

# CONTRIBUIÇÃO À GEOLOGIA DO SUL DE MINAS GERAIS EDIÇÃO DAS FOLHAS 1: 50.000 ITUMIRIM, ITUTINGA, MADRE DE DEUS, LUMINÁRIAS, MINDURI E ANDRELÂNDIA

F. V. P. Paciullo\*, A. C. Fonseca\*\*, R. R. Andreis\*, A. Ribeiro\*, R. A. Trouw\* e C. M. Wiedemann\*

\*Deptº de Geologia/Igeo-UFRJ

\*\*CNPq/ Deptº de Geologia-Igeo-UFRJ

## RESUMO

Neste trabalho apresentamos o resultado de vários anos de trabalho em mapeamento geológico realizado no sul de Minas Gerais pela equipe do Núcleo de Estudos Pré-Cambrianos. Um estudo detalhado foi realizado objetivando uma melhor caracterização das litologias aflorantes, visando elaborar reconstruções paleoambientais, paleogeográficas e geotectônicas. Foram editadas seis folhas na escala 1:50.000 através do processo de digitalização pelo programa SAGA/UFRJ.

## INTRODUÇÃO

Os principais objetivos deste trabalho foram :

- Mapeamento geológico em escala 1:50.000 das folhas Luminárias, Itumirim, Itutinga, Madre de Deus, Andrelândia e Minduri.
- Levantamentos estratigráficos e paleoambientais, baseados em secções geológicas, perfis estratigráficos detalhados e painéis arquiteturais.
- Análise estrutural de campo acompanhada de estudos micro- tectônicos.
- Análises petrográficas visando tanto composição mineralógica (petrofácies) como estudos de metamorfismo.
- Análises geoquímicas para caracterização de protólitos, devido a sua importância na reconstrução paleoambiental e história metamórfica.
- Datações radiométricas com finalidade de definir periodos de sedimentação, metamorfismo e tectonismo.
- Integração dos dados dos itens anteriores para reconstruções paleoambientais, paleogeográficas e geotectônicas.

A metodologia principal abrangeu os seguintes aspectos :

- Mapeamento geológico com fotos aéreas convencionais, mapas topográficos, imagens de satélite e de radar.

- Elaboração de perfis estratigráficos camada por camada, com reconhecimento de litofácies, composição, estruturas, etc. Serão complementados com painéis arquiteturais visando conhecimento de hierarquia de contatos e geometria dos corpos sedimentares.
- Elaboração de seções estruturais, estereogramas e mapas estruturais. Análise de microestruturas ao microscópio, visando sua relação com metamorfismo.
- Obtenção de análises litogeoquímicas através de Fluorescência, Plasma e Absorção Atômica.
- Análises Rb e Sr com fluorescência de Raios-X para escolha das amostras para datações radiométricas.
- Separação de populações de zircão para datação pelo método U-Pb.

Seis mapas geológicos, na escala 1:50.000, foram editados pelo processo de digitalização pelo programa SAGA/UFRJ. Esses mapas representam o produto final da linha de pesquisa estabelecida no Departamento de Geologia com apoio do PADCT nº 65.91.0304.00 - Consolidação da Infra-estrutura Laboratorial e de Apoio e Desenvolvimento de Pesquisas Multidisciplinares.

## GEOLOGIA

A região considerada situa-se a sul do Cráton do São Francisco (*sensu* Almeida, 1977; Almeida *et al.*, 1977). Compreende um embasamento constituído por gnaisses migmatíticos, faixas tipo “greenstone” e corpos granitóides, sobrepostos discordantemente por duas seqüências metassedimentares Proterozóicas, São Vicente de Minas (SSV) e Andrelândia (SA). Corpos de anfíbolitos e de metaultramafitos aparecem encaixados nestas seqüências e junto com elas foram afetados pelo evento termo-tectônico Brasileiro (Neoproterozóico). O conjunto Proterozóico, denominado de Grupo Andrelândia por Ebert (1956), aparece agora em fácies xisto verde até anfíbolito, dobrado e desmembrado por falhas de empurrão, com vergências para o craton, resultantes de deformação do tipo *thrust-fold belt*. Este termo-tectonismo tem sido atribuído ao evento Brasileiro e as SSV e SA afloram na zona de interferência entre as faixas Brasília e Ribeira.

Diques de diabásio provavelmente Mesozóicos e depósitos sedimentares recentes e atuais, representados principalmente por aluviões, constituem o discreto registro Fanerozóico

## O EMBASAMENTO

### *GNAISSES*

Estão representados por ortognaisses bandados (GNB) e migmatíticos (GNM) constituídos essencialmente por biotita, plagioclásio, quartzo e proporções variadas de hornblenda, gerando transições para anfibolitos. Ocorrem ainda opacos e outros constituintes menores, além de escassa microclina. Análises modais indicam composições tonalíticas predominando sobre granodioríticas.

Nos gnaisses bandados, leitos ricos em biotita e/ou hornblenda e outros quartzo-feldspáticos, definem o aleitamento composicional, de espessura até decimétrica. Anfibolitos e rochas metaultramáficas aparecem associados aos gnaisses, formando tanto enclaves centimétricos como corpos de espessuras até decamétricas.

No contexto geológico do sul de Minas Gerais, os gnaisses foram denominados de Série Mantiqueira (Barbosa, 1954), Grupo Mantiqueira (Pires, 1977; e Trouw *et al.*, 1986), ou ainda Complexo Mantiqueira (Brandalise *et al.*, 1991). Ebert (1971) denominou de Gnaiss Piedade, litofácies semelhantes ao GNB. Também enquadram-se no que, de um modo geral, é denominado na literatura geológica como terrenos de alto grau metamórfico, cinturões granulito-gnáissicos arqueanos (Windley, 1984), domínios ou complexos gnáissico migmatíticos-granulíticos, seqüências Trondjhemito-Tonalito-Granodiorito (TTG) e *gray gneiss* (Barker, 1976).

### *FAIXAS "GREENSTONE"*

São compostas por sucessões supracrustais contendo rochas ultramáficas e máficas de provável origem vulcânica e/ou vulcanoclástica, rochas sedimentares epiclásticas e químicas, além de intrusivas ultramáficas, anfibolíticas e gabro/dioríticas, metamorfisados em fácies xisto verde. Dispõem-se em faixas NE-SW, com mergulhos sub-verticais, limitadas por corpos granitóides.

As sucessões são compostas por interestratificações de metaultramafitos, metabasitos e metassedimentos, que aparecem em camadas decimétricas até métricas, lenticulares ou tabulares (em grande parte devido à deformação tectônica). Os metaultramafitos são predominantes e estão representadas por xistos com variáveis proporções de talco, clorita, serpentina, tremolita e opacos. Os metabasitos contêm plagioclásio epidotizado e hornblenda,

além de minerais do grupo epidoto, tremolita-actinolita e menores proporções de carbonato, titanita e opacos. Tanto as rochas ultramáficas como as máficas são aparentemente maciças. Entre os metassedimentos ocorrem quartzitos finos até muito grossos, com freqüentes interlaminações micáceas, metapelitos sericiticos cinzentos, maciços ou com laminação plana, gonditos maciços ou com laminação difusa, finos até grossos.

Por sua textura média à grossa, espessuras até decamétricas e contatos irregulares, alguns corpos de rochas ultramáficas (hornblenda-piroxenito, piroxenitos, hornblenditos) e anfibolitos podem ser interpretados como intrusivos nas sucessões supracrustais.

Os metagabros/dioritos constituem corpos de espessura aparente máxima de 2 km, na faixa cortada pelo Rio Capivari, e decamétrica na faixa de Itutinga. Estas rochas são compostas essencialmente por hornblenda e plagioclásio (albita-oligoclasio), além de menores proporções de biotita, piroxênio e opacos. Como principais produtos metamórficos ocorrem epidoto, clorita, anfibólio verde-azulado e titanita. Apresentam granulometria original desde fina até muito grossa e em zonas de maior deformação transformam-se em xistos verdes.

Esta associação litológica tem sido denominada de Grupo Barbacena (Trouw *et al.*, 1986) ou "Greenstone Belt" Barbacena (Pires *et al.*, 1978; 1990).

### GRANITÓIDES

Ocupam grande parte do setor norte da área e uma faixa no setor sul. Ocorrem também como diques de espessuras decimétricas a métricas e pequenos corpos intrusivos, tanto nos gnaisses como nas sucessões supracrustais e intrusivas associadas, gerando localmente migmatitos de injeção.

Predominam rochas equigranulares ou porfíricas (feldspatos), com quartzo, plagioclásio e biotita como minerais essenciais. Possuem granulometria média à grossa, são homogêneas e apresentam composições modais predominantemente granodioríticas a tonalíticas. Veios aplíticos e pegmatíticos associados podem ser mais ou menos abundantes.

Em geral, apresentam-se com fraca xistosidade, embora localmente possam estar bastante deformados e xistificados.

## SEQÜÊNCIAS DEPOSICIONAIS PROTEROZÓICAS

As sucessões metassedimentares Proterozóicas que recobrem o embasamento constituem distintas unidades de mapeamento, cujas distribuições e arranjos de suas litofácies registram dois grandes eventos deposicionais separados por discordância (Paciullo *et al.*, 1994), representados pelas seqüências São Vicente de Minas e Andrelândia (Paciullo, em andamento). Estão compartimentados em três domínios tectônicos, um autóctone (domínio I) e dois alóctones (domínios II e III; Ribeiro *et al.*, 1990), que fazem com que a estratigrafia esteja desmembrada. Além disso, as sucessões estão invadidas por magmatismo básico toleítico, representado por inúmeros corpos anfibolíticos (Paciullo, 1992).

## SEQÜÊNCIA DEPOSICIONAL SÃO VICENTE

Biotita gnaisses (provavelmente arenitos feldspáticos), quartzitos (quartzo-arenitos) e xistos (pelitos), constituem as unidades de mapeamento, verticalmente arranjadas em duas associações de litofácies: biotita gnaisses e intercalações de biotita gnaisses, quartzitos e xistos.

### *BIOTITA GNAISSES*

Sobrepõem-se em discordância litológica sobre o embasamento, constituindo a sucessão basal da seqüência, com espessuras aparentes máximas de até 50m. São constituídos essencialmente por quartzo e plagioclásio (oligoclasio até andesina, conforme o grau metamórfico), além de menores proporções de biotita, muscovita, minerais do grupo do epidoto e localmente granada.

Apresentam aleitamento composicional resultante da interstratificação de camadas quartzo-feldspáticas, com variáveis proporções de micas (0-10% de muscovita e/ou biotita). Estas camadas de espessuras centimétricas são aparentemente tabulares e limitadas por contatos planos. Reforçando a identificação do acamamento, aparecem ainda intercalações de lâminas e delgadas camadas pelíticas (muscovita-biotita e biotita xistos feldspáticos) ou, localmente, lâminas ricas em anfibólio (horblenda-biotita-plagioclasio gnaisses). São interpretados como arenitos feldspáticos (arcóseo e wacke-arcósica), pois nas zonas de baixo grau metamórfico foram reconhecidos materiais clásticos originais, tais como fragmentos tamanho areia, grânulo e seixo (máximo de 1 cm) de quartzo, feldspatos e litoclastos provenientes de aplitos, granitóides e gnaisses, além escassas micas detríticas.

### INTERCALAÇÕES DE BIOTITA GNAISSES, QUARTZITOS E XISTOS

Para o topo da seqüência, os plagioclásio-gnaisses passam a se intercalar com camadas de quartzitos (quartzo-arenitos) e/ou xistos grafitosos (pelitos carbonosos) e biotíticos (pelitos), constituindo a segunda associação de litofácies. Os xistos ocorrem como lâminas pelíticas lenticulares nos quartzitos, separadas por contatos planos, ou como camadas lenticulares de espessuras decamétricas, entre gnaisses, com interlaminações e/ou camadas delgadas quartzíticas. Os quartzitos apresentam-se em camadas tabulares bastantes estendidas, de espessuras médias a espessas e separadas por contatos planos. Embora contenham lâminas pelíticas (mica branca) lenticulares, predominam as fácies maciças. Provavelmente a estrutura maciça e os contatos planos refletem as modificações introduzidas pela deformação e metamorfismo.

### SEQÜÊNCIA DEPOSICIONAL ANDRELÂNDIA

Está representada por quatro unidades de mapeamento que sobrepoem-se ao embasamento e à seqüência São Vicente. Da base para o topo, aparecem: mica verde quartzitos; xistos cinzentos ou grafitosos, com intercalações quartzíticas; biotita xistos; e uma sucessão de biotita-muscovita xistos/gnaisses grossos associados com quartzitos e menores proporções de rochas calciossilicáticas e gonditos.

#### MICA VERDE QUARTZITOS

Trata-se de sucessões quartzíticas (quartzo-arenito) com menores proporções de mica xistos (pelitos) e escassos metaconglomerados, caracterizados pela constante presença de muscovita esverdeada (localmente fuchsita),

Os quartzitos constituem a litofácies predominante, formando sucessões tabulares bastante estendidas de até 150 metros de espessura aparente. Morfologicamente, sustentam as serras da região. Apresentam-se em camadas lenticulares, delgadas até espessas, separadas por contatos planos. É comum a presença de lâminas (até 20 cm) de material ferruginoso (magnetita, ilmenita, rutilo) acompanhando o acamamento. Embora o acamamento seja a estrutura primária mais preservada da deformação, observações cuidadosas a nível de afloramento revelam truncamentos de camadas sugerindo estruturas cruzadas planares com recobrimento pelítico e estruturas *hummocky*.

São constituídos principalmente por quartzo e pouca muscovita. Zircão, turmalina, opacos, rutilo e apatita são acessórios comuns. Plagioclásio, microclina e apatita são muito escassos.

Xistos com muscovita esverdeada ocorrem como interlaminações lenticulares nos quartzitos e como camadas delgadas a médias no topo da sucessão quartzítica. São constituídos por muscovita e quartzo, com turmalina, zircão, opacos e epidoto como acessórios. Granada e cianita ocorrem em composições químicas adequadas.

Metaconglomerados têm ocorrência muito restrita, afloram somente no setor de Carrancas, próximo à fazenda do Mato Dentro. São finos a médios, com seixos e grânulos de quartzitos branco, cinza e ferruginoso, e quartzo de veio, envoltos por matriz quartzítica micácea. Devido à intensa deformação os clastos apresentam-se estirados e orientados, chegando a formar varetas (*rods*) de até 50 cm.

Estes ruditos aparecem em camadas lenticulares, médias até espessas (10-100cm), com base irregular e erosiva ainda reconhecível, apesar da forte deformação. Gradam verticalmente para grânulos quartzitos, quartzitos e pelitos, formando ciclos granodecrescentes.

Nas sucessões quartzíticas, a extrema tabularidade e a predominância de contatos planos entre camadas parecem refletir os efeitos da deformação, mais do que uma característica da deposição. Nos setores de Minduri, Carrancas e Itumirim, os quartzitos apresentam-se em camadas médias a espessas, enquanto que nos setores de Luminárias e São Tomé das Letras, apresentam-se em camadas delgadas a médias, além da maior frequência de interlaminações pelíticas. No topo das sucessões, mica xistos esverdeados gradam para os xistos cinzentos ou grafitosos da unidade seguinte.

#### *FILITOS / XISTOS CINZENTOS E QUARTZITOS*

São sucessões predominantemente pelíticas, constituídas por mica xistos (argilitos) cinzentos, localmente grafitosos ou ricos em ferro, e menores proporções de quartzitos mais ou menos micáceos (arenitos quartzosos). Sobrepõem-se em conformidade aos mica verde quartzitos e em provável discordância angular aos biotita gnaisses da Sequência São Vicente.

Os xistos cinzentos apresentam-se em camadas espessas a muito espessas (até 20 metros), quando predominantes, e em camadas delgadas e lâminas lenticulares, quando

associados a quartzitos. Os contatos entre as camadas são planos devido à deformação que não permite maiores observações.

São constituídos essencialmente por muscovita e quartzo, com turmalina, zircão, rutilo, opacos e, raramente, plagioclásio, como acessórios. Minerais índice de metamorfismo como cloritóide, granada, estauroлита, cianita e silimanita ocorrem em níveis de composição química adequada, conforme o grau metamórfico. Indicam também, sedimentos argiliticos aluminosos como protólitos (argilitos, argilitos carbonosos e ferruginosos).

Os quartzitos ocorrem geralmente intercalados com os xistos cinzentos, às vezes formando corpos tabulares mapeáveis (laranja de Carrancas). Apresentam-se em camadas delgadas a médias, raramente espessas, separadas por contatos planos.

São mais ou menos micáceos, constituídos principalmente por quartzo e menores proporções de muscovita, com turmalina, zircão e opacos como acessórios.

O arranjo e distribuição destas litofácies mostram sucessões estratodecrescentes, com intensa intercalação de xistos e quartzitos na base, tornando-se predominantemente pelíticas para o topo.

#### *BIOTITA XISTOS*

Aparecem em discordância angular ou litológica sobre o embasamento e em conformidade sobre os xistos cinzentos e as litofácies da seqüência São Vicente de Minas.

Em áreas de mais baixo grau metamórfico (fácies xisto verde), esta unidade de mapeamento está representada por clorita-biotita filitos, com laminação plana ou lenticular subparalela a clivagem principal, caracterizada por lâminas pelíticas ricas em biotita e outras quartzo-feldspáticas. Onde o grau metamórfico é maior (fácies xisto verde alto a anfíbolito), está representada por biotita xistos/gnaisses de granulometria fina à média e, aparentemente, maciços (sem estratificação visível). Entretanto, a presença de lâminas ricas em biotita ao longo da superfície da clivagem tectônica principal sugere tratar-se também de rochas originalmente laminadas. Assim, ambos os tipos litológicos são interpretados como pelitos laminados.

São constituídos essencialmente por biotita (e clorita), quartzo e plagioclásio. Como acessórios, apresentam muscovita, carbonato, turmalina, zircão, apatita e rutilo. Granada



almandina, estauroлита, cianita e silimanita aparecem de acordo com a distribuição das isógradas metamórficas.

No sul da folha Madre de Deus, numa pedreira utilizada para a construção da Ferrovia do Aço, o biotita xisto contém seixos de tamanhos variados (2 cm a 50 cm) de granodiorito, ortognaisse, quartzo e rocha calciossilicatada. São sub-arredondados a arredondados e bastante espalhados, sem definir um nível estratigráfico específico. Seriam pelitos seixosos, onde os clastos representam seixos pingados (*dropstones*).

Esta unidade é interpretada como sendo constituída por monótonas sucessões de siltitos e argilitos interlaminaados (fácies heterolítica?), localmente seixosos, com até 300m de espessura.

#### *BIOTITA-MUSCOVITA XISTOS/GNAISSES GROSSOS*

Os biotita xistos finos descritos acima gradam lateral e verticalmente para espessas sucessões de biotita-muscovita xistos/gnaisses grossos com quartzitos e menores proporções de rochas calciossilicáticas e gonditos.

Os biotita-muscovita xistos/gnaisses possuem a mesma composição mineralógica que àqueles da unidade anterior, porém são mais micáceos e de granulometria grossa e contêm maiores proporções de muscovita. Outra característica está no tamanho e na quantidade de granada, cianita, rutilo e turmalina que possuem, explorados economicamente em outras épocas, de maneira rudimentar (cata no chão). São, assim, interpretados como pelitos muito aluminosos. Quando intercalados com quartzitos, apresentam-se em camadas lenticulares delgadas a médias; quando é a litofácies predominante, apresentam-se em corpos estendidos, constituídos de camadas muito espessas.

Quartzitos ocorrem próximo à base da unidade, constituindo corpos lenticulares e/ou tabulares estendidos, de espessuras métricas (0,5 a 5,0 metros). Apresentam-se em camadas lenticulares delgadas a médias, separadas ou não por interlaminações pelíticas e de contatos planos. Aparentes truncamentos destas camadas, especialmente aquelas limitadas por lâminas pelíticas, sugerem possíveis estratificações cruzadas. São constituídos essencialmente por quartzo e alguma muscovita, com turmalina e zircão como acessórios principais. Sugerem assim arenitos quartzosos como protólitos.

Muscovita-quartzo xistos, com ou sem biotita ocorrem interlaminais ou em camadas delgadas intercaladas aos quartzitos. São rochas pelíticas, constituídas essencialmente por muscovita e quartzo, com ou sem biotita, e com turmalina, zircão e rutilo como acessórios principais. Conforme o grau metamórfico, contêm granada almandina e cianita bem desenvolvidas. São assim considerados como pelitos aluminosos.

Rochas calciossilicatadas ocorrem como lentes de espessuras variáveis, às vezes decamétricas, sendo interpretadas como possíveis concreções. São constituídas por quartzo, minerais do grupo do epidoto, tremolita e, acessoriamente, plagioclásio, titanita e apatita.

Gonditos ocorrem isoladamente, na forma de blocos, sem definir claramente camadas. São constituídos de granada esperssatita e quartzo, com opacos como acessórios.

O arranjo e distribuição destas litofácies sugerem sucessões estratodecrescentes, com intercalações quartzíticas na base e predominantemente pelíticas com lentes de rochas calciossilicatadas e gonditos para o topo.

#### *ROCHAS (META)ÍGNEAS*

Orto-anfibolitos e rochas metaultramáficas são freqüentemente encontrados nos metassedimentos. Os primeiros aparecem como corpos isolados de espessuras até decamétricas, em camadas lenticulares cetimétricas ou na forma de boudins, via de regra paralelos à xistosidade principal. São constituídos por hornblenda, plagioclásio e quartzo, com variadas proporções de granada e biotita. Titanita, epidoto e opacos são acessórios comuns. Nos domínios tectônicos I e II, são encontrados somente nas litofácies da seqüência São Vicente de Minas. No domínio III, ocorrem em todas as litofácies. As rochas metaultramáficas ocorrem geralmente como corpos isolados, nas proximidades de falhas de empurrão. Estão representadas por talco xisto, tremolita xisto, serpentinito, hornblendito e piroxênito.

#### **GEOLOGIA ESTRUTURAL**

Situando-se na borda meridional do Craton do São Francisco (*sensu* Almeida, 1977; Almeida *et al.* 1977), a área em questão abrange dois compartimentos tectônicos com padrões de deformação diferentes: a região cratônica, e parte da zona de interferência entre as Faixas Móveis Brasília e Ribeira (Trouw *et al.*, 1994). Esta última foi designada por Hasui & Oliveira (1984) como Faixa Móvel Alto Rio Grande.

A região cratônica situa-se na porção norte da área, sendo constituída principalmente por granitóides e rochas do conjunto “greenstone”, estruturados em faixas de direções NE-SW, subverticais. A deformação principal é por cisalhamento dúctil, embora as rochas do conjunto “greenstone” apresentem um dobramento isoclinal. Idades Transamazônicas têm sido postuladas para a deformação e metamorfismo de rochas semelhantes em áreas adjacentes e/ou vizinhas (Teixeira, 1982, 1985, 1993), sugerindo a mesma idade para esta estruturação.

No restante da área, o estilo deformacional é o típico para zonas internas de faixas móveis: falhas de empurrão e dobras relacionados (*ductile, fold-related thrust sheets*), intensa deformação penetrativa representada por foliações plano axial e lineações paralelas à orogênese (*orogen-parallel lineations*) normais e/ou paralelas ao transporte tectônico, dobramento acilíndrico (p.ex. dobras em bainha - *sheath folds*). De uma maneira geral, o conjunto de estruturas está relacionado a empurrões cristalinos do tipo F, de Hatcher & Hooper (*in* McClay, 1992).

Com base em critérios de superimposição de estruturas (p.ex. dobras redobradas, lineações dobradas, padrões de interferência de dobramentos, etc.), três fases de deformação podem ser indentificadas, as duas primeiras representando uma deformação progressiva. Suas características estão relacionadas na Tabela 1.

Três domínios tectônicos tem sido considerados para a área: Domínio I, Domínio II e Domínio III (Ribeiro *et al.*, 1990). Os dois últimos são alóctones, limitados por falhas de empurrão de extensões regionais, com direções de movimentos tectônicos de W para E (setores de Luminárias-São Tomé das Letras, Carrancas-Minduri, Itumirim e São Vicente de Minas) e de SSE para NNW (setor de São Vicente de Minas. Trouw *et al.*, 1994). O domínio I abrange tanto a região pericratônica (ao norte de São João del Rei) como a porção autóctone da zona de interferência entre as faixas móveis (setor de Madre de Deus e o biotita xisto de Itumirim).

TABELA 1 - Características das fases de deformação identificadas na área

FEIÇÕES	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>
principais estruturas	-empurrões -clivagem ardosiana S <sub>1</sub> -poucas dobras meso e microscópicas -formação local de "sheath folds"	-clivagem de crenulação S <sub>2</sub> -lineação penetrativa L <sub>2</sub> -dobramento generalizado recumbente ou reclinado, localmente associado a empurrões -formação local de "sheath folds"	- zonas de cisalhamento subverticais com movimento direcional dextral -crenulação geral de S <sub>2</sub> , -lineação L <sub>3</sub> -dobramento
abertura das dobras	-apertada a isoclinal -localmente aberta	-apertada -localmente aberta	-geralmente aberta ou suave -localmente apertada
orientação das superfícies axiais	provavelmente sub-horizontal	sub-horizontal ou levemente inclinado para W ou SW	NE-SW, mergulhando ingrime para SE, localmente N-S
orientação de eixos de dobras	NW-SE a W-E, sub-horizontal	W-E a NW-SE, muito localmente N-S, sub-horizontal	NE-SW, com pouco caimento, localmente SE e ingrime
lineações	localmente lineação de interseção S <sub>0</sub> x S <sub>1</sub> e/ou lineação mineral	lineação mineral, estiramento e de crenulação, geralmente subparalela aos eixos	lineação de crenulação comum
microestruturas	-clivagem ardosiana	-recristalização completa de quartzo e mica em charneiras de dobras -transformação progressiva de clivagem de crenulação para xistosidade algo irregular	-mica e quartzo deformados em charneiras de dobras -cianitas com "kink bands" - milonitos

## METAMORFISMO

O metamorfismo regional que afetou os metassedimentos e o embasamento é do tipo Barroviano (pressão intermediária), caracterizado pela presença de almandina, cianita, estauroлита e silimanita, em rochas pelíticas. O grau de metamorfismo aumenta de norte para o sul, desde a fácies xisto verde médio, com biotita, cloritóide e, localmente, cianita, passando por fácies xisto verde alto com granada (almandina), hornblenda e albita, até a fácies anfíbolito com estauroлита, plagioclásio, cianita e silimanita.

## PROCESSO DE DIGITALIZAÇÃO E EDIÇÃO DOS MAPAS GEOLÓGICOS

Os mapas geológicos, na escala 1:50.000, da região sul do Estado de Minas Gerais foram digitalizados pelo programa SAGA/UFRJ, desenvolvido no laboratório de geoprocessamento do Departamento de Geografia da UFRJ. Os mapas bases utilizados foram folhas topográficas do IBGE.

De cada mapa foram gerados dois mapas em papel vegetal. No primeiro mapa foram traçados os contatos geológicos, falhas e medidas estruturais. A drenagem, rodovias, estrada de ferro e cidades foram traçadas no segundo mapa. Extremo cuidado foi tomado ao serem feitos os mapas em papel vegetal, para que estes não sofressem deformação.

A captura dos mapas foi feita em um scanner A4 Microtek (300 dpi). De cada mapa foram gerados seis arquivos, que posteriormente foram modulados num arquivo raster (Fig. 1a). Neste raster foram delimitadas as unidades litológicas, contatos, falhas, medidas estruturais, drenagem, rodovias, estradas de ferro e cidades (Fig. 1b-1k).

A princípio existia uma limitação na impressão dos mapas, em virtude da configuração do programa SAGA. Este problema foi resolvido com a elaboração de um programa de conversão de arquivo raster para TIF (Fig. 1l), permitindo a manipulação de arquivos raster por programas de edição gráfica (paintbrush, photostyler, coreldraw, etc...).

A edição da toponímia dos arquivos TIF convertidos foi feita pelo programa paintbrush. Entretanto a edição final, com a montagem do mapas e legenda, foi feita pelo programa coreldraw 5 (Fig. 2). A impressão do mapa integrado, na escala 1:325.000, foi feita na impressora HP Deskjet 829Cxi.

### BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F. F. M.; 1977. O Cráton do São Francisco. *Rev. Bras. Geoc.*, 7: 349-364.
- ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B. B. & FUCK, R. A.; 1977. Províncias estruturais brasileiras. In: SIMP. GEOL. NORDESTE, Campina Grande, 1977. *Atas...*, Campina Grande, p. 363-391.
- BARBOSA, O.; 1954. Évolution du géosynclinal Espinhaço. In: INTER. GEOL. CONGR. 19, Alger, 1952, *Comptes Rendus*, Alger, sec. 13, fasc. 14, p. 17-36.
- BARKER, F.; 1979. *Trondhjemites, Dacites, and related rocks*. Elsevier Scientific Publishing Company, Developments in Petrology 6,

- BRANDALISE, L. A. *et al.*; 1991. *Folha Barbacena, SF.23-X-C-III, escala 1:100.000, Estado de Minas Gerais. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil*. Brasília, DNPM/CPRM, 162 p. (Texto explicativo).
- EBERT, H.; 1956a. Relatório sobre a atividade durante o ano de 1956. Tectônica do Pré-Cambriano (São João del Rei). In: Relatório Anual do Diretor ano 1955, DGM, Rio de Janeiro : p. 69-81.
- EBERT, H.; 1956b. A tectônica do sul do Estado de Minas Gerais e regiões adjacentes. In: Relatório Anual do Diretor, ano 1955, DGM, Rio de Janeiro : p. 97-107 e p. 136-137.
- EBERT, H.; 1971. Os paraibides entre São João del Rei, Minas Gerais e Araxáides. In: CONGR. BRAS. GEOL., 25, São Paulo, 1971. *Resumo...*, São Paulo, SBG, p. 177-178.
- HASUI, Y. & OLIVEIRA, M. A. F.; 1984. Província Mantiqueira, setor central. In: ALMEIDA, F. F. M. & HASUI, Y. ed. *O Pré-Cambriano do Brasil*. Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 378 p.
- HATCHER Jr, R. D. & HOOPER, R. J.; 1992. Evolution of crystalline thrust sheets in internal parts of mountain chains. In: McCLAY, K.R. ed. *Thrust Tectonics*. Chapman & Hall, U.K., 447 p.
- HEILBRON, M.; 1984. *Evolução metamórfica-estrutural da área entre Itutinga e Madre de Deus de Minas Gerais, MG*. Tese de Mestrado, IGEO/UFRJ, Rio de Janeiro, 151 p.
- PACIULLO, F. V. P.; 1980. *Mapeamento geológico-estrutural da área de Minduri, MG*. Tese de Mestrado, IGEO-UFRJ, Rio de Janeiro, 80 p.
- PACIULLO, F. V. P.; 1990. A geologia do Grupo Andrelândia na área de Andrelândia, MG. Relatório do CNPq, inédito, Rio de Janeiro.
- PACIULLO, F. V. P.; 1992. Orto-anfibolitos no Ciclo Depositional Andrelândia: composição química e ambiente tectônico.
- PACIULLO, F. V. P.; RIBEIRO, A.; ANDREIS, R. R.; 1993. Reconstrução de uma Bacia fragmentada: o caso do Ciclo Depositional Andrelândia. In: SIMP. CRÁTON DO SÃO FRANCISCO, 2, Salvador, 1993. *Anais.*, Salvador, p. 224-226.
- PIRES, F. R. M.; 1977. *Geologia do Distrito Manganífero de Conselheiro Lafaiete, Minas Gerais*. Tese de Mestrado (inédito), IG-UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 344 p.
- PIRES, F.R.M.; 1978. The Archean Barbacena greenstone belt in it's typical development and the itabirite distribution at the Lafaiete District. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, **50**, 599-600.
- PIRES, F. R. M.; RIBEIRO, A.; BARBOSA, M. I. M.; 1990. Distribuição do "Greenstone Belt" Barbacena na região de São João del Rei, Minas Gerais. In: CONGR. BRAS. GEOL., 36, Natal, 1990. *Anais...*, Natal, SBG, **v.6**, p. 2941-2951.

- RIBEIRO, A.; 1980. *Mapeamento geológico-estrutural da área de Itumirim, Minas Gerais*. Tese de Mestrado, IGEO-UFRJ, Rio de Janeiro, 57 p.
- RIBEIRO, A. & HEILBRON, M.; 1982. Estratigrafia e metamorfismo dos Grupos Carrancas e Andrelândia, sul de Minas Gerais. In : CONGR. BRAS. GEOL., 32, Salvador, 1982. *Anais...*, Salvador, SBG, vol.1, p. 177-186.
- RIBEIRO, A.; PACIULLO, F. V. P.; ANDREIS, R. R.; TROUW, R. A. J. e HEILBRON, M.; 1990. Evolução ; policíclica proterozóica no sul do Cráton do São Francisco : análise da região de São João del Rei e Andrelândia, MG. In: CONGR. BRAS. GEOL, 36. , Natal, 1990. *Anais ...*, SBG, 6 : 2605-2614 .
- TEIXEIRA, W.; 1982. Geochronology of the Southern part of the São Francisco Craton. *Rev. Bras. Geoc.*, **12**, (1,2 e 3) : 268-277.
- TEIXEIRA, W.; 1985. *A evolução geotectônica da Porção Meridional do Cráton do São Francisco, com base em interpretações geocronológicas*. Tese de Doutorado, USP, São Paulo, SP, 207 p.
- TEIXEIRA, W.; 1993. Avaliação do acervo de dados geocronológicos e isotópicos do Cráton do SãoFrancisco - implicações tectônicas. In: DOMINGUEZ e MISI ed., *O Cráton do São Francisco: trabalhos apresentados na Reunião Preparatória do II Simpósio sobre O Cráton do São Francisco* , Salvador, SGB, Núcleo BA-SE: 11-33.
- TROUW, R. A. J.; RIBEIRO, A.; PACIULLO, F. V. P.; 1986. Contribuição à geologia de Fôlha Barbacena -1:250.000. In: CONGR. BRAS. GEOL., 34, Goiânia, 1986. *Anais...* , SBG, v.2, p. 974-984.
- TROUW, R. A.J.; PACIULLO, F. V. P.; RIBEIRO, A.; 1994. A Faixa Alto Rio Grande reinterpretada com zona de interferência entre a Faixa Brasília e a Faixa Ribeira. In: GONGR. BRAS. GEOL., 38, Balneário Camboriú, SC, 1994. *Bol. res. ex....*, SBG, v.3, p. 234-235.
- WINDLEY, B. F. (1984) - *The Evolving Continents* . 2nd Edition. John Wiley & Sons Ltd., 399 p.

## **APOIO FINANCEIRO**

Departamento de Geologia do IGEO/UFRJ e CNPq - PROJETO PADCT n° 65.91.0304.00

## **AGRADECIMENTOS**

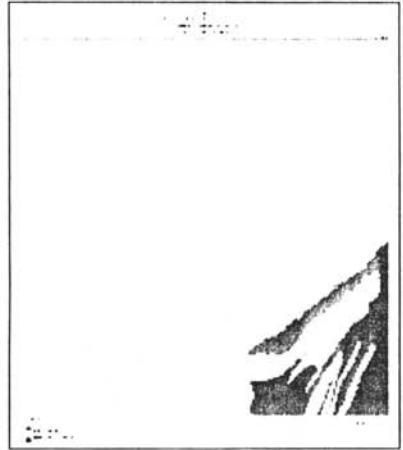
Agradecemos o apoio da equipe do Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Geografia, sob coordenação do Prof. Dr. Jorge Xavier da Silva, à Dra. Ariadne do Carmo Fonseca pela digitalização e edição dos mapas e a Luiz Ferro pela confecção das bases vegetais.

# FIGURA 1 - Etapas de confecção de um mapa geológico através do programa Saga/UFRJ

(a)



(b)



(c)



(d)





**(e)**



**(f)**



**(g)**



**(h)**



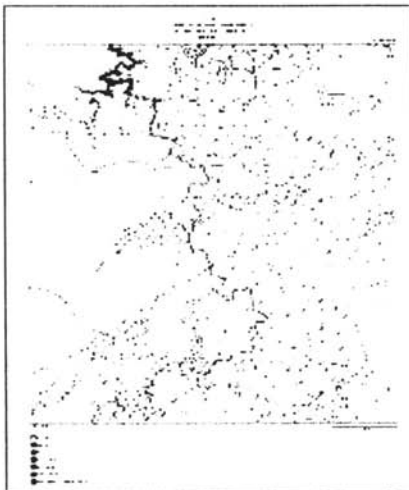
**(i)**



**(j)**



**(k)**



**(l)**







# Mapa Geológico integrado das folhas Luminárias, Itumirim, Itutinga, Minduri, Madre de Deus e Andrelândia

577:7650






## LEGENDA



## SEQÜÊNCIA DEPOSICIONAL ANDRELÂNDIA

-  Biotita-muscovita xistos / gnaisses grossos
-  Biotita xistos
-  Filitos / xistos cinza e quartzitos
-  Mica verde quartzitos

## SEQÜÊNCIA DEPOSICIONAL SÃO VICENTE

-  Quartzitos
-  Xistos
-  Biotita gnaisses






## EMBASAMENTO

-  Faixas tipo "Greenstone"
-  Gnaisses bandados (GNB) e migmatíticos (GNM)











## LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



## ROCHAS DE ORIGEM ÍGNEA E POSIÇÃO ESTRATIGRÁFICA VARIADA

-  Diques máficos
-  Corpos granitóides
-  Corpos granitóides e ultramáficos
-  Corpos ultramáficos
-  Anfíbolitos

## SIMBOLOGIA

-  Contatos litológicos
-  Falhas de empurrão
-  Falhas de alto ângulo
-  Atitude de acamamento
-  Atitude de clivagem / xistosidade
-  Atitude de lineações
-  Eixos de dobras
-  Drenagem principal
-  Principais rodovias
-  Estradas de ferro

## GEOLOGIA

Núcleo de Estudos Pré-Cambrianos (NEPRE)

Departamento de Geologia - Instituto de Geociências / UFRJ

Coordenação: Rudolph Trouw, André Ribeiro e Fabio Paciullo

Equipe: Renato Andreis, Monica Heilbron, Salvador Chrispian, Sheila Bitar, Antonio Magalhães, Claudio Valeriano, Julio Almeida, Luis Simões e Rogério Silva

## DIGITALIZAÇÃO

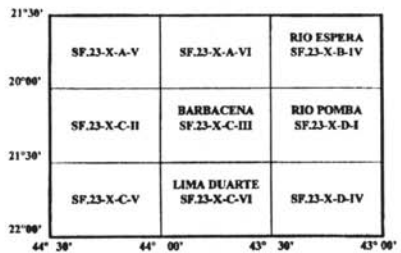
Ariadne do Carmo Fonseca

Programa de geoprocessamento SAGA/UFRJ

DESENHISTA MAPAS BASE

Luiz Ferro Folhas topográficas 1:50.000 do IBGE

## ARTICULAÇÃO DA FOLHA



	45°00'		43°45'	31°15'
LAVRAS	NAZARENO	SÃO JOÃO DEL REI	TRADENTES	BARBACENA
ITUMERIM	ITATINGA	MADRE DE DEUS	PEDRA DO RIO GRANDE	IBERTOGA
LUMENÁRIAS	MINDURI	ANDRELÂNDIA	SANTANA DO GARANHUNS	BRAS FORTES
CAXAMBU	AURUOCA	ARANTINA	BOM JARDIM DE MINAS	LIMA DUARTE
				22°00'

## REALIZAÇÃO

Projeto PADCT - Consolidação da Infra-estrutura Laboratorial e de Apoio e Desenvolvimento de Pesquisas Multidisciplinares

## APOIO FINANCEIRO

CNPq