias das mais diversas, tais como Fabaceae, Euphorbiaceae e Asteraceae. Algumas espécies identificadas, como a *Miracrodruon urundeuva* Allem (Anacardiaceae) e *Cissus blanchetiana* Planch (Vitaceae), constam na Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora de Minas Gerais. Os autores destacam a grande diversidade vegetal associada à singularidade biótica encontrada na área mapeada, cerca de 1030 ha, e ressaltam a urgência da criação de áreas de preservação ambiental na região.

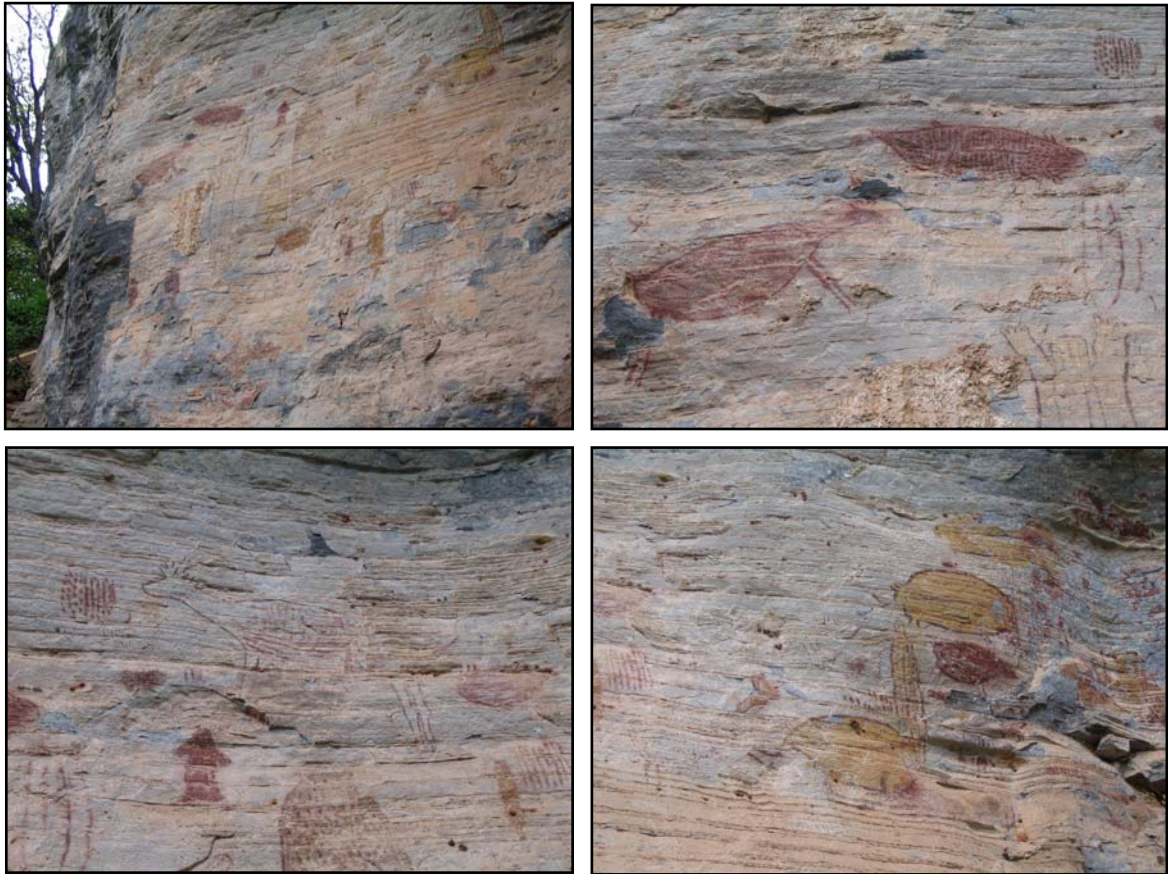


Figura 54: Figuras de animais e seres humanos em diferentes cores Sítio Posse Grande, Arcos.

10. ASPECTOS AMBIENTAIS - CENTROS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL



Figura 55: Viveiro de mudas para reflorestamento das matas ciliares e nativas. Estação Ecológica Corumbá, Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais, Arcos.

Uma iniciativa do Governo de Minas Gerais para preservar a flora e fauna da região é o Viveiro de Mudanças da Estação Ecológica Corumbá, vinculado ao Instituto Estadual de Florestas. Neste lugar é mantido um viveiro de mudas (Fig. 55) que são utilizadas para o reflorestamento de matas ciliares e nativas. Este núcleo trabalha em parceria com a Lafarge do Brasil, Companhia Siderúrgica Nacional e Mineração Corumbá. Tem uma produção de cerca de 1.400.000 mudas por ano que atende demandas de todo o estado de Minas Gerais. Possui como plano de

atendimento o fomento agrícola e o plantio social. No viveiro são cultivadas mais de 150 espécies de mata nativa, ciliar e de arborização.

10.1 Centro de Educação Ambiental e Núcleo Museológico Estação Corumbá

O Centro de Educação Ambiental e Núcleo Museológico Estação Corumbá é um centro de pesquisa e museologia destinado à preservação ambiental da região. É resultado de uma parceria entre a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) e o Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais, como parte de um compromisso assumido pela CSN com a Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM) e Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD). O local possui área construída de 275m², dividida entre o centro de visitantes com 245m² e o observatório da natureza com 30m². O centro foi idealizado para receber pesquisadores, educadores, estudantes e visitantes. Palestras, encontros, seminários, trabalhos de campo, campanhas de preservação e controle do meio ambiente podem ser realizadas no local, que tem capacidade para receber 100 visitantes por dia. Há no local um auditório, sala de multimeios, escritório, cantina, sanitários e área de reserva técnica.

10.2 Centro de Educação Ambiental da Lafarge do Brasil – Unidade Arcos

Em junho de 2003 a Lafarge inaugurou seu Centro de Educação Ambiental em Arcos. O centro realiza eventos científicos e recebe historiadores e pesquisadores credenciados pelos órgãos ambientais para estudos na região. Inclui também um programa de visitas para escolas públicas onde os alunos recebem informações sobre o funcionamento e objetivo da empresa, ações desenvolvidas para preservação do meio ambiente como o monitoramento das águas, da vegetação em áreas degradadas, prevenção de queimadas e melhoria das condições sanitárias.

11. POTENCIAL HIDROGEOLÓGICO

A área da Folha Piumhi 1:100.000 inclui as bacias hidrográficas do Ribeirão dos Patos e do Rio São Miguel. Estas bacias abrangem cerca de 1050 Km² englobando parte dos municípios de Doresópolis, Pains, Iguatama e Arcos. As águas superficiais distribuem-se por uma rede hidrográfica pouco densa favorecida pela infiltração direta nas fissuras dos calcários e nas feições de absorção cársticas tais como sumidouros e dolinas (Menegasse *et al.* 2002). Os principais cursos d'água são o Rio São Francisco que é o nível de base regional, o Rio São Miguel e o Ribeirão dos Patos. Além destes os rios Santana, São Domingos e Bambuí são importantes drenagens na parte norte da folha.

Segundo a classificação de Köppen o clima na região é do tipo Cwa, temperado brando com verão quente e úmido e inverno seco. A temperatura média anual é 20,7°C, julho é o mês mais frio com média de 16,3°C e janeiro o mais quente, com média de 23,3°C. A precipitação média anual é 1344mm (Radam Brasil, 1983). Dois períodos climáticos, um húmido e outro seco, foram identificados. No período húmido, de novembro a abril, ocorre cerca de 81% da precipitação. O grande volume hídrico permite o surgimento de belos cenários com dolinas, ressurgências, sumidouros e ativação de vales secos. No período seco, de maio a setembro, ocorre deficiência hídrica (Menegasse *et al.*, 2002). Estes autores mostram as descargas médias totais anuais subterrâneas e superficiais nas bacias dos rios São Miguel e Patos com dados da Estação Fluviométrica de Calciolândia (Tabela 4). A vazão média total anual, 7,6m³/s ou 242Mim³/ano, inclui 68,5% de água subterrânea e apenas 24% de precipitação. Esta preponderância da contribuição subterrânea em relação à superficial deve-se a boa condição de recarga que é controlada por fraturas e carstes, a capacidade de renovação das águas subterrâneas e ao bom grau de interconexão entre o sistema aquífero e o superficial. As duas bacias fornecem cerca de 355mim³ de água por ano. Entretanto, o consumo anual estimado para a região incluindo mineração, indústria e agronegócio, não ultrapassa 1% deste volume.

Tabela 4: Síntese dos dados hidrográficos nas bacias do Rio São Miguel e do Ribeirão dos Patos com base em dados da Estação Fluviométrica de Calciolândia, segundo Menegasse *et al.* (2002).

Bacia		Vazão Média (m ³ /s)		Escoamento (mm)		Volume (Mim ³)	
		Total	Subterrânea	Total	Subterrâneo	Total	Subterrâneo
Rio São Miguel		7,6	5,2	465	319	242	166
Ribeirão dos Patos	Método I	8,9	6,1	529	362	280	192
	Método II	8,7	6,0	506	347	268	189
	Método III	7,8	5,3	465	318	245	167

12. PROJEÇÕES E PERSPECTIVAS ECONÔMICAS

A região apresenta boas condições de infraestrutura para desenvolvimento. A energia elétrica é bem distribuída regionalmente e as principais estradas são pavimentadas. As reservas de rochas carbonáticas e pólo industrial de calcário trouxeram inúmeros benefícios financeiros para os municípios. Mas o avanço gerou problemas ambientais.

A Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) do Estado de Minas Gerais promoveu em dezembro de 2005, em conjunto com outros órgãos ambientais e fiscalizadores, a chamada "Operação Calcário". Esta operação visou inibir a ação de mineradoras ilegais no carste da província Arcos-Pains-Doresópolis. Quinze lavras clandestinas, sem licença ambiental, foram embargadas. Outras 25 lavras foram notificadas com a assinatura de Termos de Ajustamento de Conduta (TAC) junto ao Ministério Público que estabeleceu prazos para a regularização ambiental e cronograma para a recuperação de áreas degradadas.

A falta de uma normatização específica para a exploração do calcário resulta na destruição do patrimônio ambiental e arqueológico. Várias são as propostas feitas pela AMDA (Associação Mineira de Defesa do Ambiente), destas pode-se citar: zoneamento econômico/ecológico do paredão cárstico e seu entorno, visando definir as áreas onde podem ser exercidas atividades econômicas e as destinadas à preservação; negociar a compensação ambiental prevista em lei para todos os empreendimentos licenciados após julho de 2000, criar novas unidades de conservação semelhantes à Estação Ecológica Corumbá e, emergencialmente mudar a atual forma de licenciamento da atividade mineradora feito pelo Copam.

Diversas lavras encontram-se embargadas pela FEAM devido à extração mineral desordenada sem o cumprimento das leis ambientais. Entre estas se destacam as lavras de areia no rio São Domingos e de argila em Cristais, ambas no município de Arcos, e a lavra de cromita nas serras da Pimenta e Lava-Pés no Município de Piumhi.

Como potencial econômico na região pode-se citar a água. As condições climáticas, a capacidade de infiltração nas rochas calcárias e uma elevada contribuição subterrânea favorecem a expansão das atividades hídricas para setores como a agropecuária, indústria e turismo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALKMIM, F. F.; MARSHAK, S.; FONSECA, M. A. Assembling West Gondwana in the Neoproterozoic: Clues from the São Francisco Craton region, Brazil. **Geology**, Boulder, n. 29, p. 319-322, 2001.
- ALMEIDA, F. F. M.; BRITO-NEVES, B. B.; CARNEIRO, C. D. R. The origin and evolution of the South American Platform. **Earth-Science Reviews**, Amsterdam, v. 50, p. 77-111, 2000.
- ALMEIDA, F. F. M. Origem e evolução da Plataforma Brasileira. **Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia do DNPM**, Rio de Janeiro, n. 241, 36 p, 1967.
- ARAÚJO, J. B. Cromita da Fazenda Caxambú, Piuí. **Boletim do Laboratório de Produção Mineral do DNPM**, Rio de Janeiro, n. 23, p. 71-95, 1943.
- BABINSKY, M. A idade do Supergrupo São Francisco: revisão e implicações nas glaciações neoproterozóicas. SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO, 3., 2005 Salvador. **Anais...** Salvador, CBPM/UFBA/SBG, 2005. p. 135-138.
- BABINSKY, M.; KAUFMAN, A. J. First direct dating of a Neoproterozoic post-glacial carbonate. In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 4., 2003, Salvador. **Short Papers**. Salvador: CBPM/IRD, 2003. v. 1, p. 321-323.
- BARBOSA, G. V. Notícias sobre o karst na Mata de Pains: **Boletim Mineiro de Geografia**, Belo Horizonte, v. 2 n. 2/3, p. 3-21, 1961.
- BARBOSA, O.; LACOURT, F. Cromita em Piuí. **Mineração e Metalurgia**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 25, p. 39-43, 1940.
- BARBOSA, O. *et al.* Geologia da região do Triângulo Mineiro. **Boletim da Divisão de Fomento à Produção Mineral do DNPM**, Rio de Janeiro, v. 136, 140 p, 1970.
- BARBOSA, O. Simpósio sobre as Formações Eo-paleozóicas do Brasil, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 19., 1965, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBG, 1965. (Série Bambuí).
- BORGES, A. J.; DREWS, M. G. P. Características magnetométricas da Bacia do São Francisco em Minas Gerais. In: PINTO, C. P.; MARTINS, M. A. (Eds.). **Bacia do São Francisco: Geologia, recursos naturais**. Belo Horizonte: SBG/MG, 2001. p. 55-66.
- BRANCO, J. J. R. Conglomerado do Samburá, MG. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 28, p. 25- 302, 1957.
- BRAUN, O. P. G.; BATISTA, M. B. Considerações sobre a geologia pré-cambriana da região Sudeste e parte da região Centro-Oeste do Brasil. **Bol. Esp., do SBG**, Salvador. v. 3, p. 225-231, 1978.
- BRAUN, O. P. G. Uma discussão sobre alguns aspectos geotectônicos e estratigráficos das seqüências pré-cambrianas do Centro-Leste de Goiás. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO OESTE, 1., 1981, Goiânia. **Atas...** Goiânia: SGB-Núcleo Centro-Oeste e Brasília, 1981. p. 9-27.

BROD, J. A. *et al.* The kamafugite-carbonatite association in the Alto Paranaíba Igneous Province (APIP) Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 408-412, 2000.

CASTRO, P. T. A.; DARDENNE, M. A. O Conglomerado Samburá (Grupo Bambuí, Neoproterozóico) e rochas sedimentares associadas no flanco leste da Serra da Pimenta, SW de Minas Gerais: um sistema de fan-delta. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 3, n. 2, p. 35-41, 1996.

CASTRO, P. T. A.; DARDENNE, M. A. The sedimentology, stratigraphy and tectonic context of the São Francisco Supergroup at the southeast boundary of the São Francisco Craton. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 30, p. 439-441, 2000.

CAVALCANTE, J. *et al.* **Projeto Sapucaí, Estado de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais**: relatório final de geologia. Brasília: DNPM/CPRM, 1979. 229 p.

CHANG, H. K. *et al.* Considerações sobre a evolução tectônica da bacia do São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37., São Paulo, 1988. **Anais...** São Paulo: SBG, 1988. v. 2, p. 568-569.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS/COMPANHIA MINERADORA DE MINAS GERAIS. **Mapa geológico e de ocorrências minerais do Estado de Minas Gerais**. Escala 1:1.000.000. Belo Horizonte, 2003.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS/ DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. **Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais do Estado de Minas Gerais**: Folha Furnas SF.23-V-B, escala 1:250.000: Texto e Mapas. Belo Horizonte: DNPM/CPRM, 1984.

COSTA, M. T.; BRANCO, J. J. R. Roteiro para a excursão Belo Horizonte-Brasília. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA 14., 1961, Belo Horizonte. **Roteiro Excursões**. Belo Horizonte, SBG, 1961. p. 6-10.

DARDENNE, M. A. Síntese sobre a estratigrafia do Grupo Bambuí no Brasil Central. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., 1978, Recife. **Anais...** Recife: SBG, 1978. v. 2, p. 597-602.

DARDENNE, M. A. The Brasília Fold Belt. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31., 2000, Rio de Janeiro. **Tectonic Evolution of South America**. Rio de Janeiro: SGB, 2000. p. 231-263.

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. **Anuário Mineral 2001**: Ano base 2000. Brasília, 2001.

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. **Cadastro Mineiro**. Disponível em: www.dnpm.gov.br/sitcom.

DUNHAM, R. J. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: HAM, E. (Ed.). **Classification of carbonate rocks**. Tulsa: OK, Amer. Assoc. Petrol. Geol., 1962. p. 108-121. Mem.1.

EMBRY, A. F.; KLOVAN, J. E. A Late Devonian reef tract on Northeastern Banks Island, N. W. T: **Canadian Petroleum Geology Bulletin**, Calgary, v. 19, p. 730-781, 1971.

ESCHWEGE, W. L. **Pluto Brasiliensis**. São Paulo. Ed. Nacional, 1844.

FERRARI, M. A. D.; CHOUDHURI, A.; SCHRANK, A. Petrografia e geoquímica das cromitas de Piumhi - SW de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39., 1996, Salvador. **Anais...** Salvador: SGB, 1996. v. 6, p. 210-212.

FOLK, R. L. Practical petrographic classification of limestones. **Amer. Assoc. Petrol. Geol., Bull.**, [S.l.], n. 43, p. 1-38, 1959.

FRITZSONS JR, O.; BIONDI, J. C.; CHABAN, N. Geologia da região de Piumhi (MG). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31., 1980, Balneário de Camboriú. **Anais...** Balneário de Camboriú: SBG, 1980. v. 5, p. 2906-2917.

FUCK, R. A. A faixa Brasília e a compartimentação tectônica na Província Tocantins. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO OESTE, 4., 1994, Brasília. **Atas...** Goiânia: SGB-Núcleo Centro-Oeste e Brasília, 1994. p. 184-187.

GIBSON, S. A. *et al.* The Late Cretaceous impact of the Trindade mantle plume - evidence from large-volume mafic potassic magmatism in SE Brazil. **Journal of Petrology**, Oxford, v. 36, p. 189-229, 1995.

GRUPO AGSTER DE PESQUISAS ESPELEOLÓGICAS. A província espeleológica Arcos-Pains (MG). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 21., 1991, Curitiba. **Anais...** Curitiba: CEB, 1991.

GUANO SPELEO IGC/UFGM. **Cadastro interno das cavidades**. Belo Horizonte, 1997. Relatório interno. Cadastro atualizado entre 1997 e 2001. Inédito.

HEILBRON, M. *et al.* O contato basal do Grupo Canastra entre Itaú de Minas e Carmo do Rio Claro. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 4., 1987, Belo Horizonte. **Atas...** Belo Horizonte: SBG-MG, 1987. p. 179-198.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. Disponível em: <http://ibram.org.br>

JAHN, B. M.; SCHRANK, A. REE geochemistry of komatiites and associated rocks from Piumhi, southeastern Brazil. **Precambrian Research**, Berlin, n. 21, p. 1-20, 1983.

LIMA, E. P. A Gruta da Cazanga. **Espeleologia**, Ouro Preto, n. 2, jun. 1970.

LOBATO, L. M.; PEDROSA-SOARES. Síntese dos recursos minerais do Cráton do São Francisco e faixas marginais em Minas Gerais. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 51-64, 1993.

MACHADO, FILHO. *et al.* **Projeto Radam Brasil**: geologia das folhas Rio de Janeiro (SF-23/24) escala 1:1.000.000, mapa e texto explicativo. Rio de Janeiro, 1983. 780 p.

MADALOSSO, A; VERONESE, V. A. Considerações sobre a estratigrafia das rochas carbonatadas do Grupo Bambuí na região Arcos, Pains e Lagoa da Prata. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., 1978, Recife. **Anais...** Recife: SBG, 1978. v. 2. p. 635-648.

MARCHESE, H. G. Litoestratigrafia y petrologia del Grupo Bambuí en los Estados de Minas Gerais y Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 4, n. 3, p. 172-190, 1974.

MARTINS-NETO, M. A; ALKMIM, F. F. Estratigrafia e evolução tectônica das bacias Neoproterozóicas do Paleocóntinente São Francisco e suas Margens: registro de quebra de Rodínia e colagem de Gondwana. In: PINTO, Claiton. P.; MARTINS-NETO, Marcelo. A. (Org.). **A Bacia do São Francisco**: geologia e recursos naturais. Belo Horizonte, [s.n.], 2001. p. 31-54.

MARTINS-NETO, MARCELO. A. (Org.). **A Bacia do São Francisco**: geologia e recursos naturais. Belo Horizonte, [s.n.], 2001. p. 67-92.

MENEGASSE, L. N.; GONÇALVES, J. M.; FANTINEL, L. M. Disponibilidades hídricas na Província cárstica de Arcos-Pains-Doresópolis, Alto São Francisco, Minas Gerais, Brasil. **Rev. Águas Subterrâneas**, [S.l.], n. 16, Maio 2002.

MISI, A. Estratigrafia isotópica das seqüências do Supergrupo São Francisco, coberturas neoproterozóicas do Craton do São Francisco. Idade e correlações. In: PINTO, Claiton. P.; MARTINS NETO, Marcelo. A. (Org.). **A Bacia do São Francisco: Geologia e Recursos Naturais**. Belo Horizonte, 2001, p. 67-92.

MISI, A. *et al.* Os depósitos minerais do Craton do São Francisco e seu contexto geotectônico. In: MISI, A.; DOMINGUEZ, José M. L. (Eds.). **O Craton do São Francisco**. Salvador: SBG/SGM/CNPq, 1993. p. 187-215.

MUZZI MAGALHÃES, P. **Análise estrutural qualitativa das rochas do Grupo Bambuí, na porção sudoeste da Bacia do São Francisco**. 1989. 100 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1989.

MUZZI MAGALHÃES, P.; CHEMALE JR. F.; ALKMIM, F. F. Estilo tectônico da porção sudoeste da Bacia do São Francisco. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 5., 1989, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBG-MG, 1989. v. 10, p. 284-288.

NOBRE, J.; COIMBRA, A. M. Microfitólitos associados a construções estromatolíticas do Grupo Bambuí, Proterozóico Superior, na região de Arcos-MG. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 589-592, 1995.

NOBRE-LOPES, J. **Faciologia e gênese dos carbonatos do Grupo Bambuí na região de Arcos, Estado de Minas Gerais**. 1995. 166 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

OLIVEIRA, A. I.; LEONARDOS, O. H. Geologia do Brasil. 2. ed. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola/Ministério da Agricultura, 1943. 813 p. (Série Didática; 2).

PFLUG, R.; RANGER, F. E. Estratigrafia e evolução geológica da margem sudeste do Cráton Sanfranciscano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27., Aracajú, 1973. **Anais...** Aracajú: SBG, 1973. v. 2, p. 5-19.

PIZARRO, A. P.; FRIGO, F. J. G.; CAMPELLO, M. S. Updating the caves distribution of Arcos- Pains-Doresópolis Spelologic-Carbonatic Province. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40., 1998, Belo-Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBG, 1998.

PROJETO Radam Brasil: Folhas SF.23/24 – Rio de Janeiro Rio de Janeiro, 1983. v. 32. 775 p. (Levantamento de Recursos Naturais)

ROLFF, P. A. M. A. Calcários de Arcos, Minas Gerais. **Revista da Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 18, n. 4, 1953.

SAADI, A.; MORAIS, M. S.; CARDOSO, G. G. C. Evolução morfotectônica e carstogênese na Região Arcos-Pains-Doresópolis. *Revista Geosul*, [S.l.], p. 341-344, 1998.

SCHRANK, A.; ABREU, F. R. Nova proposta de evolução estratigráfica e tectônica para o Maciço de Piumhi – SW de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36., 1990, Natal. **Boletim de Resumos...** Natal: SBG, 1990, p. 331.

SCHRANK, A. Gênese e evolução de derrames komatiíticos a clinopiroxênio-spinifex de Piumhi-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34., 1986, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBG, 1986. v. 2, p. 695-709.

SCHRANK, A. **Petrologie des komatiites et des roches associées de la ceintures verte du Massif Précambrien de Piumhi (Minas Gerais - Brazil)**. 1982. 270 f. Thèse (3ème Cycle) – Université de Paris-Sud, Orsay, 1982.

SCHRANK, A.; SILVA, M. G. Greestone Belts do Cráton do São Francisco, Brasil. In: MISI, A.; DOMINGUEZ, JOSÉ. M. L. (Eds.). **O Craton do São Francisco**. Salvador: SBG/SGM/CNPq, 1993. p. 85-118.

SGARBI, G. N. C. *et al.* Bacia Sanfranciscana? O registro fanerozóico da Bacia do São Francisco... In: PINTO, C. P.; MARTINS, M. A. **Bacia do São Francisco: geologia e recursos naturais**. Belo Horizonte, SBG/MG, 2001. p. 93-138.

SGARBI, P. B. A.; GASPARI, J. C.; VALENÇA, J. G. Brazilian kamafugites. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 417-420, 2000.

SIDRIM, A. C. G. Prospecção coluvionar-aluvionar de cromita no vale do Caxambu - Piúhi - MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., 1978, Recife. **Anais...** Recife: SBG, 1978. v. 4, p. 1874-1882.

SIMÕES, L. S. A.; VALERIANO, C. M. Porção meridional da faixa de Dobramentos, Brasília: estágio atual do conhecimento e problemas de correlação tectono-estratigráfica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36., 1990, Natal. **Boletim de Resumos...** Natal: SBG, 1990. v. 6, p. 2564-2575.

TEIXEIRA, P. S. D.; DIAS, M. S. **Levantamento espeleológico da região de Arcos, Pains, Doresópolis, Córrego Fundo e Iguatama, frente às atividades degradadoras**. [s.l.: s.n.], 2000.

TEIXEIRA, W. *et al.* Archean and Paleoproterozoic tectonic evolution of the São Francisco Craton, Brazil. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31., 2000, Rio de Janeiro. **Tectonic Evolution of South America**. Rio de Janeiro: SGB, 2000. p. 101-137.

TRICART, J. O karst das vizinhanças setentrionais de Belo Horizonte. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 4, Out./Dez. 1956.

TROUW, R. A. J. *et al.* The Central Segment of the Ribeira Belt. In: Tectonic evolution of South América, 2000, Rio de Janeiro. **Folio Produção Editorial**. Rio de Janeiro: SGB, 2000. v. 1, p. 287-310.

VALERIANO, C. M. **A faixa Brasília Meridional com ênfase no segmento da Represa de Furnas - Estado atual do conhecimento e modelos de evolução tectônica**. 1999. 93 f. Tese (Docência) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.

VALERIANO, C. M. *et al.* A evolução tectônica da faixa Brasília. In: Mantesso Neto, V. (Org.). *et al.* **Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. [S.l.]: Beca, 2004a. p. 575-592.

VALERIANO, C. M. *et al.* Evolução estrutural do domínio externo da faixa Brasília no sudoeste de Minas Gerais: registros de uma tectônica pré-brasiliana. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 221-234, 1995.

VALERIANO, C. M. *et al.* **Mapa geológico da Folha Alpinópolis**. Programa Geologia do Brasil. [S.l.]: CPRM/SGB, 2006a. (Mapa escala 1:100.000).

VALERIANO, C. M. *et al.* **Mapa geológico da Folha Guapé**. Programa Geologia do Brasil. [S.l.]: CPRM/SGB, 2006b. (Mapa escala 1:100.000).

VALERIANO, C. M. *et al.* Southern Brasilia belt (SE Brazil): tectonic discontinuities, K-Ar data and evolution during the Neoproterozoic Brazilian orogeny. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 195-199, 2000.

VALERIANO, C. M. *et al.* U-Pb geochronology of the southern Brasília belt (SE-Brazil): sedimentary provenance, Neoproterozoic orogeny and assembly of West-Gondwana. **Precambrian Research**, Berlin, v. 130, n. 1-4, p. 27-55, 2004b.

VALERIANO, C. M. **Evolução tectônica da extremidade meridional da faixa Brasília, região da Represa de Furnas, Sudoeste de Minas Gerais**. 1992, 192 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992. Inédito.