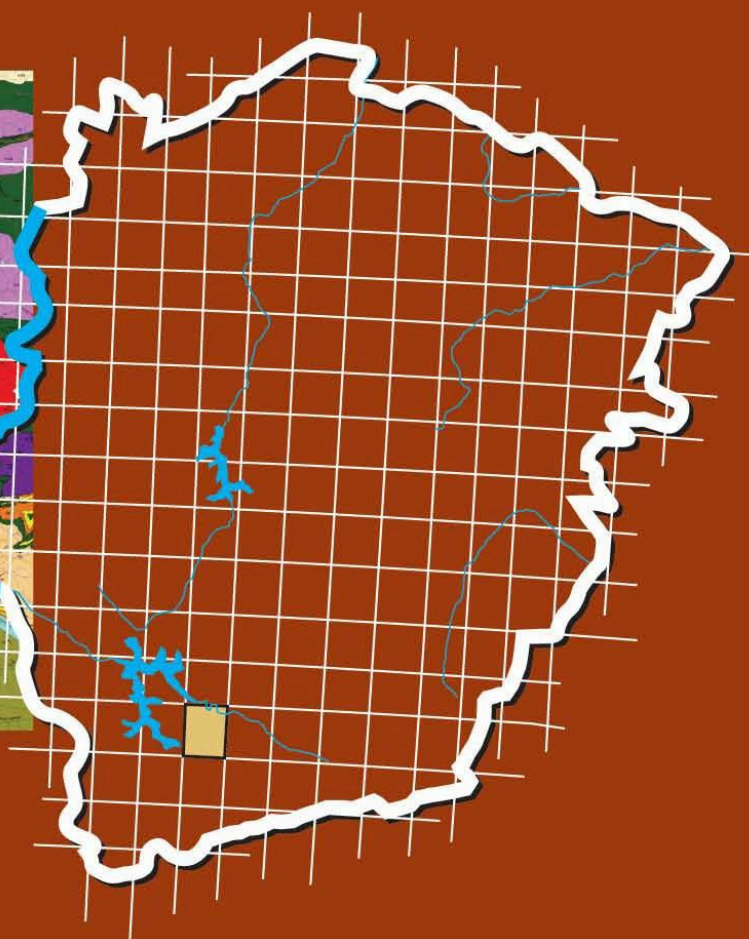
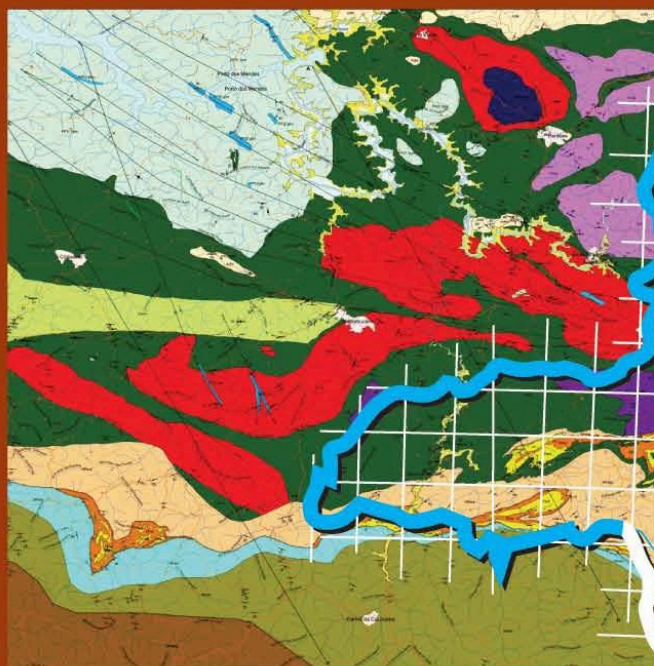


**Programa Geologia do Brasil  
Levantamentos Geológicos Básicos**

# **GEOLOGIA DA FOLHA NEPOMUCENO\* SF.23-V-D-III**

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](http://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 Nepomuceno*, juntamente com o *Mapa Geológico na escala 1:100.000 (SF.23-V-D-III)*, em ambiente SIG, executado pela UFRJ, através do Contrato CPRM-UFRJ N<sup>o</sup>067/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°. 067/PR/05

**NOTA EXPLICATIVA DA FOLHA**

**NEPOMUCENO**  
(SF.23-V-D-III)

1:100.000

**AUTORES**

Fabio Vito Pentagna Paciullo, André Ribeiro, Angélica Cherman,  
Salvador Chrispim, Rosangela Ramos Maciel

COORDENAÇÃO GERAL  
Rudolph Allard Johannes Trouw

**APOIO INSTITUCIONAL DA CPRM**

*Departamento de Geologia-DEGEO*

*Divisão de Geologia Básica-DIGEOB*

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.

Nepomuceno - SF.23-V-D-III, escala 1:100.000: nota explicativa./Rudolph Allard Jonhhanes Trouw. Fabio Vito Pentagna Paciullo, André Ribeiro, Angélica Cherman, Salvador Chrispim, Rosangela Ramos Maciel- Minas Gerais: UFRJ/CPRM, 2007.

92p; 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- Paciullo, F.V.P. IV- Ribeiro, A. V- Cherman, A. VI- Chrispim, S. VII- Maciel, R.R.

CDU 551(815)  
ISBN 978-85-7499-053-8

## SUMÁRIO

---

AGRADECIMENTOS .....	i
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. CONTEXTO GEOLÓGICO E TRABALHOS ANTERIORES .....	2
3. ESTRATIGRAFIA.....	9
3.1 Embasamento .....	10
3.1.1 Complexos Campos Gerais (A3CG) e Campo Belo (A3CB) – 3,2-2,8 GA (TEIXEIRA <i>et al.</i> 1996a, 1998a, b, 2000) .....	11
3.1.2 Seqüência Acamadada Ribeirão dos Motas (A4 $\mu$ rm) - 2712 +/- 300 Ma (K-Ar); 2755 $\pm$ 62 Ma, Sm-Nd "errocrônica" (Carneiro <i>et al.</i> 2006); 3035 Ma, $\epsilon_{Nd}$ = 0,9 idade-modelo Sm-Nd TDM rt (Paciullo, <i>et al.</i> 2006, este trabalho).....	13
3.1.3 Granitóide rio do Amparo (A4 $\gamma$ 2am) - 2587+/-51Ma, U-Pb em zircão (Campos 2004); 2883 Ma, $\epsilon_{Nd}$ = - 0,2 idade-modelo Sm-Nd TDM (Paciullo <i>et al.</i> 2006, este trabalho) .....	16
3.1.4 Charnockito Ribeirão Vermelho - 2660 $\pm$ 30 Ma, isócrona Rb-Sr rt (Quéméneur 1995); 2735 $\pm$ 3 Ma Pb-Pb evaporação de zircão (Quéméneur <i>et al.</i> 2003, Folha Lavras 1: 100.000); 2768 Ma, $\epsilon_{Nd}$ = 1,6 idade-modelo Sm-Nd TDM e 2718 $\pm$ 13 U-Pb zr/rt (Paciullo <i>et al.</i> 2006, este trabalho).....	20
3.1.5 Granitóides Paleoproterozóicos Transamazônicos - 2,1Ga – 1,8 Ga.....	22
3.1.6 Granodiorito de Itumirim (PP3 $\gamma$ 3itm) - 1982 $\pm$ 134 Ma e 1940 $\pm$ 100 Ma, Rb-Sr (Teixeira <i>et al.</i> 2000) .....	26
3.2 Diques Máficos Arqueanos, Paleo- E Neoproterozóicos .....	27
3.2.1 Geoquímica .....	28
3.2.2 Geocronologia .....	28
3.3 Metassedimentos Neoproterozóicos - Megasseqüência Andrelândia (NPa) - 1,0 Ga-650 Ma (Trouw <i>et al.</i> 2000).....	30
3.3.1 Unidades Litológicas da Megasseqüência Andrelândia.....	31
4. GEOLOGIA ESTRUTURAL .....	38
4.1 Estruturação do Embasamento .....	38
4.2 Estruturação dos Metassedimentos Neoproterozóicos (Megasseqüência Andrelândia).....	40
4.2.1 Estruturas D <sub>3</sub> .....	42
4.2.2 Estruturas D <sub>1</sub> e D <sub>2</sub> .....	42
4.3 <i>Klippe</i> (?) de Coqueiral .....	43
4.3.1 Zonas de Cisalhamento .....	44
5. METAMORFISMO .....	46
5.1 Embasamento .....	46
5.2 Megasseqüência Andrelândia .....	46

6. EVOLUÇÃO GEOLÓGICA .....	48
7. RECURSOS MINERAIS .....	51
7.1 Introdução .....	51
7.2 Panorama Mineral (Materiais de Construção e Rocha Ornamental) .....	59
7.2.1 Areia .....	59
7.2.2 Granito, Gnaise e Migmatito (rochas para brita) .....	59
7.2.3 Argila Refratária .....	60
7.2.4 Quartzito .....	60
7.2.5 Serpentinó .....	61
7.3 Projeções e Perspectivas .....	61
7.4 Aspectos Ambientais .....	62
7.5 Considerações sobre o Potencial Econômico .....	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	64

**APÊNDICE I :**

- Resultados de Litogeoquímica obtidos em rochas do embasamento da Folha Nepomuceno.

**APÊNDICE II :**

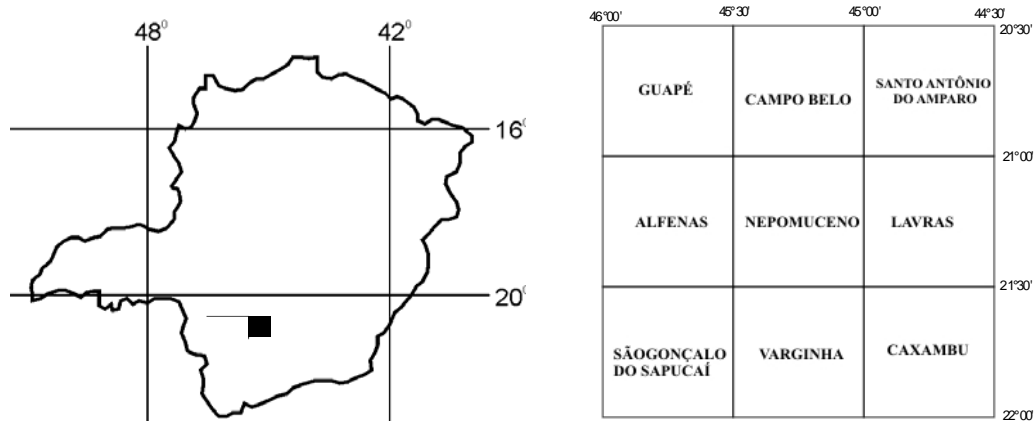
- Resultados de Idades U-Pb e Sm-Nd Tdm obtidos em rochas do embasamento da Folha Nepomuceno.

# 1. INTRODUÇÃO

O presente relatório descreve os resultados obtidos no mapeamento geológico da Folha Nepomuceno SF-23-V-D-III escala 1:100.000, no âmbito do PRONAGEO - Convênio FUJB/UFRJ/CPRM - Serviço Geológico do Brasil, processo nº 11.869 - 9. As informações obtidas nos trabalhos de campo foram plotadas nas cartas topográficas do IBGE 1:50.000, folhas Nepomuceno, Coqueiral, Ribeirão da Espera e Carmo da Cachoeira e, posteriormente, transferidas para a escala 1:100.000 e para o ambiente GIS através do *software* ARCGIS 9.0 da ESRI.

## 1.1 Localização

A Folha Nepomuceno SF-23-V-D-III escala 1: 100.000 está localizada na região centro-sul do Estado de Minas Gerais, entre as latitudes (paralelos) 21°00'S - 21°30'S e as longitudes (meridianos) 45°30'W - 45°00'W. Na articulação da folha, tem como limites as folhas Campo Belo (norte), Varginha (sul), Lavras (leste) e Alfenas (oeste) (Fig. 1).



**Figura 1:** Localização da folha Nepomuceno SF-23-V-D-III 1: 100.000 no estado de Minas Gerais e articulação da Folha.

## 1.2. Vias de Acesso

Além das inúmeras estradas de terra e de acesso a fazendas, a área é atravessada por estradas federais asfaltadas como a BR-381 Rodovia Fernão Dias (Belo Horizonte-São Paulo) e a BR-265. Estradas estaduais estão representadas pelas rodovias MG-25 (Perdões-Campo Belo) e MG-157. Todas as estradas são transitáveis durante todo o ano, inclusive as estradas vicinais de terra.

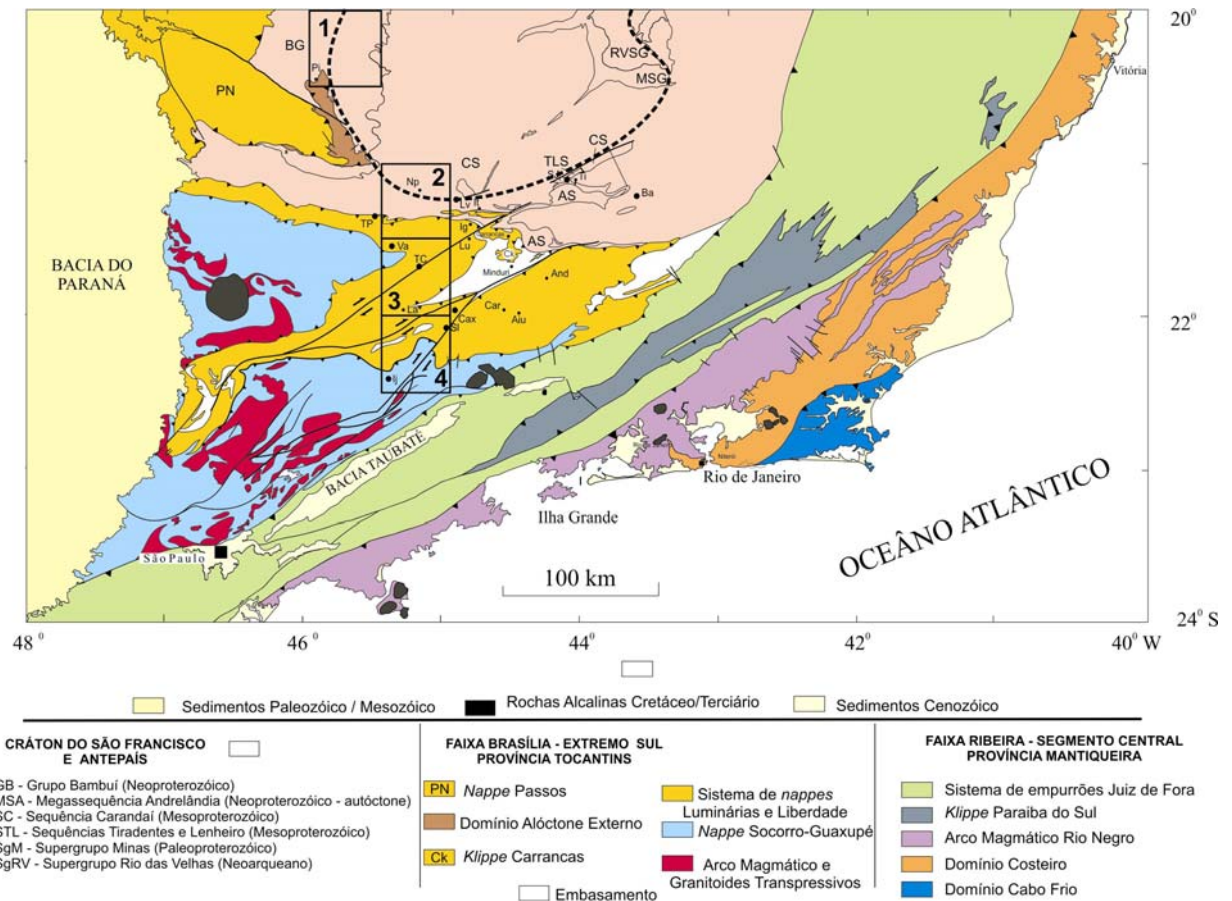


### 1.3 Fisiografia

A área em questão está inserida no domínio morfoestrutural do Planalto dos Campos das Vertentes, onde as precipitações pluviométricas variam entre 800 a 1750mm (Gatto *et al.* 1983). Segundo Oliveira *et al.* (1983), os seguintes tipos de solos são encontrados na região: latossolos vermelho-amarelo álico, latossolos vermelho escuro distrófico, cambissolos álico e podzólico vermelho-amarelo álico ou distrófico. A vegetação está representada essencialmente por savanas (cerrado), pastagens e áreas cultivadas, principalmente cafezais (Ururahy *et al.* 1983). O relevo da área está condicionado ao tipo litológico aflorante sendo, em geral, do tipo mar de morros. Aonde afloram granitóides como nas áreas de ocorrência do granito Porto Mendes e do granitóide Rio do Amparo, o relevo é acidentado com altitudes que chegam a 1000-1100 metros. Pequenas serras são encontradas nas áreas de ocorrência de quartzitos da Megasseqüência Andrelândia. Nas áreas de ocorrência de rochas ultramáficas, máficas e xistos, o relevo é pouco acentuado, constituindo regiões de baixada com altitude média em torno de 800 metros.

## 2. CONTEXTO GEOLÓGICO E TRABALHOS ANTERIORES

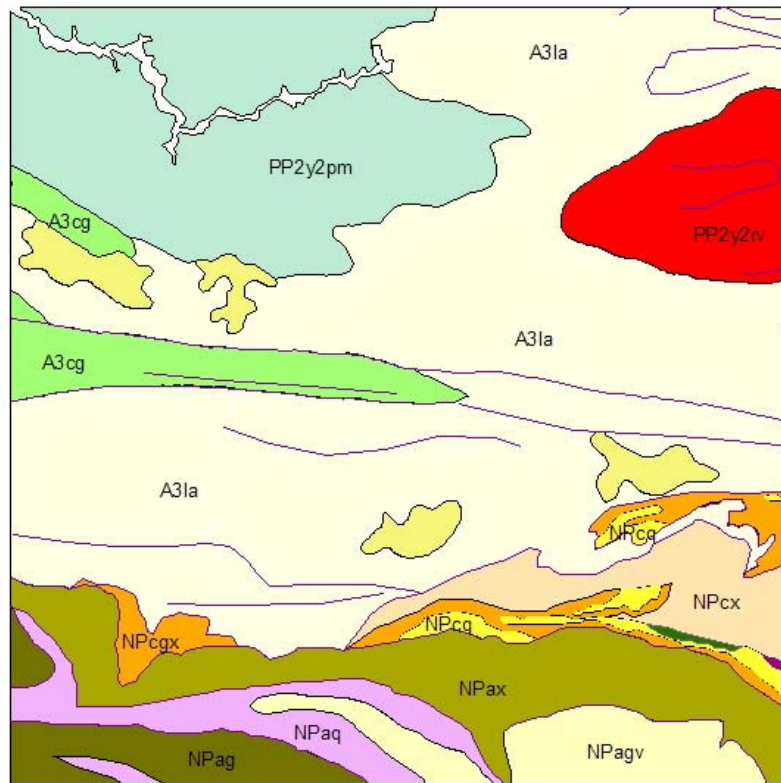
A área em questão está inserida no contexto da geologia do sudeste do Brasil, na borda sul do Cráton do São Francisco. Resumidamente, são metassedimentos das megasseqüências São João Del Rei, Carandaí e Andrelândia, cavalgadas ou depositadas em discordância angular e litológica sobre embasamento arqueano-paleoproterozóico (Fig. 2). Em grande parte da Folha Nepomuceno ocorrem rochas do embasamento, mas na sua porção sul ocorrem metassedimentos alóctones e autóctones da Megasseqüência Andrelândia.



Encarte tectônico simplificado da região sudeste do Brasil, com localização das Folhas (1:100.000) Pium-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 - Piumhi; Np - Nepomuceno

**Figura 2:** A Folha Nepomuceno 1: 100.000 no contexto da geologia do sudeste do Brasil. (1), (3) e (4) – folhas Piumhi, Varginha e Itajubá 1: 100.000, convênio CPRM-UFRJ (base geológica de Trouw *et al.* 2000).

No esquema estratigráfico da CPRM/Serviço Geológico do Brasil, Programa Geologia do Brasil, para a Folha Nepomuceno (SF-23-V-D-III) escala 1:100.000 (2005), as seguintes unidades de mapeamento têm sido definidas (Fig. 3):



**Figura 3:** Mapa geológico simplificado da Folha Nepomuceno SF-23-V-D-III 1: 100.000 conforme dados da CPRM/Serviço Geológico do Brasil, Programa Geologia do Brasil, CD-ROOM (2005). Unidades de mapeamento conforme simbologias no texto.

#### 1- Arqueano (Mesoarqueano)

- Complexo Lavras (*A3la*. 3200-2800 Ma) – granito, granitóide e migmatito.
- Complexo Campos Gerais (*A3cg*. 3200-2800 Ma) – granito, tonalito, trondhjemitito e migmatito, principalmente; rocha vulcânica ultramáfica, granodiorito, anfibolito, gnaiss, gndito e quartzito subordinadamente.

#### 2- Paleoproterozóico (Rhyaciano)

- Charnockito Ribeirão Vermelho (*PP2y2rv*. 2300-2051 Ma)
- Granitóide Porto Mendes (*PPy2pm*. 2200-2051 Ma) – granito, granodiorito.

#### 3- Neoproterozóico

- Grupo Carrancas (1000-541 Ma. Toniano-Neoproterozóico III) – unidade quartzítica (*NPcq*. quartzitos; filito, metaconglomerado, quartzo-mica xisto e muscovita-biotita xisto, subordinadamente); unidade de metapelitos grafitosos (*NPcgx*; xisto, quartzo-mica xisto e grafita-xisto, principalmente; filito e quartzito subordinadamente); unidade de micaxistos (*NPcx*. mica xisto e biotita xisto, principalmente; metaconglomerado, subordinadamente).
- Grupo Andrelândia (962 ± 17 – 632 ± 25 Ma. Toniano-Neoproterozóico III) – unidade de xistos (*NPax*; quartzito, mica xisto e xisto aluminoso, principalmente; anfibolito, rocha calcissilicática, metaultramáfica e biotita gnaiss, subordinadamente); unidade de metagrauvacas (*NPagv*; metagrauvaca e muscovita-biotita gnaiss, principalmente; anfibolito, migmatito, quartzo-arenito, mica xisto e muscovita quartzito subordinadamente); unidade quartzítica (*NPaq*; quartzo-metarenito, quartzito e muscovita quartzito,

principalmente; anfibolito, metarcóseo, quartzo-mica xisto, quartzito feldspático e biotita gnaise subordinadamente); unidade de cianita-granada granulitos (*NPag*;  $635 \pm 20 - 605 \pm 15$  Ma; gnaise granulítico principalmente; anatexito, anfibolito, gondito, rocha calcissilicática, quartzito e metamáfica, subordinadamente).

#### 4- Sedimentos recentes (Mioceno–Quaternário)

- Coberturas detrítico-lateríticas ferruginosas (*NQdl*) - aglomerado, areia, argila e laterita, principalmente; silte, subordinadamente.

Engler (1999) e Engler *et al.* (2002) descrevem a geologia de uma área de 200 km<sup>2</sup> ao redor da cidade de Perdões (MG) como constituída por charnockito de composição granítica/granodiorítica, enderbito de composição tonalítica/trondhjemítica e intrusões máficas-ultramáficas (rochas gabróicas e cumulos máfico-ultramáficos) em forma lenticular (Fig.4). Na porção norte, descreve ortognaise metamorfoseado em fácies xisto verde e, na porção oeste, um corpo granítico denominado de "granito Perdões". Diques básicos e básico-noríticos cortam todas as rochas (Quéméner & Pinese 1992; Pinese *et al.* 1997). Pinese (1997) sugere que os diques representam dois eventos magmáticos distintos, com idades isocrônicas Sm-Nd de  $\sim 2,83$  e  $\sim 1,9$  Ga.

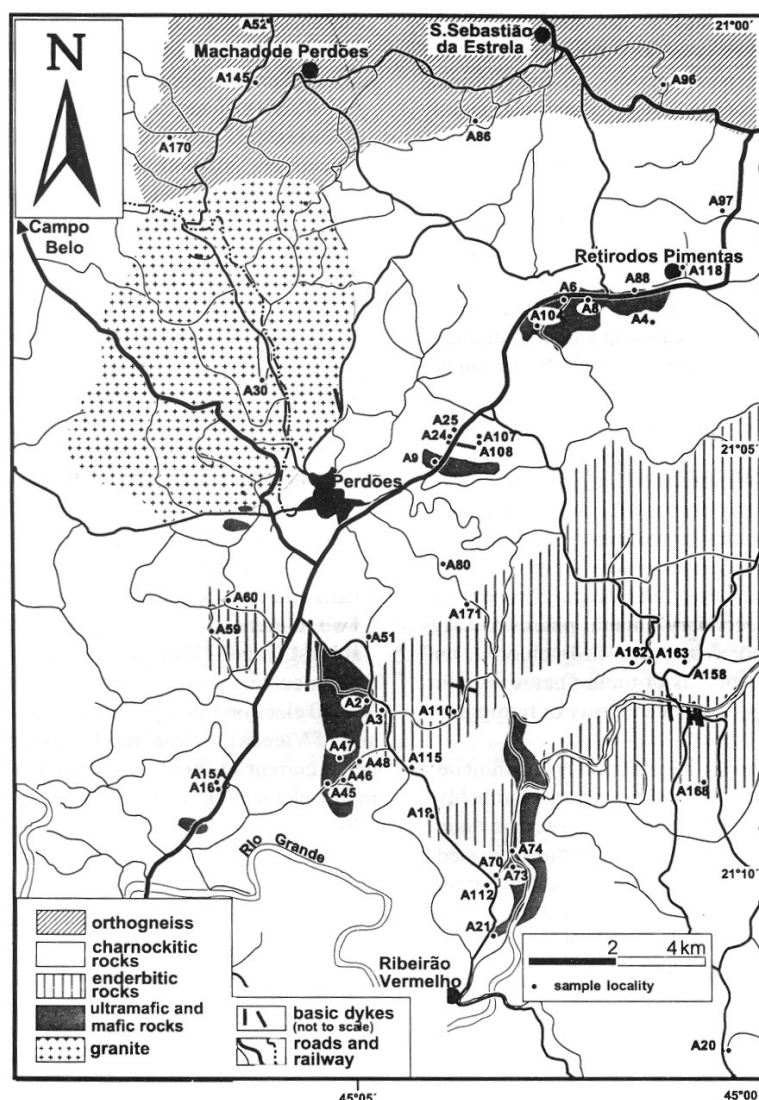
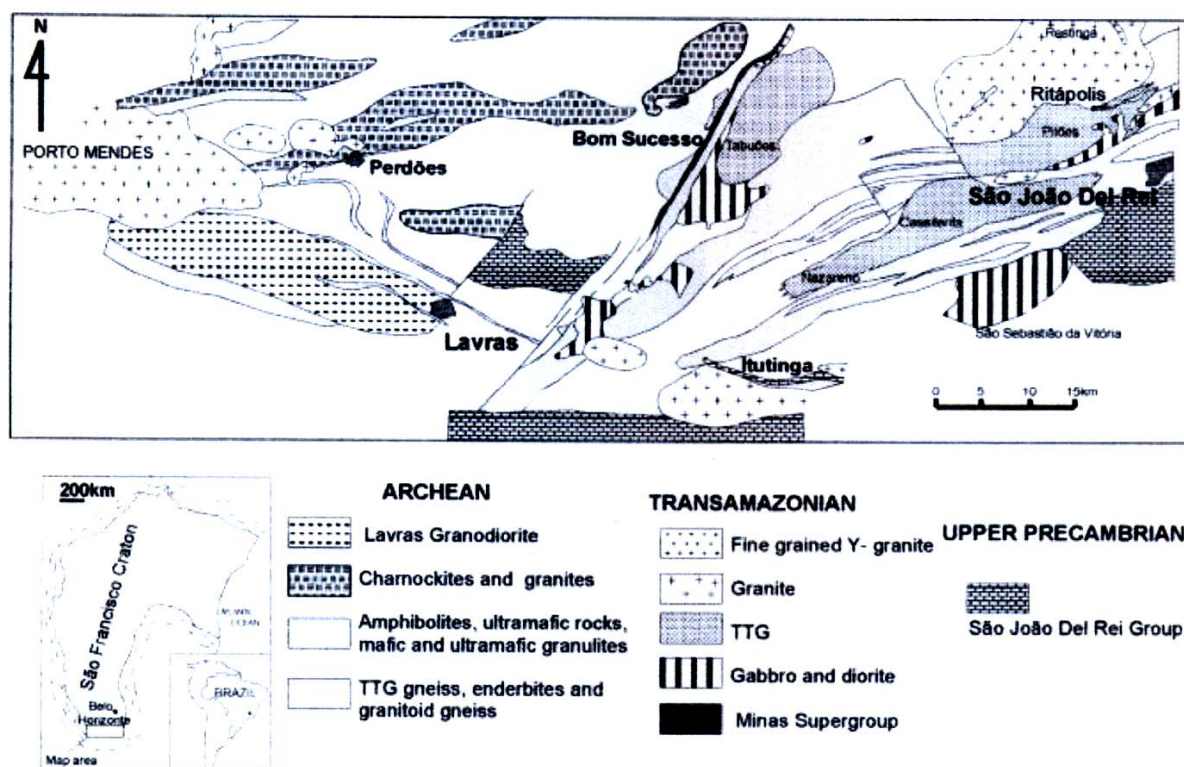


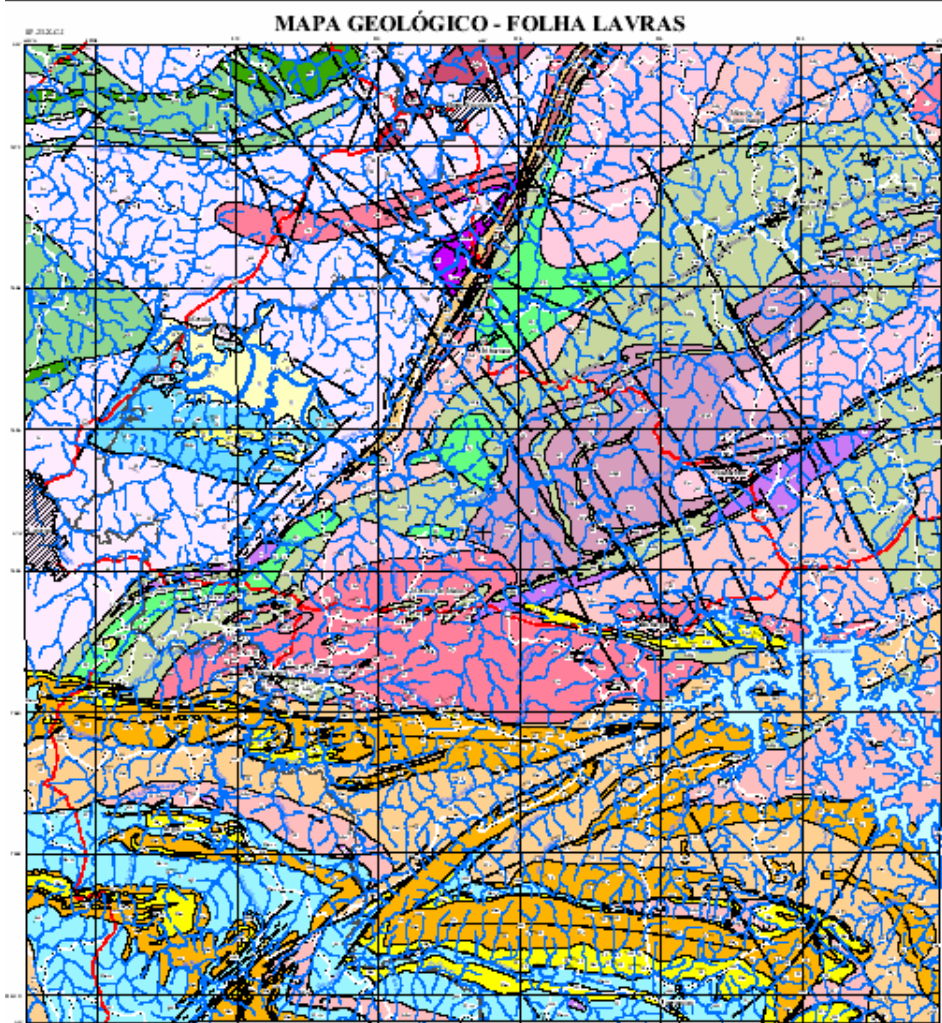
Figura 4: Mapa geológico simplificado da região de Perdões, segundo Engler (1999).

Quéméner & Noce (2000) sugerem um cenário geológico para a borda sul do Cráton do São Francisco no qual um embasamento arqueano (gnaisses TTG, granito-gnaisses, migmatito, granulito e relictos de faixas *greenstone*) é cortado por três suítes magmáticas intrusivas paleoproterozóicas relacionadas à Orogenia Transamazônica – granítica (incluindo o granitóide Porto Mendes), TTG e gabro-diorítica. A primeira corresponde a granitos de alto K metaluminosos a peraluminosos, a segunda e a terceira seguem *trend* cálcio-alcálico (Fig. 5).



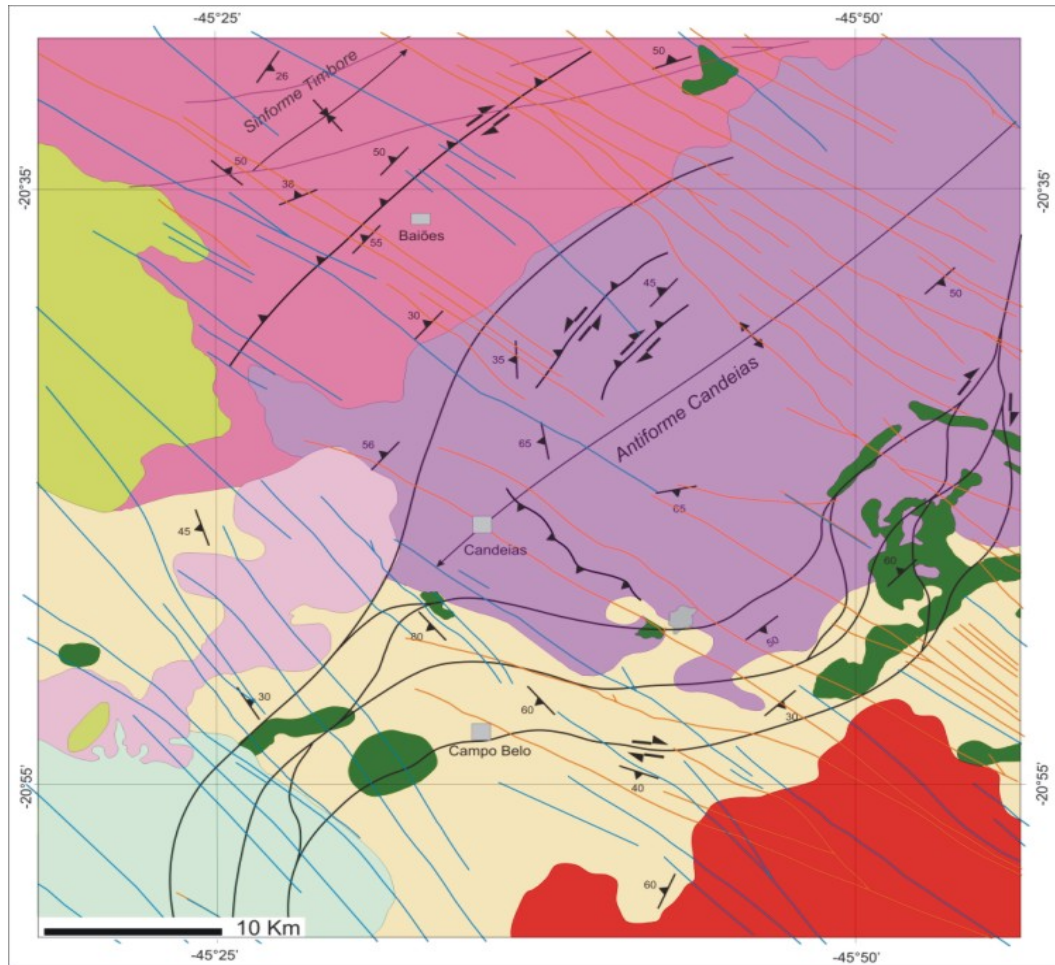
**Figura 5:** Mapa geológico da borda sul do Cráton do São Francisco incluindo as três suítes intrusivas Transamazônicas e embasamento Arqueano. Extraído de Quéméner & Noce (2000).









Quéméner *et al.* (2003) integraram os dados geológicos da Folha Lavras 1:100.000 para o Projeto Sul de Minas – Etapa I, convênio COMIG-UFMG-UFRJ-UERJ (2003). A folha abrange a continuação da geologia da Folha Nepomuceno 1: 100.000 para leste (Fig.4). Os autores dividem o embasamento arqueano-paleoproterozóico em dois blocos separados por uma zona de cisalhamento na Serra de Bom Sucesso (direção NE-SW. Fig. 5): Bloco Oriental – constituído por faixas *greenstone* (Supergrupo Rio das Velhas), gnaisses TTG e granitóides e corpos máficos paleoproterozóicos; Bloco Ocidental – constituído por gnaisses TTG enderbíticos (Complexo Campo Belo/Lavras) intrudido por charnockitos e enderbitos do Complexo Charnockítico de Babilônia (incluindo o Charnockito Ribeirão Vermelho), Maciço Ultramáfico do Morro das Almas, Gnaiss granítico da Capela São Francisco e pelo Granito Bom Sucesso. O Bloco Oriental foi considerado como metamorfoseado em fácies anfibolito alto, enquanto que no Bloco Ocidental o metamorfismo foi de fácies granulito (Fig. 6).



**Figura 6:** Mapa geológico da Folha Lavras 1: 100.000. Projeto Sul de Minas, Convênio COMIG-UFMG-UFRJ-UERJ, cd-room (2003).

Carneiro *et al* (2006) integraram os dados geológicos das folhas Campo Belo e Oliveira (Santo Antonio do Amparo) 1:100.000 para o Programa Geologia do Brasil, Mapas Geológicos, convênio CPRM/Serviço Geológico do Brasil – Universidades (no caso, UFOP). A Folha Campo Belo (Fig. 7) contém a continuação para norte da geologia da Folha Nepomuceno (Fig. 1). Nestas folhas foram definidas as seguintes unidades de mapeamento: 1- mesoarqueano - gnaisses Fernão Dias (*A3cbfd*) e Cláudio (*A3γ1cl*); 2- neoarqueano - gnaisses Candeias (*A4γ1ca*) e Itapeçerica (*A4γ1it*), Seqüência Acamadada Ribeirão dos Motas (*A4μrm*), granitóide Bom Sucesso (*A4γ1bs*), Granitóide Rio do Amparo (*A4γ2am*) e quartzitos, interpretados como pertencentes ao Supergrupo Rio das Velhas (*A4rv*); 3- paleoproterozóico - Gnaiss São Tiago (*PP2γ2st*), Granitóide Porto Mendes (*PP2γ2pm*), Granitóide Tabuões (*PP2γ2ta*), Sistema de Diques Máficos Timboré (*PP2δti*) e Sistema de Diques Máficos (metagabronoritos) Lençóis 1 (*PP3δle*); 4- Neoproterozóico – Sistema de Diques Máficos (metagabros) Lençóis 2 (*NP1δle*), Formação Sete Lagoas do Grupo Bambuí, incluindo metacalcários (*NP2slc*) e metapelitos (*NP2 slp*).



- |   |                          |  |   |
|---|--------------------------|--|---|
|  | Gnaiss Fernão Dias;      |   | Seqüência Acamadada Ribeirão dos Motas; |
|  | Gnaiss Candeias;         |   | Gnaiss Itapecerica;                     |
|  | Granitóide Porto Mendes; |   | metacalcários e                         |
|   |                          |   | Granitóide Rio do Amparo;               |
|   |                          |  | metapelitos da Formação Sete Lagoas.    |

**Figura 7:** Mapa simplificado da Folha Campo Belo 1: 100.000 (Carneiro *et al.* 2006).

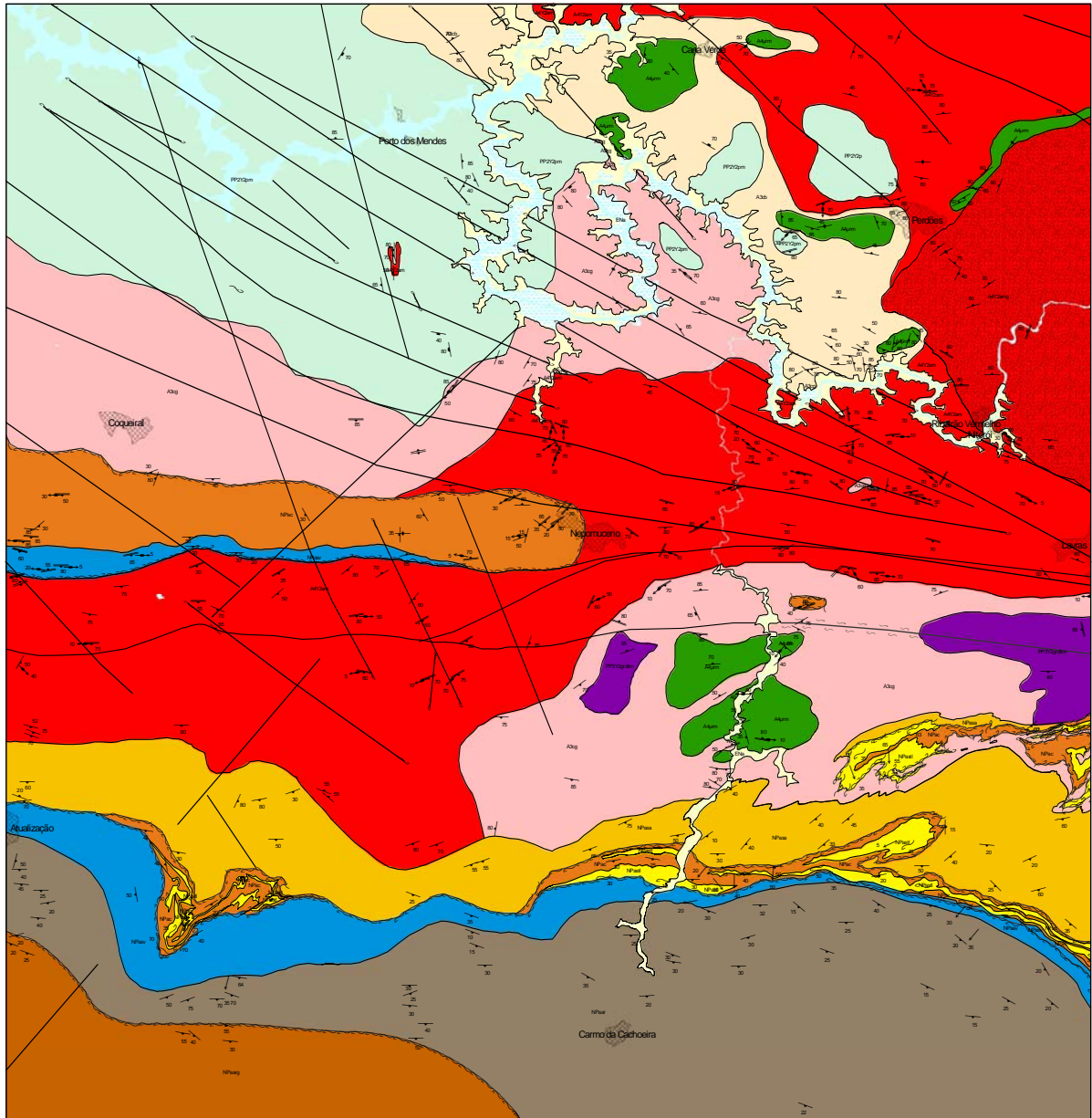
### 3. ESTRATIGRAFIA

---

Na Folha Nepomuceno 1:100.000 predomina um embasamento arqueano-paleoproterozóico cavalgado, nas porções sul e central, por metassedimentos neoproterozóicos. Como mostrado acima, nas áreas vizinhas e na própria área em questão, diferentes autores definiram e nomearam unidades litoestratigráficas nem sempre coincidentes. Em concordância com a nomenclatura utilizada nas áreas adjacentes, principalmente ao norte (Folha Campo Belo) e a leste (Folha Lavras), foram reconhecidas as unidades Granitóide Porto Mendes (*PP3γ3pm*), Granito Perdões (*PP3γ3p*) e Granitóide de Itumirim (*PP3γ2grditm*), definidas em trabalhos anteriores (Figs. 3, 4, 5, 7 e 8). As sucessões metassedimentares neoproterozóicas pertencentes ao Grupo Andrelândia (Ebert, 1956a) foram reagrupadas na Megasseqüência Andrelândia (Ribeiro *et al.* 2003), incluindo as seguintes unidades de mapeamento, da base para o topo: a- Seqüência Depositional Carrancas: Unidade São Vicente (*NP1asv*), Unidade São Tomé das Letras (*NP1astl*), Unidade Campestre (*NP1ac*), Unidade Arantina (*NP1aar*); b- Seqüência Depositional Serra do Turvo: Unidade Santo Antônio (*NP2asa*) e Unidade Arantina (*NP2aar*). A unidade Arantina é interpretada como tendo sido depositada durante todo evento sedimentar da Megasseqüência Andrelândia. Como algumas unidades já tinham sido definidas no mapeamento geológico da Folha Campo Belo 1:100.000 (Carneiro *et al.* 2006), recebem aqui a mesma denominação para melhor ajuste entre as folhas. É o caso do Granitóide Lavras de Quéméner & Noce (2000. Fig. 5) que na Folha Campo Belo foi denominado de Granitóide Rio do Amparo, nomenclatura também aqui adotada (*A4γ2am/A4γ2amg*, *fácies granulito*. Figs. 7 e 8). No limite oeste da Folha Lavras 1:100.000 (COMIG-UFRJ) com a Folha Nepomuceno estão descritos charnockitos ígneos denominados como Complexo Charnockítico de Babilônia, incluindo o Charnockito Ribeirão Vermelho (Quéméner & Noce 2000; Quéméner *et al.* 2003; Figs. 3, 4, 5 e 6) o qual teria sua continuidade na área em questão. Entretanto, na Folha Nepomuceno o que deveria ser o charnockito Ribeirão Vermelho é interpretado como o Granitóide Rio do Amparo em *fácies granulito* e não como uma rocha ígnea intrusiva charnockítica como sugerido em CPRM (2003. Fig. 3), Quéméner & Noce (2000. Fig. 5) e Quéméner *et al.* (2003. Fig. 6).

Também problemática é a definição e distribuição da unidade Seqüência Acamadada Ribeirão dos Motas, definida na Folha Campo Belo 1:100.000 (Carneiro *et al.* 2006). Lá, é descrita como uma sucessão ígnea plutônica constituída por intercalações de metaperidotito-piroxênito e metagabro, ocorrendo como corpos ígneos isolados ou como xenólitos encaixados em ortognaisses mesoarqueanos (p.ex.: Gnaiss Fernão Dias). Sucessões ígneas semelhantes ocorrem na Folha Nepomuceno, mas também outras rochas metaultramáficas como talco xisto, serpentinito, clorita xisto e tremolita xisto, que foram incluídas nessa unidade por sugestão da CPRM/Serviço Geológico do Brasil (Fig. 8).





1- Mesoarqueano:  - Complexo Campos Gerais (A3cg);  - Complexo Campo Belo (A3cb); 2- Neoarqueano:  - Suíte Ribeirão dos Motas (A4 $\mu$ rm);  - Granitóide Rio do Amparo (A4 $\gamma$ 2am);  - Charnockito Ribeirão Vermelho (A4 $\gamma$ 2amg); 3- Paleoproterozóico:  - Granodiorito de Itumirim (PP3 $\gamma$ 3itm);  - Granitóide Porto Mendes (PP3 $\gamma$ 2pm);  - Granito Perdões (PP3 $\gamma$ 2p); 4- Neoproterozóico: a - Diques Máficos do Sistema Lengóis 2 (linhas negras); b - Megassequência Andrelândia -  Unidade São Vicente (NP 1sv);  - Unidade São Tomé das Letras (NPastl);  - Unidade Campestre (NPacp);  - Unidade Santo Antônio (NPasa)  - Unidade Arantina (NPaar);  - Unidade Arantina em fácies granulito (NPa2arg) e  - Quaternário.

**Figura 8:** Mapa geológico da Folha Nepomuceno SF-23-V-D-III 1: 100.000, Programa Geologia do Brasil, Mapas Geológicos, PRONAGEO, Convênio CPRM – Universidades/UFRJ (2006).

### 3.1 Embasamento

Como dito anteriormente, grande parte da área é constituída por rochas do embasamento da borda sul do Cráton do São Francisco, incluindo: ortognaisses migmatíticos mesoarqueanos (Complexo Campos Gerais, A3cg, e Complexo Campo Belo, A3cb, ou Gnaiss Fernão Dias), associação de rochas ultramáficas-máficas neoarqueana (Seqüência Acamadada Ribeirão dos Motas, A3 $\mu$ rm), granitóide TGG neoarqueano (Rio do Amparo, A4 $\gamma$ 2am); diques de anfibolito intrusivos no

Granitóide Rio do Amparo (não mapeáveis) e granitóides granodioríticos-graníticos paleoproterozóicos (Granodiorito de Itumirim-PP2γ2grditm, granitóides Porto Mendes-PP3γ3pm e Perdões- PP3γ3p). Estas unidades são cortadas por inúmeros diques máficos (gabros e gabronoritos) que se conectam àqueles mapeados na Folha Campo Belo como Sistema de Diques Máficos Lençóis 2, portanto, foram interpretados como pertencentes a esta unidade, considerada como de idade Neoproterozóica (Carneiro *et al.* 2006). No sul e centro da Folha Nepomuceno ocorrem sucessões metassedimentares autóctones e alóctones da Megasseqüência Andrelândia, também neoproterozóica (Fig. 8).

### 3.1.1 Complexos Campos Gerais (A3cg) e Campo Belo (A3cb) – 3,2-2,8 Ga (Teixeira *et al.* 1996a, 1998a, b, 2000)

A unidade litológica mais antiga está representada por ortognaisse migmatítico constituído por tonalito/granodiorito invadido por veios graníticos *lit-par-lit* e com intercalações de leitos/lentes de anfibolito e biotita xisto de espessuras centimétricas até métricas (fig. 9); b- diatexito representado por um granito-gnaisse fino com inclusões de rochas máficas (Fig. 10). Na Folha Campo Belo, o conjunto recebeu a denominação de Complexo Campo Belo (Teixeira *et al.* 1996a, 1998a, b, 2000), ou Gnaiss Fernão Dias (Carneiro *et al.* 2006. Figura 11).



**Figura 9** (cont.) – c- Leito espesso de biotita xisto (escuro) com *boudin* isolado de granito-gnaiss (cinza claro). Pedreira de Cervo (UTM 0482150 – 7639960), Folha Carmo da Cachoeira 1:50.000.

**Figura 9:** ortognaisse migmatítico em duas escalas de observação: a- tonalito/granodiorito (escuro) invadido por veios graníticos/pegmatíticos (claro) *lit-par-lit*. Pedreira abandonada de Cervo (UTM 0482150 – 7639960), Folha Carmo da Cachoeira 1:50.000; b- veios graníticos (claro) espessos e dobrados intrusivo em rocha máfica (bolsão escuro na parte direita da foto). Ponto RE-483, Folha Ribeirão da Espera 1:50.000.



**Figura 10:** Granito-gnaiss leucocrático (diatexito) com inclusões máficas (manchas escuras ao lado do martelo): a- Ponto Cq-479, Folha coqueiral 1:50.000; b- Ponto RE-502, Folha Ribeirão da Espera 1:50.000.

Nas folhas Nepomuceno e Alfenas é denominado de Complexo Campos Gerais e Complexo Lavras (CPRM/Serviço Geológico do Brasil). No Complexo Campo Belo, as rochas são classificadas como biotita-hornblenda-gnaiss ou biotita-gnaiss de composição granodiorítica a granítica (Carneiro *et al.* 2006), mas, segundo Fernandes (2001), ocorrem também hiperstênio-biotita-hornblenda

gnaiss tonalítico, hiperstênio-biotita-hornblenda gnaiss granodiorítico, hiperstênio-diopísídeo-biotita gnaiss trondjemítico, hiperstênio-biotita-hornblenda gnaiss granítico, hiperstênio-diopísídeo-biotita gnaiss granítico. Desse modo, interpreta-se que os ortognaisses migmatíticos de Cervo (Complexo Campos Gerais) e os migmatitos bandados de Campo Belo (Complexo Campo Belo, Gnaiss Fernão Dias) sejam a mesma litofácies/unidade litoestratigráfica, porém,



**Figura 11:** Aspecto geral do Gnaiss Fernão Dias (ortognaiss migmatítico em fácies granulito) no seu afloramento-tipo, Pedreira Campo Belo, Campo Belo (MG). Folha Campo Belo 1:100.000.

uma em fácies anfibolito e outra em fácies granulito, respectivamente. Aparentemente, o granito-gnaiss estaria representando uma fase diatexítica de outra migmatização, agora por anatexia, do migmatito de injeção velho. Os termos complexos Campos Gerais e Campo Belo/Gnaiss Fernão Dias correspondem à mesma unidade litoestratigráfica, porém, com nomes diferentes, por sugestões da CPRM/Serviço Geológico do Brasil para um melhor ajuste entre as nomenclaturas das unidades dos mapas geológicos adjacentes. Teixeira *et al.* (1996a, 1998a, b, 2000) obtiveram idades U-Pb em zircão de 3,2 Ga em diatexito (granito-gnaiss) do Complexo Campo Belo, considerada assim a idade da migmatização mais antiga do embasamento - Mesoarqueano.

### 3.1.1.1 Geoquímica

Dados de Carneiro *et al.* (2006) indicam que rochas da unidade Gnaiss Fernão Dias possuem composição química granodiorítica (Le Bas *et al.* 1986) e afinidade cálcio-alcálica (Irvine & Baragar

1971) e trondhjemítica (Barker & Arth 1976). Em diagramas multi-elementares normalizados pelos valores do Ocean Ridge Granite (ORG), mostram características que podem associá-los a protólitos graníticos de arcos vulcânicos de afinidade cálcio-alcalina (Pearce *et al.* 1984).

### 3.1.1.2 Geocronologia

Por enquanto, não existem datações para esta unidade na Folha Nepomuceno 1: 100.000. Datação SHRIMP U-Pb em zircões do migmatito da pedreira de Campo Belo (Complexo Campo Belo, Unidade Fernão Dias) revelaram três grupos de idades interpretadas como episódios de geração de fundidos (Teixeira *et al.* 1996a, 1998a, b, 2000): 1- 3205 ± 17 Ma, interpretada como idade reliquiar (xenocristais de zircão); 2- 3047 ± 25 Ma, interpretada como idade do evento magmático principal; 3- 2839 ± 17 Ma considerada com a idade do neossoma do migmatito (idade de migmatização).

Por equivalência de unidades de mapeamento, estas deveriam ser as idades dos granito-gnaisses e migmatitos dos complexos Campos Gerais e Campo Belo (Unidade Fernão Dias) da Folha Nepomuceno 1: 100.000.

### 3.1.2 Seqüência Acamadada Ribeirão dos Motas (A4 $\mu$ rm) - 2712 +/- 300 Ma (K-Ar); 2755 ± 62 Ma, Sm-Nd "errocrônica" (Carneiro *et al.* 2006); 3035 Ma, $\epsilon_{Nd} = 0,9$ idade-modêlo Sm-Nd TDM rt (Paciullo, *et al.* 2006, este trabalho)

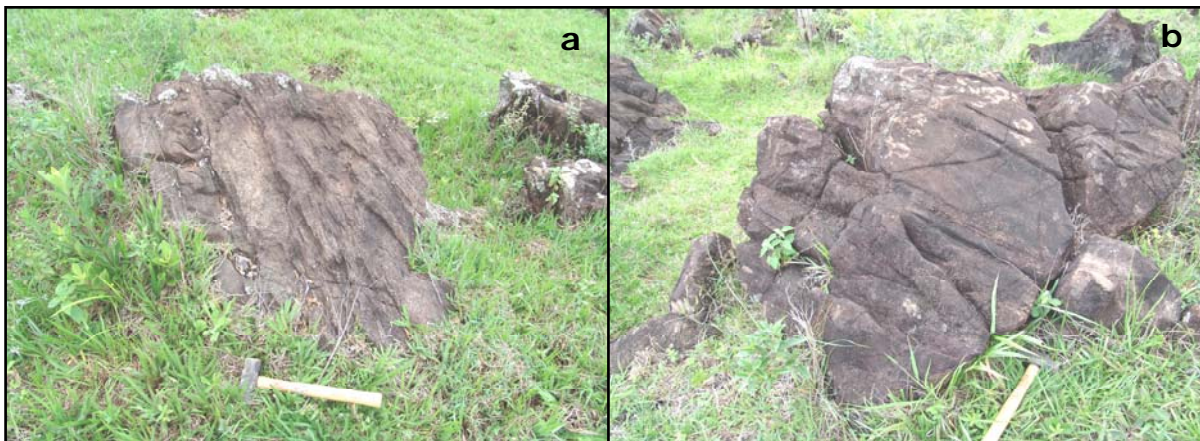


**Figura 11:** Paisagens dos corpos de rochas ultramáficas e máficas: contato entre faixa de rochas metaultramáficas-máficas (*um-m*, áreas de baixada) e granitóide Rio do Amparo em fácies granulito (*ortgn*, serra à direita). Retiro dos Pimentas. Fotos menores: relevo suave e solo avermelhado das faixas máficas ultramáficas, ponto N-70 (UTM 0482577 e 7651681).

Esta unidade foi definida na Folha Campo Belo 1: 100.000 por Carneiro *et al.* (2006) como constituída por rochas ultramáficas (peridotito/serpentinito e piroxenito) e máficas (metagabro) acamadadas, aparentemente, intrusivas nos migmatitos do Complexo Campo Belo/Gnaiss Fernão Dias. A ocorrência-tipo de corpo acamadado metaultramáfico localiza-se nas imediações do Ribeirão dos Motas, ao norte da cidade de Santana do Jacaré, região sudoeste da Folha Campo Belo 1:100.000 (Carneiro *et al.* 2006). Lá, segundo esses autores, foram identificados: metaperidotito contendo espinélio (olivina *cumulatus*); meta-olivina-piroxenito contendo espinélio (piroxênio *cumulatus*), metapiroxenito contendo espinélio (piroxênio

*cumulatus*), metapiroxenito (piroxênio *cumulatus*) e meta-piroxênio-hornblendito. Metagabro e metagabronorito (metamafitos) foram descritos como integrantes da unidade embora não tenham sido descritas suas relações com a sucessão ultramáfica acamadada. Na Folha Nepomuceno 1:100.000, apresentam-se como corpos rochosos acamadados com até dezenas de metros de espessura, com acamamento ígneo dada pela alternância de lâminas/camadas delgadas mais salientes de metapiroxenito e outras menos salientes de metaperidotito/serpentinito (Figs. 11a, b, c, d). Ocorrem também corpos de serpentinito, talco xisto com pirita, clorita xisto, tremolita xisto e raro anfibólito. Estes últimos estão localmente invadidos por aplitos graníticos sinfoliação principal

com estruturas *pinch-and-swell*, tornando-os gnaisses anfibolíticos, e ainda cortados por pegmatitos tardios (Fig. 12). Por sugestão da CPRM, todas estas rochas foram interpretadas como produtos metamórficos da seqüência acamadada ultramáfica. Morfologicamente constituem uma paisagem sem muito relevo e de solo bastante avermelhado à ocre, contrastando com àqueles dos granitóides (Fig. 11).



**Figura 11 (cont.)** - Afloramento de corpo ultramáfico acamadado, ponto N-362 (UTM 0494124 e 7669522). (a) e (b) - acamamento ígneo dado por leitos de baixo relevo 9 (metaperidotito) e alto relevo (metapiroxênio);



**Figura 11 (cont.)** - (c) - acamamento ígneo subvertical;



**Figura 11 (cont.)** - (d) fraturamento subhorizontal, acamamento ígneo subvertical (plano onde o martelo está apoiado).



**Figura 12:** Anfibolito gnaissificado por granitização sinfoliação e pós-foliação (diques de pegmatito grosso). Ponto CC-725 (UTM 0482695 e 7642634). Rodovia Fernão Dias, sentido Belo Horizonte.

### 3.1.2.1 Geoquímica

Estudo geoquímico feito por Carneiro *et al.* (2006) para a Folha Campo Belo 1: 100.000 mostra que: 1- as rochas metaultramáficas da Seqüência Acamadada Ribeirão dos Motas têm afinidade komatiítica, sendo classificadas quimicamente como peridotitos, principalmente, e basaltos komatiíticos (Jensen 1976); 2- os metaperidotitos posicionam-se nos campos dos cumulados ultramáficos e máficos de ofiolitos (Coleman 1977), e também nos campos dos komatiitos do Grupo Quebras Ossos do Quadrilátero Ferrífero (Schorscher 199). Considerando a equivalência das unidades de mapeamento entre as folhas Campo Belo e Nepomuceno, é de se esperar que as rochas metaultramáficas-máficas da Unidade Ribeirão dos Motas na Folha Nepomuceno, tenha o mesmo comportamento geoquímico que seu equivalente na Folha Campo Belo (Seqüência Acamadada Ribeirão dos Motas). Desta forma, estaríamos lidando com cumulados ultramáficos e máficos komatiíticos de equivalentes arqueanos a ofiolitos modernos.

Engler *et al.* (2002) caracterizaram geoquimicamente as rochas gabróicas e *cumulatus* máficos-ultramáficos da região de Perdões (MG). Além do caráter toleítico, os padrões de Terras Raras (REE) sugeriram uma alta taxa de fusão parcial de material mantélico para suas gerações. As razões de elementos traços indicaram uma fonte mantélica levemente depletada para as rochas gabróicas.

A amostra N-344 é proveniente de um anfibolito interpretado como parte da porção máfica do complexo acamadado que ocorre no vale do Retiro dos Pimenta (fig. 26). Nos diagramas geoquímicos afins, representariam protólitos metamorfisados basáltico/gabróicos, subalcalinos, toleíticos de baixo K, gerados em ambiente de arcos de ilha embora em alguns diagramas plotando em campos de basaltos N-MORB (**Apêndice I**, adiante). Em termos de ETR, os resultados são semelhantes àqueles obtidos por Engler *et al.* (2002).

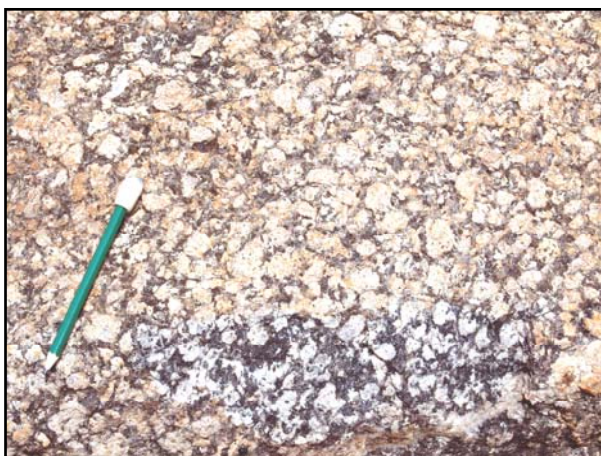
### 3.1.2.2 Geocronologia

Dados de Carneiro *et al.* (2006) para rochas equivalentes na Folha Campo Belo 1:100.000 mostram que "a hornblenda da Seqüência Acamadada Ribeirão dos Motas têm uma idade aparente K-Ar da ordem de 2712 +/- 300 Ma. Já o sistema Sm-Nd destas rochas forneceu uma idade "errocrônica" de 2755 ± 62 Ma, indicando que esta seqüência foi cristalizada logo após a extração mantélica do seu magmatismo (Carneiro *et al.* 1997c). Posteriormente, no Neoarqueano, ocorreu a intrusão do Granitóide Rio do Amparo cuja idade U-Pb em zircão é de 2587+/-51Ma (Campos 2004)". Considerando a equivalência entre as unidades de mapeamento, as rochas metaultramáficas acamadadas da Unidade Ribeirão dos Motas na Folha Nepomuceno 1:100.000 deveriam ter idades semelhantes. Entretanto, dados obtidos pelo Laboratório de Geologia isotópica da UFRGS (**Apêndice II**, adiante) indicam idade-modelo Sm-Nd TDM de 3035 Ma e  $\epsilon_{Nd} = 0,9$  para amostra N-344, a qual representaria anfibolitos da porção máfica da seqüência acamadada. Considerando que: 1- a idade-modelo Sm-Nd TDM e  $\epsilon_{Nd}$  representem a época de extração do protólito de sua fonte e a natureza desta (mantélica x crustal), 2- a idade isocrônica/errocrônica Sm-Nd represente a idade de cristalização ígnea do protólito e, 3- a idade K-Ar represente a idade de resfriamento (ígneo? Metamórfico?) do protólito, poderia se dizer que o protólito basalto/gabro toleítico de baixo K (LKT) foi extraído por fusão parcial do manto ( $\epsilon_{Nd}$  positivo) a 3035 Ma atrás,

num ambiente tectônico de arco de ilhas (diagramas geoquímicos, **Apêndice I**), intrudido numa crosta hoje representada pelo Complexo Campo Belo (3,2 Ga) o qual deveria ser o mesmo arco de ilhas num estágio mais evoluído da mesma subducção oceano-oceano, cristalizado a  $2755 \pm 62$  Ma e resfriado a  $2712 \pm 300$  Ma. A idade Sm-Nd TDM coincide com a idade do evento magmático principal do Complexo Campo Belo -  $3205 \pm 17$  Ma para xenocristais de zircão;  $3047 \pm 25$  Ma para o evento magmático principal;  $3-2839 \pm 17$  Ma para neossoma de migmatito (idade de migmatização).

### 3.1.3 Granitóide rio do Amparo (A4γ2am) - $2587 \pm 51$ Ma, U-Pb em zircão (Campos 2004); 2883 Ma, $\epsilon_{Nd} = -0,2$ idade-modélo Sm-Nd TDM (Paciullo *et al.* 2006, este trabalho)

Unidade também definida na Folha Campo Belo (Carneiro *et al.* 2006), está representada na Folha Nepomuceno por um ortognaisse porfirítico, meso- a leucocrático, de cores cinza a esbranquiçado, de granulometria média a muito grossa, com cristais de feldspato facoidais (*augen*) ou fenocristais hipidiomórficos retangulares e quadrados conforme deformados ou não, respectivamente (Figs. 13 e 14). Tem composição principalmente granítica em termos de proporções de plagioclásio-K-feldspato-quartzo e encontra-se metamorfoseado em fácies anfibolito-granulito. É uma rocha extremamente homogênea em composição mineralógica (Fig. 15) com fenocristais de feldspatos em uma matriz máfica de biotita, hornblenda e piroxênio, sendo de fácil reconhecimento quando alterada devido ao contraste de cor entre os minerais máficos e félsicos, produzindo uma textura mosqueada na rocha (Fig. 16). Dependendo da intensidade da deformação sofrida, apresenta foliação metamórfica/tectônica que pode variar de sutil à até fortemente milonítica (ver fotos no item Geologia Estrutural). O granitóide Rio do Amparo é o litotipo que sustenta as serras da região, em contraste com o relevo suave das faixas de rochas metaultramáficas-máficas que as circundam. Aflora como lajedo nas encostas das serras e/ou como blocos e matacões em encostas de morros e colinas (Figs. 17 e 18). Petrograficamente, os ortognaisse são constituídos por plagioclásio (35% - 27%) com ou sem textura antipertítica, K-feldspato (34% - 25%) na forma de ortoclásio pertítico e microclina, quartzo (30% - 17%), clino/ortopiroxênio (18% - 1%) e biotita (10% - 2%). Como acessórios encontram-se opacos (5% - 3%), allanita (3%), titanita (3%), zircão (tr), hornblenda (11% - 6%), clorita (1%), sericita (tr), epidoto (tr) e zoizita-clinozoizita (tr).



**Figura 13:** Ortognaisse Rio do Amparo pouco deformado, com fenocristais retangulares e foliação secundária muito incipiente. Ponto N-339 (UTM 0483489 e 7656844), Folha Nepomuceno 1: 50.000.



**Figura 14:** Ortognaisse Rio do Amparo com facóides de feldspatos (*augen*) em foliação milonítica subvertical. Vista perpendicular ao plano de foliação. Ponto N-288 (UTM 0486645 e 7667942), Folha Nepomuceno 1: 50.000.



**Figura 15:** Pedreira do ortognaisse Rio do Amparo. Notar homogeneidade composicional da rocha, além do intenso fraturamento, ponto N-1 (UTM 0495702 e 7653752), Pedreira Tramix, Lavras (MG), Folha Nepomuceno 1: 50.000. Da amostra N-1 desta pedreira, obteve-se idade-modelo Sm-Nd<sub>TDM</sub> de 2883 Ma e  $\epsilon_{Nd} = -0,2$ .



**Figura 16:** Ortognaisse Rio do Amparo alterado com maclas brancas de feldspato e ocre de máficos, cortado por granito Perdões (faixa branca). Ponto N-55 (UTM 0489349 e 7668463), Folha Nepomuceno 1: 50.000.



**Figura 17:** Modo de afloramento em lajedo do ortognaisse Rio do Amparo.



**Figura 18:** Modo de afloramento em blocos e matações do ortognaisse Rio do Amparo.



**Figura 19:** Ortognaisse Rio do Amparo com xenólito de rocha máfica com borda digerida, cortado por pegmatito grosso. Ponto N-1 (UTM 0495702 e 7653752), Pedreira Tramix, Lavras (MG), Folha Nepomuceno 1: 50.000.

O caráter ígneo e intrusivo do ortognaisse Rio do Amparo e do Charnockito Ribeirão Vermelho é comprovado pela presença de xenólitos de rochas máficas e ultramáficas e gnaisses, uns com assimilação nas bordas (Figs. 19 e 20), inclusões pelíticas de filito e metachert intercalados (Fig. 21) e pela forma e distribuição dos corpos rochosos como mostrado pelo mapa geológico (Fig. 8).

O ortognaisse Rio do Amparo está cortado por granito-gnaiss, anfibolito, granito equigranular Porto Mendes, pegmatito e diques



de anfibolito e metagabro (Sistema de Diques Paleoproterozóicos Lençóis 2 de Carneiro *et al.* 2006), além de inclusões/lentes tectônicas de clorita xisto, filito e metachert (Figs. 21, 22, 23, 24, 25 e 26).



**Figura 20:** Xenólito de rocha máfica com borda digerida e infiltrações de fenocristias, dentro de ortogneisse Rio do Amparo. Ponto N-1 (UTM 0495702 e 7653752), Pedreira Tramix, Lavras (MG), Folha Nepomuceno 1: 50.000.



**Figura 21:** Contato por falha de uma inclusão pelítica de filito e metachert intercalados (área marrom à esquerda) dentro do ortogneisse Rio do Amparo (área branca com lápis, à direita). Os metassedimentos estão dobrados em dobras *en chevron* ou em caixa e o ortogneisse tem foliação subvertical com direção subparalela ao lápis. A banda escura vertical é um filonito derivado do cisalhamento do pelito. Ponto N-310 (UTM 0491367e 7654622). Folha Nepomuceno 1: 50.000.



**Figura 22:** Ortogneisse Rio do Amparo (am) cortado por granito-gnaiss pré/sinfoliação (gr-gn) e aplito de granito Porto Mendes (gr) pós-foliação (e também atravessando o dique de granito-gnaiss). Ponto N-338 (UTM 0484247 e 7655575), Folha Nepomuceno 1: 50.000.



**Figura 23:** Acima: diques de anfibolito (escuro) e pegmatito (branco) cortando ortogneisse Rio do Amparo. Abaixo: detalhe dos mesmos diques na frente de lavra oposta. Ponto N-713 (UTM 0488023 E 7656185). Folha Nepomuceno 1: 50.000.



**Figura 24:** Acima: ortogneisse Rio do Amparo (am) cortado por granito equigranular Porto Mendes (g), rocha máfica-anfibolito (m) e pegmatito (p). Abaixo: detalhe do contato entre granito equigranular e o ortogneisse. Amostra desse granito forneceu idade de cristalização de  $1976 \pm 25$  Ma, U-Pb zr/rt, e xenocristais de  $2705 + 22/-19$  Ma. O ortogneisse (em outra localidade, mas no mesmo corpo rochoso) forneceu idade-modelo Sm-Nd<sub>TDM</sub> de 2883 Ma,  $\epsilon_{Nd} = -0,2$ . Ponto N-10 (UTM 0487751 e 7655989), Rodovia Fernão Dias, sentido BH. Folha Nepomuceno 1: 50.000.



**Figura 25:** Ortogneisse Rio do Amparo cortado por pegmatito. Ponto N-10 (UTM 0487751 e 7655989), Rodovia Fernão Dias, sentido BH. Folha Nepomuceno 1: 50.000.



**Figura 26:** Diques de metagabro alterados na cor ocre (N50E) cortando ortogneisse porfirítico (Granitóide Rio do Amparo). Ponto N-45 (UTM 0498343 e 7650265), Lavras, Folha Nepomuceno 1: 50.000.

Dentro do esquema estratigráfico dos trabalhos anteriores, o ortogneisse porfirítico pertenceria ao Complexo Lavras (Cavalcante *et al.* 1977) ou Complexo Campo Belo (Teixeira *et al.* 1996).

### 3.1.3.1 Geoquímica

Conforme Carneiro *et al.* (2006), os resultados geoquímicos desse litotipo na Folha Campo Belo mostram-se tratar de quartzo-monzonito (diagrama Ab-An-Or de O'Connor 1965) e/ou granodioritos (diagrama de De la Roche *et al.* 1980). No diagrama AFM (Barker & Arth 1976) mostram afinidade cálcioalcalina. Em relação aos elementos incompatíveis, normalizados pelos valores de ORG (Pearce *et al.* 1984) aproxima-se dos granitos Skaergard e Mull do tipo WPG (granitos intraplaca). Por equivalência de unidades de mapeamento, estes também seriam os resultados geoquímicos do ortogneisse porfirítico na Folha Nepomuceno 1: 100.000.

A amostra N-1 provém da pedreira Tramix, nos arredores de Lavras (Figs. 15, 18, 19 e 20). Seria um representante da unidade Granitóide Rio do Amparo (Carneiro *et al.* 2006). Pelos diagramas geoquímicos pertinentes seriam granitos subalcalinos/cálcioalcalinos metaluminosos (**Apêndice I, Figs. 1.4 e 1.5**, adiante). Seu comportamento em diagramas geoquímicos discriminativos de ambientes tectônicos não é diagnóstico uma vez que a amostra plota em ambientes distintos, em diferentes diagramas (**Apêndice I, Fig. 1.6**).

### 3.1.3.2 Geocronologia

Para o Granitóide Rio do Amparo na Folha Campo Belo 1: 100.000, é indicada idade U-Pb em zircão de 2587+/-51Ma, interpretada como correspondendo a um magmatismo crustal intraplaca na passagem neoarqueano-paleoproterozóico (sideriano) (Campos 2004. *In*: Carneiro *et al.* 2006).

A amostra N-1 da pedreira Tramix forneceu idade-modelo Sm-Nd  $TDM$  de 2883 Ma com  $\epsilon_{Nd(2700)} = -0,2$  (**Tabela 2.3, Apêndice II**, adiante). Os números em si mostram não são conclusivos - o protólito da rocha ígnea foi gerado no mesoarqueano e, pelo valor do  $\epsilon_{Nd(2700)}$ , tanto por fusão parcial da crosta continental (sinal negativo), mas com alguma contribuição mantélica (valor próximo a 0), como o contrário (fusão mantélica = 0,2; contribuição crustal = negativo). O primeiro caso é coincidente com as interpretações de Campos (2004) e Carneiro *et al.* (2006), ou seja, seria um granitóide intraplaca, por fusão parcial da base da crosta. A idade de cristalização/intrusão do granitóide pode ser balizada pelos dados obtidos para outras amostras (Ver tabelas e figuras no Apêndice II, adiante). O Charnockito Ribeirão Vermelho, intrusivo no Granitóide Rio do Amparo, forneceu idade U-Pb zr/rt de 2718 ± 13 Ma (Apêndice II, Fig. 2.2), portanto, o granitóide Rio do Amparo tem que ser mais velho que este valor. O granito Porto Mendes que corta o granitóide Rio do Amparo na Fig. 24 é portador de zircões interpretados como xenocrístais de 2705 + 22/-19 Ma. Sendo assim, a idade de cristalização da amostra N-1 (Granitóide Rio do Amparo) seria algo entre 2883 Ma (idade de extração do protólito ígneo) e 2718 ± 13 Ma (idade de cristalização do Charnockito RV) ou 2705 + 22/-19 Ma (idade mais nova de xenocrístais de zircão no granito Porto Mendes).

Considerando a equivalência das unidades de mapeamento com a Folha Campo Belo, o Granitóide Rio do Amparo da Folha Nepomuceno deveria ter idade em torno de 2600-2500 Ma (Carneiro *et al.* 2006). Entretanto, os resultados obtidos neste trabalho mostram que, na Folha Neopomuceno, teria idade em torno de 2900-2700 Ma.

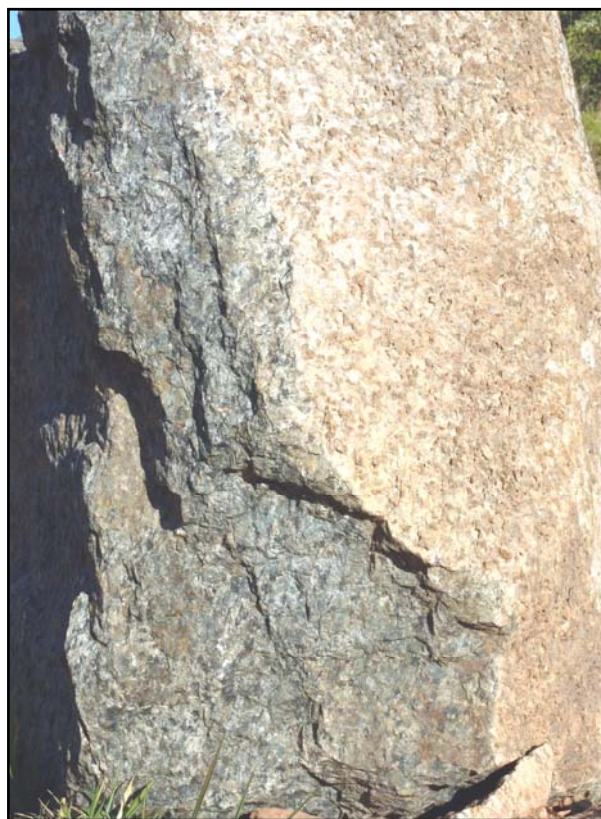
### **3.1.4 Charnockito Ribeirão Vermelho - 2660 ± 30 Ma, isócrona Rb-Sr rt (Quéméneur 1995); 2735 ± 3 Ma Pb-Pb evaporação de zircão (Quéméneur *et al.* 2003, Folha Lavras 1: 100.000); 2768 Ma, $\epsilon_{Nd} = 1,6$ idade-modelo Sm-Nd TDM e 2718 ± 13 U-Pb zr/rt (Paciullo *et al.* 2006, este trabalho)**

Na região do Retiro dos Pimentas, NE da Folha Nepomuceno (Fig. 11), ocorre um corpo ígneo constituído por um granito esverdeado (Fig. 27) constituído por K-feldspato (ortoclásio perítico e microclina, 35-30%), plagioclásio oligoclásio ( $An_{20}$ - $An_{25}$ ) antiperítico (25-20%), biotita titanífera (5-2%) e 8-2% de hiperstênio ( $En_{47}$ - $En_{55}$ ). O hiperstênio encontra-se parcial ou totalmente substituídos por bastita (mistura microcristalina de serpentinita, anfibólio e mica) e anfibólio verde pálido (tremolita-actinolita e hornblenda). Os principais minerais acessórios (traços) são opacos,

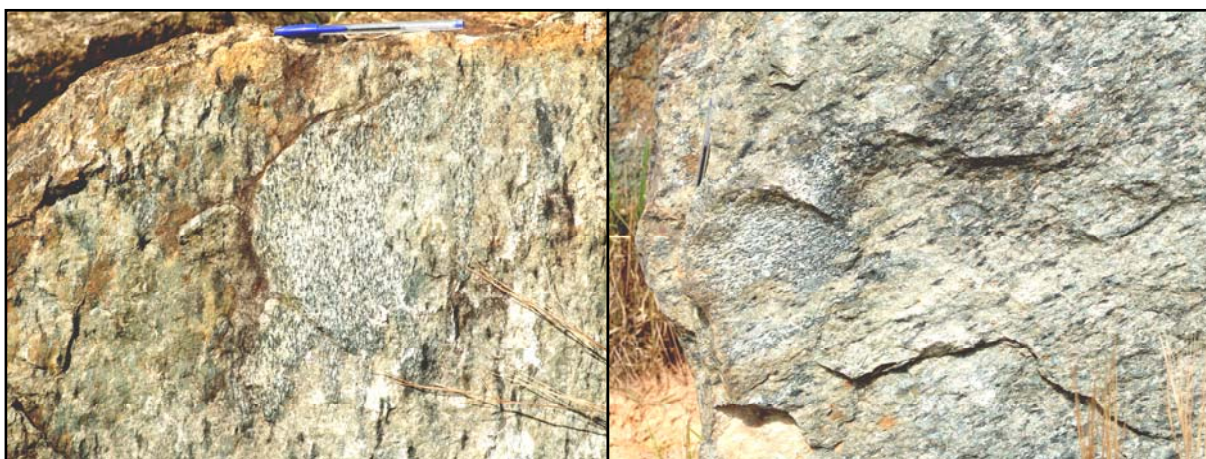
apatita, epidoto, zoizita-clinozoizita, zircão euédrico e zonado e allanita. A presença de hiperstênio, a cor esverdeada, a composição granítica e a aparente isotropia da rocha têm levado alguns autores a definir as rochas desta área como charnockitos ígneos, intrusivos no Complexo Lavras de Cavalcanti *et al.* (1977) e complexos Campos Gerais e Campo Belo. Denominações como Charnockito Ribeirão Vermelho da Fig. 3 ou parte do Complexo Charnockítico de Babilônia de Quéméneur *et al.* (2003) (Figs. 4, 5 e 6) foram adotadas. O caráter intrusivo está demonstrado na forma como o corpo rochoso se apresenta em mapa (Fig. 8) e na presença de xenólitos de ortognaisse quartzoso (Rio do Amparo? Fig. 28).

#### 3.1.4.1 Geoquímica

As amostras N-239 e N-350 são representativas desta unidade e de diferentes localidades do mesmo corpo rochoso. Têm comportamento químico semelhante à parte do Granitóide Rio do Amparo (amostra N-1), também sendo classificados como granitos cálcioalcalinos metaluminosos, de ambientes tectônicos mal definidos uma vez que plotam em campos contraditórios nos diferentes diagramas (p.ex.: granitos intraplaca e granitos sincolisionais/ orogênicos, Apêndice I, adiante).



**Figura 27:** Charnockito Ribeirão Vermelho. Área do Retiro dos Pimentas, NE da Folha Nepomuceno 1: 100.000.



**Figura 28:** Xenólitos de ortognaisse (Rio do Amparo?) com bordas digeridas, dentro do charnockito Ribeirão Vermelho. Ponto N-350 (UTM 0497402 e 7671553), Retiro dos Pimentas, Folha Nepomuceno 1: 50.0000.

#### 3.1.4.2 Geocronologia

Para o Charnockito Ribeirão Vermelho tem sido indicada idade de  $2660 \pm 30$  Ma isócrona Rb-Sr rocha total (Quéméneur 1995). Intrusões charnockíticas na Folha Lavras 1:100.000, indicam idade

mínima de cristalização magmática de  $2735 \pm 3$  Ma Pb-Pb evaporação de zircão (Quéméneur *et al.* 2003, Folha Lavras 1: 100.000, texto do mapa).

A amostra N-239 (ortogneisse da Figura 11) gerou idades de  $2718 \pm 13$  U-Pb zr/rt e idade-modelo Sm-Nd<sub>TDM</sub> rocha total de 2768 Ma,  $\epsilon_{Nd} = 1,6$  (figuras e tabelas no Apêndice II). Juntando todos esses dados, teríamos:

- 1- separação do protólito do manto – 2768 Ma,  $\epsilon_{Nd} = + 1,6$  (Paciullo *et al.* este trabalho);
- 2- abertura no sistema Pb-Pb (metamorfismo “Rio das Velhas”?) -  $2735 \pm 3$  Ma Pb-Pb evaporação de zircão (Quéméneur *et al.* 2003);
- 3- cristalização -  $2718 \pm 13$  U-Pb zr/rt (Paciullo *et al.* este trabalho);
- 4- abertura no sistema Rb-Sr (final do metamorfismo RV?) -  $2660 \pm 30$  Ma isócrona Rb-Sr rocha total (Quéméneur 1995).

O quadro acima mostra que o granito charnockítico Ribeirão Vermelho é uma rocha ígnea totalmente originada dentro do ciclo orogenético Rio das Velhas, no intervalo de tempo entre 2,8-2,7 Ga, por fusão parcial do manto ( $\epsilon_{Nd} = + 1,6$ ). Além disso, demonstra ser uma rocha de pouca residência crustal pelo intervalo de tempo entre as diversas idades obtidas.

### 3.1.5 Granitóides Paleoproterozóicos Transamazônicos - 2,1Ga – 1,8 Ga

Granitóides paleoproterozóicos sin- e pós-transamazônicos estão representados pelas intrusões de Porto dos Mendes – Granito (*sensu latu*) Porto Mendes (PP3γ3pm), de Perdões – Granito Perdões (PP3γ3p) e pelo Granodiorito de Itumirim (PP3γ2grditm).

#### 3.1.5.1 Granito Porto Mendes (PP3□3pm) - $2061 \pm 82$ Ma, Rb-Sr; $1976 \pm 25$ Ma U-Pb zr/rt idade de cristalização (Paciullo *et al.*, este trabalho); $1855 + 176/-200$ , Pb/Pb (Teixeira 2000)

O Granito Porto Mendes (Cavalcante *et al.* 1979; Machado Filho *et al.* 1983) é o maior corpo ígneo da área mapeada, com dimensões de aproximadamente 35 x 20 km. Ocorre principalmente ocupando todo o canto NW da Folha Nepomuceno 1: 100.000, embora corpos menores isolados ou satélites sejam comuns, incluindo o Granito Perdões (Fig.8). Trata-se de um granitóide mesocrático, equigranular, de cor cinza claro, granulometria fina a média (4-10 mm) e, localmente, com fenocristais hipidiomórficos de feldspato. É constituído por k-feldspato (43%), plagioclásio (27%), quartzo (20%), biotita (10%), allanita (tr) e zircão (tr). Pertita e mirmequita são abundantes, embora alguns cristais mesopertíticos possam ser observados. Sua composição mineralógica o coloca no campo do monzogranito no diagrama QAP (Streckeisen 1976). É bastante isotrópico e monótono na composição mineralógica e coloração. Entretanto, pode apresentar uma foliação delicada dada pela orientação de biotitas, interpretada como fluxo ígneo (Figs. 29 e 30). Localmente contém xenólitos, tanto de ortogneisse Rio do Amparo como de um granito-gnaiss (Fig.31), e é cortado por diques de metagabro do Sistema de Diques Lençóis 2 de Carneiro *et al.* (2006) (Fig. 8). O granito Porto Mendes aflora como lajedos ou blocos e

matacões arredondados e apresenta relevo acentuado com vales entalhados e serras (Figs. 30 e 32).



**Figura 29:** Granito Porto Mendes: granulometria fina a média, equigranular e extremamente monótono na composição mineralógica e na coloração. Acima: foliação ígnea subvertical dada pela orientação de biotita. Abaixo: isotrópico e com xenólito do ortognaisse Rio do Amparo. Ponto Cq-186 (UTM: 0469521 e 7660567), Folha Coqueiral 1: 50.000.



**Figura 30:** Granito Porto Mendes. Acima: foliação ígnea incipiente, em lajedo. Abaixo: relevo típico de regiões onde o granito aflora. Ponto Cq-554 (UTM 0462008 e 7666524). Folha Coqueiral 1: 50.000.



**Figura 31:** Granito Porto Mendes com xenólitos de ortognaisse Rio do Amparo acima e, granito-gnaisse abaixo. Pontos Cq-529 (UTM 0459983 e 7662184), acima e, N-308 (UTM 0481044 e 7668885). Folhas Coqueiral e Nepomuceno 1: 50.000.



**Figura 32:** Modos de ocorrência do Granito Porto Mendes: matacões, blocos e lajedos.

### 3.1.5.1.1 Geoquímica

Estudos geoquímicos realizados por Quéméner & Noce (2000) indicam que o granito Porto Mendes é metaluminoso à peraluminoso e pouco fracionado. Apresenta alto conteúdo em Fe, Mg, Ca, P, Ti, Zr, Ba e REE, e baixo conteúdo em U. Os altos conteúdos em Rb, REE e Zr sugerem um leve *trend* alcalino.

A amostra N-305 representa a unidade Granito Porto Mendes. Nos diagramas geoquímicos pertinentes, é classificada como granito cálcio-alkalino peraluminoso, associado à orogênese (arcos vulcânicos –VAG/sincolisionais).

### 3.1.5.1.2 Geocronologia

Teixeira *et al.* (2000) relatam as seguintes idades para o granito Porto Mendes:

- idades Rb/Sr de  $2061 \pm 82$  Ma / R.I =  $0,70405 \pm 0,00362$ ;
- idades modelo Sm-Nd  $TDM = 2620$  e  $3030$  Ma e  $\epsilon_{Nd} = -4,9$  e  $-11$ , respectivamente;
- idade Pb/Pb de  $1855 + 176/-200$ ;  $\mu = 8,103$ .

Machado Filho *et al.* (1983) obtiveram idades Rb/Sr rocha total de  $2048 \pm 70$  Ma e R.I. =  $0,705$ .

No presente trabalho, foi datado um dique do granito Porto Mendes, intrusivo no Granitóide Rio do Amparo (Figura 24). Obteve-se zircões com idades U-Pb *rt* de  $1978 \pm 25$  Ma, interpretada como idade de cristalização do dique e uma concórdia de  $1966 \pm 17$  Ma. Outro grupo de zircões forneceu idade de  $2705 +22/-19$  Ma e foram interpretados como xenocristais (Apêndice II. 2.1).

Considerando o conjunto de dados acima e supondo que a época da intrusão do dique de granito seja contemporânea a do corpo granítico principal, pode-se dizer para o granito Porto Mendes que:

- 1- A separação do magma da sua fonte (crosta continental) por fusão parcial, provavelmente relacionada ao início da tectogênese “Minas” (Sm-Nd $TDM$  2620 Ma,  $\epsilon_{Nd} = -4,9$ ).
- 2- Abertura no sistema Rb-Sr do magma, talvez relacionada com a orogênese Transamazônica (ou Transamazonas) -  $2061 \pm 82$  Ma.

- 3- Idade U-Pb zr/rt de cristalização magmática/intrusão pós-orogênese  $-1978 \pm 25$  Ma; por isso nos diagramas geoquímicos de ambientes tectônicos plota no campo de granitos de arco vulcânico (VAG).
- 4- Abertura (alteração) no sistema Pb-Pb, possivelmente relacionada ao início da tafrogênese "Espinhaço" -  $1855 \pm 176/-200$ . Fim da cristalização do corpo ígneo.

### 3.1.5.2 Granito Perdões (PP3□3 p) - mesma idade do Granito Porto Mendes, por correlação litoestratigráfica

É um corpo granítico isolado localizado a NW da cidade de Perdões, poucos quilômetros após o início da rodovia MG-25, trecho Perdões-Cana Verde. Trata-se de um granito fino a médio, leucocrático, equigranular, isotrópico, monótono e aparentemente não deformado ou muito pouco,



**Figura 33:** Contato de borda do Granito Perdões. Acima: granito equigranular monótono (saprólito grosso creme claro), cortado por aplitos graníticos finos tardios (saprólito fino). O martelo está apoiado em ortognaisse Rio do Amparo. Abaixo: com xenólito de ortognaisse leucocrático, cortados por pegmatito branco. Pontos N-55 (UTM 0489349 e 7668463) e N-58 (UTM: 0487750 e 7669556). Folha Nepomuceno 1: 50.000.



como o granito Porto Mendes. É constituído por quartzo, K-feldspato, plagioclásio, escassa muscovita e rara biotita. Contém xenólitos do ortognaisse porfirítico Rio do Amparo

encaixante, está cortado por aplitos graníticos e pegmatito de fases magmáticas tardias e é intrudido por metamafitos (Figs. 33 e 34). Morfologicamente constituem um conjunto de morros que se destacam no relevo regional formando no mapa geológico um corpo relativamente circular, falhado (Figs. 8 e 35).



**Figura 34:** Metamafito (bloco escuro e solo ocre) invadindo granito (branco). Ponto N- 369 (UTM 04900008 e 7668860), Folha Nepomuceno 1: 50.000.



### 3.1.5.2.1 Geoquímica

Embora seja similar ao granito Porto Mendes em termos de composição mineralógica e textura o granito Perdões, segundo Quémémeur & Noce (2000), tem caráter mais fracionado e baixo conteúdo em Rb, sugerindo que possa ser um produto de fracionamento de outro magma, em vez daquele que gerou o granito Porto Mendes.

### 3.1.5.2.2 Geocronologia

Interpretado como tendo a mesma idade do Granito Porto Mendes, ou seja, Paleoproterozóico (Orosiriano/Estateriano). Neste trabalho, o granito Perdões é considerado como contemporâneo ao granito Porto Mendes.



**Figura 35:** Vista geral do granito Perdões, morro à esquerda ao fundo. Morro à direita, ao fundo (Cana Verde), dique do granito intrudindo ortognaisse porfirítico Rio do Amparo. Nas partes de relevo baixo, associação metaltramáfica-máfica.

### 3.1.6 Granodiorito de Itumirim ( $PP3\gamma3itm$ ) - $1982 \pm 134$ Ma e $1940 \pm 100$ Ma, Rb-Sr (Teixeira *et al.* 2000)

Trata-se de um ortognaisse de composição granítica a tonalítica, de cor cinza e granulometria média a grossa, invadido por granitos e pegmatitos de tal modo que se tornam migmatitos de injeção (Fig.36). É constituído por K-feldspato (microclina e mesopertita), plagioclásio (oligoclásio), quartzo e biotita. Na Folha Nepomuceno, ocorre como um corpo alongado E-W ao sul da cidade de Lavras (MG), na forma de lajedos nas encostas de serras (Fig. 37). Um corpo menor e isolado parece ocorrer mais a NW, identificado por saprólitos de granodiorito de cor branca. O corpo principal parece ser continuação daquele mapeado na Folha Lavras 1: 100.000, na região de Itumirim e por isso a sua denominação. Seria o mesmo corpo ígneo também denominado de granito Lavras em Teixeira *et al.* (2000).



**Figura 36:** "Granodiorito" Itumirim – migmatito de injeção constituído por ortognaisse cinza invadido por granito e pegmatito. Ponto CC-191 (UTM 0498594 e 7646910), Folha Carmo da Cachoeira 1: 50.000.



**Figura 37:** Lajedo de "Granodiorito" Itumirim ao sul de Lavras (MG). Serra ao fundo- *klippe* Carrancas com metassedimentos da Megasseqüência Andrelândia.

### 3.1.6.1 Geoquímica

Apresenta geoquímica relativamente homogênea, sendo caracterizado como um granito do tipo S, correspondendo a um magma peraluminoso e muito fracionado, com baixos teores em Fe, Ti, Mg e Ca (Quéméneur & Noce 2000). O granito Itumirim faz parte da Suíte Granítica paleoproterozóica de Quéméneur & Noce (2000) junto com o granito Itutinga, o granito Porto Mendes, Granito Perdões, entre outros (Fig. 5).

### 3.1.6.2 Geocronologia

Idades Rb-Sr de  $1982 \pm 134$  e  $R_0 = 0,7041 \pm 0,0017$  Ma e  $1940 \pm 100$  Ma e  $R_0 = 0,0070417 \pm 0,00107$  são relatadas em Teixeira *et al.* (2000). Devido ao grande erro das idades e ao fato de que o granodiorito apresenta intensa foliação (paleoproterozóica), interpreta-se que seja um corpo ígneo sintectônico relacionado ao evento orogenético Transamazônico. Seria, assim, mais velho que o granito Porto Mendes que é pós-tectônico e sem foliação tectônica.

## 3.2 Diques Máficos Arqueanos, Paleo- E Neoproterozóicos

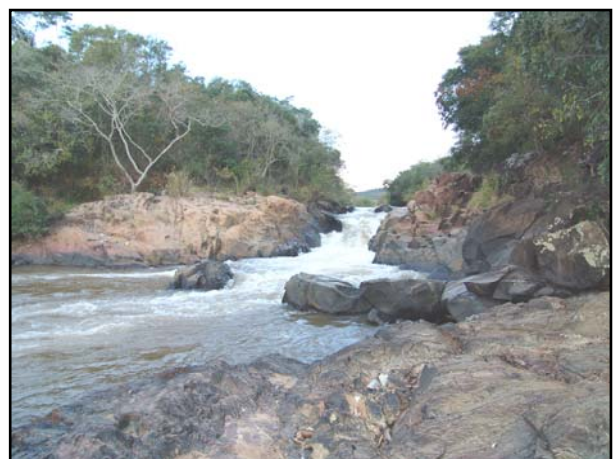


**Figura 38:** Contato entre gabro e ortogneisse Rio do Amparo. Ponto N-79 (UTM 04 82573 e 7653848), Folha Nepomuceno 1: 50.000.

Diques de rochas máficas representadas principalmente por rochas gabróicas (gabro e gabronorito), ocorrem cortando as unidades anteriores (Figs. 8, 23,24,26, 34 e 38). Nas folhas 1: 100.000 Campo Belo, a norte, e Oliveira, a nordeste, Carneiro *et al.* (2006) definiram três sistemas de diques máficos: Sistemas Timboré (Paleoproterozóico Rhyaciano. Metagabros), Lençóis 1 (Paleoproterozóico Orosiriano-Calimiano. Gabronoritos) e Lençóis 2 (Neoproterozóico Toniano. Gabros). Quéméneur *et al.* (2003) descrevem três gerações de enxames de diques máficos na Folha Lavras 1:

100.000, a leste: diques transamazônicos, três fases de diques meso-neoproterozóicos (a, b, c) e diques cretácicos. Quando postos os mapas lado a lado, os diques da Folha Nepomuceno 1: 100.000 ajustam-se aos diques máficos do Sistema Lençóis 2 de Carneiro *et al.* (2006) para a Folha Campo Belo, portanto, deveriam ser a eles correlacionados.

**Figura 38** (continuação) – Dentro do rio. Apórise de metagabro (blocos negros) cortando ortogneisse milonítico Rio do Amparo. Ponto N-79 (UTM 04 82573 e 7653848), Folha Nepomuceno 1: 50.000. da amostra N-79 foi obtida idade-modelo Sm-Nd<sub>TDM</sub> de 1033 Ma (Apêndice II, Tabela 2.3)



Os diques são subverticais e estão orientados preferencialmente segundo a direção N35°-45°W como o Sistema Lençóis 2 da Folha Campo Belo 1: 100.000 (Carneiro *et al.* 2006). Possuem espessura variada desde métrica até decamétrica e o comprimento pode atingir dezenas de quilômetros. Diques máficos do Sistema Lençóis 1 têm direção aproximada N50°-60°W e são de metagabronorito (Carneiro *et al.* 2006). As rochas se apresentam em cores escuras quando frescas e ocres quando alteradas, têm granulação variando de fina a grossa e apresentam texturas variadas (fanerítica, ofítica e inequigranular). Mineralogicamente contém plagioclásio (58% - 30%), augita (35% - 20%), olivina (12% - 8%), quartzo (5% - 3%), opacos (18% - 5%), rutilo (tr), titanita (tr), apatita (3% - tr), biotita (tr), hornblenda (8% - 2%), sericita (10% - tr), actinolita (10% - 5%), clorita (30% - 6%), epidoto (7% - 5%) e carbonato (tr).

### 3.2.1 Geoquímica

Segundo Carneiro *et al.* (2006), as rochas máficas dos diques do Sistema Lençóis nos diagramas geoquímicos habituais apresentam-se como basaltos subalcalinos tholeíticos. Os gabronoritos (Lençóis 1) têm assinatura geoquímica semelhante à de andesito basáltico e traquiandesito basáltico e os gabros (Lençóis2) mostram assinatura química variando entre basanita/tefrito, basalto e traquibasalto.

Na Folha Nepomuceno foram realizadas 8 análises químicas rocha total de diferentes pontos de ocorrência de rochas máficas (**Apêndice I**), acompanhadas de datação Sm-Nd<sub>TDM</sub> (**Apêndice II**). Na sua maioria, são classificadas quimicamente como basaltos/gabros subalcalinos toleíticos, com variações para picrito e basanita/tefrito, conforme descrito em Carneiro *et al.* (2006) (Apêndice I, Figs. 1.1 e 1.2). As amostras tiveram comportamento ambíguo em relação aos diagramas geoquímicos discriminantes de ambientes tectônicos. Em geral, àquelas com idades-modelo Sm-Nd<sub>TDM</sub> mais novas (orosiriano e toniano) plotam nos campos de basaltos/gabros MORB (N- e E-)/OFB e intraplaca (WPB) (p.ex.: RE-488, Cq- 673, N-79 e RE-483); àquelas mais antigas (meso- e neo-arqueana) plotam nos campos de basaltos/gabros de baixo K (LKT) e alto K de arcos de ilhas (OIT/OIA)/ arcos vulcânicos (VA). Aranhogramas de Pearce, J.A. (1983) confirmam o comportamento de ambiente intraplaca para a maioria das amostras e de basaltos de arcos de ilhas para as amostras mais antigas (Apêndice I, Fig. 1.6).

### 3.2.2 Geocronologia

Carneiro *et al.* (2006) citam idades Ar-Ar de 1752 ± 15 Ma a 1530 ± 9 Ma para os diques de gabronorito do Sistema Lençóis 1, e 1080 ± 40 Ma a 864 ± 14 Ma para os diques de gabro do Sistema Lençóis 2.

Pinese (1997) sugere que os diques representem dois eventos magmáticos distintos, com idades isocrônicas Sm-Nd de ~ 2,83 e ~1,9 Ga.

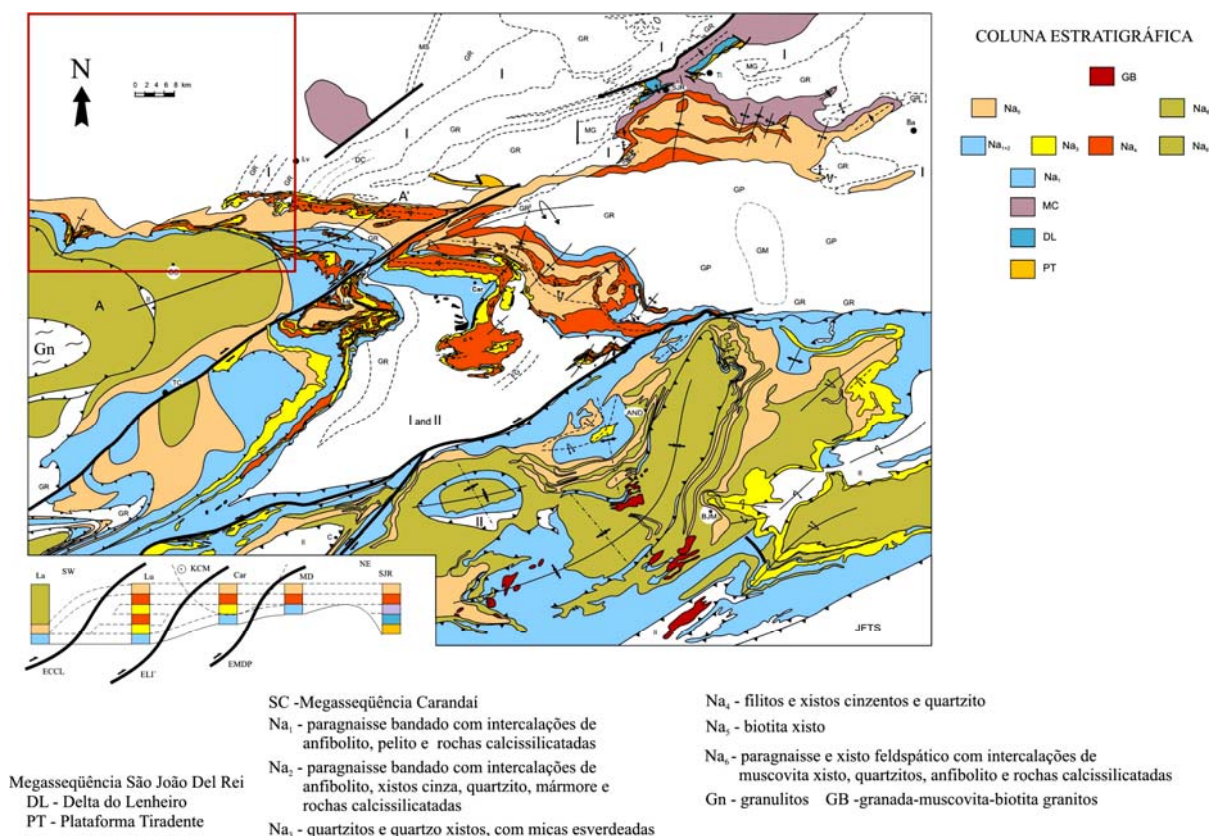
Para a Folha Nepomuceno foram obtidas oito idades-modelo Sm-Nd<sub>TDM</sub> de rochas máficas (anfíbolitos e gabros) de diferentes localidades. Três grupos de idades surgiram: meso- e neo-arqueano, orosiriano e toniano (**Apêndice II**). Como dito acima, as amostras do grupo mais velho tendem a plotar nos campos de arcos de ilhas (subducção oceano-oceano) e as mais jovens nos campos de assoalhos intraplaca e cordilheira oceânica (**Apêndice I**). A amostra N-344 é àquela

que forneceu a idade-modelo Sm-Nd<sub>TDM</sub> mais antiga, mesoarqueana de 3035 Ma (Apêndice II, Tabela 2.3). Trata-se de um anfibolito que aflora numa área com grande presença de rochas metaultramáficas interpretadas como da unidade Ribeirão dos Motas (Retiro dos Pimenta) sendo, por isso, considerada como pertencente a essa unidade de mapeamento. O valor de seu  $\epsilon_{Nd} = 0,9$  sugere material juvenil de fonte mantélica. Essas rochas metamáficas e metaultramáficas foram cartografadas no contato entre o Granitóide Rio do Amparo e o Charnockito Ribeirão Vermelho (Fig. 8). Suas relações de contato sugerem que: 1- sejam mais novas que os granitóides, portanto, intrusivas no contato entre eles; 2- sejam mais novas que o Granitóide Rio do Amparo, portanto, nele intrusivo e, posteriormente, ambos intrudidos pelo charnockito Ribeirão Vermelho. Nesse caso teria idade mais nova que o primeiro e mais antiga que o segundo; 3- sejam megaxenólitos encaixados no Granitóide Rio do Amparo, posteriormente intrudidos pelo charnockito Ribeirão Vermelho, por coincidência, pegando parte do megaxenólito. Nesse caso, teriam idades mais antigas que os granitóides e, entre estes, o primeiro seria mais velho que o segundo. Esse é o caso presente, aparentemente, quando se compara as idades de extração da fonte dos protólitos de cada unidade analisados: 3035 Ma para a Seqüência Acamadada Ribeirão dos Motas, 2880 Ma para o Granitóide Rio do Amparo e 2768 Ma para o Charnockito Ribeirão Vermelho (Apêndice II, Tabela 2.3). Outra amostra de rocha máfica com extração da fonte no (Neo)Arqueano é a amostra Cq-672 que forneceu idade-modelo Sm-Nd<sub>TDM</sub> de 2808 Ma (Apêndice II, Tabela 2.3). Trata-se também de um anfibolito, que ocorre encaixado no granito Porto Mendes e cujo afloramento está localizado bem em cima de um lineamento estrutural regional que coincide com as direções dos diques máficos regionais do Sistema Lençóis 2 de Carneiro *et al* (2006). Assim, no campo foi interpretado como sendo um dique que corta o granito Porto Mendes, portanto, deveria ter idade de cristalização/intrusão mais nova que  $1978 \pm 25$  Ma, idade presumida do granito. Pelos conceitos do método isotópico Sm-Nd<sub>TDM</sub>, o protólito do anfibolito teria se separado de sua fonte mantélica ( $\epsilon_{Nd} = + 1,2$ ) a 2808 Ma e cristalizado/intrudido no granito Porto Mendes pós-  $1978 \pm 25$  Ma, portanto, uma residência mantélica/crustal de 830 Ma, algo a se duvidar. A outra possibilidade seria considerar o anfibolito como um xenólito de rocha metamáfica arqueana, encaixado no granito Porto Mendes e coincidente com o lineamento estrutural de diques neoproterozóicos. Nesse caso, está metamorfoseada em fácies anfibolito, portanto, um metamorfismo pré-Transamazônico, provavelmente relacionada à orogenia “Rio das Velhas”. A amostra N-70, um espinélio metapiroxenito, forneceu idade-modelo Sm-Nd<sub>TDM</sub> de 2584 Ma, extração mantélica ( $\epsilon_{Nd} = + 0,6$ ) provavelmente relacionada ao início do evento tafrogênico “Minas”, no limite Arqueano/Paleoproterozóico (Sideriano). Duas amostras, RE-488 e Cq-673, forneceram idades-modelo Sm-Nd<sub>TDM</sub> Paleoproterozóicas de 1983 Ma e 1873 Ma, respectivamente. Parecem corresponder a extrações mantélicas relacionadas à tafrogênese Estateriana (p.ex.: Espinhaço). Trata-se de metagabros com ripas de plagioclásio bem euédricas bem definidas, diferente dos anfibolitos onde os cristais de plagioclásio tendem a formas poligonizadas. Portanto, não parecem estar metamorfoseados pelo mesmo metamorfismo das máficas mais antigas, e têm idade de extração Paleoproterozóicas, pós-Transamazônico. Tal fato leva a supor que o metamorfismo principal deve ser “Rio das Velhas” e que a região não teria sido afetada pela orogenia Transamazônica. As amostras N-79 e RE-483 forneceram idades-modelo Sm-Nd<sub>TDM</sub> de 1033 Ma e 809 Ma, respectivamente, também gabros não metamórficos, relacionados à tafrogênese Neoproterozóica Andrelândia.

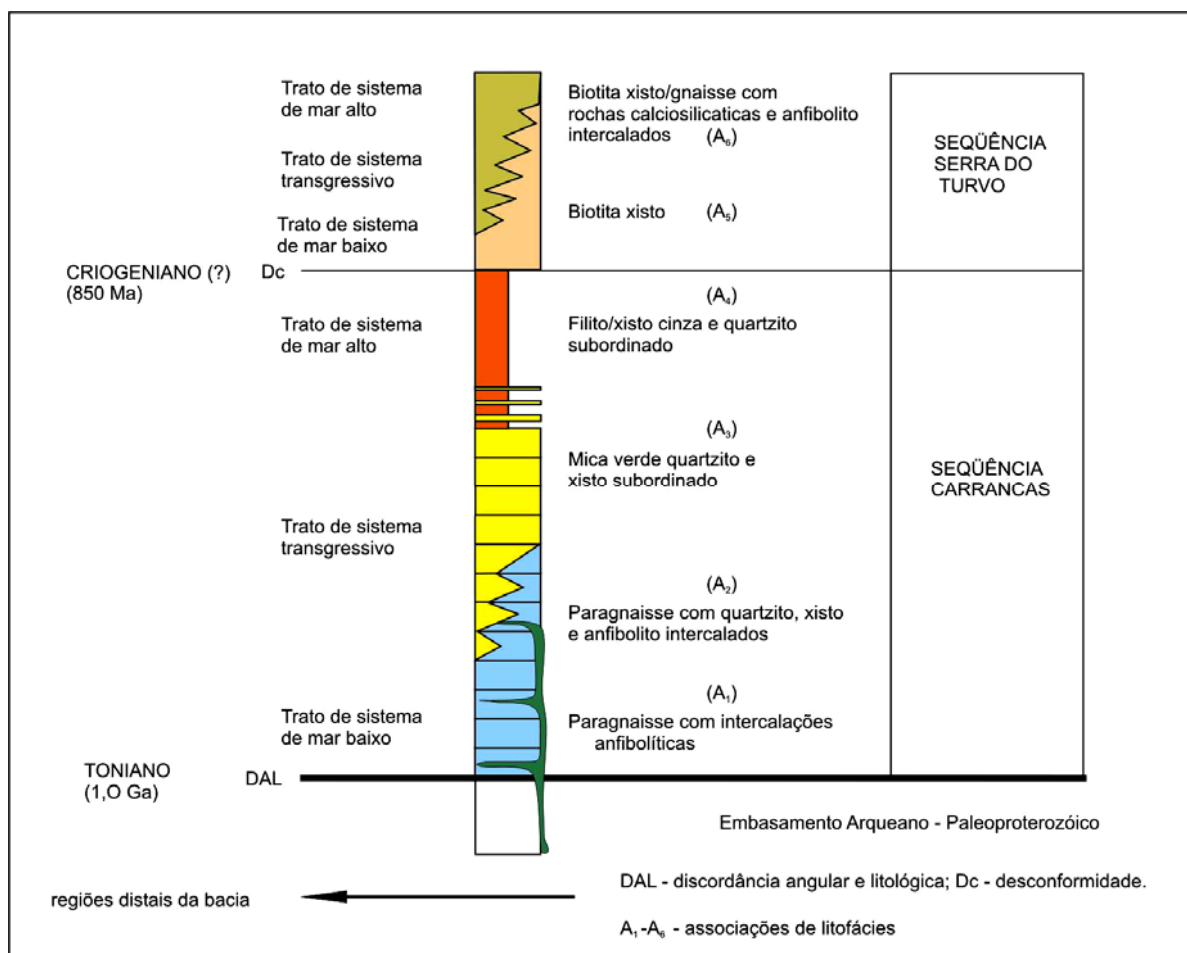
Com estes dados, a pergunta que se faz é: trata-se de um conjunto de diques máficos pós-granito Porto Mendes (1978 ± 25 Ma) com extrações em diferentes épocas ou, trata-se de fragmentos de várias épocas de magmatismo máfico, a maioria relacionados a eventos tafrogenéticos. A resposta? Ainda não há dados suficientes. Necessita-se de mais datações U-Pb para mais informações.

### 3.3 Metassedimentos Neoproterozóicos - Megassequência Andrelândia (*npa*) - 1,0 Ga–650 Ma (Trouw *et al.* 2000)

Metassedimentos neoproterozóicos autóctones e alóctones ocorrem no extremo sul e central da área, em discordância litológica e empurrados sobre o embasamento. Pertencem a Megassequência Andrelândia (Paciullo 1997; Ribeiro *et al.* 2003), uma redefinição dos grupos São João Del Rei e Andrelândia de Ebert (1956). Estratigraficamente é constituída por associações de litofácies em cinco unidades de mapeamento que se apresentam metamorfoseadas desde a fácies xisto verde até fácies granulito. Uma discordância interna, de caráter regional, permite reconhecer uma seqüência deposicional inferior, denominada **Carrancas** e outra superior, chamada **Serra do Turvo** (Figs. 39 e 40). Ambas as seqüências gradam lateralmente para sucessões distais incluindo intercalações de fácies hemipelágicas a pelágicas (Unidade Arantina).



**Figura 39:** Mapa geológico da zona de interferência entre as faixas Brasília e Ribeira Central, borda sul do Cráton do São Francisco. (modificado de Trouw *et al.* 2000). Quadrado vermelho - área abrangida pela Folha Nepomuceno 1: 100.000. Unidades litológicas - Na<sub>1+2</sub> e Na<sub>2</sub> - Unidade São Vicente; Na<sub>3</sub> - Unidade São Tomé das Letras; Na<sub>4</sub> - Unidade Campestre; Na<sub>5</sub> - Unidade Santo Antônio; Na<sub>6</sub> - Unidade Arantina.



**Figura 40:** Esquema estratigráfico da Megassequência Andrelândia. Unidades litológicas conforme Fig. 39 (Ribeiro *et al.* 2003, modificado de Paciullo 1997).

### 3.3.1 Unidades Litológicas da Megassequência Andrelândia

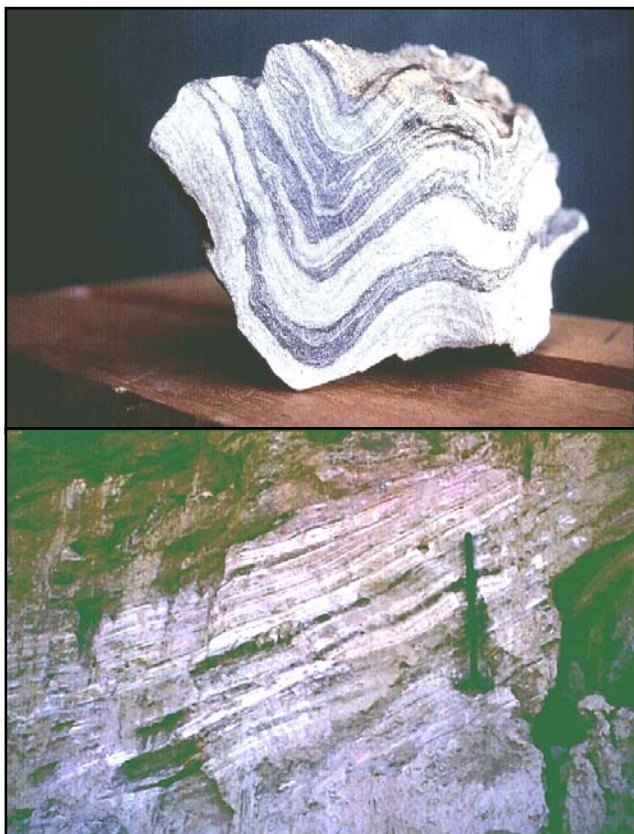
As unidades litológicas da Megassequência Andrelândia ocorrem, principalmente, na porção sul da Folha Nepomuceno 1: 100.000 constituindo as Serras do Faria e Três Pontas e de toda região de Carmo da Cachoeira (Figs. 8 e 39). Está dividida em duas seqüências deposicionais separadas por uma discordância evidenciada tanto pela mudança no caráter composicional mineralógico (retorno de sedimentação imatura com proveniência do embasamento) como na distribuição regional da unidade que representa esta mudança a qual faz contato com as unidades metassedimentares anteriores (p.ex.: ver contato da unidade biotita xisto feldspático Santo Antônio, A<sub>5</sub>, Figs. 39 e 40).

#### 3.3.1.1 Seqüência Depositional Carrancas

A Seqüência Depositional Carrancas é a sucessão metassedimentar basal e mediana do Grupo Andrelândia que inclui paragnaises bandados com intercalações de anfíbolitos, quartzitos e filitos/xistos cinzentos com quartzitos na base (Unidade São Vicente) seguida verticalmente por quartzitos com micas esverdeadas (Unidade São Tomé das Letras) e filitos/xistos cinzentos (Unidade Campestre) para o topo (Fig. 40).

### 3.3.1.1.1 Unidade São Vicente (NPasv)

A unidade é constituída por biotita gnaisses bandados (Fig. 41) com intercalações de anfibolitos e metaultramafitos na base, seguidos verticalmente por intercalações de filitos/xistos e quartzitos para o topo. Esta sucessão foi assim denominada em referência à cidade de São Vicente na Folha Andrelândia 1: 100.000 (COMIG-UFMG-UFRJ-UERJ 2003), em cuja região está mais bem exposta.



**Figura 41:** Biotita gnaisse bandado, fino, com aleitamento quartzo-feldspático (félsico) e biotita ± hornblenda ± quartzo (máfico) em camadas delgadas dobradas (acima) ou tabulares estendidas (abaixo).

O bandamento gnáissico é definido pela alternância de camadas delgadas (1-10cm) a médias (10-30cm), de gnaisses cinzentos ou brancos, com variável proporção de biotita. Estas camadas aparecem empilhadas formando corpos gnáissicos de espessuras até decamétricas, separados por anfibolitos ou rochas ultramáficas, e também por filitos ou xistos pelíticos e quartzitos. Os gnaisses contêm quartzo, biotita, plagioclásio, muscovita, epidoto e minerais opacos. Granada, hornblenda e microclina são acessórios esporádicos. Biotita pode ser um constituinte importante gerando intercalações de biotita xistos e biotita xistos feldspáticos.

Anfibolitos e metaultramafitos constituem intercalações centimétricas a métricas nos paragneisses bandados. Lentes e corpos tabulares de anfibolitos, com espessuras centimétricas a métricas, intercalam-se, de modo concordante ou discretamente discordante, nas sucessões dos gnaisses bandados. São rochas maciças, exceto pela xistosidade reta, compostas por plagioclásio e hornblenda. Titanita, epidoto, quartzo e minerais opacos aparecem em menor proporção; biotita e granada ocorrem localmente. Os contatos com os paragneisses encaixantes em geral são bruscos, mas localmente ocorrem transições entre anfibolitos e paragneisses. Os anfibolitos foram interpretados como representantes de atividade ígnea contemporânea à sedimentação (Paciullo, 1992, 1997). Corpos de rochas metaultramáficas, geralmente lenticulares de espessuras até métricas, ocorrem intercalados nos paragneisses basais da Unidade São Vicente. Na maioria deles predominam xistos com variável quantidade de talco, clorita e serpentina, mas ocorrem também serpentinitos maciços e clorititos com magnetita. Parte destas rochas foi interpretada como resíduos magmáticos relacionados ao evento que gerou as rochas anfibolíticas (Paciullo, 1997). Rochas metaultramáficas são comuns também ao longo das zonas de empurrões. Finalmente, cabe ressaltar a notável ausência de intercalações máficas e ultramáficas nas unidades superiores da Megaseqüência Andrelândia.

Para o topo a sucessão apresenta também intercalações de filitos/xistos e quartzitos e, localmente mármore. Os filitos/xistos geralmente são cinzentos e compostos por muscovita,

quartzo e minerais opacos. Ocorrem também biotita xistos feldspáticos transicionais a gnaisses e quartzo granada clorita xistos. Os quartzitos normalmente contêm muscovita e minerais opacos, dispersos ou formando interlaminações. Assim como os xistos, localmente podem conter feldspatos, biotita e granada. Os filitos/xistos e quartzitos constituem camadas tabulares ou lentes, até muito espessas (>1m), que aparecem isoladas ou agrupadas em estratos métricos, intercaladas nos paragnaises bandados. Localmente, aparecem metacalcários como ao sul da Serra do Faria (Folha Nepomuceno 1: 100.000) e a oeste da área abrangida pela Folha Lavras 1:100.000 (Projeto Sul de Minas, COMG-UFGM-UFRJ-UERJ 2003). A Unidade São Vicente na Folha Nepomuceno ocorre na base da *nappe* Carmo da Cachoeira, numa faixa que atravessa toda a folha.

#### 3.3.1.1.1.1 Geoquímica

Análises químicas de rocha total, incluindo elementos traços e terras raras, mostram semelhanças com análises de wackes feldspáticas e sugerem fonte em rochas ígneas intermediárias (Paciullo, 1997). Portanto, por sua estrutura, composição e associação com filitos/xistos pelíticos e quartzitos, estes gnaisses podem ser interpretados como paragnaises derivados de arenitos e wackes feldspáticos.

Análises químicas de rocha total de anfibolitos, incluindo elementos maiores, menores, traços e terras raras, indicam protólitos basálticos toleíticos transicionais a MORB enriquecido (Paciullo 1992, 1997).

#### 3.3.1.1.2 Unidade São Tomé Das Letras (NPastI)

Esta unidade é constituída por quartzitos com micas esverdeadas (muscovita e, localmente, fucsita), expressivos em áreas adjacentes, onde sustentam serras e podem alcançar dezenas de metros de espessura (Figs. 8, 42 e 44).

Estes quartzitos contêm turmalina e minerais opacos, entre eles ilmenita e magnetita. Podem conter também traços de rutilo, cloritóide, clorita, cianita e zircão. Estes minerais aparecem dispersos entre grãos de quartzo, mas a muscovita normalmente também constitui lâminas e delgadas intercalações xistosas separando camadas quartzíticas. Os minerais opacos também podem ocorrer em lâminas planas ou concentrados em lentes delgadas (1-10cm) junto com rutilo, quartzo e muscovita. O acamamento, em geral paralelo à xistosidade, é praticamente o único remanescente de estrutura primária. Embora modificada pela deformação, a espessura das camadas permite a identificação de distintas sucessões quartzíticas (Fig. 43). A Unidade São Tomé das Letras ocorre nas *nappes* Luminárias, São Tomé das Letras e Andrelândia, incluídas nas Folhas



**Figura 42:** Quartzitos com micas esverdeadas (Unidade São Tomé das Letras) intercalados com xisto cinza com intercalações quartzíticas (Unidade Campestre, faixa lisa no meio). Serra do Faria, *Klippe* Carrancas, Folha Nepomuceno 1: 100.000.

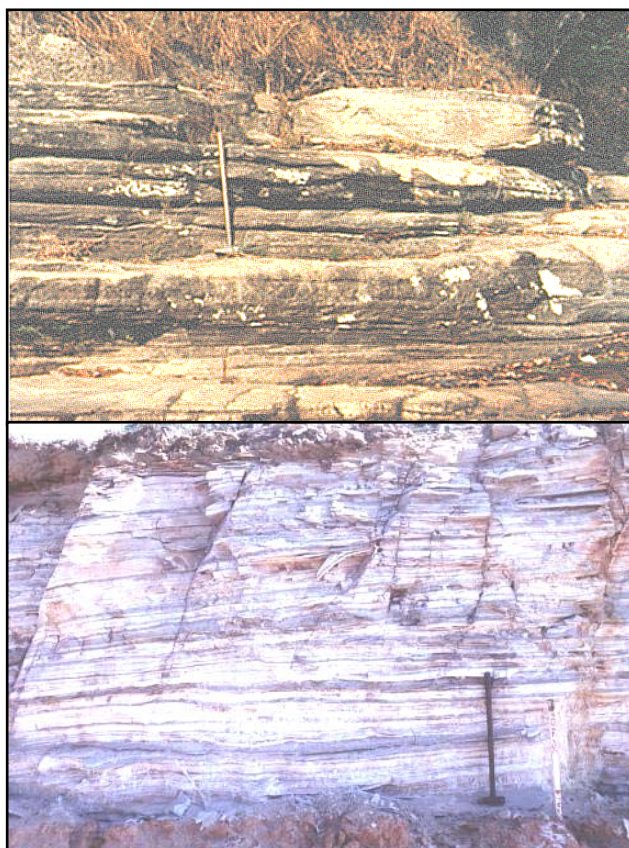


Lavras, Caxambú e Andrelândia 1: 100.000 (Projeto Sul de Minas COMIG-UFMG-UFRJ-UERJ 2003), no *horse* de Três Pontas e na *klippe* Carrancas, incluídos nas Folhas Nepomuceno e Caxambú 1: 100.000 (Figs. 8 e 39). Têm sua denominação devido às ocorrências deste quartzito, intensamente explorado comercialmente na cidade de São Tomé das Letras (MG), Folha Lavras, São João Del Rei e Andrelândia 1: 100.000 (Projeto Sul de Minas, COMIG-UFMG-UFRJ-UERJ 2003). É a rocha que sustenta a maioria das serras da região, ocorrendo desde Bom Jardim de Minas até a serra de Três Pontas (MG), e mais adiante (p.ex.: Alpinópolis).

### 3.3.1.1.3 Unidade Campestre (NPac)

Esta unidade é constituída por filitos/xistos cinzentos, com intercalações quartzíticas subordinadas. Os filitos/xistos são pelíticos, a maioria cinzentos e compostos por mica branca, quartzo e minerais opacos, incluindo grafita. Ocorrem também típicos minerais índices de metamorfismo, conforme a natureza pelítica do protólito e a zona metamórfica em que se encontram. Assim, cloritóide filitos e filitos com granada e cloritóide ocorrem nas zonas de fácies xisto

verde. Estaurolita xistos e xistos com estaurolita, granada e cianita caracterizam zonas de fácies anfibolito. Estes metapelitos formam corpos maciços com espessuras até métricas, separados por bancos de quartzitos micáceos (Figs. 42, 44, 45 e 62). Os quartzitos constituem camadas tabulares delgadas (1-10cm), médias (10-30cm), espessas (30-100cm) e muito espessas (> 100cm), isoladas ou agrupadas em estratos de espessuras até métricas, intercalados nos metapelitos.



**Figura 43:** Variações na espessura do acamamento dos quartzitos e sua provável posição na bacia sedimentar (proximal ou distal): esquerda - camadas médias a espessas, *klippe* Carrancas - direita - camadas delgadas a lâminas de quartzito e xisto intercalados, *nappe* Luminárias. Ver posições no mapa da fig. 8.

Predominam nas porções basais da sucessão que termina com xistos cinzentos no topo.

**Figura 44:** Quartzito com micas esverdeadas (faixa inferior, "enrugada") coberto por pacote de estaurolita-cianita xistos (porções "lisas") com intercalações quartzíticas no topo da serra (porções "enrugadas"). *Klippe* Carrancas, Serra de Carrancas (MG), Folha Lavras 1: 100.000 (Projeto Sul de Minas, COMIG-UFMG-UFRJ-UERJ 2003).



**Figura 45:** Unidade Campestre: intercalações de quartzito e xistos cinzentos na base (q) seguidos por xistos cinzentos aluminosos (x). *Klippe* Carrancas, Serra de Carrancas (MG), Folha Lavras 1: 100.000 (Projeto Sul de Minas, COMIG - UFMG - UFRJ - UERJ 2003).

### 3.3.1.2 Seqüência Depositional Serra do Turvo

A Seqüência Depositional Serra do Turvo é constituída por uma sucessão de biotita xisto feldspático (Unidade Santo Antônio) seguido por biotita-muscovita xisto/gnaiss grosse com intercalações de quartzito e quartzoxisto, rocha calcissilicatada e anfibolito (Unidade Arantina). Rochas metaultramáficas encontram-se ao longo de lascas tectônicas (*nappes*). A discordância que define a seqüência deposicional (Sloss 1963) está representada pelo contato basal dos

biotita xistos da Unidade Santo Antônio recobrimdo as litologias das unidades da Seqüência Depositional Carrancas nos domínios alóctones e o embasamento no domínio autóctone das Folha Nepomuceno e Folhas Lavras e São João Del Rei 1: 100.000 (Projeto Sul de Minas, COMIG-UFG-UFRJ-UERJ 2003) (Figs. 8 e 39). Além disso, a seqüência deposicional representa uma mudança na proveniência da área fonte, pois, a sedimentação torna-se mais imatura com forte presença de feldspatos, em contraste com o evento sedimentar anterior feldspático-quartzoso-pelítico da Seqüência Depositional Carrancas (Paciullo 1997, Fig. 40). A denominação vem da Serra do Turvo, ao lado da cidade de Andrelândia, onde a sucessão está bem exposta.

#### 3.3.1.2.1 Unidade Santo Antônio (NPasa)

É constituída por sucessões monótonas com até dezenas de metros de espessura de biotita xisto feldspático cinza escuro ou cinza azulado. Geralmente afloram frescos em grandes lajedos, nas encostas dos morros e no fundo de córregos (Fig.46).

Geram um saprólito avermelhado e liberam escamas micáceas que ficam espalhadas no terreno, tornando-se uma característica da rocha. Outra é a presença de lentes e veios centimétricos de quartzo, alguns constituindo bons indicadores cinemáticos devido sua forma sigmóidal assimétrica. Na região de Madre de Deus de Minas (Folha São João Del Rei) 1: 100.000 (Projeto Sul de Minas, COMIG-UFG-UFRJ-UERJ 2003), ocorrem dia-mictito contendo seixos espalhados de tamanhos variados de granito-gnaisses do embasamento numa matriz de biotita xisto, interpretado como provável depósito glacial de seixos pingados (Fig. 47).



**Figura 46:** Lajedo de biotita xisto da Unidade Santo Antônio. Andrelândia, Folha Andrelândia 1: 100.000 000 (Projeto Sul de Minas, COMIG - UFG - UFRJ - UERJ 2003).



**Figura 47:** Fragmentos de ortogneisse do embasamento em matriz de biotita xisto, interpretados como seixos pingados. Área de Madre de Deus de Minas, Folha São João Del Rei 1: 100.000 (Projeto Sul de Minas, COMIG UFMG - UFRJ - UERJ 2003).

Está cavalgado pelas *nappes* São Tomé das Letras e Carmo da Cachoeira e pelo *horse* de Três Pontas (Fig.8).

### 3.3.1.2.2 Unidade Arantina (*NPaar*)

É constituída por uma sucessão metassedimentar estratificada que inclui biotita-muscovita xisto/gnaiss de granulometria grossa (Fig. 48) com intercalações de espessuras variadas de quartzito, quartzo-xisto, biotita xisto, rocha calcissilicatada, gondito, metachert, anfibolitos e *boudins* de retro-eclogitos (Fig. 49). Minerai índice de metamorfismo aparecem conforme ultrapassa-se isógradas metamórficas: granada, estauroлита, cianita, sillimanita, rutilo. No canto SW da Folha Nepomuceno 1: 100.000,



**Figura 48:** Cianita-granada-biotita-muscovita xisto/gnaiss grosso. Unidade Arantina. Folha Andrelândia 1: 100.000 (Projeto Sul de Minas, COMIG-UFMG-UFRJ-UERJ 2003).

o biotita xisto/gnaiss encontra-se metamorfoseado em fácies granulito, tornando-se um cianita-K-feldspato gnaiss (*NPaarg*) (Fig. 50). Anfibolitos ocorrem como lentes e leitos tabulares com

A biotita xisto contém biotita, muscovita, clorita, quartzo e plagioclásio (oligoclásio). Acessórios freqüentes são turmalina, apatita e minerais opacos, entre eles ilmenita. Minerai índices de metamorfismo aparecem conforme se ultrapassam isógradas metamórficas: granada aparece nas zonas de fácies xisto-verde superior; granada e traços de estauroлита e cianita na fácies anfibolito. Localmente, níveis com maior proporção de feldspatos geram uma estratificação delgada e textura gnáissica. Mas na maioria dos afloramentos a rocha tem aspecto maciço e a xistosidade é de tipo anastomosada dando origem as escamas micáceas. A denominação da unidade refere-se à localidade de Santo Antônio, no sopé da Serra do Turvo, Folha Andrelândia 1: 100.000, onde ocorrem abundantes lajedos de biotita xisto (Fig. 46). Na Folha Nepomuceno 1:100.000, o biotita xisto ocorre no domínio autóctone, depositado em discordância litológica diretamente sobre rochas do embasamento.



**Figura 49:** Litotipos da Unidade Arantina: Acima - *Boudins* de anfibolito (ocre) encaixados em granada mica xisto (escuro), invadidos por granito e pegmatito (branco); Abaixo - Rocha calcissilicatada dobrada em dobra assimétrica inclinada plungeante. Folha Andrelândia 1: 100.000 (Projeto Sul de Minas, COMIG - UFMG - UFRJ - UERJ 2003).

ocorrem serpentinitos maciços e clorititos com magnetita. Parte dessas rochas foram interpretadas como resíduos de diferenciação magmática relacionada ao evento que gerou as rochas anfibolíticas (Paciullo, 1997). As rochas metaultramáficas parecem estar associadas às falhas de empurrão, pois ocorrem próximo ou ao longo das zonas de cavalgamentos. Tem-se a ressaltar a notável ausência de intercalações máficas e ultramáficas nas unidades metassedimentares superiores. Os xistos/gnaisses da Unidade Arantina ocorrem por uma grande extensão e são interpretados como representando os depósitos distais da bacia pretérita, depositados continua e contemporaneamente com os demais sedimentos das outras unidades (Fig. 39).

espessuras centimétricas a métricas, intercalando-se de modo concordante ou discretamente discordante nas sucessões da Unidade São Vicente (Fig. 49). São rochas compostas, essencialmente, por plagioclásio e hornblenda. Titanita, epidoto, quartzo e minerais opacos aparecem em menor proporção; biotita e granada ocorrem localmente. Os contatos com os paragneisses encaixantes em geral são bruscos, mas localmente ocorrem transições entre anfibolitos e hornblenda-paragneisses. Análises químicas de rocha total, incluindo elementos maiores, menores, traços e terras raras, indicam como protólitos basaltos subalcalinos toleíticos, de ambiente intraplaca continental e transicional a MORB enriquecido. Assim, foram interpretados como representantes de atividade ígnea contemporânea à sedimentação (Paciullo 1997). Corpos lenticulares de rochas metaultramáficas de espessuras até métricas ocorrem intercalados nos paragneisses basais. Na maioria deles predominam xistos ultramáficos com variável quantidade de talco, clorita e serpentina, mas também



**Figura 50:** Unidade Arantina na fácies granulito - cianita -K-feldspato gnaisse. Folha Lavras 1: 100.000 (Projeto Sul de Minas, COMIG - UFMG - UFRJ - UERJ 2003).

## 4. GEOLOGIA ESTRUTURAL

---

A Geologia Estrutural da Folha Nepomuceno 1:100.000 inclui estruturas pré- e sin-brasilianas (650-500 Ma), refletidas na arquitetura estrutural das rochas do embasamento arqueano-paleoproterozóico e da cobertura metassedimentar neoproterozóica (Megasseqüência Andrelândia), respectivamente. Estas deformações são contrastantes: a deformação pré-brasiliana, provavelmente derivada das orogenias "Rio das Velhas" (~2,7 Ga) e/ou Transamazônica (2,2-1,9 Ga), gerou uma foliação anastomosada subvertical em fácies anfibolito-granulito, porém, aparentemente sem grandes dobras macroscópicas associadas, pelo menos na área em questão. A Orogenia Brasileira (650-500 Ma), revelada principalmente pela estruturação dos metassedimentos da Megasseqüência Andrelândia, gerou *nappes* com foliação tectonometamórfica de baixo ângulo associada às dobras macroscópicas assimétricas com vergência para o Cráton São Francisco, em fácies xisto verde a granulito (Trouw *et al* 2000). Zonas de cisalhamento dúcteis destrais de direção E-W subverticais, gerando estruturas CC' em escala macroscópica (Fig. 8), provavelmente representam a deformação brasileira no embasamento.

### 4.1 Estruturação do Embasamento

A arquitetura estrutural do embasamento da Folha Nepomuceno 1: 100.000 é relativamente simples se comparada com aquela descrita para as Folhas Lavras e Campo Belo 1: 100.000 (Quéméneur *et al.* 2003 e Carneiro *et al.* 2006). Em termos descritivos, observa-se uma foliação subvertical nas rochas dos complexos Campo Belo e Campos Gerais, Seqüência Acamadada Ribeirão dos Mota, Granitóide Rio do Amparo e no Granodiorito Itumirim. O Charnockito Ribeirão Vermelho e os granitos Porto Mendes e Perdões não são afetados por nenhuma foliação tectonometamórfica. São, portanto, pós-tectônicos em relação às orogenias "Rio das Velhas"/Jequié (Charnockito RV,  $2718 \pm 18$  Ma, U/Pb zr) e Transamazônica (Granito Porto Mendes,  $1978 \pm 25$  Ma, U-Pb, zr). Pelas relações estruturais, litoestratigráficas e geocronológicas, a foliação principal encontrada nas rochas mais antigas deveria ter uma idade no intervalo de tempo entre a idade do Charnockito RV ( $2718 \pm 18$  Ma, U/Pb zr) e a idade de migmatização do Complexo Campo Belo ( $2839 \pm 17$  Ma, Pb-Pb rt), ou seja, relacionada às orogenias Guriense e/ou "Rio das Velhas"/Jequié (entre 2,8-2,7 Ga). As estruturas migmatíticas das rochas dos complexos Campos Gerais e Campo Belo (3,2 Ga) estariam relacionadas a uma fase de migmatização do final da orogenia Guriense (Figs. 9, 10 e 11); a foliação do Granitóide Rio do Amparo (Figs. 13 e 22) estaria relacionada à orogenia "Rio das Velhas"/Jequié superimposta na anterior e em fácies anfibolito-granulito, uma vez que o granitóide está intrudido nos complexos Campo Belo e Campos Gerais e na Seqüência Acamadada Ribeirão dos Mota. A foliação e estruturas migmatíticas do Granodiorito Itumirim (Fig. 36) estão provavelmente relacionadas à orogenia Transamazônica

devido a sua idade paleoproterozóica. Assim, pelo exposto acima parece que a região a oeste da Serra de Bonsucesso não foi afetada pela deformação transamazônica, mas somente pelas orogênias Guriense e "Rio das Velhas"/Jequié.



**Figura 51:** Acima: calha sinformal (no martelo) intrafolial normal inclinada, mascarada por foliação subvertical geral. Abaixo: antiformal normal inclinado dobrando bandamento estromático/litológico. Migmatito da Pedreira de Cervo.

Duas zonas de cisalhamento destrais, a mais antiga NW-SE e a mais nova E-W, atravessam a Folha Nepomuceno 1:100.000. Transformaram a foliação arqueana de fácies anfibolito-granulito em foliações miloníticas de baixo grau metamórfico (fácies xisto verde). Estas zonas de cisalhamento são interpretadas como relacionadas a movimentações das *nappes* Passos (NW-SE) e aquelas do sistema imbricado de empurrões de Luminárias- Varginha (E-W), na estruturação da porção sul da Faixa Brasília durante o evento orogênico Brasileiro.

Nos complexos Campo Belo e Campos Gerais, migmatitos estromáticos e com estruturas *schlieren* são comuns (Figs. 9, 10 e 11). Embora não ocorram grandes dobras macroscópicas, o bandamento estromático pode ser encontrado dobrado em dobras intrafoliais normais plungeantes, sugerindo intensa transposição de foliação (Fig. 51).

No Granitóide Rio do Amparo, o litotipo de maior área aflorante, observa-se uma foliação principal anastomosada subvertical, com K-feldspatos ora

alongados e quadrados. Nas zonas de maior deformação, tornam-se do tipo facoidal (*augen*) (Figs 17, 19 e 52).

Em apenas um ponto, na verdade num bloco, foi observada a foliação do Granitóide Rio do Amparo dobrada em uma dobra intrafolial apertada  $D_2$  (Fig. 53).

Na porção setentrional da área a foliação principal tende a ter direções NW-SE com ângulos de mergulho subverticais. Entretanto, no centro da Folha a oeste de Lavras e mais além, indo até Campos Gerais, torna-se E-W devido à influência de uma zona de cisalhamento nesta direção (Zona de Cisalhamento de Campos Gerais). As foliações dos demais litotipos parecem ser da mesma fase de deformação que esta.



**Figura 52:** Foliação principal do Granitóide Rio do Amparo: acima – com feldspatos quadrados; abaixo – milonítica.

outro alóctone (Fig. 54). No domínio autóctone ocorrem biotita xistos da Unidade Santo Antônio que seguem até a região de Barbacena, na Folha São João Del Rei 1: 100.000. No domínio alóctone, duas estruturas se impõem: a parte final do klippe Carrancas com sucessões quartzíticas e filitos/xistos cinza das unidades São Tomé das Letras e Campestre, respectivamente, sustentando a Serra do Faria, e um sistema de cavalgamentos imbricados com transporte tectônico de topo para leste,

Pelos resultados das análises radiométricas obtidas, as unidades de mapeamento estariam relacionadas aos seguintes eventos orogênicos: 1-Guriense (3,0-2,8 Ga) – Complexo Campos Gerais/Campo Belo = migmatização, Seqüência Acamadada Ribeirão dos Motas = extração de fonte matélica, Granitóide Rio do Amparo = extração de fonte crustal (cristalização sin-orogênica Rio das Velhas?); 2-“Rio das Velhas”/Jequié (~2,7 Ga) – Charnockito Ribeirão Vermelho = extração de fonte mantélica e cristalização pós-orogênica; 3-Transamazônico (2,2-1,9 Ga) – Granodiorito Itumirim = migmatização sin-orogênica; Granitos Porto Mendes e Perdões = cristalização pós-orogênica; 4-Brasiliano (880-500 Ma) – Deformação da Megasseqüência Andrelândia e as zonas de cisalhamento CC’ E-W (Zona de Cisalhamento Campos Gerais-Barbacena).

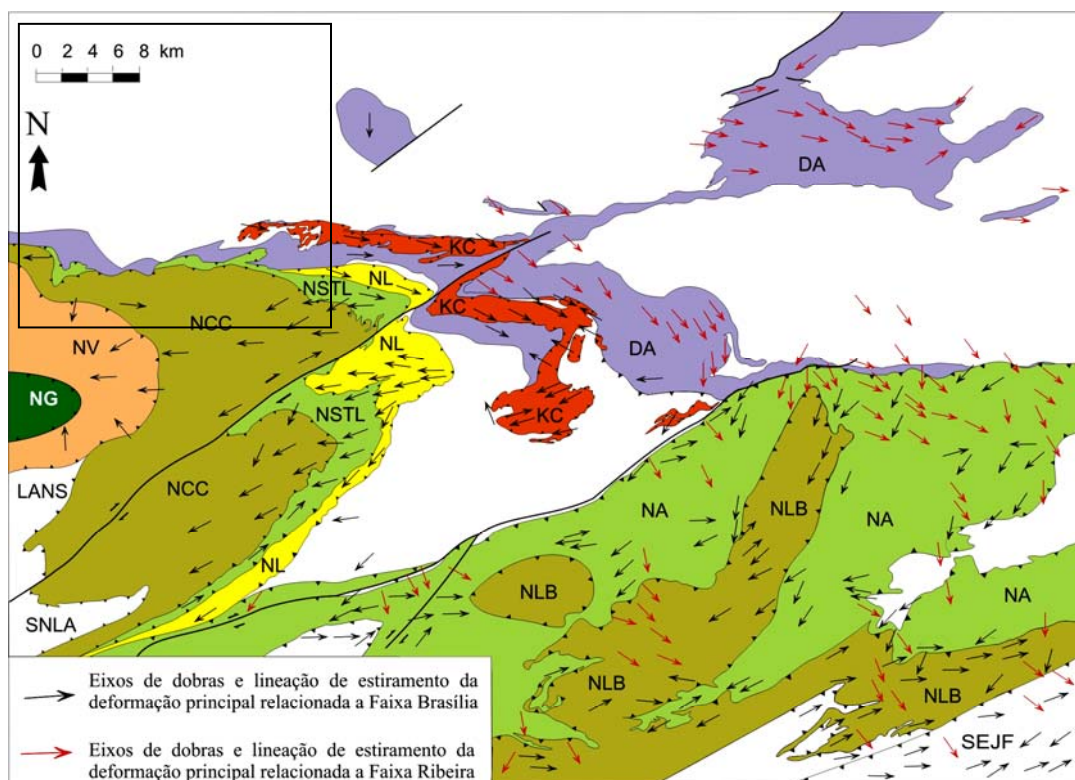
#### 4.2 Estruturação dos Metassedimentos Neoproterozóicos (Megasseqüência Andrelândia)

Na Folha Nepomuceno 1:100.000, os metassedimentos neoproterozóicos da Megasseqüência Andrelândia aparecem em dois domínios tectônicos gerados durante a Orogenia Brasiliana (650-500 Ma): um autóctone (DA) e



**Figura 53:** Foliação D<sub>1</sub> dobrada em dobra isoclinal intrafolial D<sub>2</sub>, marcada pelos traços vermelhos (ps: a foto deve ser ampliada manualmente para observação). Ortognaisse Rio do Amparo, Ponto N-207, Folha Nepomuceno 1: 50.000.

representado pelas rampas laterais das *nappes* São Tomé das Letras (NSTL), Carmo da Cachoeira (NCC) e Varginha (NV), incluindo o *horse* da Serra de Três Pontas (Figs. 39 e 54). Estas estruturas aparecem empurradas sobre as unidades autóctones, inclusive o embasamento. Estão constituídas por sucessões fragmentadas das unidades São Vicente, São Tomé das Letras, Campestre, Santo Antônio e Arantina, com as fácies sedimentares distais situadas nas porções a sudoeste da área atual. A *klippe* Carrancas tem movimento tectônico de topo para SE e as *nappes* têm movimento tectônico de topo para leste, como registrado em lentes assimétricas de foliação (*mica-fisch*), granada com inclusões tipo *snow ball* e outros indicadores cinemáticos (Trouw *et al.* 2000). As falhas de empurrões são caracterizadas principalmente por truncamentos de contatos, repetições estratigráficas e lentes de embasamento entre unidades metassedimentares (Fig. 39 e 54). Além de superfícies de empurrão, durante o movimento das *nappes* foram geradas lineações de estiramento, foliações e dobras atribuídas a duas fases de deformação progressiva, D<sub>1</sub> e D<sub>2</sub>. Relações microtectônicas mostram que a foliação principal é uma clivagem de crenulação ou xistosidade plano axial consolidada durante D<sub>2</sub>. As estruturas D<sub>1</sub> e D<sub>2</sub> foram posteriormente deformadas por uma terceira fase, D<sub>3</sub>, resultado de compressão regional E-W. A fase D<sub>3</sub> gerou dobras abertas até apertadas e zonas de cisalhamentos subverticais destrais, destacando-se por sua expressão regional a Zona de Cisalhamento de Três Corações. Descrições detalhadas das estruturas brasileiras encontram-se na Folha Lavras1: 100.000 (Quéméneur *et al.* 2003. Projeto Sul de Minas, Folha Lavras 1: 100.000, COMIG-UFMG-UFRJ-UERJ, 2003).



DA - domínio autóctone; KC - *klippe* Carrancas; NL - *nappe* Luminárias; NSTL - *nappe* São Tomé das Letras; NCC - *nappe* Carmo da Cachoeira; NV - *nappe* Varginha; NG - *nappe* Guaxupé; SNLA - sistema de *nappes* Lambari; NA - *nappe* Andrelândia; NLB - *nappe* Liberdade; SEJF - sistema de empurrões Juiz de Fora

**Figura 54:** Mapa tectônico da zona de interferência entre as faixas móveis Brasília e Ribeira (Trouw *et al.* 2000). Quadrado preto Folha Nepomuceno 1: 100.000.



#### 4.2.1 Estruturas D<sub>3</sub>

Estruturas D<sub>3</sub> estão representadas por dobras, lineações e zonas de cisalhamento tardias. Dobras D<sub>3</sub> aparecem em diversas escalas, desde crenulações até grandes dobras regionais. Em geral, são dobras normais (planos axiais subverticais) plungentes, variando de quase isoclinais a fechadas até suaves e abertas (Figs. 55 e 56). Entretanto, padrões distintos de dobras assimétricas a reclinadas desenvolvem-se localmente como ao sul de Itumirim, especialmente na *klippe* Carrancas. As dobras D<sub>3</sub> fechadas têm superfícies axiais e eixos com atitudes em torno de 150/70° (sentido e ângulo mergulho). Podem ter clivagem de crenulação ou clivagem descontínua (espaçada) plana axial e a conseqüente lineação de interseção L<sub>3</sub>. Normalmente são dobras assimétricas em Z, com flanco curto de atitude média 140/60° e flancos longos em torno de 180/70°, paralelos a foliação regional S<sub>2</sub>. As dobras D<sub>3</sub> suaves ou abertas apresentam planos axiais com atitudes variadas entre 70/70° e 110/70°, e eixos com caimento entre 0° e 30° para SE, S ou SW (Fig. 56). Estas últimas predominam na maior parte



**Figura 56:** Sinformal normal plungeante aberto dobrando sucessões de xistos cinzentos e quartzitos das unidades Campestre e São Tomé das Letras, respectivamente. Estão cavalgados sobre biotita xistos da Unidade Santo Antônio (cafezal). Horse da Serra de Três Pontas, Folha Ribeirão da Espera 1: 50.000.



**Figura 55:** Acima - Contato entre quartzito da unidade São Tomé das Letras (q) com xisto cinzento com intercalações quartzíticas da unidade Campestre (x). Dobras D<sub>2</sub> muito apertadas redobradas por dobras normais inclinadas D<sub>3</sub>. Abaixo - Detalhe de dobras D<sub>3</sub> normais plungeantes simétricas (M) no flanco revirado da dobra D<sub>2</sub> Serra do Faria, Folha Ribeirão da Espera 1: 50.000.

da Folha Lavras. As dobras D<sub>3</sub> fechadas ocorrem principalmente na *klippe* Carrancas ao sul de Itumirim e próximas a zona de cisalhamento de Três Corações.

#### 4.2.2 Estruturas D<sub>1</sub> E D<sub>2</sub>

As principais estruturas desenvolvidas nesta fase de deformação progressiva foram os cavalgamentos das sucessões metassedimentares, representados na Folha Nepomuceno 1: 100.000 por parte da *klippe* Carrancas e pelas rampas laterais das *nappes* São Tomé das Letras, Carmo da

Cachoeira e Varginha (Fig. 54). Lineação de estiramento, diversos tipos de indicadores cinemáticos e dobras inclinadas plunjeantes fechadas a isoclinais e assimétricas são estruturas geradas nesta fase. Uma clivagem de crenulação plano axial bem desenvolvida nos xistos e padrões locais de redobrimento permitem distinguir duas fases de deformação  $D_1$  e  $D_2$ . As dobras, de escala milimétrica a quilométrica, geralmente têm eixos paralelos a lineação de estiramento e vergência tanto para norte como para sul. A maioria das dobras se formou com o eixo subparalelo a direção de transporte tectônico (W-E) devido ao confinamento entre rampas laterais convergentes ou ao processo de geração de dobras oblíquas. Dobras em bainha indicam também provável encurvamento dos eixos durante o movimento das *nappes*.

Por sua orientação espacial e relações com o metamorfismo principal, as estruturas geradas durante a fase de deformação progressiva  $D_1 + D_2$  foram atribuídas à evolução da parte sul da Faixa Brasília. As estruturas  $D_3$  são relacionadas à evolução do segmento central da Faixa Ribeira (Trouw *et al.* 2000).

### 4.3 *Klippe* (?) de Coqueiral

Ao longo e ao largo da rodovia entre Nepomuceno e Coqueiral afloram rochas metassedimentares representadas por duas unidades de mapeamento: granada xistos cinza com intercalações delgadas de quartzitos e biotita gnaiss fino, bandado, bastante característico texturalmente (Figs. 41 e 57). Lentes de anfíbolitos ocorrem localmente. No mapa geológico da CPRM estas unidades



**Figura 57:** Biotita gnaiss fino, bandado, interpretado como pertencente à unidade São Vicente da Megasseqüência Andrelândia. Estrada Nepomuceno-Coqueiral, próximo ao entroncamento para entrada para Coqueiral. Folha Coqueiral 1:50.000.

estão mapeadas como pertencentes ao Complexo Campos Gerais (Fig. 3). No mapa regional de Ebert (1984), está mapeado como uma lasca tectônica de metassedimentos do Grupo Andrelândia. Neste mapeamento, estão sendo interpretados como proposto por Ebert (1984), com as unidades renomeadas - metassedimentos das unidades São Vicente e Campestre da Megasseqüência Andrelândia, constituindo uma *klippe*, se não houver sua continuação para oeste (Folha Alpinópolis 1: 100.000), ou parte de uma *nappe* (Carmo da Cachoeira ?) se a continuação existir (Fig. 54).

Além da mudança na litologia, nesta área mudam também os estilos e atitudes dos elementos estruturais, com dobras assimétricas fechadas, inclinadas plunjeantes com planos axiais subhorizontais associadas às *nappes* macroscópicas (Figs.8, 39, 58). As lineações de estiramento contidas no plano da foliação são subhorizontais inclinadas para oeste (Fig. 59). A deformação é compatível com tectônica do tipo epidérmica.

Pelo menos duas fases de deformação podem ser observada em afloramento, sugerindo pertencerem as fases  $D_2$  e  $D_3$  regionais (Fig. 60).

Se estes metassedimentos constituem uma *klippe* ou uma *nappe*, somente o mapeamento na Folha Alpinópolis 1:100.000 dirá. No estado atual de conhecimento, estão sendo interpretados como uma *klippe* brasileira.



**Figura 58:** obras inclinadas (planos axiais subhorizontais) plunjeantes apertadas em anfibolito (acima) e biotita gnaíse fino (abaixo). Folha Coqueiral 1: 50.000. As duas fases de dobramento dobram uma foliação pré-existente e produzem padrão de interferência (Fig. 58).



**Figura 59:** Lineação de estiramento  $L_2$  (orientação do lápis) de baixo caimento, contida em plano de foliação subhorizontal paralelo a laminação. Filito/xisto cinza, unidade Campestre, Megassequência Andrelândia.



**Figura 60:** Padrão de interferência do tipo III de Ramsay no biotita gnaíse fino da Unidade São Vicente, Megassequência Andrelândia. Folha Coqueiral 1: 50.000.

#### 4.3.1 Zonas de Cisalhamento

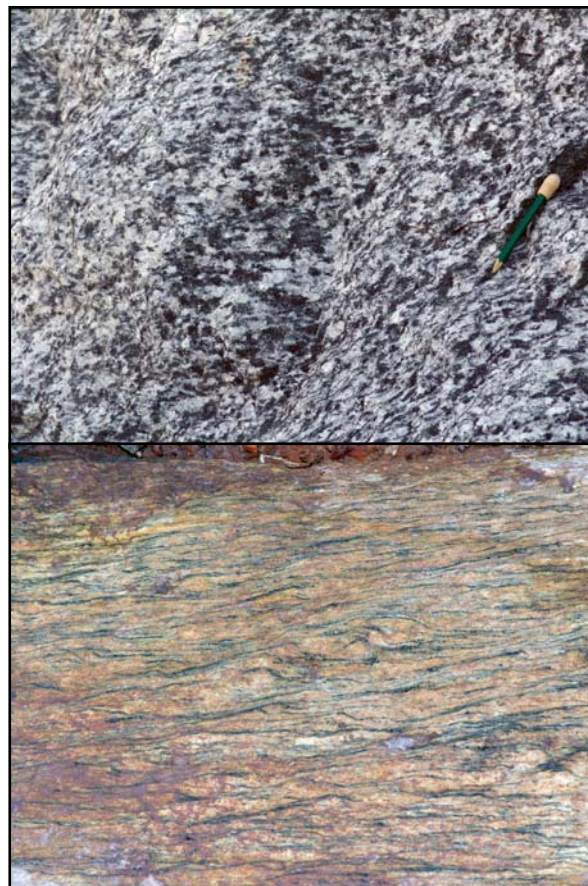
Na Folha Nepomuceno 1:100.000, duas zonas de cisalhamento E-W subverticais atravessam a folha cortando contatos e deformando a foliação principal  $S_{n+1}$ , nesta faixa também milonítica, produzindo uma megaestrutura CC`destral (Fig. 8). Coincidentemente, uma das zonas de cisalhamento limita a borda sul da *klippe* de Coqueiral, podendo estar representando a rampa lateral da lasca tectônica original. Ao longo dessa faixa, que passa pela rodovia Nepomuceno-Coqueiral, estruturas como superfícies CC', lineações de estiramento e pequenas zonas de cisalhamento de espessuras variadas ocorrem como estruturas menores associadas (Figs. 61, 62 e 63). Em alguns lajedos, duas fases de zonas de cisalhamento delgadas podem ser observadas, uma cortando a outra, bem como zonas de cisalhamento dobradas.



**Figura 61:** Zona de cisalhamento (escuro) cortando foliação  $S_{n+1}$  do ortogneise Rio do Amparo. Pedreira Tramix, Lavras.



**Figura 62:** Zonas de cisalhamento dextral ( $\sim$ N-S) pós-foliação milonítica NW-SE. Granitóide Rio do Amparo.



**Figura 63:** Lineação de estiramento subhorizontal em ortogneise Rio do Amparo. Ponto N-1, Pedreira Tramix, Lavras, MG. Folha Nepomuceno 1: 50.000. Abaixo: superfícies cc' na mesma litofácies. Ponto RE-609 (UTM 045272 e 7646071), Folha Ribeirão da Espera 1: 50.000.

As relações temporais entre essas estruturas também ainda não estão claras. Aparentemente, a foliação regional é a estrutura mais antiga e relacionada a um metamorfismo anfibolítico-granulítico, pois, afeta rochas assim metamorfoseadas. Como essa foliação está dobrada, provavelmente as duas fases de deformação citadas seriam o evento

deformacional seguinte. As zonas de cisalhamento tardias seriam as estruturas mais novas e poderiam ser uma fase tardia das fases de dobramento ou um terceiro evento deformacional. A geocronologia das deformações também não está definida. Modelos geotectônicos (Teixeira *et al.* 2000) evocam o metamorfismo granulítico como mesoarqueano, em torno de 3,2 Ga, tafrogênese (seqüências acamadadas máficas-ultramáficas) e orogênese (Rio das Velhas) a partir de 2,78 Ga, orogênese transamazônica em 2,05 Ga (Granito Porto Mendes) e orogênese brasileira em 650 Ma (deformação da Megasseqüência Andrelândia).

## 5. METAMORFISMO

---

O metamorfismo da área pode ser dividido em, pelo menos dois tipos: aquele que afeta somente as rochas do embasamento, de idade arqueana-paleoproterozóica, e o metamorfismo brasileiro neoproterozóico que afeta as sucessões metassedimentares da Megasseqüência Andrelândia e parte do embasamento.

### 5.1 Embasamento

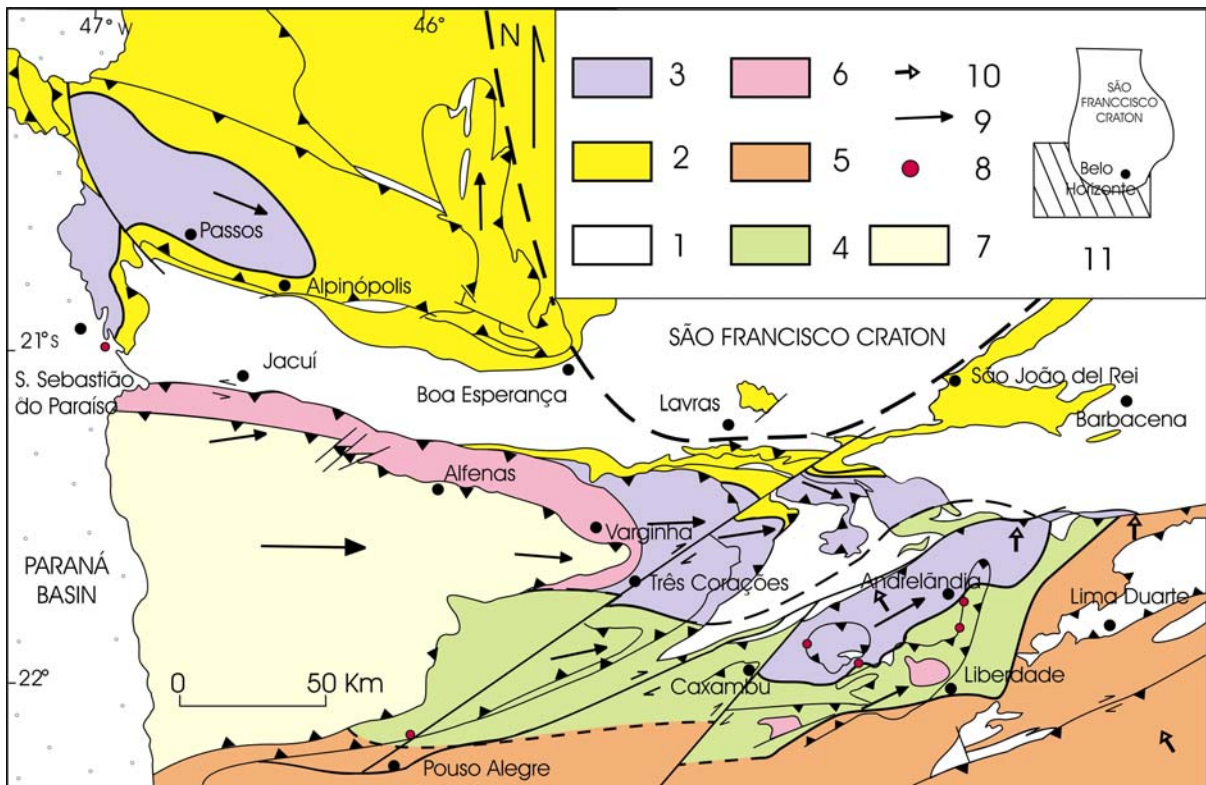
As rochas do embasamento mostram um evento metamórfico principal em fácies anfibolito-granulito caracterizado pelas presenças de hornblenda, oligoclásio/labradorita, quartzo, biotita, K-feldspato e hiperstênio. Um evento retrometamórfico em fácies xisto verde é indicado pela presença de paragêneses envolvendo epidoto, clorita, sericita, zoizita-clinozoizita, tremolita-actinolita e hornblenda verde-azulada.

Os diques máficos podem ser divididos em dois grupos: anfibolitos e gabros. Os primeiros são constituídos por os plagioclásios com contatos poligonizados ou ameboidais e placas de hornblenda de verde intenso, devido a metamorfismo em fácies anfibolito. Já nos segundos, ripas de plagioclásios, às vezes zonado, formam texturas ofíticas/subofíticas, evidenciando que aparentemente não foram afetados pelo metamorfismo anfibolítico dos primeiros. As amostras N-344 (3035 Ma idade-modelo), N-713 e Cq-672 (2808 Ma) enquadram-se no primeiro grupo; as amostras N-70 (espinélio-piroxenito. 2548 Ma), RE-488 (1983 Ma), Cq-673 (1873 Ma), N-79 (1033 Ma) e RE-483 (809 Ma) enquadram-se no segundo grupo. Considerando as idades-modelo Sm-Nd<sub>TDM</sub> entre elas e àquelas do charnockito Ribeirão Vermelho (2768 Ma) e do granitóide Rio do Amparo (2883 Ma), supõe-se que o metamorfismo principal esteja relacionado ao evento orogênico "Rio das Velhas" /Jequié, em torno de 2,7 Ga.

### 5.2 Megasseqüência Andrelândia

Durante a Orogenia Brasileiro II os sedimentos da Megasseqüência Andrelândia foram metamorfosados em fácies xisto verde, anfibolito e granulito (Fig. 64). O mapa metamórfico mostra cada *nappe* com padrão metamórfico distinto, sugerindo auge do metamorfismo durante os seus movimentos. Relações microtectônicas mostram que o pico do metamorfismo principal, com cianita indicando pressão relativamente alta, foi concomitante com D<sub>2</sub>. É interpretado como relacionado com a estruturação da Faixa Brasília (Trouw *et al.* 2000). O mapeamento das isógradas cloritóide-*out* (fácies xisto verde) e estauroлита+cianita-*in* (fácies anfibolito) em metapelitos da Unidade Campestre na Folha Lavras 1: 100.000 (Projeto Sul de Minas, COMIG-UFMG-UFRJ-UERJ 2003) permitiu a continuidade do reconhecimento das mesmas zonas metamórficas na Folha Nepomuceno 1: 100.000: 1- zona de fácies xisto verde com cloritóide em filitos na Serra do Faria,

*klippe* Carrancas e, 2- zona de fácies anfibolito com estauroлита + cianita + muscovita + quartzo, em filitos e xistos nas *nappes* São Tomé das Letras e Carmo da Cachoeira e *horse* de Três Pontas. Na *nappe* superior Varginha, cianita-K-feldspato gnaisses pelíticos indicam metamorfismo em fácies granulito de alta pressão. Esta estruturação tectono-metamórfica com cavalgamentos imbricados para leste causando inversão do metamorfismo é a estruturação da Faixa Brasília nesta área (Trouw *et al.* 2000). Nos biotita xistos da Unidade Santo Antônio, a zona de fácies xisto verde é caracterizada por abundante clorita e a fácies xisto verde superior pela presença de granada.



**Figura 64:** Mapa metamórfico simplificado da zona de interferência entre as faixas Brasília e Ribeira. 1- embasamento pré-1,8 Ga, 2- fácies xisto verde. Fácies anfibolito: 3- cianita; 4- cianita + sillimanita; 5- zona da sillimanita. 6- fácies granulito de alta pressão, cianita + k-feldspato em metapelitos; 7- nappe Guaxupé, predominantemente fácies granulito de pressão média. 8- retroeclogito. Direção do transporte tectônico relacionado a 9- Faixa Brasília e 10- Faixa Ribeira. 11- localização em relação ao Cráton do São Francisco. (Trouw *et al.* 2000).

## 6. EVOLUÇÃO GEOLÓGICA

---

As cronologias dos eventos metamórficos e deformacionais ainda estão longe de serem resolvidas. Na região entre o Quadrilátero Ferrífero e Campo Belo, três pulsos magmáticos de formação de granitóides tem sido descrito: 1- entre 2,78-2,75 Ga., 2- entre 2,75-2,70 Ga e, 3- entre 2,70-2,50 Ga (Teixeira *et al.* 2000). Os dois primeiros correspondem aos períodos cedo-, sin-, tardi- e pós-orogênicos relacionados ao evento "Rio das Velhas"/Jequié. O último refere-se ao início da tafrogênese (rifteamento) "Minas" do início do Paleoproterozóico. Segundo Teixeira *et al.* (1988), o migmatito da pedreira de Campo Belo produziu três grupos de zircões. Datados pelo método U-Pb SHRIMP, o mais antigo apresentou idade de  $3205 \pm 25$  Ma interpretada como idade reliquiar (xenocristais). O segundo grupo apresentou idade de  $3047 \pm 25$  Ma interpretada como idade do evento magmático principal que gerou o ortognaisse, posteriormente migmatizado. Idades TDM entre 3,07 Ga e 2,9 Ga desses ortognaises sugerem este intervalo de tempo como o período principal de acreção crustal. O grupo de zircões mais novos produziu uma idade de  $2839 \pm 17$  Ma interpretada como idade de cristalização do neossoma do migmatito Campo Belo. Idades Rb-Sr e Pb-Pb (isócronas de rocha total) adicionais obtidas em gnaisses granulíticos entre Lavras-Oliveira-NPassa Tempo sugerem que o pico do metamorfismo de alto grau aconteceu entre 2,97-2,85 Ga (Teixeira *et al.* 2000). Assim, a evolução proposta é a de que uma crosta pretérita com idade de  $3205 \pm 25$  Ma (xenocristais de zircão) teria sofrido acreção crustal entre 3,07-2,9 Ga e metamorfismo em fácies anfíbolito-granulito entre 2,97-2,85 Ga. Comparando os dados radiométricos obtidos para as rochas contidas na Folha Nepomuceno neste cenário, poderíamos supor que:

1. Geração por fusão parcial de fonte mantélica dos protólitos das rochas máficas e ultramáficas da Seqüência Acamadada Ribeirão dos Mota durante o evento magmático principal (3,07-2,9 Ga) que gerou o ortognaisse, posteriormente migmatizado (Complexo Campo Belo/Campos Gerais). Se a idade de  $2755 \pm 62$  Ma "errócrona" Sm-Nd (Carneiro *et al.* 2006) representar a idade de cristalização do complexo máfico-ultramáfico acamadado, este teria tido um tempo de evolução de 280 Ma, desde sua separação por fusão parcial de uma fonte mantélica (3035 Ma TDM,  $\epsilon_{Nd(2700)} = + 0,9$ , amostra N-344) até sua cristalização no interior de uma crosta pretérita de 3,2-3,047 Ga. Em outra linguagem, teriam sido gerados no final da orogenia Guriense (?) e cristalizados na transição entre os dois primeiros pulsos granitóides do Quadrilátero Ferrífero, durante a orogenia "Rio das Velhas"/Jequié.
2. A idade de extração (2883 Ma) do protólito do Granitóide Rio do Amparo (amostra N-1, Apêndices I e II) encaixa-se no período do pico do metamorfismo de alto grau (entre 2,97-2,85 Ga. Teixeira *et al.* 2000) que migmatizou os ortognaises dos complexos Campo Belo e Campos Gerais. Com valor de  $\epsilon_{Nd(2700)} = - 0,2$ , fica difícil interpretar sua fonte - se fusão parcial de

crosta continental pela migmatização, ou se fusão parcial de fonte mantélica ( $\epsilon_{Nd}$  próximo de 0). A idade de cristalização do granitóide ainda não está totalmente estabelecida. Considerando que seja **intrusivo** na Seqüência Acamadada Ribeirão dos Mota (2755 ± 62 Ma) e **intrudido** pelo charnockito Ribeirão Vermelho (2768 Ma Sm-Nd<sub>TDM</sub>) sua idade de cristalização estaria compreendida no intervalo de tempo entre 2883 Ma e 2755 ± 62 Ma e/ou 2768 Ma. Ou seja, na mesma situação da Seqüência Acamadada Ribeirão dos Mota, entre o final da orogenia Guriense e o primeiro pulso granitóide do QF.

3. O Charnockito Ribeirão Vermelho (amostra N-239) mostra ter tido pouca residência crustal, com um tempo de evolução de 50 Ma desde sua extração de uma fonte mantélica (2768 Ma, TDM,  $\epsilon_{Nd(2700)} = + 1,6$ ) até sua cristalização (2718 ± 13 Ma, concórdia U-Pb, Apêndices I e II). Ou seja, geração concomitante com o primeiro pulso granitóide e cristalização concomitante com o segundo pulso granitóide do QF. Em outras palavras, gerado no início da orogenia "Rio das Velhas" e cristalizado no final.
4. As rochas (meta)máficas geraram idades-modelo Sm-Nd<sub>TDM</sub> com valores que vão do Arqueano ao Neoproterozóico (Apêndice II). A amostra Cq-672 (anfíbolito), encaixada no Granito Porto Mendes (1978 Ma), produziu uma idade TDM de 2808 Ma e. Dados geoquímicos e isotópicos sugerem que estaria representando magmatismo subalcalino LKT, extraído de fonte mantélica ( $\epsilon_{Nd(2700)} = + 1,2$ ) em ambiente tectônico de arcos de ilha. Se isso for correto, trata-se de um xenólito de rocha metamáfica encaixada no Granito Porto Mendes. Sendo assim, seria um representante de magmatismo LKT no final da orogenia Guriense. Se os dados geoquímicos para ambientação tectônica forem falsos, trata-se de um dique de rocha metamáfica que corta o Granito Porto Mendes. Nesse caso teria extração em 2808 Ma e cristalização pós-1976 ± 25 Ma, suposta idade de cristalização do granito. A amostra N-70 (espinélio piroxenito) gerou idade-modelo Sm-Nd<sub>TDM</sub> de 2584 Ma. Como no caso da amostra Cq-672, se todos os dados obtidos estão corretos, trata-se de um representante de magmatismo toleítico intraplaca relacionado à tafrogênese "Minas" (2,5 Ga). Caso contrário, seria também um dique de metaultramáfica extraído de fonte mantélica num evento relacionado a essa tafrogênese cristalizado pós-granito Porto Mendes. As amostras RE-488 e Cq-673, geraram idades TDM do final do Paleozóico, 1983 Ma e 1873 Ma, representando um magmatismo básico provavelmente relacionado ao final da orogênese Transamazônica e início da tafrogênese "São João Del Rei/Espinhaço/Arai". As amostras N-79 e RE-483 representam magmatismo toleítico intraplaca relacionado à tafrogênese Neoproterozóica da época da abertura da bacia Andrelândia. A primeira poderia estar relacionada com a sedimentação da Seqüência Depositional Carrancas e a segunda com a Seqüência Depositional Serra do Turvo.

A evolução geológica contida na Folha Nepomuceno 1: 100.000 pode ser assim resumida. Seguindo, em parte, o modelo de evolução de Teixeira *et al.* (2000) que demonstraram a presença de quatro grandes eventos orogênicos na região sul do Cráton do São Francisco, com algumas sugestões de modificações, teríamos a seguinte evolução geológica: **1- 3,1-2,8 Ga – Orogênese Guriense** - Extração de fonte mantélica dos protólitos da Seqüência Acamadada Ribeirão dos Motas (3035 Ma, Sm-Nd<sub>TDM</sub>,  $\epsilon_{Nd(2700)} = + 0,9$ ). Extração de fonte crustal do protólito do Granitóide Rio do Amparo (2883 Ma Sm-Nd<sub>TDM</sub>,  $\epsilon_{Nd(2700)} = - 0,2$ ). Extração de fonte mantélica de protólito máfico (2808 Ma, Sm-Nd<sub>TDM</sub>,  $\epsilon_{Nd(2700)} = + 1,2$ ) representado por anfíbolito encaixado no Granito



Porto Mendes (xenólito? amostra Cq-672). Todos estariam intrudidos em uma crosta continental pretérita de 3,2 Ga (idade de xenocrystal. complexos Campo Belo e Campos Gerais pretéritos). Deformação, magmatismo e migmatização dos complexos Campo Belo e Campos Gerais ( $2839 \pm 17$  Ma, Pb-Pb, idade de migmatização, Teixeira *et al.* 2000); 2- **2,8-2,5 Ga – Ciclo Tectônico “Rio das Velhas”/Jequié: I- tafrogênese (2,8-2,75 Ga)** com cristalização das rochas do complexo acamadado Ribeirão dos Mota máficos-ultramáficos e diques máficos na fase inicial de abertura e faixas *greenstone* nas fases de crosta oceânica (abertura total); II- orogênese (**2,75-2,6 Ga**) com deformação, metamorfismo em fácies anfíbolito-granulito, isógrada atravessando as Folhas Nepomuceno e Campo Belo 1: 100.000; III- entre 2,6-2,5 Ga – intrusões de granitóides tardi-tectônicos e estabilização final; IV- entre 2,5-2,2 Ga - Tafrogênese Minas: diques máficos Timboré de Carneiro *et al.* (2006) ?; V- Orogênese Transamazônica (2,2-2,0 Ga) – representada pelo Granito Porto Mendes, considerado como tardi- a pós-tectônico. Como não está deformado, supõe-se que não tenha sido afetado pela deformação transamazônica, portanto, posicionado em cráton paleoproterozóico. Assim sendo, como o granito está cortado por diques de metagabro metamorfoseados em fácies xisto verde, fica suposto que este metamorfismo seja de idade mais nova que a dos diques, entre 1,0 e 0,85 Ga segundo Carneiro *et al.* (2006), portanto, metamorfismo brasileiro. É bem provável a associação entre as zonas de cisalhamento e este (retro) metamorfismo fácies xisto verde; VI- Tafrogênese “Andrelândia” representada pelos diques de metagabro citados acima e pelas sucessões metassedimentares da Megassequência Andrelândia – sedimentação de margem continental intraplaca – QPC, com magmatismo toleítico associado; VII- entre 0,65-0,60 Ga - Orogênese Brasileiro II: subducção para oeste e colisão com transporte tectônico de topo para leste com cavalgamentos imbricados e inversão do metamorfismo (granulito de alta pressão a xisto verde). – Faixa Móvel Brasília. No embasamento, zonas de cisalhamento regionais E-W, como a de Lavras- Campos Gerais, com (retro)metamorfismo em fácies xisto verde.

Teixeira *et al.* (2000) e Carneiro *et al.* (2006) interpretam a Sequência Acamadada Ribeirão dos Mota e diques de gabro-norito associados como relacionados a episódios extensionais intraplaca entre 2,75 e 2,66 Ga, com concomitante intrusão de granitos tardi-tectônicos (p.ex.: charnockito Ribeirão Vermelho). Sendo assim, podem ser considerados como relacionados a riftes bem sucedidos, encravados em crosta continental pretérita ( $> 3,2$  Ga, p.ex.: Complexo Campo Belo/Campos Gerais), como que uma continuação das sucessões *greenstone* numa área cratônica adjacente.

## 7. RECURSOS MINERAIS

---

### 7.1 Introdução

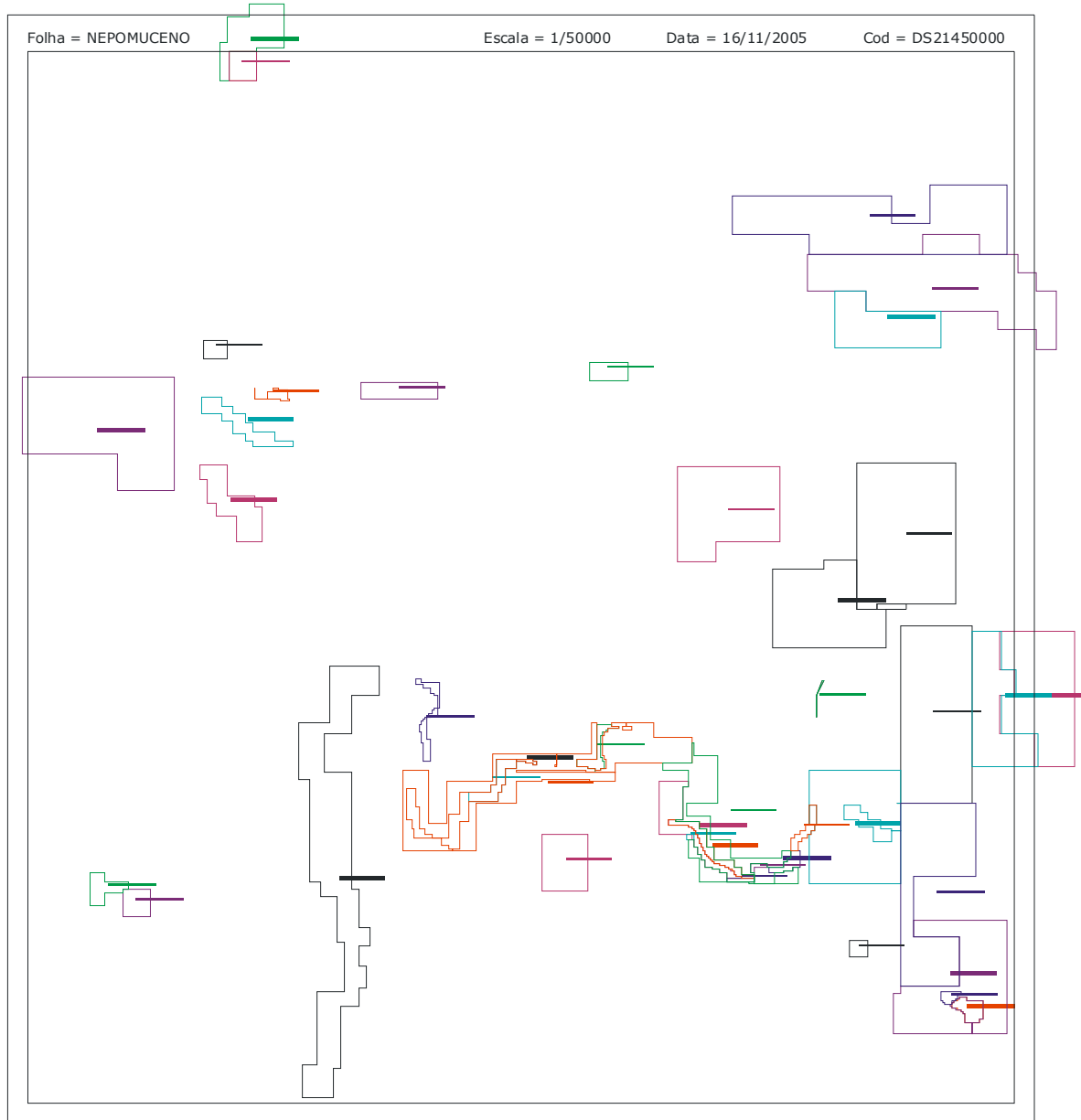
As previsões dos bens minerais que ocorrem na Folha Nepomuceno 1: 100.000 foram agrupados conforme a fonte de informação consultada no Cadastro Mineiro - DNPM (Tabela 1) e posteriormente relacionados aos dados referentes às poligonais para as Folhas Topográficas Nepomuceno, Carmo da Cachoeira, Coqueiral e Ribeirão da Espera, todas em escala 1:50.000, conforme Figuras 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

Os dados de campo, resultado do mapeamento geológico da Folha Nepomuceno 1:100.000, foi comparado com os dados referentes aos processos do Cadastro Mineiro e estão inseridos no mapa geológico.

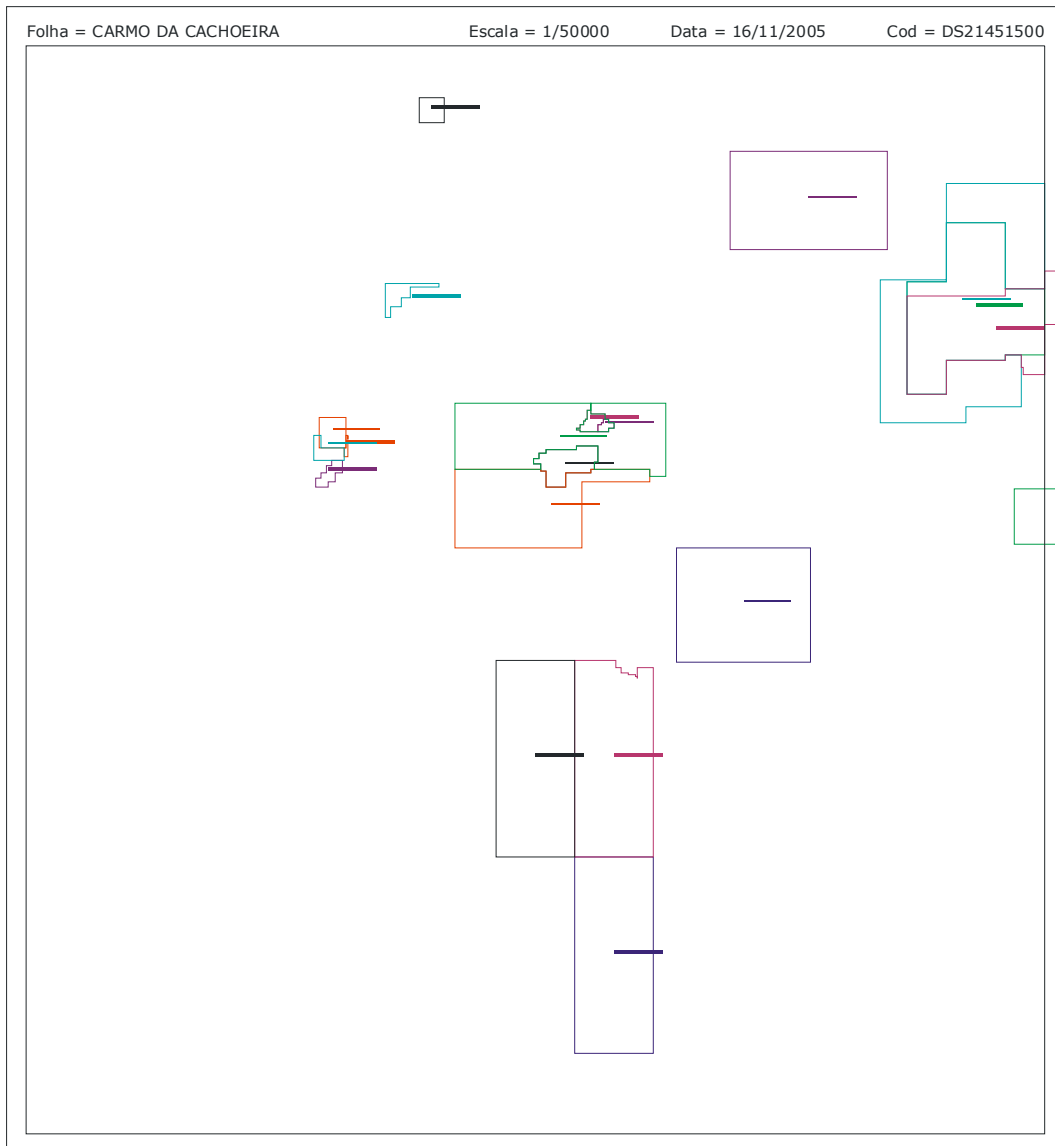
De um modo geral, essa folha se caracteriza por apresentar substâncias referentes a materiais de construção, em sua grande maioria em atividade, e um único caso de rocha ornamental, porém com extração inativa. Assim, o bem mineral mais característico da região é o granito, embora ocorrências de quartzito, calcário, areia/argila/caulim, gnaisses, manganês, ouro, água mineral, esteatito/talco e serpentinito são também descritos. Todavia, com a visita no campo para a verificação dessas ocorrências mostrou-se que, na grande maioria, os *status* da mineração estão inativos, com exceção dos areiros e de duas pedreiras de granito. Os detalhes sobre as ocorrências serão descritos adiante.

**Tabela 1:** Relação entre as substâncias requeridas e as fases dos processos de requerimento, em cada município localizado na Folha Nepomuceno (1: 100.000). Dados obtidos no Cadastro Minério – DNPM. Legenda: A – Requerimento de Pesquisa; B – Autorização de Pesquisa; C – Requerimento de Lavra; D – Concessão; E – Licenciamento; F – Disponibilidade.

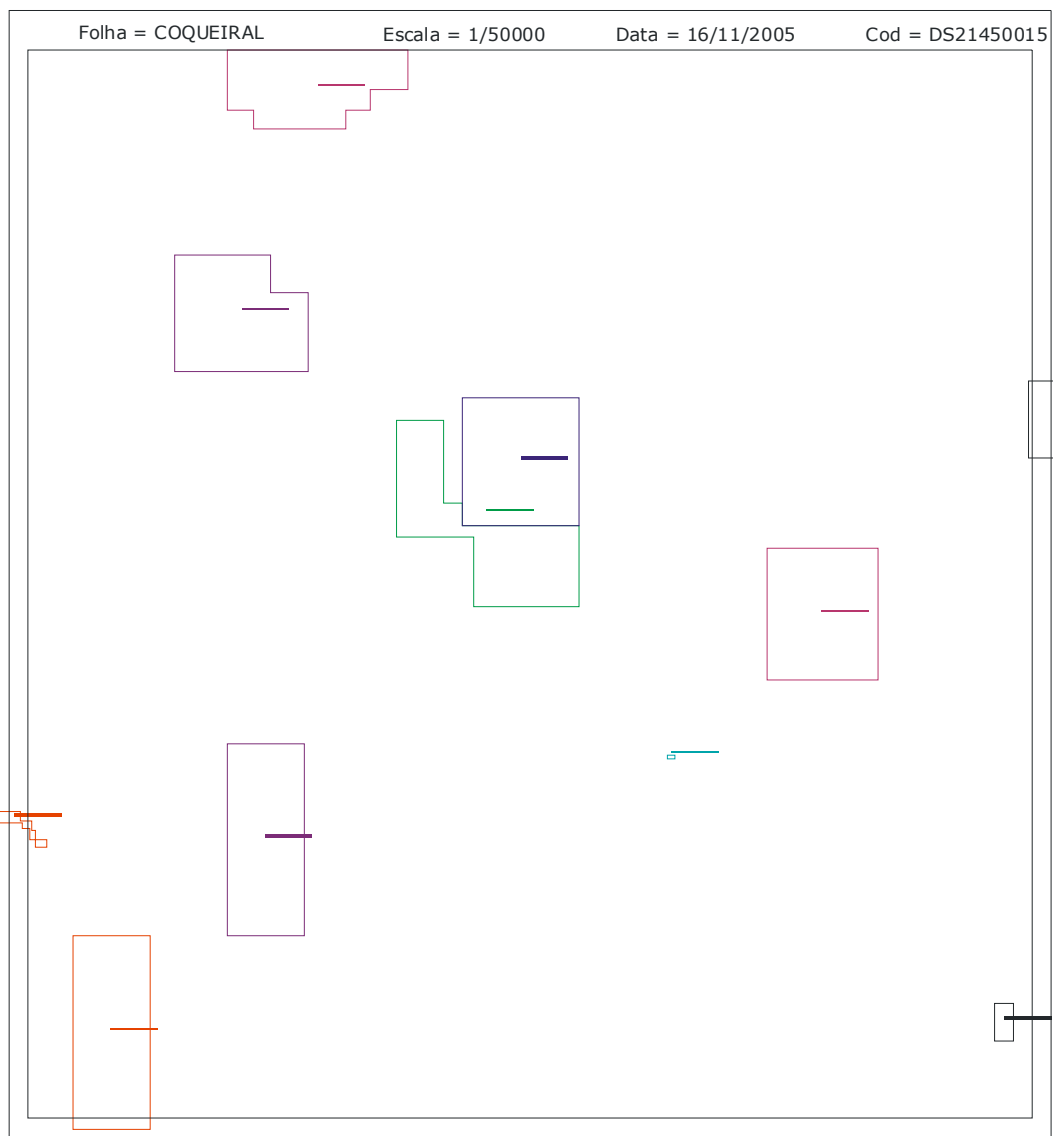
<b>Folha Nepomuceno (1:100.000)</b>						
<b>Substâncias</b>	<b>Fase do Processo</b>					
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
Água Mineral	1	2				
Areia	6	5	4	1	6	
Argila		3	1			
Areia e Argila		7				
Quartzito	5		1	1		
Calcário		4				
Manganês		2				
Ouro		4				
Granito	3	18	3	2	2	9
Gnaisse		2			2	
Esteatito e Talco	1					
Serpentinito	-	2	1			
Caulim		2				



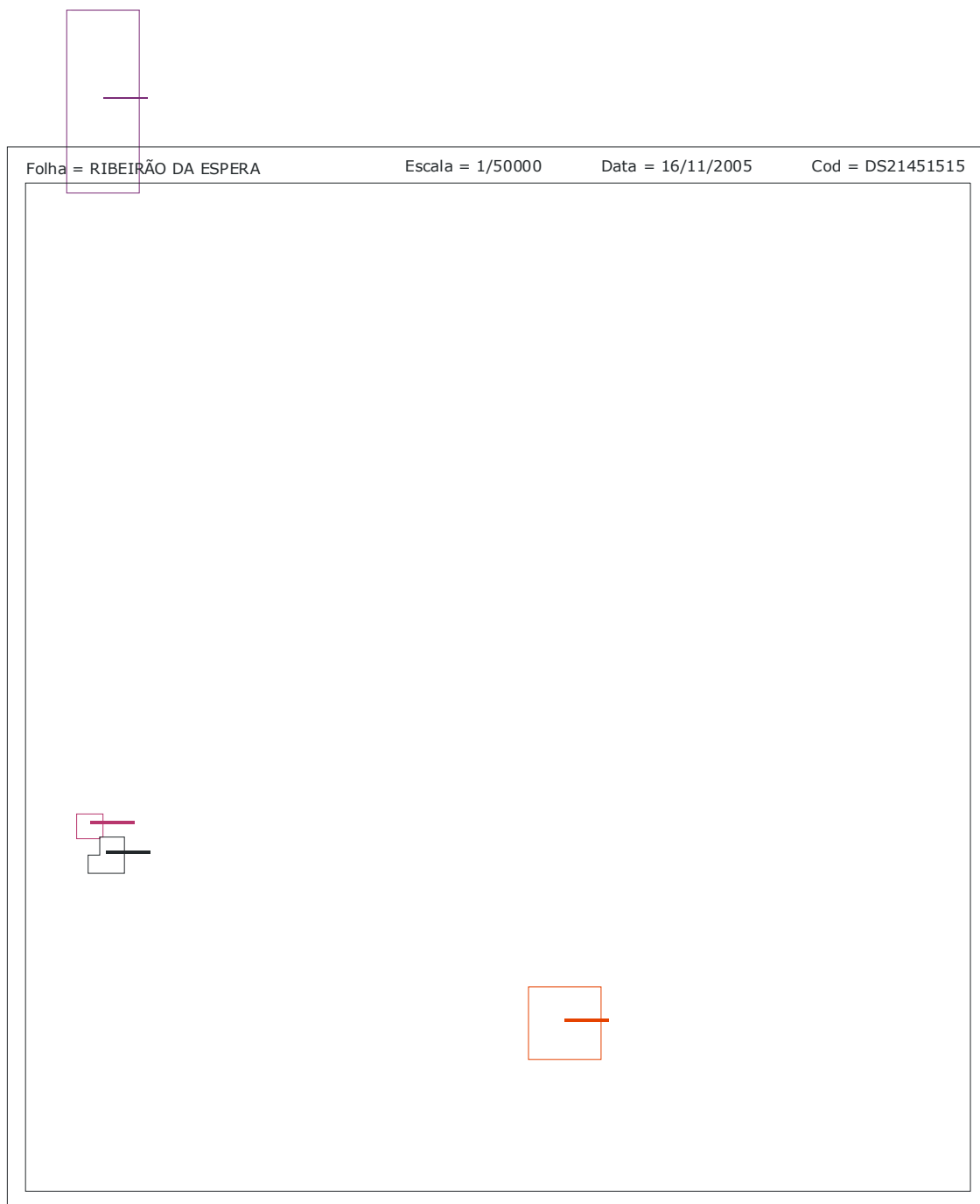
**Figura 1:** Requerimentos no DNPM e suas poligonais, referentes à Folha Nepomuceno (1:50.000).



**Figura 2:** Requerimentos no DNPM e suas poligonais, referentes à Folha Carmo da Cachoeira (1:50.000).



**Figura 3:** Requerimentos no DNPM e suas poligonais, referentes à Folha Coqueiral (1:50.000).



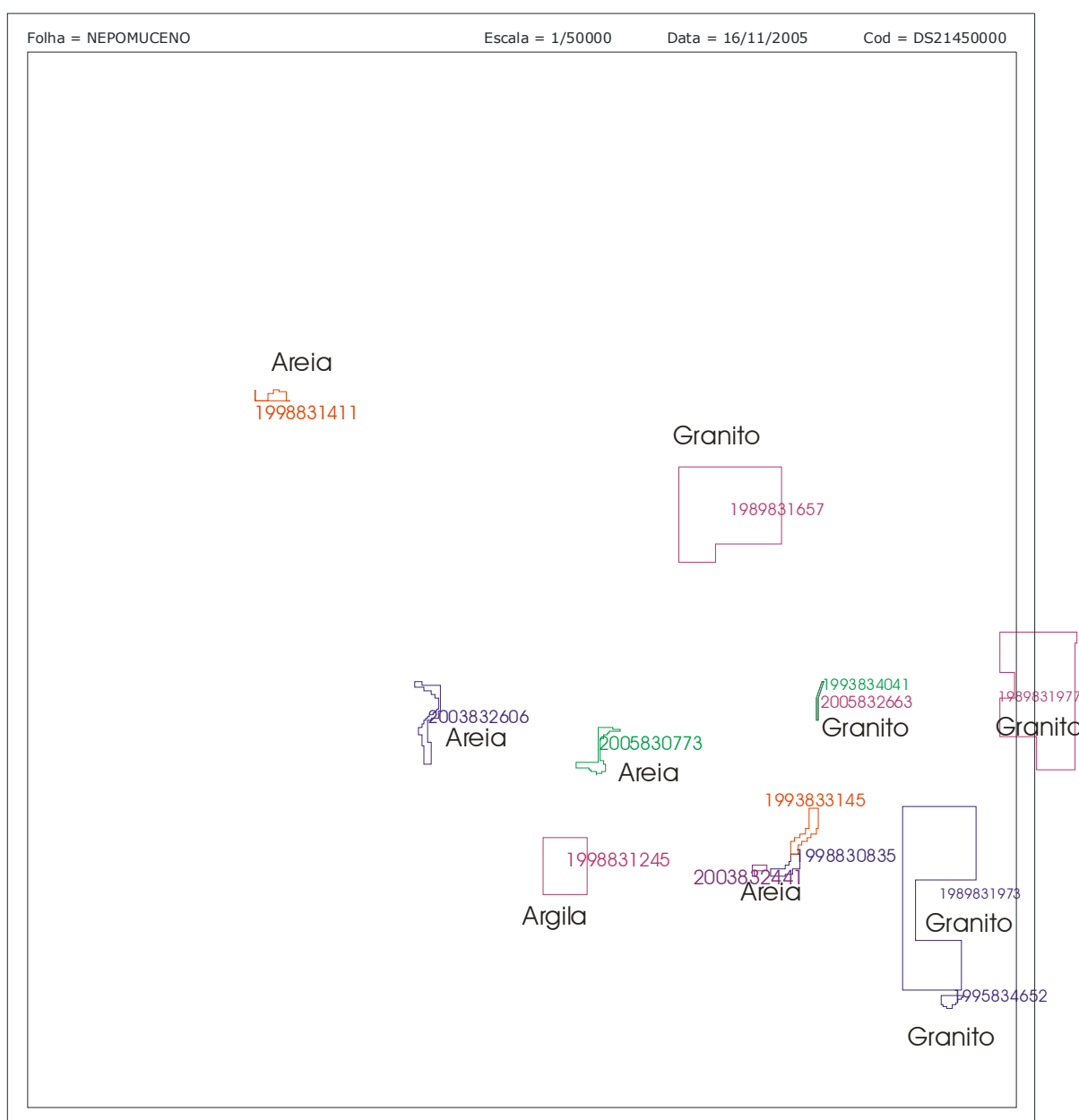
**Figura 4:** Requerimentos no DNPM e suas poligonais, referentes à Folha Ribeirão da Espera (1:50.000).

Nas poligonais mostradas nas Figuras 1, 2, 3 e 4 foram visitados 13 pontos na Folha Nepomuceno (Figura 5 – Tabela 2), 6 pontos na Folha Carmo da Cachoeira (Figura 6 – Tabela 3) e 4 pontos na Folha Coqueiral (Figura 7 – Tabela 4), pois estes são referentes á poligonais cujos requerimentos no DNPM foram para Licenciamento, Concessão de Lavra e Requerimento de Lavra. Nas demais áreas, os requerimentos foram para Requerimento de Pesquisa, Autorização de Pesquisa ou para Disponibilidade.

Os bens minerais referentes a essas áreas são, em grande maioria, areias seguido por granito/gnaiss/migmatito, argila e subordinadamente quartzito e serpentinito. De um modo geral não foi observado atividade de extração desses bens minerais, com exceção da areia e duas pedreiras de granito.

**Tabela 2:** Dados referentes às poligonais visitadas na Folha Nepomuceno (escala 1:50.000).

Processo	Ano	Status	Substância	Requerente
834652	1995	Ativa	Granito	Ind. de Cal Sn Ltda.
830835	1998	Ativa	Areia	José de Anchieta Resende
832441	2003	Inativa	Areia	Ramalho Teixeira e Cia. Ltda.
831973	1989	Inativa	Granito	Stone Mineração Ltda.
833145	1993	Ativa	Areia	Porto de Areia Rio Grande Ltda.
832663	2005	Ativa	Areia	José Carlos de Oliveira
834041	1993	Inativa	Areia	José Carlos de Oliveira
831657	1989	Inativa	Granito	Luiz Alexandre Andrade Crincoli
381411	1998	Inativa	Areia	Marta José de Oliveira Luiz
832606	2003	Ativa	Areia	Porto de Areia Zito Anastácio Ltda.
831245	1998	Inativa	Argila	Mineração Vale do Capivari Ltda.
830773	2005	Ativa	Areia	Dragagem Ze Zarias Ltda.
831977	1989	Inativa	Migmatito	Granigeo Mineração Ltda.



**Figura 5:** Poligonais referentes a Requerimentos e Concessão de Lavra e Licenciamento (DNPM) - Folha Nepomuceno (1:50.000).

**Tabela 3:** Dados referentes às poligonais visitadas na Folha Carmo da Cachoeira (escala 1:50.000).

Processo	Ano	Status	Substância	Requerente
834292	1995	Inativa	Gnaisse	CODEMIG
803350	1972	Inativa	Areia	Sandquartz Mineração Ltda.
808678	1974	Inativa	Quartzito	Sandquartz Mineração Ltda.
830305	1983	Inativa	Quartzito	Olinda Muller Pereira
830086	1991	Inativa	Serpentinito	Sérgio Coconni Ribeiro
831754	2004	Inativa	Gnaisse	Tânio Eliezer Alves

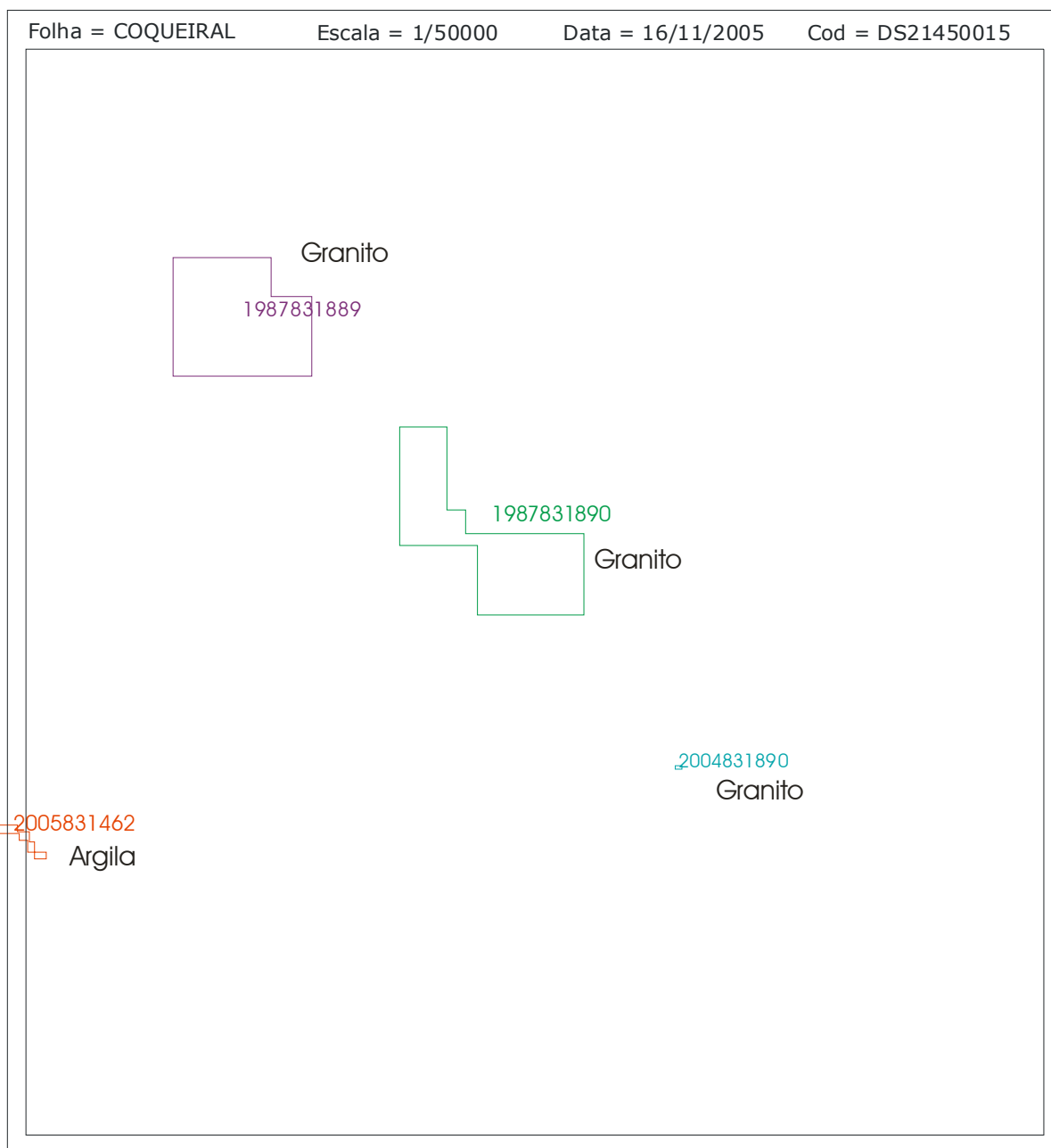


**Figura 6:** Poligonais referentes a Requerimentos e Concessão de Lavra e Licenciamento (DNPM) - Folha Carmo da Cachoeira (1:50.000).



**Tabela 4:** Dados referentes às poligonais visitadas na Folha Coqueiral (escala 1:50.000).

Processo	Ano	Status	Substância	Requerente
831890	1987	Inativa	Granito	Mineração Curimbaba Ltda.
831890	2004	Ativa	Granito	Cláudio Carlos Casarino
831889	1987	Inativa	Granito	Mineração Caldense Ltda.
831462	2005	Ativa	Argila	Cerâmica Santana Ltda.



**Figura 7:** Poligonais referentes a Requerimentos e Concessão de Lavra e Licenciamento (DNPM) - Folha Coqueiral (1:50.000).

Um resumo das principais ocorrências é dado a seguir, sendo os bens minerais descritos em ordem de importância e de ocorrência visitada. Assim, o bem mineral AREIA se destaca, sendo em sua maioria extrações em atividade.

## 7.2 Panorama Mineral (Materiais de Construção e Rocha Ornamental)

### 7.2.1 Areia

A extração de areia está em plena atividade e é observada na Folha Topográfica Nepomuceno (escala 1:50.000), como pode ser observado na Figura 5 e Tabela 2. Nas demais folhas essa atividade está parada, inativa.

A areia, utilizada na construção civil, é retirada de depósitos quaternários-holocênicos aluviais, de sedimentos depositados nos terraços e no leito do Rio Grande, principal rio que drena a região. Também tem um processo referente à extração de areia nos quartzitos da Serra do Faria (Folha Carmo da Cachoeira – 1:50.000). Porém, neste último caso, a atividade está desativada.

No Cadastro Mineiro – DNPM encontra-se vinte e nove (29) processos para areia e/ou argila associado. Desse montante seis (6) processos são para Requerimento de Pesquisa; doze (12) para Autorização de Pesquisa (areia e argila); quatro (4) para Requerimento de Lavra; um (1) para Concessão de Lavra e seis (6) processos para Licenciamento. Em atividade apenas 5 areeiros ao longo do Rio Grande, Folha Topográfica Nepomuceno, em escala 1:50.000.



Na Fig. 65 pode ser visto detalhe da Dragagem Zé Zarias (Processo 830773, Ano 2005).

A areia é retirada do leito do Rio Grande através de draga de sucção ou, mais subordinadamente, manualmente e transportada por meio de caminhões.

**Figura 65:** Extração de areia no Rio Grande, referente à Folha Nepomuceno.

### 7.2.2 Granito, Gnaiss e Migmatito (Rochas para Brita)

Na região, as principais rochas aflorantes são ortognaisses e/ou granitos. A concentração deste bem está localizada em toda a Folha Nepomuceno (1:100.000), de forma homogênea, não existindo uma concentração em uma região específica. E isso é refletido no volume que essas substâncias são requeridas, principalmente, no Cadastro Mineiro - DNPM (vide Tabelas 1, 2, 3 e 4).

São listados no Cadastro Mineiro - DNPM três (3) requerimentos de pesquisa, vinte (20) autorizações de pesquisa, três (3) requerimentos de lavra e dois (2) concessões de lavra, quatro (4) licenciamentos e nove (9) disponibilidade de lavra (vide Tabela 1).

Contudo, apenas em dois (2) requerimentos verificou-se atividade ativa de extração desse bem mineral: um localizado na Folha Topográfica, escala 1:50.000, Nepomuceno (Processo 834652, Ano 1995) e outro na Folha Topográfica Coqueiral (Processo 831890, Ano 2004), como pode ser visto nas Figs. 66 e 67, respectivamente, e a Fig. 68 é referente a uma pedreira já desativada situada próxima a Rodovia Fernão Dias.



**Figura 66:** Extensa pedreira de brita em Lavras, MG.



**Figura 67:** Exploração de rocha (matacão) para a confecção de paralelepípedo em Coqueiral, MG.



**Figura 68:** Visão geral de uma pedreira desativada próxima a rodovia Fernão Dias, município de Nepomuceno, MG.

### 7.2.3 Argila Refratária

A extração de argila refratária na região é observada nas áreas onde as rochas se encontram com grau de intemperismo muito acentuado.

Consta no Cadastro Mineiro – DNPM, unindo argila refratária, areia e caulim (muitas vezes não há distinção entre esses bens), seis (6) requerimentos de pesquisa, dezessete (17) autorizações de pesquisa, cinco (5) requerimentos de lavra, uma (1) concessão de lavra e seis (6) licenciamentos para extração deste bem.

Na área visitada observa-se um pedido de Requerimento de Lavra para argila na Folha Nepomuceno (1:50.000) e outro pedido de Licenciamento para argila, também, na Folha Coqueiral (1:50.000). O primeiro pedido encontra-se inativo e já reflorestado, enquanto que o segundo encontra-se em atividade, mas a localidade se encontra fora da Folha Nepomuceno 1:100.000. Neste caso se trata da Cerâmica Santana localizada na rodovia se liga a localidade de Santana à cidade de Boa Esperança.

### 7.2.4 Quartzito

Esse litótipo está concentrado na porção meridional da Folha Nepomuceno (1:100.000) e consta no Cadastro Mineiro – DNPM, nos municípios de Ingaí e Lavras, cinco (5) requerimentos de pesquisa, um (1) requerimento de lavra e uma (1) concessão de lavra.

Foram visitados dois pontos na Folha Carmo da Cachoeira (1:50.000), onde têm um requerimento de lavra e uma concessão de lavra. Contudo em ambas as localidades a extração desse bem se encontra inativa como pode ser observada nas Figs. 69 e 70, abaixo.



**Figura 69:** Visão geral de uma área de extração de quartzito, inativa, em Lavras, MG.



**Figura 70:** - Antiga área de extração de areia em quartzito em Lavras, MG.

### 7.2.5 Serpentinito

Na Folha Nepomuceno observa-se a presença de várias faixas do tipo *greenstone* e diversos complexos acamadados ultramáficos com representantes ígneos de natureza máfica a ultramáfica, plutônicos e vulcânicos de idades paleoproterozóicas e arqueanas. Todos esses litótipos foram metamorfizados e deformados formando sucessões de anfibolitos e tremolita/actinolita xistos, como representantes de rochas máficas e peridotitos serpentínicos e tálcidos, talcos xistos e esteatitos, representando rochas ultramáficas.

São listados no Cadastro Mineiro - DNPM um (1) requerimento de pesquisa, duas (2) autorizações de pesquisa e um (1) requerimento de lavra (vide Tabela 1). Contudo apenas um requerimento de lavra na Folha Carmo da Cachoeira (1:50.000) que se encontra com extração inativa, e totalmente recoberto por vegetação.

### 7.3 Projeções e Perspectivas

Todas as minas encontradas e visitadas na Folha Nepomuceno (1:100.000) são de pequeno porte. A grande maioria se encontra desativada e trabalham ou trabalharam, quase sua totalidade, de forma artesanal. Esses dados são corroborados com aqueles verificados no DNPM, indicando que as minas brasileiras são, de um modo geral, formados por minas de pequeno porte e são ligados a rochas e minerais industriais. A pesquisa e a exploração de rochas e minerais industriais estão relacionados à demanda da construção civil. Assim, a exploração está sujeita às condições do mercado de uma determinada época, podendo a exploração estar inativa por determinados períodos, dificultando as avaliações econômicas do setor.

O potencial mineral da área estudada está voltado para os bens de materiais ligados à construção civil, ou seja, os materiais explorados são rochas (granitos, gnaisses) para a brita e areias extraídas ao longo do Rio Grande, principalmente, que hoje atende à comunidade local. Mas com a possibilidade da duplicação de várias rodovias federais e estaduais que cortam a região, muitas das pedreiras e minas desativadas poderão ser reabertas, empregando um grande número de funcionários da própria região.

Os recursos minerais encontrados na Folha Nepomuceno (1:100.000) não tiveram suas reservas bem avaliadas. Mas, na área, os Recursos Minerais Industriais têm um volume considerável, visto que região possui um volume bastante expressivo que rochas granítica e gnáissicas, o que garante que esse bem mineral possa ser explorado por dezenas de anos, atendendo o mercado local.

#### 7.4 Aspectos Ambientais

Dois problemas ambientais podem ser verificados direcionados a extração de areias ao longo do Rio Grande e de rochas para britas. O primeiro impacto ambiental é a degradação do leito e dos terraços aluviais do Rio Grande. A retirada da areia pode alterar o regime de fluxo de água do rio, gerando a erosão dos terraços e conseqüentemente o assoreamento do Rio Grande.

E em relação á extração de materiais para brita e paralelepípedo, as pedreiras devem se preocupar com o impacto na paisagem e a quantidade de rejeito formado e estocado. Na área estudada, verificou-se que a maioria das pedreiras abandonadas, a vegetação recobriu as frentes de pedreiras amenizando o impacto visual, como pode ser verificado nas Figs. 71 e 72.



**Figura 71:** Vegetação recobrendo a antiga frente de lavra em Boa Esperança, MG.



**Figura 72:** Vegetação recobrendo uma frente de lavra artesanal em Perdões, MG.

#### 7.5 Considerações sobre o Potencial Econômico

A região referente à Folha Nepomuceno (1:100.000) é cortada pelo Rio Grande e por rodovias federais e estaduais. Quase todas as cidades são pequenas com menos de 20.000 habitantes, chegando algumas com um pouco mais de 3.000 habitantes, como o caso do município de Ribeirão Vermelho (também é o menor município do estado de Minas Gerais, com 39 km<sup>2</sup> de território). A exceção é o município de Lavras com 81.482 habitantes (dados obtidos no site [www.bussulanet.com.br](http://www.bussulanet.com.br)).

Essa região é cortada pela Rodovia Fernão Dias (BR- 381), a principal rodovia que liga as cidades de São Paulo e Belo Horizonte, favorecendo o escoamento da produção dos recursos industriais produzidos na região.

A maioria das minas encontradas na região é relacionada a recursos minerais industriais como rocha para brita e areia. Todas são de pequeno porte e, em sua maioria, estão desativadas, com

exceção da exploração de areia ao longo do leito Rio Grande. De uma maneira geral, as reservas desses bens minerais atendem a comunidade local e regional por um grande período.

O potencial hidrogeológico nessa região, não é explorado visto que essas áreas fazem parte do Circuito das Águas, compreendidas pelos municípios de Lavras, Ribeirão Vermelho, Carmo da Cachoeira, Nepomuceno, Coqueiral e Ijaci. O potencial turístico e eco-turístico também não foram explorados. Nessa área verifica a presença de vários rios, lagos, cachoeiras, fontes e represas, com paisagens belíssimas podendo tornar mais uma fonte de renda para as comunidades locais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

BARKER, F.; ARTH, J. G. Generation of trondhjemitic-tonalitic liquids and Archean bimodal trondhjemitic-basalt suites. **Geology**, [S.l.], v. 4, p. 596-600, 1976.

CAMPOS, J. C. S. **O lineamento Jeceaba-Bom Sucesso como limite dos terrenos arqueanos e paleoproterozóicos do Cráton São Francisco Meridional**: evidências geológicas, geoquímicas (rocha total) e geocronológicas (U-Pb). 2004. 190 f. Tese (Doutorado) - Departamento de Geologia da Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2004. Inédito.

CARNEIRO, M. *et al.* **Folhas Campo Belo (SF-23-V-B-VI) e Oliveira (SF-23-X-A-IV), escala 1:100.000**: relatório final. Ouro Preto, 2006. 192 p. (Programa Geologia do Brasil: Mapas Geológicos).

CAVALCANTE, J. C. *et al.* DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL; COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Projeto Sapucaí**: relatório final: geologia. São Paulo, 1979. v. 1, Inédito.

CHRISPIM, S. J. **Mapeamento geológico de uma área na folha Carmo da Cachoeira (MG) com ênfase na geologia estrutural das Serras da Bocaina e do Faria**. 1990. 171 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1990.

COLEMAN, R. G. **Ophiolites**. New York: Springer-Verlag, 1977. 229 p.

COMPANHIA MINERADORA DE MINAS GERAIS. **Mapa geológico e de ocorrências minerais do Estado de Minas Gerais**. Escala 1:1.000.000. Companhia Mineradora de Minas Gerais. 2003.

DE LA ROCHE, H. *et al.* A classification of volcanic and plutonic rocks using  $R_1R_2$  diagram and major element analyses - its relationships with current nomenclature. **Chemical Geology**, v. 29, p. 183-210, 1980.

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

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. **Cadastro Mineiro**. Disponível em: [www.dnprm.gov.br](http://www.dnprm.gov.br).

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

EBERT, H. Seção de Petrografia. In: DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. Divisão de Geologia Mineral. **Relatório anual do Diretor 1955**. Rio de Janeiro, 1956a. p. 61-88.

ENGLER, A. *et al.* Evolution of the archaean/proterozoic crust in the southern São Francisco craton near Perdões, Minas Gerais, Brazil: petrological and geochemical constraints. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 15, p. 709-723, 2002.

ENGLER, A. **Petrologische und geochemische Untersuchungen an charnockiten und deren Begleitserien im Süden von Minas Gerais, Brasilien**. 1999. 110 f. Tese (Mestrado) - Universidade de Viena, 1999.

GATTO, L. C. S. *et al.* Geomorfologia. Folhas SF.23/24, Rio de Janeiro/Vitória. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto Radam Brasil**. Brasília, 1983. p. 305-384.

IRVINE, T. N.; BARAGAR, R. A. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. **Canadian Journal of Earth Sciences**, Ottawa, v. 8, p. 523-548, 1971.

JENSEN, L. S. **A new cation plot for classifying subalkalic volcanic rocks**. Ontario: Division of Mines, 1976. MP 66. 22 p.

LE-BAS, M. J. *et al.* A chemical classification of volcanic rocks based on total alkali-silica diagram. **Journal of Petrology**, Oxford, v. 27, p. 745-750, 1986.

MACHADO FILHO, L. *et al.* Geologia. In: DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. **Projeto Radam Brasil**: folhas SF-23, Rio de Janeiro e SF-24 Vitória. Rio de Janeiro, 1983 (Levantamento de Recursos Naturais, 32).

MACIEL, R. R. **Geologia estrutural da Serra de Três Pontas, MG**. 1986. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1986.

O'CONNOR, J. T. **A classification of quartz-rich igneous rocks base don feldspar ratios**. Washington: U. S. Geological Survey, 1965. p. 79-84 (Professional Paper 525B).

OLIVEIRA, V. de. *et al.* Pedologia: levantamento exploratório de solos. In: DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. **Projeto Radam Brasil**: folhas SF-23/24, Rio de Janeiro/Vitória. Rio de Janeiro, 1983. p. 385-552.

PACIULLO, F. V. P. **A seqüência deposicional Andrelândia**. 1997. 245 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.

PEARCE, J. A.; HARRIS, N. B. W.; TINDLE, A. G. Trace element discrimination diagrams for the tectonics interpretation of granitic rocks. **Journal of Geology**, [S.l.], v, 25, n. 4, p. 956-983, 1984.

PINESE, J. P. *et al.* First South-American symposium on isotope geology, 1., 1997, Campos do Jordão. **Abstracts Volume...** Campos do Jordão: IG-USP, 1997. p. 240-241.

PINESE, J. P. **Geoquímica, geologia isotópica e aspectos petrológicos dos diques máficos pré-cambrianos da região de Lavras (MG), porção sul do Cráton do São Francisco**. 1997. 178 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

QUÉMÉNER, J. J. G. *et al.* Geologia da Folha Lavras. In: COMPANHIA MINERADORA DE MINAS GERAIS. **Geologia e Recursos Minerais do Sudeste Mineiro. Projeto Sul de Minas - Etapa I: relatório final**. Belo Horizonte: COMIG/UFMG/UFRJ/UERJ, 2003. v. 1, p. 259-319. CD-ROM.

QUÉMÉNER, J. J. G.; NOCE, C. M. Geochemistry and petrology of felsic and mafic suites related to the paleoproterozoic transamazonian orogeny in Minas Gerais, Brazil. **Rev. Bras. Geol.**, [S.l.], v. 30, n. 1, p. 87-90, 2000.



QUÉMÉNER, J. J. G.; PINESE, J. P. Caracterização geoquímica e petrográfica de duas famílias de dique máficos na região entre Perdões e Bom Sucesso, Minas gerais, Brasil. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37., São Paulo, 1992. **Boletim de Resumos Expandidos...** São Paulo: SBG, 1992. p. 506-507.

RAMSAY, J. G.; HUBBER, M. I. **The techniques of modern structural geology: folds and fractures.** New York: Academic Press, 1987. 700 p. v. 2

RIBEIRO, A. *et al.* Síntese geológica regional do Bloco Ocidental (Campo das Vertentes e Sul de Minas). In: COMPANHIA MINERADORA DE MINAS GERAIS. **Geologia e recursos minerais do Sudeste Mineiro.** Projeto Sul de Minas - Etapa I: relatório final. Belo Horizonte: COMIG/UFMG/UFRJ/UERJ, 2003, v. 1, p. 51-119. CD-ROM.

SCHORSCHER, H. D. **Arcabouço petrográfico e evolução crustal de terrenos precambrianos do sudeste de Minas Gerais:** Quadrilátero Ferrífero, Espinhaço meridional e domínios granito-gnáissico adjacentes. 1992. 349 f. Tese (Docência) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1992. 2 v. Inédito.

Site Bússula. Net – [www.bussulanet.com.br](http://www.bussulanet.com.br)

STRECKEISEN, A. L. To each plutonic rock its proper name. **Earth-Science Reviews**, Amsterdam, v. 12, 1976.

TEIXEIRA, W.; CARNEIRO, M. A.; PINESE, J. P. P. Sm-Nd characteristics bearing on archean magmatismo of the subcontinental mantle, Campo Belo Complex, São Francisco Cráton, Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GEOCHRONOLOGY, COSMOCHRONOLOGY AND ISOTOPE GEOLOGY, 9., 1998b, Beijing. **Anais...** Beijing: Peking University, 1998b.

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.

TEIXEIRA, W. *et al.* Pb, Sr and Nd isotope constrains on the archean evolution of gneissic-granitoid complexes in the southern São Francisco craton, Brazil **Precambrian Research**, n. 78, p. 151-164, 1996.

TEIXEIRA, W. *et al.* Polyphase archean evolution in the Campo Belo metamorphic complex, Southern São Francisco Craton, Brazil: SHRIMP U-Pb zircon evidence. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 11, n. 3, p. 279-289, 1998a.

TROUW, R. A. J.; RIBEIRO, A; PACIULLO, F. V. P. Evolução estrutural e metamórfica de uma área a SE de Lavras – Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31., 1980, Balneário de Camboriú. **Anais...** Balneário de Camboriú: SBG, 1980. v. 5, p. 2773-2784.

URURAHY, J. C. C. *et al.* Vegetação: as regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos: estudo fitogeográfico. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto Radam Brasil: geomorfologia.** Folhas SF-23/24, Rio de Janeiro/Vitória... Brasília, 1983. p. 553-623.

## APÊNDICE I

---

### RESULTADOS DE LITOGEOQUÍMICA OBTIDOS EM ROCHAS DO EMBASAMENTO DA FOLHA NEPOMUCENO

Foram realizadas 12 análises químicas de rocha total para amostras das unidades de mapeamento. Incluiu rochas félsicas do Granitóide Rio do Amparo na fácies anfíbolito (N-1) e na fácies granulito (Charnoquito Ribeirão Vermelho, N-239 e N-350), do Granito Porto Mendes (N-305) e rochas máficas e ultramáficas encaixadas em diferentes litologias (N-344, Cq-672, Cq-673, N-70, N-79, N-713, RE-483, RE-488). Os resultados estão apresentados nas figuras e tabelas que se seguem. As análises químicas foram realizadas pelo Laboratório Analítico Acme Ltd, Vancouver, Canadá, o qual informa: elementos maiores - 0,200 gr de amostra por fusão LIBO2/LI2b4O7, analisada por ICP-MS; elementos menores e traços - 0,50 gr de amostra dissolvidas com 3 ml de 2-2-2 HCL-HNO3-H2O a 95° C por 1 hora, e posteriormente analisada em ICP-MS; ETR - 0,200 gr de amostra por fusão LIBO2/LI2B4O7, análise por ICP-MS.

A amostra N-1 é o granitóide porfirítico Rio do Amparo, aquele das figuras 15, 20 e 21. As amostras N-239 e N-350 são amostras de diferentes locais do mesmo corpo ígneo de granitóide porfirítico interpretado na literatura como charnoquito Ribeirão Vermelho (Figuras 11, 19 e 22). A amostra N-344 é um anfíbolito proveniente da mesma área, no vale do Retiro dos Pimentas (Figura 11), Perdões, interpretada como pertencente a unidade Seqüência Acamadada Ribeirão dos Motas (Carneiro *et al.* 2006). A amostra N-305 é do granito Porto Mendes. A amostra N-713 é um anfíbolito cloritizado que corta o granitóide Rio do Amparo como observado na figura 25. A amostra Cq-672 é um anfíbolito encaixado dentro do granito Porto Mendes, não sendo possível determinar se é um dique ou um enclave.

**Tabela 1.1:** Análises químicas rocha total de elementos maiores de amostras do embasamento da Folha Nepomuceno.

ELEMENT	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MgO	CaO	Na2O	K2O	TiO2	
SAMPLES	%	%	%	%	%	%	%	%	
CQ-672	50,37	16,24	8,61	8,32	8,24	1,92	2,43	0,52	
CQ-673	46,32	13,36	18,08	5,22	9,81	3,08	0,64	2,73	
N-1	71,95	13,01	3,7	0,37	1,55	3,33	4,85	0,5	
N-70	41,18	11,27	15,3	24,17	4,75	0,35	0,04	0,45	
N-79	47,09	13,59	14,57	7,2	10,65	2,1	0,47	2,44	
N-239	71,18	13,66	3,41	0,23	1,64	3,05	5,4	0,39	
N-350	71,12	13,71	3,37	0,23	1,62	3,08	5,47	0,38	
N-305	71,43	14,35	2,21	0,49	1,39	3,32	5,43	0,34	
N-344	49,69	13,54	11,82	10,6	11,2	1,76	0,12	0,6	
N-713	41,96	13,1	16,6	12,07	6,67	1,08	2,38	2,16	
RE-483	47,71	13,33	17,45	5,51	9,81	2,43	0,38	2,69	
RE-488	48,58	15,21	13,32	7,33	10,67	2,26	0,39	1,08	
STANDARD SO-18/CSC	58,2	14,14	7,64	3,33	6,38	3,68	2,14	0,69	

ELEMENT	P2O5	MnO	Cr2O3	Ni	Sc	LOI	TOT/C	TOT/S	SUM
SAMPLES	%	%	%	ppm	ppm	%	%	%	%
CQ-672	0,08	0,15	0,035	161	28	3	0,03	0,02	99,93
CQ-673	0,23	0,25	0,014	85	46	0,2	0,01	0,12	99,95
N-1	0,12	0,04	0,001	5	6	0,4	0,03	0,01	99,83
N-70	0,04	0,19	0,162	266	39	2,1	0,01	0,01	100,1
N-79	0,19	0,22	0,024	99	39	1,4	0,02	0,12	99,96
N-239	0,1	0,04	0,001	5	5	0,7	0,12	0,01	99,79
N-350	0,1	0,04	0,001	5	6	0,7	0,12	0,01	99,82
N-305	0,08	0,02	0,001	5	3	0,6	0,05	0,01	99,66
N-344	0,06	0,18	0,098	237	41	0,3	0,05	0,15	100
N-713	0,24	0,16	0,026	61	46	3,5	0,01	0,01	99,96
RE-483	0,25	0,25	0,017	44	41	0,1	0,02	0,01	99,94
RE-488	0,09	0,2	0,032	125	38	0,8	0,03	0,11	99,99
STANDARD SO-18/CSC	0,83	0,39	0,55	46	25	1,9	3,25	4,16	99,88

**Tabela 1.2:** Análises químicas rocha total de elementos menores e traços de amostras do embasamento da Folha Nepomuceno.

ELEMENT SAMPLES	Ba ppm	Be ppm	Co ppm	Cs ppm	Ga ppm	Hf ppm	Nb ppm	Rb ppm
CQ-672	572,5	<1	51,4	2,8	14,8	1,6	2,7	177
CQ-673	83	<1	77,1	0,2	23,3	4,7	7,1	5,4
N-1	1177,3	3	43,4	3,6	18,5	12	17,3	174
N-70	22	<1	89,9	<.1	9,6	0,6	0,5	0,6
N-79	137	1	58,8	0,7	19,3	3,1	10	15,9
N-239	1164,9	2	31,2	0,3	21,2	13,7	26,3	178,5
N-350	1193,2	2	31,8	0,3	22,9	10,9	26,7	186,6
N-305	1242,7	1	68,5	2	18,6	9,2	11,2	208,3
N-344	9,5	<1	63,3	<.1	12	0,9	1,5	0,9
N-713	435,9	4	50,3	6,4	19,2	4,5	8,8	181,1
RE-483	223,9	<1	45,8	<.1	21,9	4,7	9,8	9,6
RE-488	79	1	66,9	<.1	17,3	2,3	3,5	5,4
STANDARD SO-18	544,3	1	27,2	7,4	18,3	9,8	19,3	29,1
ELEMENT SAMPLES	Sn ppm	Sr ppm	Ta ppm	Th ppm	U ppm	V ppm	W ppm	Zr ppm
CQ-672	<1	263,5	0,3	1,2	0,4	172	69,3	56,1
CQ-673	<1	139,7	0,6	0,1	<.1	415	79,5	141
N-1	5	134,7	2	18,4	5,4	24	442,9	406,5
N-70	<1	10,5	0,1	0,1	<.1	222	63,5	17,9
N-79	2	376	0,9	1,3	0,3	395	93	120,1
N-239	<1	151	1,5	40,7	1,4	10	323,5	508,4
N-350	<1	147,1	1,5	29,4	1	10	325,8	373,2
N-305	2	170,1	1,2	57	4	20	633,2	314,6
N-344	<1	120,3	0,2	<.1	<.1	232	90,2	26,7
N-713	2	15,3	0,7	3,8	1,1	384	17,5	162,9
RE-483	2	134,8	0,7	1,9	0,6	404	67,2	179,5
RE-488	<1	132,1	0,3	0,9	0,3	268	112,7	68,5
STANDARD SO-18	14	420,6	7,8	10,1	16,4	196	16,4	288,4

**Tabela 1.3:** Análises químicas rocha total de Terras Raras em amostras do embasamento da Folha Nepomuceno

ELEMENT	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
SAMPLES	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
CQ-672	18,9	11,2	18,1	2,53	10,6	2,4	0,84
CQ-673	48,9	7	17,4	3,14	17,5	5,4	1,94
N-1	47,8	70,2	136	14,33	51,6	10,2	1,4
N-70	12,3	3,1	1	1,22	4,5	1,6	0,3
N-79	28	11,4	27	3,73	17,2	4,6	1,76
N-239	51,9	203	378,7	36,79	121,6	19,8	2,47
N-350	51,6	176,2	328,2	32,58	106,9	18,4	2,49
N-305	22,6	110	204,6	20,24	63,9	10,2	0,96
N-344	15	3,3	7,3	1,18	5,3	1,8	0,77
N-713	52,7	14,7	34,2	4,61	21,1	6,4	1,77
RE-483	52,1	14,2	31,6	4,69	22,3	6,8	2,03
RE-488	24,1	6,3	14	1,99	9,5	2,6	1,07
ANDARD SO	32,7	12,6	28,1	3,39	13,8	3,1	0,88

ELEMENT	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
SAMPLES	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
CQ-672	2,52	0,45	3,07	0,64	1,6	0,27	1,51
CQ-673	6,73	1,29	7,91	1,63	4,81	0,7	4,23
N-1	8,34	1,42	8,03	1,64	4,71	0,71	4,27
N-70	1,68	0,31	2,3	0,39	1,39	0,2	1,18
N-79	5,11	0,87	5,5	1,07	2,89	0,43	2,45
N-239	13,01	1,92	11,09	1,88	4,97	0,75	4,19
N-350	12,8	1,99	10,56	1,81	5,06	0,76	4,13
N-305	6,76	1,07	4,57	0,77	2	0,27	1,64
N-344	2,1	0,44	2,8	0,61	1,7	0,25	1,5
N-713	7,52	1,4	9,17	1,95	6,06	0,91	5,45
RE-483	8,21	1,41	9,21	1,9	5,57	0,78	4,76
RE-488	3,56	0,62	4,05	0,89	2,6	0,37	2,41
ANDARD SO	3,05	0,51	3,05	0,62	1,93	0,29	1,83

ELEMENT	Lu	Y/Nb
SAMPLES	ppm	ppm
CQ-672	0,25	7
CQ-673	0,64	
N-1	0,68	
N-70	0,19	
N-79	0,42	2,8
N-239	0,63	
N-350	0,57	
N-305	0,24	
N-344	0,27	10
N-713	0,86	
RE-483	0,73	5,3
RE-488	0,37	6,9
ANDARD SO	0,27	

**Tabela 1.4:** Resultados dos plotes nos diversos diagramas geoquímicos de classificação química e ambiente tectônico utilizando-se elementos maiores, menores, traços e ETR. Amostras por ordem de idade – mais velha no topo da lista.

Amostras	TAS <4	TAS >4	SiO <sub>2</sub> xK <sub>2</sub> O	R1R2	Zr/TiO <sub>2</sub> xNb/Y
N-344	(picro)bas	bas	bas/Low K	toleíto	basalto subalc
N-1		riolito		riolito	riodacito/dacito
Cq-672		bas/andesibas	idem/High K	gabronoritc	andesito/basalto
N-239		riolito		riolito	riolito
N-350		riolito		riolito	riolito
N-70	komatiíto	picrito		toleíto	basalto subalc
RE-488	bas	bas	bas/Médio K	toleíto	andesito/basalto
Cq-673	bas	bas	bas/Médio K	alc basalto	basalto subalc
N-79	bas	bas	bas/Médio K	ol basalto	basalto subalc
RE-483	bas	bas	bas/Médio K	ol basalto	andesito/basalto
N-713	basanita/tefrito	basanita/tefrito	bas/High K	ol basalto	andesito/basalto
N-305		riolito		riolito	riolito
Amostras	SiO <sub>2</sub> xZr/TiO <sub>2</sub>	AlcxSub	AFM	Miyashiro	Jensen
N-344	basalto subalc	subalc		TH/CA	IAT
N-1	riodacito/dacito	subalc	calc-alc	TH	TR
Cq-672	basalto subalc	subalc	calc-alc	TH/CA	HMT
N-239	riodacito/dacito	subalc	calc-alc		TR
N-350	riodacito/dacito	subalc	calc-alc		TR
N-70	basalto subalc	subalc	toleítico		BK/PK
RE-488	andesito/basalto alc	subalc	toleítico	TH	HMT/HFT
Cq-673	basalto subalc	subalc	toleítico	TH	HMT
N-79	basalto subalc	subalc	toleítico		
RE-483	andesito/basalto alc	subalc	toleítico	TH	HFT
N-713	andesito/basalto alc	alc			BK
N-305	riodacito/dacito	subalc	calc-alc	CA	CR
Amostras	TiO <sub>2</sub> x10MnOx10P2O <sub>5</sub>	ThxHf/3xTa	ΓhxHf/3xNb/1κZr/117xNb	Ba x La	
N-344	IAT			VA	N-MORB
N-1		VA	VA	VA	
Cq-672	IAT	VA	VA	VA	and orog Médio K
N-239		VA	VA	VA	
N-350		VA	VA	VA	
N-70		E-MORB/WPBT	VA	VA	N-MORB
RE-488	IAT		VA	VA	E-MORB
Cq-673	MORB	N-MORB	VA	VA	E-MORB
N-79	MORB	E-MORB/WPBT	VA	VA	E-MORB
RE-483	MORB	VA	VA	VA	and orog/E_MORB
N-713		VA	VA	VA	and orog Alto K
N-305		VA	VA	VA	

**Tabela 1.5:** Diagramas geoquímicos para discriminação do ambiente tectônico utilizando-se elementos menores e traços. Amostras por ordem de idade – mais velha no topo da lista.

Amostras	Th x La	Nb x La	Nb-Zr-Y	Ti x Zr	Ti-Zr-Y
N-344 N-1	N-MORB	N-MORB/and orog	N-MORB	CAB/LKT	LKT
Cq-672 N-239 N-350	E-MORB	and orog médio K	N-MORB	CAB/LKT	OFB/LKT
N-70	N-MORB	and orog low K	N-MORB	CAB/LKT	LKT
RE-488	E-MORB/and orog	N-MORB	N-MORB	OFB/LKT	OFB
Cq-673	N-MORB	E-MORB/N-MORB			OFB
N-79	E-MORB	N-MORB	WPBT/VAB	OFB	WPB
RE-483	E-MORB	N-MORB	N-MORB	OFB	OFB
N-713 N-305	and orog Alto K	N-MORB			OFB

Amostras	TixZrxSr	Zr/ylxZr
N-344 N-1	IAB	IAB
Cq-672 N-239 N-350	CAB	IAB/MORB
N-70	OFB	IAB
RE-488	OFB	IAB/MORB
Cq-673	OFB	MORB
N-79	IAB	WPB/OI
RE-483	OFB	MORB
N-713 N-305	OFB	MORB

**Tabela 1.6** : Resultados dos plotes das amostras das rochas félsicas. Amostras por ordem de idade – mais velha no topo da lista.

Amostras	P x Q	SiO <sub>2</sub> xAlc	SiO <sub>2</sub> xAlc	R1R2
N-1	granito/adamelito	tonalito	granito	sin-tardi orog
N-239	granito	tonalito	granito	sin-tardi orog
N-350	granito	tonalito	granito	sin-tardi orog
N-305	granito	tonalito	granito	sin-tardi orog

Amostras	K <sub>2</sub> OxSiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> xSiO <sub>2</sub>	FeOt/FeOt+MgOxSiO <sub>2</sub>	FeOtxMgO
N-1	IAG+CAG+CCG+RRG+CEIUG+POG	POG(RRG+CEUG)	RRG+CEUG+POG	IAG+CAG+CCG
N-239	IAG+CAG+CCG+RRG+CEIUG+POG	POG(RRG+CEUG)	RRG+CEUG+POG	IAG+CAG+CCG
N-350	IAG+CAG+CCG+RRG+CEIUG+POG	POG(RRG+CEUG)	RRG+CEUG+POG	IAG+CAG+CCG
N-305	IAG+CAG+CCG+RRG+CEIUG+POG	POG(RRG+CEUG)	RRG+CEUG+POG	IAG+CAG+CCG

Amostras	Rb x (Y+Nb)	Nb x Y	índice de Shand
N-1	WPG	WPG	metaluminoso
N-239	WPG	WPG	metaluminoso
N-350	WPG	WPG	metaluminoso
N-305	VAG	VAG+sin-col	peraluminoso

IAG – granitos de arcos de ilha

CAG – granitos cálcio-alcalinos

CCG – granitos de crosta continental

RRG – granitos de rifts

CEIUS –

POG – granitos pós-orogênicos



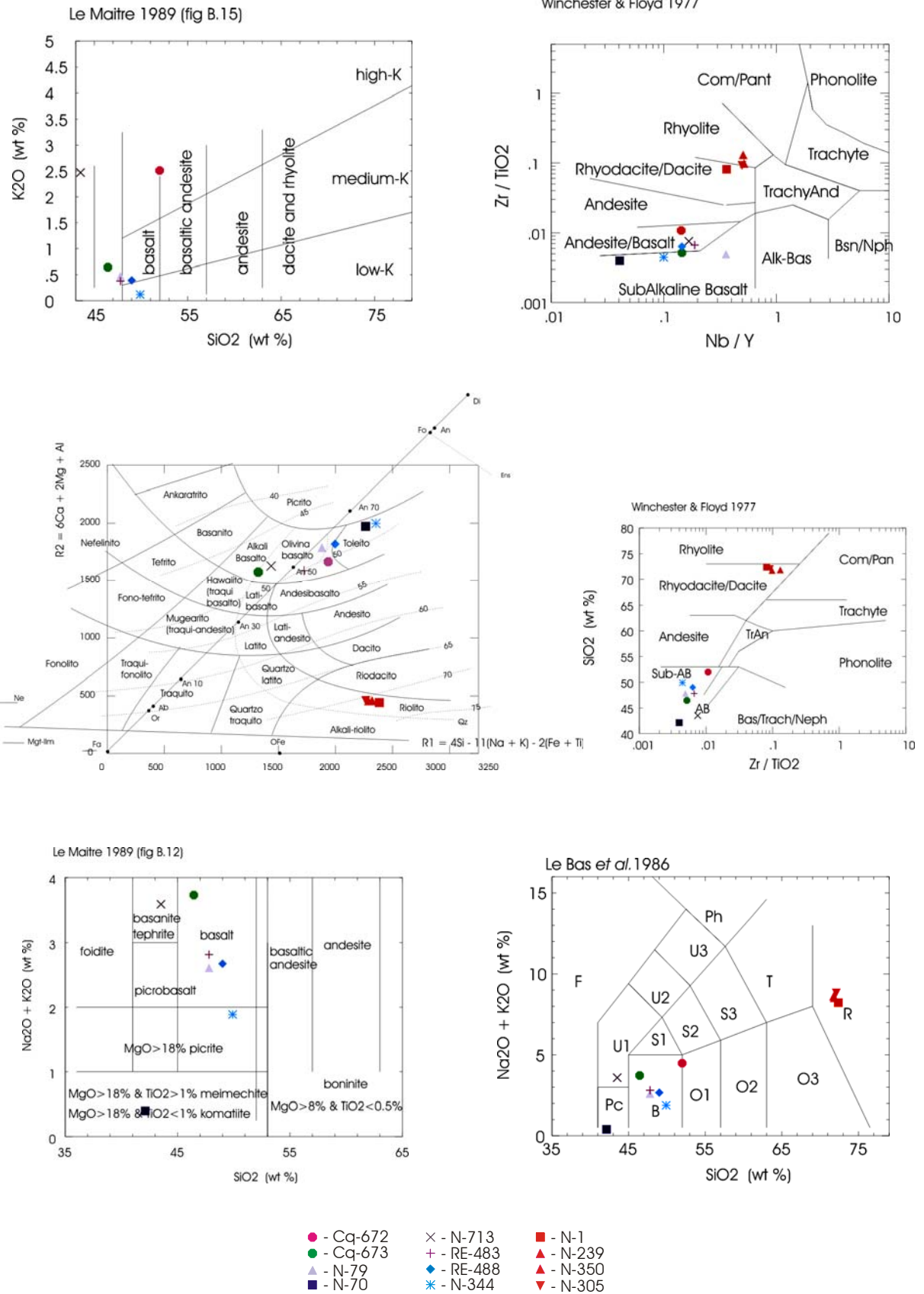
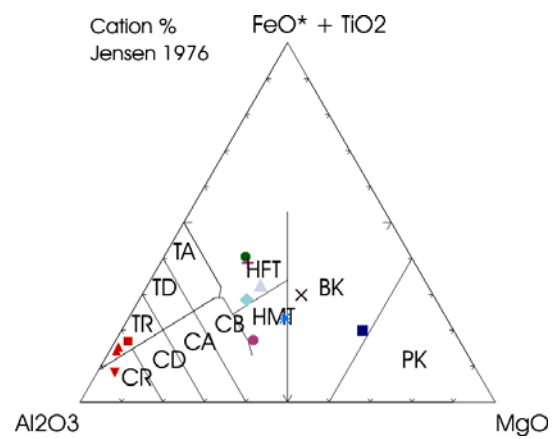
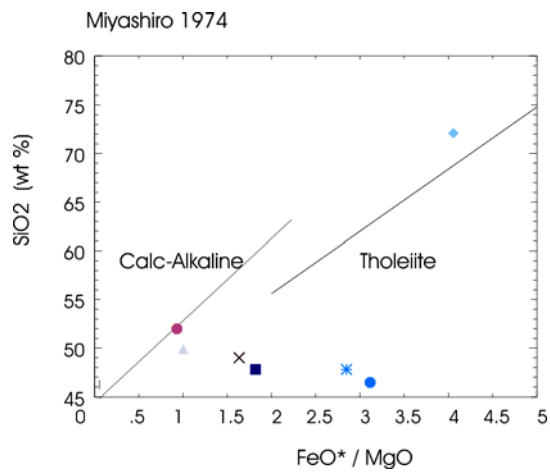
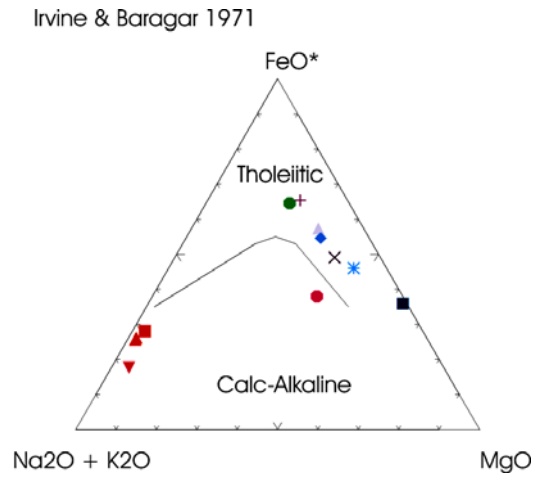
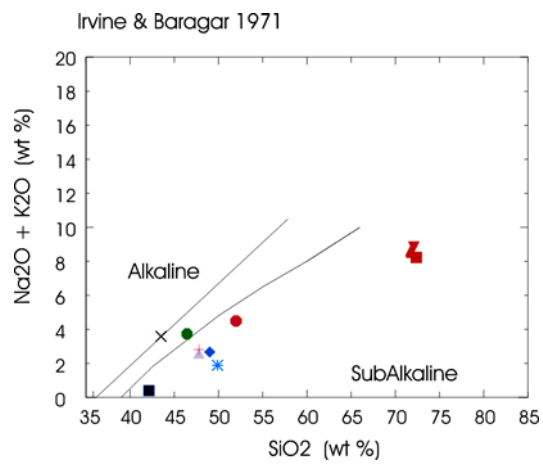
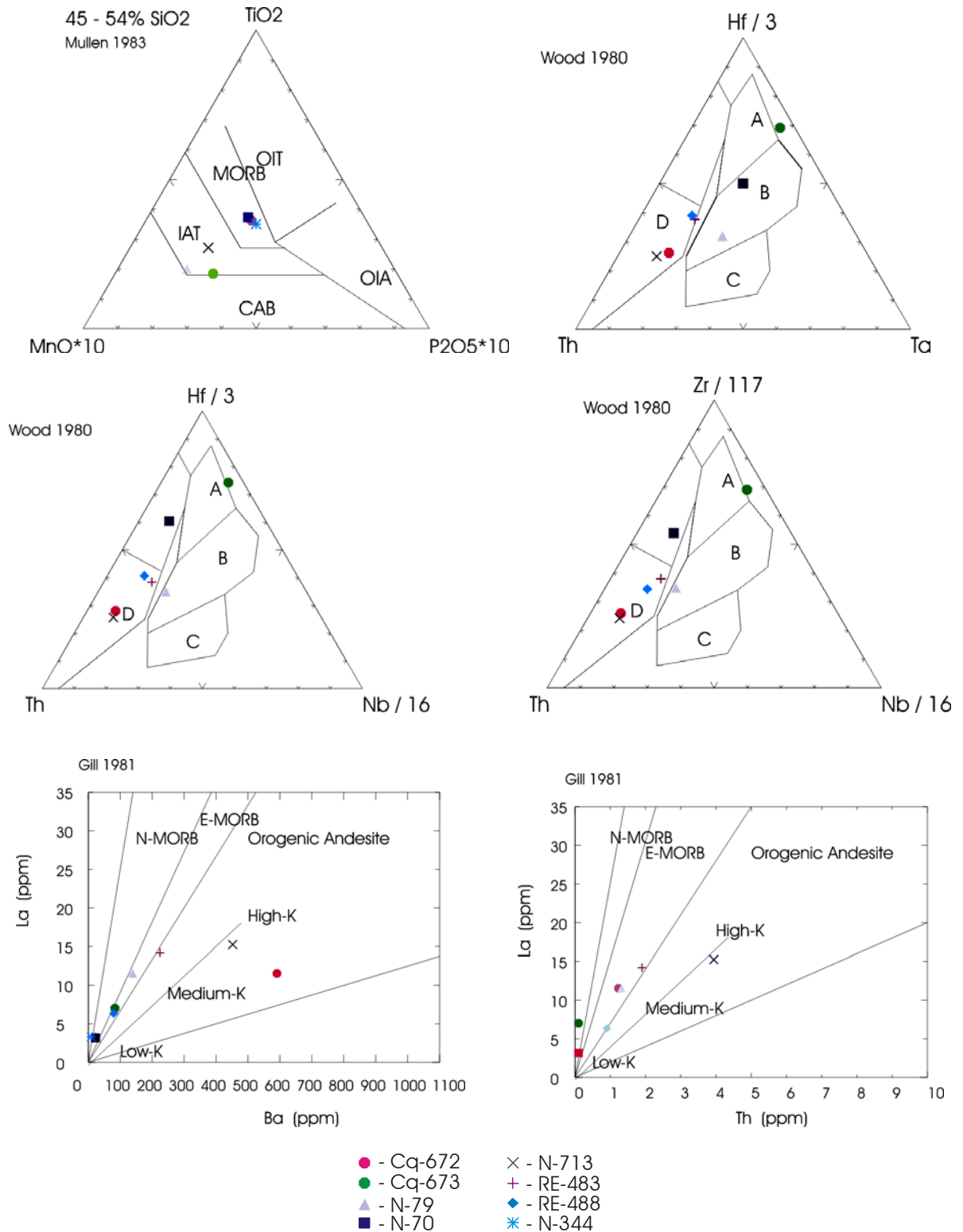


Figura 1.1: Diagramas geoquímicos de classificação química envolvendo elementos maiores e traços.

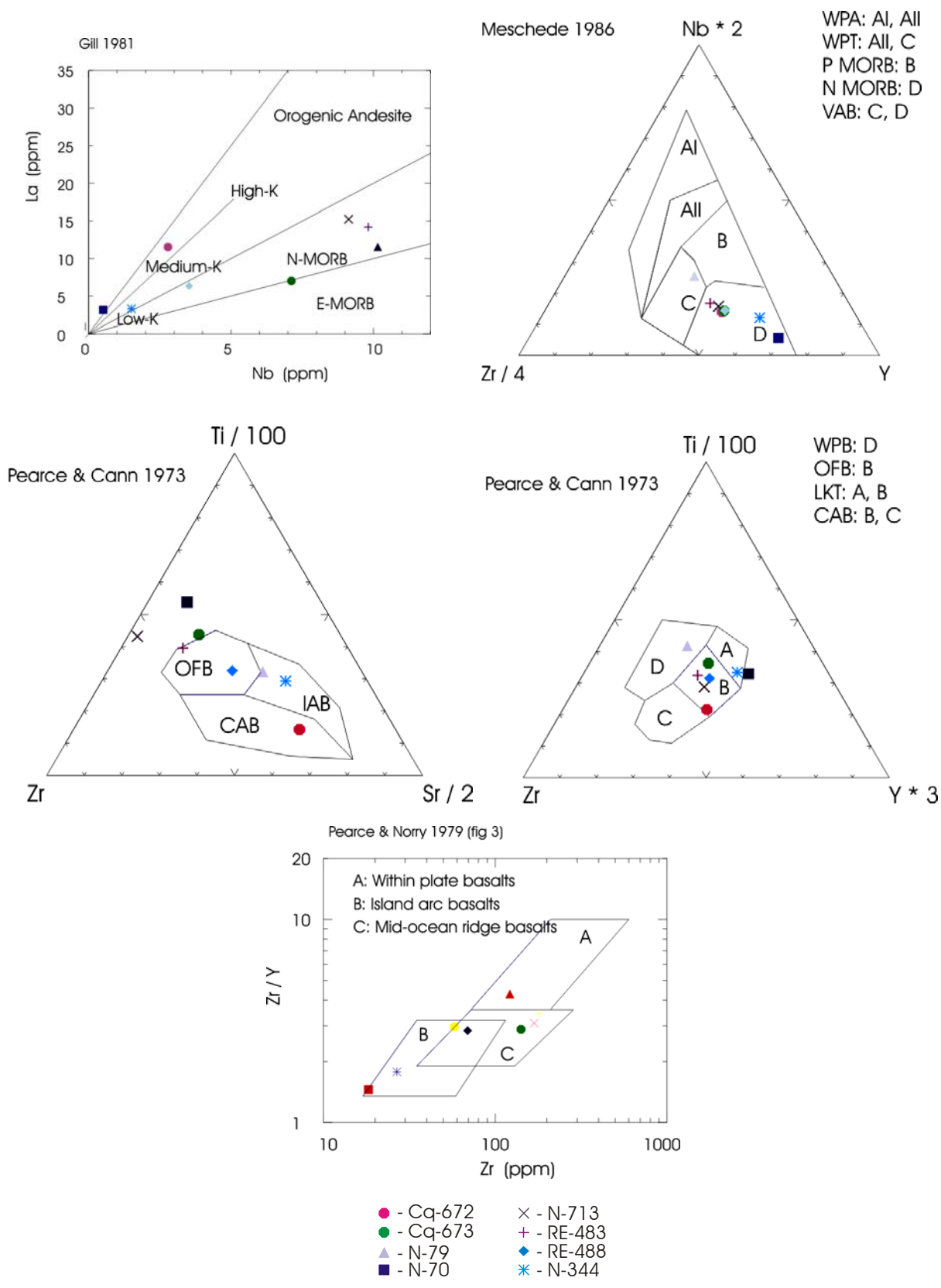


- |            |            |           |
|------------|------------|-----------|
| ● - Cq-672 | × - N-713  | ■ - N-1   |
| ● - Cq-673 | + - RE-483 | ▲ - N-239 |
| ▲ - N-79   | ◆ - RE-488 | ▲ - N-350 |
| ■ - N-70   | * - N-344  | ▼ - N-305 |

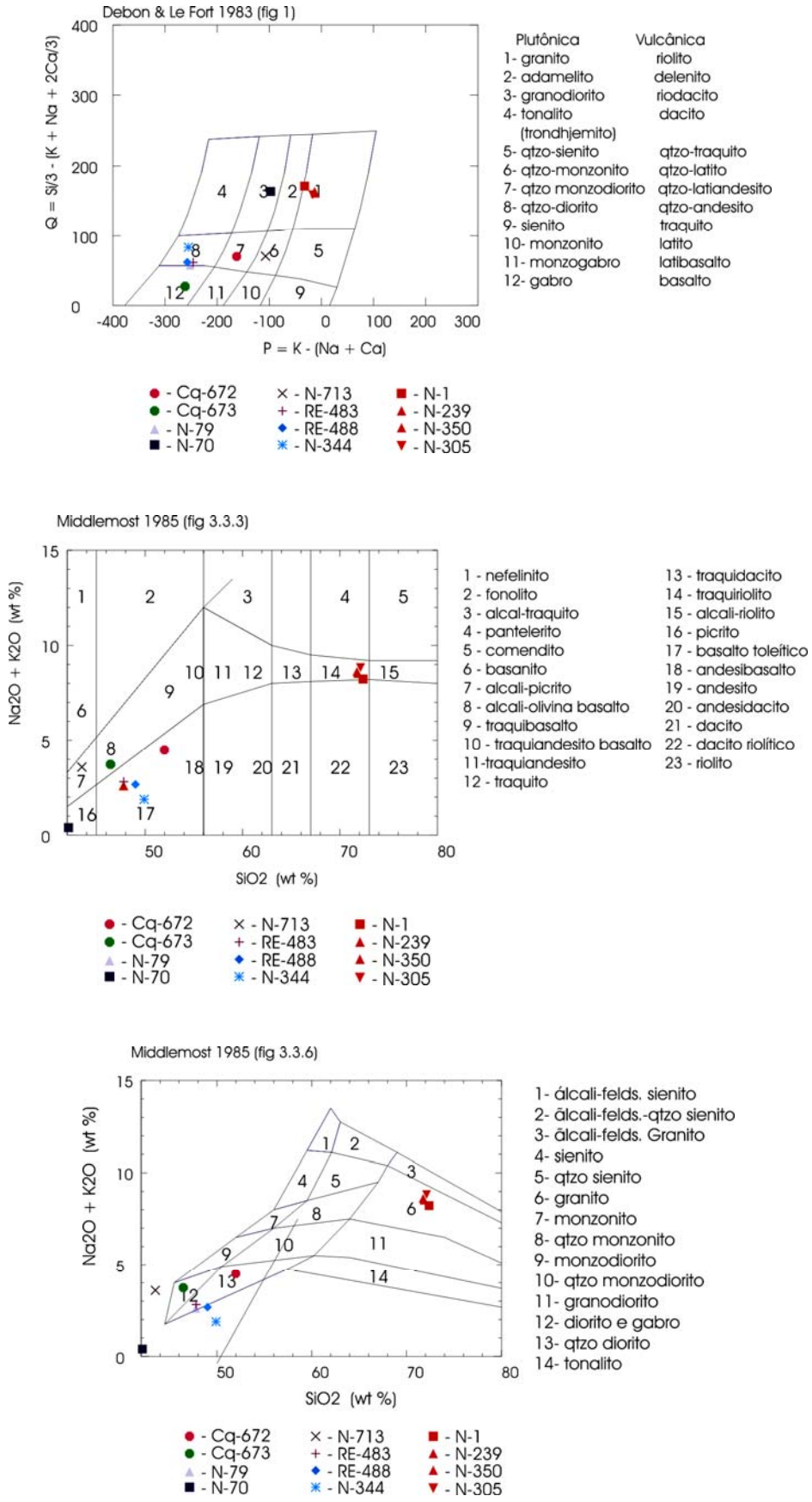
Figura 1.2: Diagramas geoquímicos de distinção de assinaturas alcalina/subalcalina e cálcio-alcalina/toleítica.



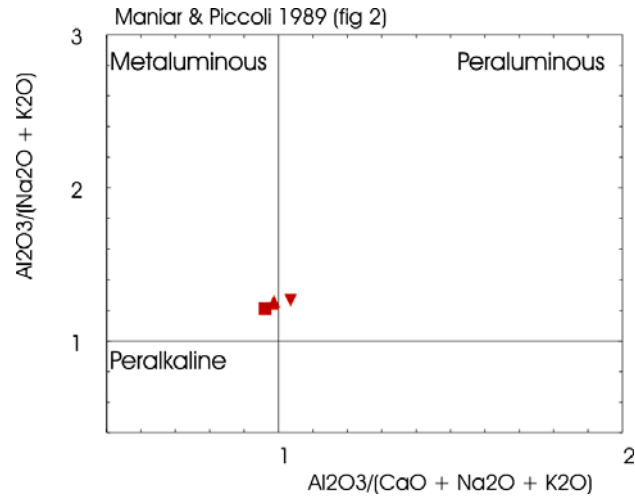
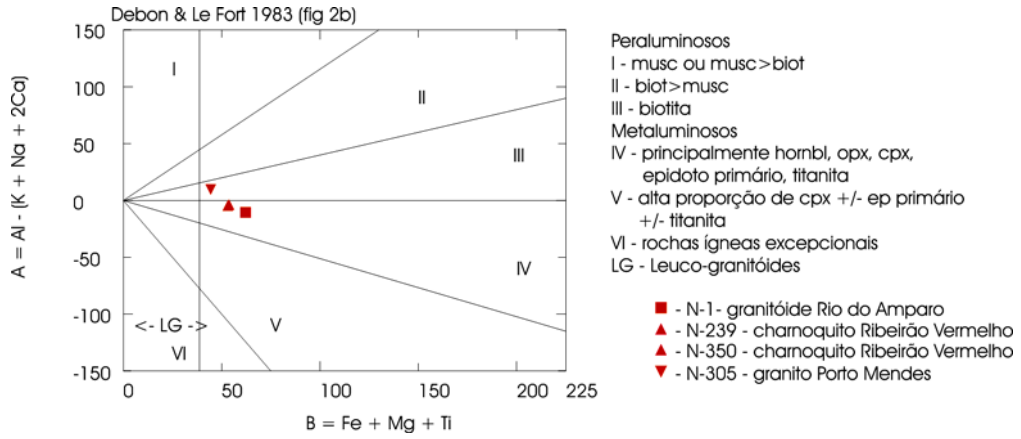
**Figura 1.3:** Diagramas geoquímicos discriminativos de ambientes tectônicos. A – N-MORB; B – E-MORB; C – basaltos intraplaca (WPB); D – basaltos de arco vulcânico (VAB); OIT – basaltos toleíticos de ilhas oceânicas; OIA – basaltos alcalinos de ilhas oceânicas; CAB – basaltos cálcio-alcalinos de arcos magmáticos.



**Figura 1.3** (cont.) - Diagramas geoquímicos discriminativos de ambientes tectônicos. WPA – basaltos alcalinos intraplaca; WPT – basaltos toleíticos intraplaca; WPB – basaltos intraplaca VAB – basaltos de arco vulcânico; OFB – basaltos de assoalho oceânico; LKT – basaltos de baixo K; CAB – basaltos cálcio-alcalinos de arco magmático.



**Figura 1.4:** Diagramas geoquímicos de classificação química para as rochas graníticas (N-1, N-239, N-350 e N-305), principalmente.



**Figura 1.5:** Diagramas de distinção entre granitóides metaluminosos x peraluminosos x peralcalinos.

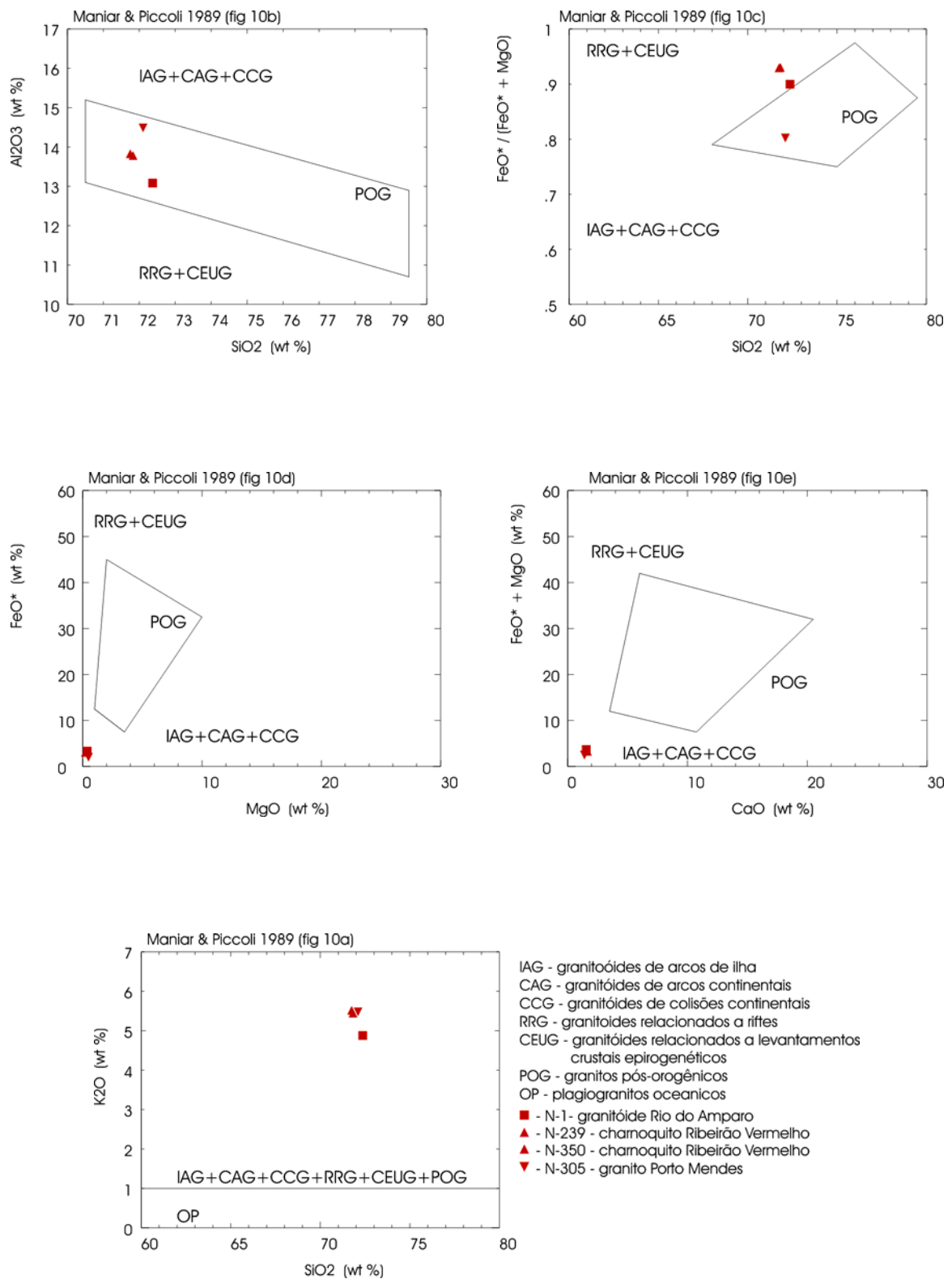


Figura 1.6: Diagramas geoquímicos de ambientes tectônicos para granitóides.

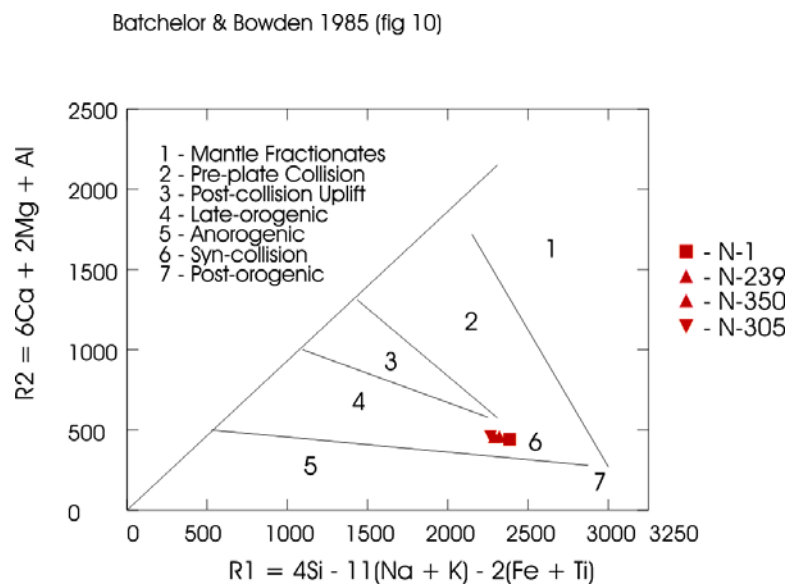
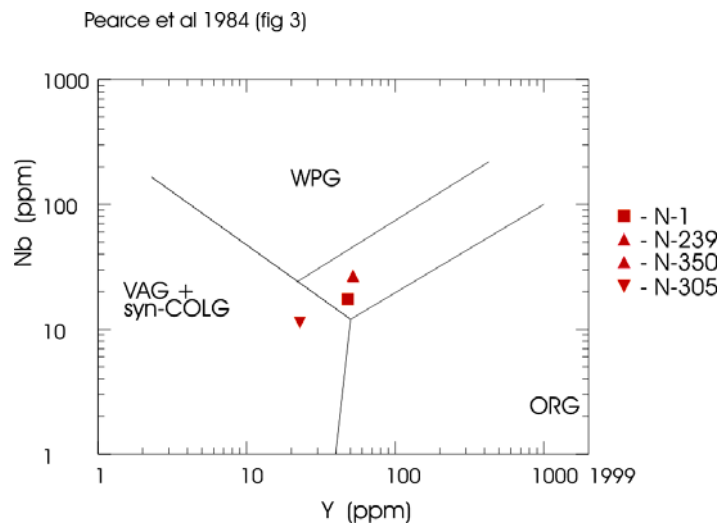
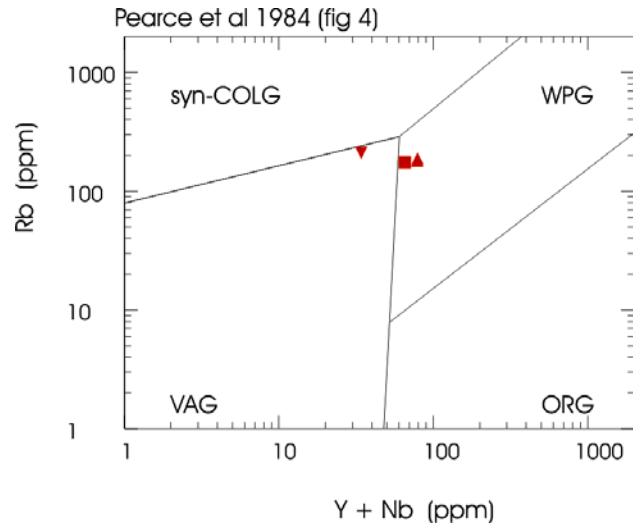


Figura 1.6 (cont.) – Diagramas geoquímicos de ambientes tectônicos para granitóides.



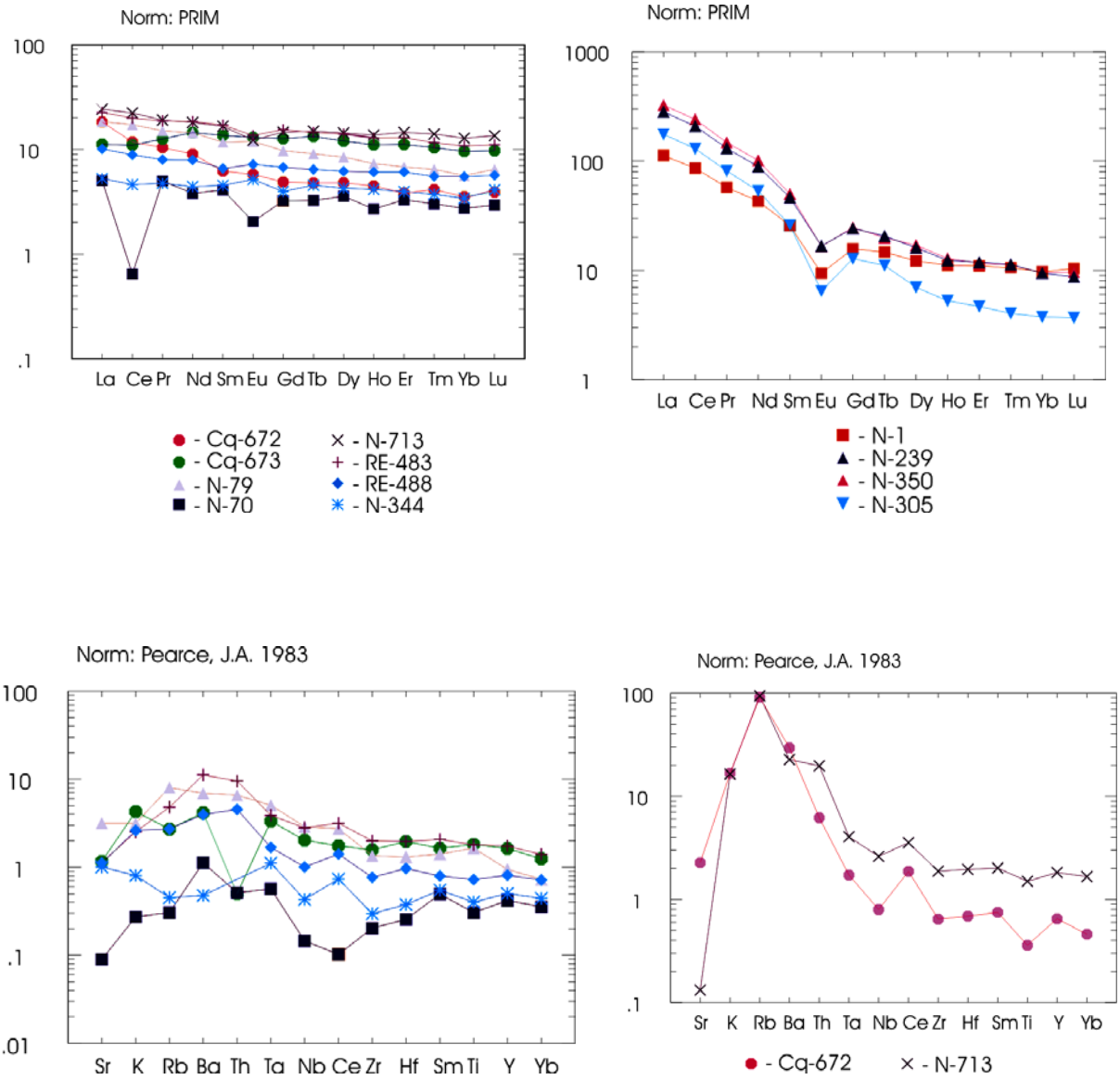


Figura 1.6: Aranhogramas de distinção de ambiente tectônico de Pearce, J.A. (1983) e diagramas de ETR.

## APÊNDICE II

---

### RESULTADOS DE IDADES U-Pb E Sm-Nd TDM OBTIDOS EM ROCHAS DO EMBASAMENTO DA FOLHA NEPOMUCENO

Foram obtidos de algumas rochas do embasamento da Folha Nepomuceno 9 valores de idades modelo Sm-Nd TDM rocha total e 2 valores de idades U-Pb em zircões. Os resultados estão dispostos nas tabelas e figuras a seguir. As análises foram realizadas pelo Laboratório de Geologia Isotópica da UFRGS utilizando-se LAM-ICPMS-MC.

A amostra N-1 é o granitóide porfíritico Rio do Amparo, aquele das figuras 15, 20 e 21. As amostras N-239 e N-350 são amostras de diferentes locais do mesmo corpo ígneo de granitóide porfíritico interpretado na literatura como charnoquito Ribeirão Vermelho (Figuras 11, 19 e 22). A amostra N-344 é um anfibolito proveniente da mesma área, no vale do Retiro dos Pimentas (Figura 11), Perdões, interpretada como pertencente a unidade Seqüência Acamadada Ribeirão dos Motas (Carneiro *et al.* 2006). A amostra N-10 é de um dique do granito Porto Mendes intrusivo no granitóide Rio do Amparo (Figura 26). A amostra N-713 é um anfibolito cloritizado que corta o granitóide Rio do Amparo como observado na figura 25. A amostra Cq-672 é um anfibolito encaixado dentro do granito Porto Mendes, não sendo possível determinar no campo se é um dique ou um enclave. A amostra Cq-673 é de um anfibolito que supostamente corta tanto o granitóide Rio do Amparo como o granito Porto Mendes. As amostras N-79 e RE-483 são de gabros com ripas de feldspatos bem definidos, hornblenda e piroxênios; as demais rochas máficas são anfibolitos com cristais de feldspatos inequigranulares e algo poligonizados, além de hornblenda e escassos piroxênios.

**Tabela 2.1:** Sumário das idades U-Pb em zircões do granito Porto Mendes no ponto N-10 (Fig. 26).

Spot number	Concordia 1			
	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$\pm$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$\pm$
Zr-060-D-IV-01 a	13,27769	1,68	0,51856	1,21
Zr-060-D-IV-01 b	13,94069	3,14	0,55457	1,51
Zr-060-D-IV-03	13,36873	2,08	0,51875	1,59
Zr-060-D-IV-04	14,04383	1,55	0,54688	1,05
Zr-060-D-IV-05 a	12,19514	1,83	0,48146	1,69
Zr-060-D-IV-06	13,81376	1,78	0,53740	1,33
Zr-060-D-IV-09	12,35030	3,93	0,47234	1,91
Zr-060-D-IV-14	23,64646	1,93	0,61095	1,15

Zr-060-D-IV-05 b	3,01307	78,74	0,20680	0,54
Zr-060-E-V-02	5,53310	1,77	0,35249	1,15
Zr-060-E-V-03	4,90882	1,97	0,29424	1,27
Zr-060-E-V-04	0,55263	15,67	0,07685	3,33
Zr-060-E-V-05	6,24393	1,82	0,37050	1,43
Zr-060-E-V-06	5,75310	2,36	0,34755	1,67
Zr-060-E-V-07	5,48790	2,30	0,32968	1,51
Zr-060-E-V-08	5,34593	2,22	0,31851	1,74
Zr-060-E-V-09	5,92512	2,12	0,35554	1,77
Zr-060-E-V-11	5,10200	1,97	0,30812	1,34
Zr-060-E-V-11b	3,35601	3,96	0,21598	0,50

**Yellow = error too large**

**Tabela 2.1** (cont.) – Sumário das idades U-Pb em zircões do granito Porto Mendes no ponto N-10 (Fig. 26).

Spot number	Concordia 2				Rho 2
	$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	$\pm$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$\pm$	
Zr-060-D-IV-01 a	1,92843	1,21	0,18571	1,16	1,04
Zr-060-D-IV-01 b	1,80319	1,51	0,18232	2,76	0,55
Zr-060-D-IV-03	1,92770	1,59	0,18691	1,33	1,20
Zr-060-D-IV-04	1,82857	1,05	0,18625	1,14	0,92
Zr-060-D-IV-05 a	2,07701	1,69	0,18371	0,70	2,42
Zr-060-D-IV-06	1,86083	1,33	0,18643	1,19	1,11
Zr-060-D-IV-09	2,11710	1,91	0,18963	3,44	0,55
Zr-060-D-IV-14	1,63681	1,15	0,28071	1,55	0,74

Zr-060-D-IV-05 b	4,83550	0,54	0,10567	78,74	0,01
Zr-060-E-V-02	2,83693	1,15	0,11385	1,34	0,86
Zr-060-E-V-03	3,39856	1,27	0,12100	1,50	0,85
Zr-060-E-V-04	13,01206	3,33	0,05215	15,31	0,22
Zr-060-E-V-05	2,69902	1,43	0,12223	1,13	1,27
Zr-060-E-V-06	2,87732	1,67	0,12006	1,66	1,01
Zr-060-E-V-07	3,03325	1,51	0,12073	1,74	0,87
Zr-060-E-V-08	3,13961	1,74	0,12173	1,38	1,26
Zr-060-E-V-09	2,81262	1,77	0,12087	1,16	1,53
Zr-060-E-V-11	3,24553	1,34	0,12010	1,44	0,93
Zr-060-E-V-11b	4,62999	0,50	0,11269	3,92	0,13

Tabela 2.1 (cont.) – Sumário das idades U-Pb em zircões do granito Porto Mendes no ponto N-10 (Fig. 26).

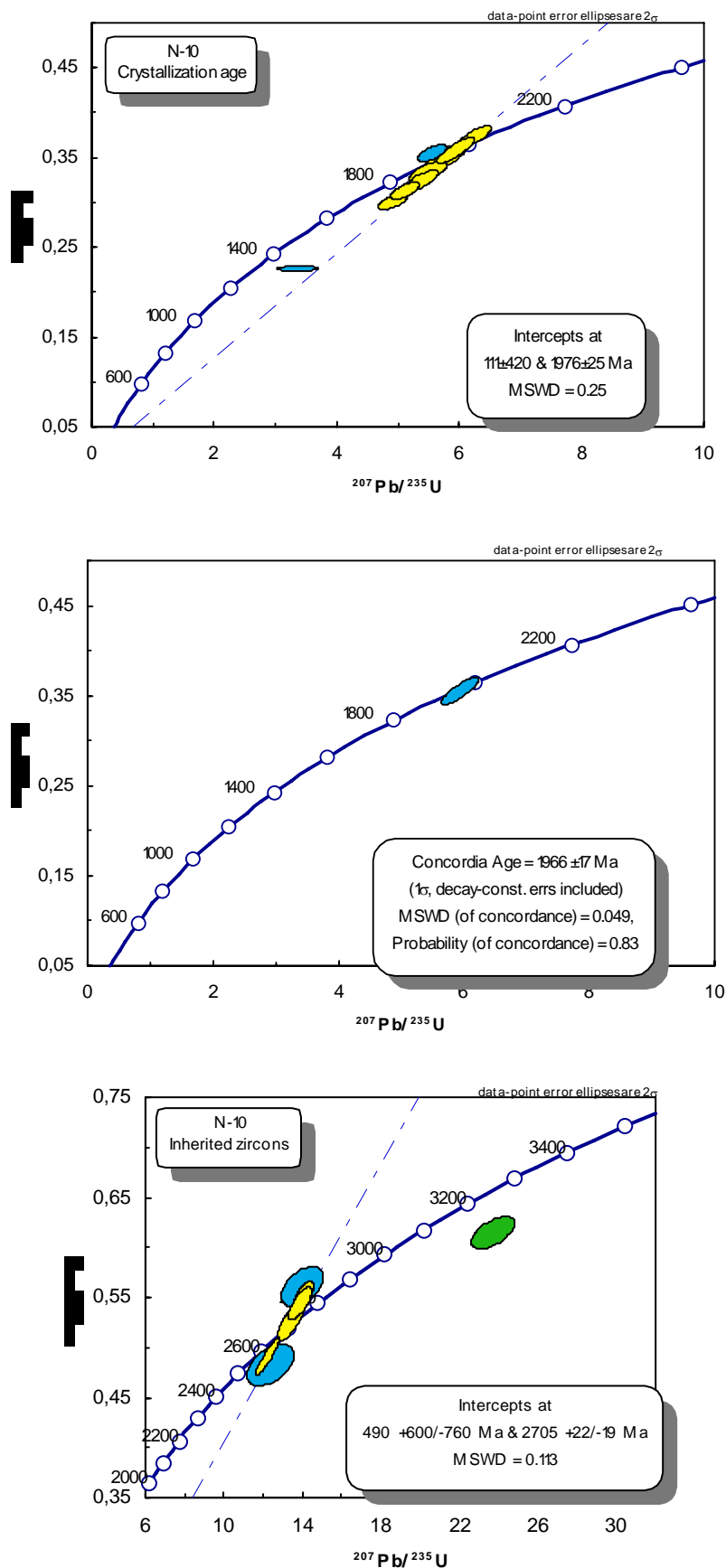
Spot number	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		Age (Ma)		$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	
		error	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	error		error
Zr-060-D-IV-01 a	2693	33	2700	45	2705	31
Zr-060-D-IV-01 b	2844	43	2746	86	2674	74
Zr-060-D-IV-03	2694	43	2706	56	2715	36
Zr-060-D-IV-04	2812	29	2753	43	2709	31
Zr-060-D-IV-05 a	2534	43	2620	48	2687	19
Zr-060-D-IV-06	2773	37	2737	49	2711	32
Zr-060-D-IV-09	2494	48	2631	104	2739	94
Zr-060-D-IV-14	3074	35	3254	63	3367	52

Zr-060-D-IV-05 b	4212	7	4414	4114	4726	4359
Zr-060-E-V-02	1946	22	1906	34	1862	25
Zr-060-E-V-03	1663	21	1804	35	1971	30
Zr-060-E-V-04	477	46	447	70	292	45
Zr-060-E-V-05	2032	29	2011	37	1989	22
Zr-060-E-V-06	1923	32	1939	46	1957	33
Zr-060-E-V-07	1837	28	1899	44	1967	34
Zr-060-E-V-08	1782	31	1876	42	1982	27
Zr-060-E-V-09	1961	35	1965	42	1969	23
Zr-060-E-V-11	1731	23	1836	36	1958	28
Zr-060-E-V-11b	1261	6	1494	59	1843	72

**Tabela 2.1** (cont.) – Sumário das idades U-Pb em zircões do granito Porto Mendes no ponto N-10 (Fig. 26).

Spot number	Th/U	% Disc.	f206
Zr-060-D-IV-01 a	0,62	0	0,0006
Zr-060-D-IV-01 b	0,27	-6	0,0089
Zr-060-D-IV-03	0,42	1	0,0007
Zr-060-D-IV-04	0,55	-4	0,0001
Zr-060-D-IV-05 a	0,53	6	0,0001
Zr-060-D-IV-06	0,44	-2	0,0008
Zr-060-D-IV-09	0,12	9	0,0007
Zr-060-D-IV-14	0,60	9	0,0007

Zr-060-D-IV-05-b	0,21	30	0,2237
Zr-060-E-V-02	0,16	-5	0,0010
Zr-060-E-V-03	0,61	16	0,0006
Zr-060-E-V-04	1,45	-63	0,0043
Zr-060-E-V-05	1,12	-2	0,0002
Zr-060-E-V-06	0,88	2	0,0005
Zr-060-E-V-07	0,84	7	0,0011
Zr-060-E-V-08	2,10	10	0,0006
Zr-060-E-V-09	1,10	0	0,0003
Zr-060-E-V-11	1,54	12	0,0016
Zr-060-E-V-11b	0,83	32	0,0013



**Figura 2.1:** Diagramas concórdia U-Pb de zircões do granito Porto Mendes. Ponto N-10, Figura 26, onde o granito corta granitóide porfirítico da unidade Rio do Amparo.

**Tabela 2.2:** Sumário da idades U-Pb em zircões da amostra N-239 (charnoquito Ribeirão Vermelho).

Spot number	Concordia 1				
	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$\pm$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$\pm$	Rho 1
Zr-060-F-VI-01	12,92659	1,68	0,49962	1,44	0,86
Zr-060-F-VI-02	13,43404	1,65	0,52183	1,25	0,76
Zr-060-F-VI-03	13,61009	1,36	0,52401	0,78	0,58
Zr-060-F-VI-05	12,42348	2,06	0,47927	1,34	0,65
Zr-060-F-VI-06	13,89334	1,64	0,53599	1,26	0,77
Zr-060-F-VI-10	12,38564	2,19	0,47546	1,68	0,77
Zr-060-F-VI-11	13,92971	2,35	0,53556	1,89	0,81
Zr-060-G-VII-01	13,26151	1,12	0,51143	0,78	0,70
Zr-060-G-VII-02	12,88751	1,57	0,50079	1,26	0,80
Zr-060-G-VII-03	13,36936	1,74	0,51574	1,53	0,88
Zr-060-G-VII-05	14,02580	1,76	0,54427	1,40	0,79
Zr-060-G-VII-07	13,34954	1,36	0,51253	1,07	0,79
Zr-060-G-VII-09	14,17651	1,73	0,54279	1,25	0,73
Zr-060-G-VII-10	13,47144	1,01	0,51969	0,77	0,76
Zr-060-G-VII-11	13,53647	1,47	0,52448	1,14	0,77
Zr-060-G-VII-12	13,97540	1,09	0,53700	0,87	0,80

**Yellow = error too large**

**Tabela 2.2 (cont.)** – Sumário da idades U-Pb em zircões da amostra N-239 (charnoquito Ribeirão Vermelho).

Spot number	Concordia 2				
	$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	$\pm$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$\pm$	Rho 2
Zr-060-F-VI-01	2,00151	1,44	0,18765	0,87	1,65
Zr-060-F-VI-02	1,91633	1,25	0,18671	1,08	1,16
Zr-060-F-VI-03	1,90835	0,78	0,18837	1,11	0,71
Zr-060-F-VI-05	2,08649	1,34	0,18800	1,56	0,86
Zr-060-F-VI-06	1,86570	1,26	0,18800	1,06	1,19
Zr-060-F-VI-10	2,10322	1,68	0,18893	1,41	1,19
Zr-060-F-VI-11	1,86719	1,89	0,18864	1,39	1,36
Zr-060-G-VII-01	1,95531	0,78	0,18806	0,80	0,98
Zr-060-G-VII-02	1,99685	1,26	0,18664	0,94	1,34
Zr-060-G-VII-03	1,93898	1,53	0,18801	0,83	1,84
Zr-060-G-VII-05	1,83733	1,40	0,18690	1,07	1,30
Zr-060-G-VII-07	1,95111	1,07	0,18891	0,84	1,27
Zr-060-G-VII-09	1,84234	1,25	0,18943	1,19	1,06
Zr-060-G-VII-10	1,92422	0,77	0,18800	0,66	1,17
Zr-060-G-VII-11	1,90664	1,14	0,18719	0,93	1,22
Zr-060-G-VII-12	1,86221	0,87	0,18875	0,66	1,32

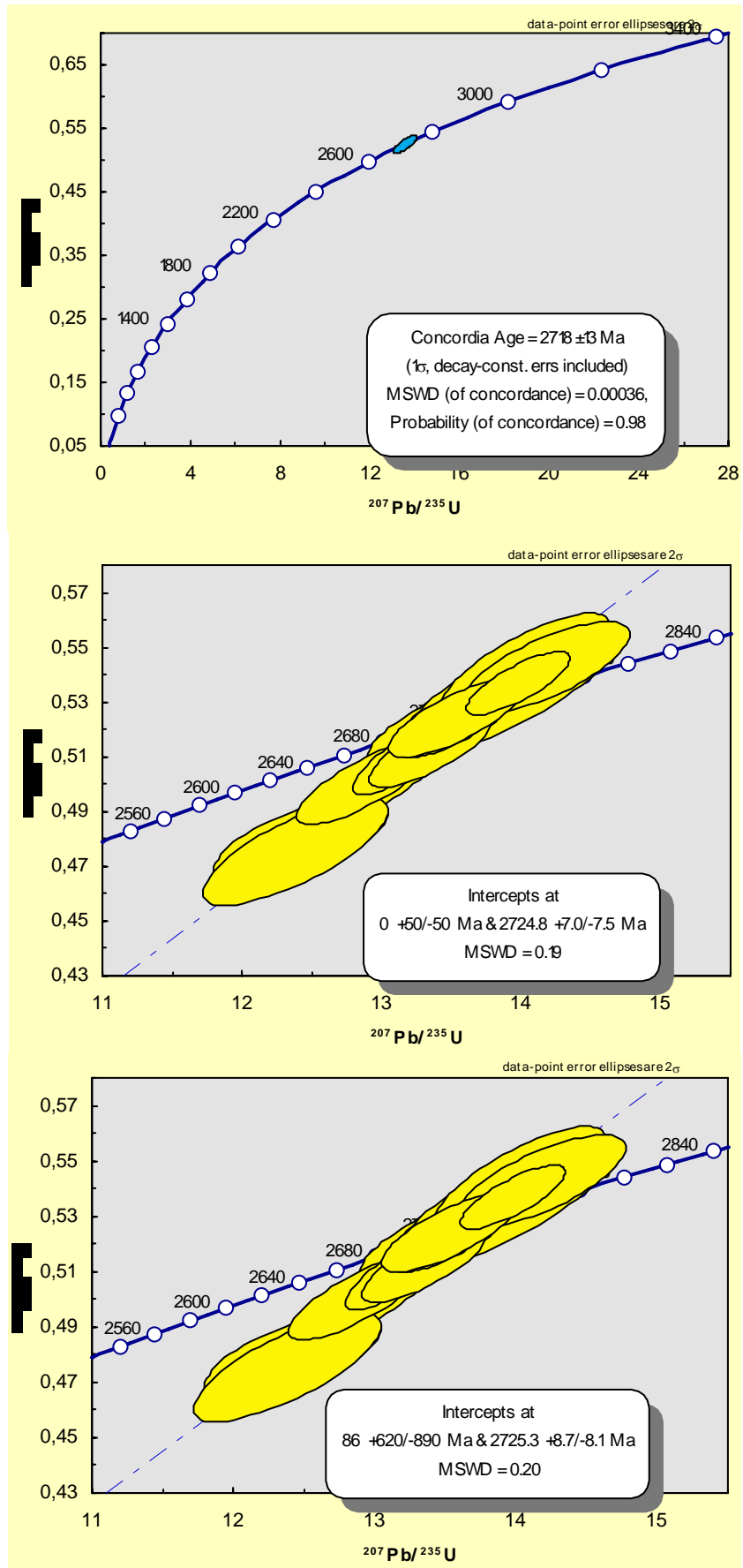


**Tabela 2.2** (cont.) – Sumário da idades U-Pb em zircões da amostra N-239 (charnoquito Ribeirão Vermelho).

Spot number	Age (Ma)		Age (Ma)		Age (Ma)	
	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	error	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	error	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	error
Zr-060-F-VI-01	2612	38	2674	45	2722	24
Zr-060-F-VI-02	2707	34	2711	45	2713	29
Zr-060-F-VI-03	2716	21	2723	37	2728	30
Zr-060-F-VI-05	2524	34	2637	54	2725	42
Zr-060-F-VI-06	2767	35	2742	45	2725	29
Zr-060-F-VI-10	2507	42	2634	58	2733	38
Zr-060-F-VI-11	2765	52	2745	64	2730	38
Zr-060-G-VII-01	2663	21	2698	30	2725	22
Zr-060-G-VII-02	2617	33	2671	42	2713	25
Zr-060-G-VII-03	2681	41	2706	47	2725	23
Zr-060-G-VII-05	2801	39	2751	48	2715	29
Zr-060-G-VII-07	2667	29	2705	37	2733	23
Zr-060-G-VII-09	2795	35	2762	48	2737	33
Zr-060-G-VII-10	2698	21	2713	28	2725	18
Zr-060-G-VII-11	2718	31	2718	40	2718	25
Zr-060-G-VII-12	2771	24	2748	30	2731	18

**Tabela 2.2** (cont.) – Sumário da idades U-Pb em zircões da amostra N-239 (charnoquito Ribeirão Vermelho).

Spot number	Th/U	% Disc.	f206
Zr-060-F-VI-01	0,53	4	0,0009
Zr-060-F-VI-02	0,52	0	0,0002
Zr-060-F-VI-03	0,52	0	0,0003
Zr-060-F-VI-05	0,49	7	0,0003
Zr-060-F-VI-06	0,54	-2	0,0002
Zr-060-F-VI-10	0,79	8	0,0006
Zr-060-F-VI-11	0,75	-1	0,0001
Zr-060-G-VII-01	0,55	2	0,0007
Zr-060-G-VII-02	0,65	4	0,0003
Zr-060-G-VII-03	0,61	2	0,0001
Zr-060-G-VII-05	0,59	-3	0,0004
Zr-060-G-VII-07	0,56	2	0,0004
Zr-060-G-VII-09	0,71	-2	0,0005
Zr-060-G-VII-10	0,54	1	0,0002
Zr-060-G-VII-11	0,55	0	0,0002
Zr-060-G-VII-12	0,45	-1	0,0001



**Figura 2.2:** Diagrama concórdia U-Pb de zircões do granitóide conhecido como charnoquite Ribeirão Vermelho. Ponto N-239, Folha Nepomuceno 1:50.000.

**Tabela 2.3:** Sumário das idades-modêlo Sm-Nd TDM para rochas máficas e félsicas do embasamento.

Amostra	Sm(ppm)	Nd(ppm)	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	erro (ppm)	Epsilon Nd (0)	Epsilon Nd (t)	T DM	t
<b>N-1</b>	9,2	52,0	0,107023	0,511030	8	-31,4	-0,2	2883	2700
<b>N239</b>	16,6	103,5	0,097232	0,510929	3	-33,3	1,6	2768	2725
<b>N-305</b>									
<b>N-79</b>	4,2	15,7	0,162236	0,512694	22	1,1	3,7	1033	600
<b>RE-488</b>	2,5	8,5	0,180055	0,512601	39	-0,7	0,6	1983	600
<b>N-713</b>									
<b>N-70</b>	1,3	4,7	0,167597	0,512265	63	-7,3	0,6	2584	2100
<b>CQ-673</b>	5,0	15,7	0,192406	0,512777	24	2,7	3,0	1873	600
<b>CQ-672</b>	2,2	10,0	0,135042	0,511599	104	-20,3	1,2	2808	2700
<b>RE-483</b>	6,2	21,2	0,177057	0,512853	15	4,2	5,7	809	600
<b>N344</b>	1,5	5,1	0,179640	0,512382	82	-5,0	0,9	3035	2700

\* Calculated assuming  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  today = 0.512638 with data normalized to  $^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.72190$ .

Epsilon Nd(0) =  $((^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}[\text{sample, now}]/0.512638) - 1) \times 10^4$ .

\*\* End(t) =  $((^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}[\text{sample, 600 Ma}]/^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}[\text{CHUR, 600 Ma}]) - 1) \times 10^4$ .

\*\*\* Calculated following model of DePaolo (1981).