

# ITABIRA

---

FOLHA SE.23-Z-D-IV

*Escala 1:100.000*

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL

Escalas 1:250.000 – 1:100.000 – 1.50.000

COORDENAÇÃO NACIONAL DO PROGRAMA

Inácio de Medeiros Delgado

COORDENAÇÃO TEMÁTICA

Nacional

**Bases de Dados** Nelson Custódio dos Santos Filho

**Geofísica** Mário José Metelo

**Geologia Estrutural** Reginaldo Alves dos Santos

**Geoquímica** Carlos Alberto Cavalcanti Lins e Gilberto José Machado

**Metalogenia/Geologia Econômica** Inácio de Medeiros Delgado

**Petrologia** Luiz Carlos da Silva, Phd

**Sedimentologia** Augusto José Pedreira, Phd

**Sensoriamento Remoto** Sidney Rodrigues Valente

Regional

Superintendência Regional Belo Horizonte

**Coordenador** Claiton Piva Pinto, MSc

**Geoquímica** Cláudio José Marques de Souza

**Litogeoquímica** Frederico Ozanan Raposo, MSc

**Metalogenia** Carlos Alberto Heineck

**Petrografia** Márcia Zucchetti, MSc

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA

*CPRM – Serviço Geológico do Brasil*

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL

# ITABIRA

## FOLHA SE.23-Z-D-IV

*Estado de Minas Gerais*

*Atahualpa Valença Padilha  
Valter Salino Vieira  
Carlos Alberto Heineck*

*BRASÍLIA 2000*

## CRÉDITOS DE AUTORIA

**Geologia** – Atahualpa Valença Padilha  
Valter Salino Vieira, MSc

**Metalogenia** – Carlos Alberto Heineck, MSc

**Carta Geológica:** Atahualpa Valença Padilha  
Valter Salino Vieira; Msc  
Euler Miranda Bruno

**Carta Metalogenética-Previsional:** Carlos Alberto Heineck, MSc

### APOIO TÉCNICO

**Petrografia:** Maria Zucchetti, MSc  
Valter SalinoVieira; MSc

### *Revisão Final:*

Valter Salino Vieira, MSc

### PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL PROJETO DE MAPEAMENTO GEOLÓGICO/METALOGENÉTICO SISTEMÁTICO

Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM  
Superintendência Regional de Belo Horizonte

Coordenação Editorial a cargo da  
Divisão de Editoração Geral – DIEDIG  
Departamento de Apoio Técnico – DEPAT

P 151 Padilha, Atahualpa Valença

Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Itabira, Folha SE.23-Z-D-IV. Estado de Minas Gerais. Escala 1:100.000. [por] Atahualpa Valença Padilha, Valter Salino Vieira e Carlos Alberto Heineck. – Brasília : CPRM, 2000.

1 CD-ROM, il., mapas.

Projeto de Mapeamento Geológico / Metalogenético Sistemático.

Executado pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Superintendência Regional de Belo Horizonte.

1. Geologia – Minas Gerais – Mapas. 2. Mapeamento geológico – Minas Gerais. I. Vieira, Valter Salino. II, Heineck, Carlos Alberto. III. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. IV. Título.

CDD.558.113

# SUMÁRIO

---

RESUMO . . . . .	ix
ABSTRACT . . . . .	xi
1 INTRODUÇÃO. . . . .	1
1.1 Histórico e Objetivos . . . . .	1
1.2 Localização e Acesso. . . . .	1
1.3 Geografia . . . . .	3
1.3.1 Clima, Vegetação, Hidrografia e Solos . . . . .	3
1.3.2 Geomorfologia . . . . .	3
1.4 Aspectos Socioeconômicos. . . . .	3
1.5 Trabalhos Anteriores . . . . .	3
1.6 Metodologia . . . . .	3
2 GEOLOGIA . . . . .	7
2.1 Contexto Geológico Regional. . . . .	7
2.2 Estratigrafia . . . . .	8
2.2.1 Província Geotectônica Mantiqueira . . . . .	8
2.2.1.1 Complexo Acaiaca – Aac . . . . .	8
2.2.1.2 Complexo Mantiqueira – Am. . . . .	12
2.2.2 Província Geotectônica São Francisco . . . . .	12
2.2.2.1 Complexo Granito-Gnáissico-Migmatítico – Agm . . . . .	12
2.2.2.2 Complexo Santa Bárbara – Asb . . . . .	12

2.2.2.3 Seqüência Gnáissica-Anfibolítica – A(?)ga . . . . .	13
2.2.2.4 Complexo Guanhães – A (?)g . . . . .	14
2.2.2.5 Supergrupo Rio das Velhas . . . . .	16
2.2.2.6. Granitóide Córrego Ponte Nova – Pgps . . . . .	20
2.2.2.7 Supergrupo Minas . . . . .	20
2.2.2.8 Suíte Borrachudos – Pmyb/γb <sub>1</sub> . . . . .	23
2.2.2.9 Supergrupo Espinhaço . . . . .	24
2.2.2.10 Rochas Metabásicas e Básicas – PMNmg. . . . .	28
2.2.2.11 Cangas e Lateritos – TQc . . . . .	29
2.2.2.12 Aluviões e Terraços – Qa. . . . .	29
<b>3 SÍNTESE TECTONO-ESTRUTURAL . . . . .</b>	<b>31</b>
<b>4 GEOLOGIA ECONÔMICA E METALOGENIA . . . . .</b>	<b>37</b>
4.1 Jazimentos Minerais . . . . .	37
4.1.1 Alumínio . . . . .	39
4.1.2 Cromo . . . . .	39
4.1.3 Ferro . . . . .	39
4.1.4 Manganês . . . . .	43
4.1.5 Níquel . . . . .	43
4.1.6 Ouro . . . . .	43
4.1.7 Prata . . . . .	45
4.1.8 Titânio . . . . .	46
4.1.9 Água Mineral. . . . .	46
4.1.10 Amianto. . . . .	46
4.1.11 Areia . . . . .	46
4.1.12 Brita (Granito Industrial) . . . . .	47
4.1.13 Gemas e Pegmatitos . . . . .	47
4.1.14 Quartzo . . . . .	49
4.1.15 Talco . . . . .	49
4.2 Metalogenia das Substâncias Metálicas e Gemas . . . . .	49
4.2.1 Alumínio . . . . .	49
4.2.2 Cromo . . . . .	50
4.2.3 Ferro . . . . .	50
4.2.4 Gemas . . . . .	51
4.2.5 Manganês . . . . .	51
4.2.6 Níquel . . . . .	51
4.2.7 Ouro . . . . .	51
4.2.8 Prata . . . . .	54
4.2.9 Titânio . . . . .	54
4.3 Áreas de Potencialidade Mineral . . . . .	54
4.4 Panorama Metalogenético . . . . .	57

4.4.1 Complexos Acaiaca, Mantiqueira, Granítico-Gnáissico-Migmatítico e Santa Bárbara . . . . .	57
4.4.2 Seqüência Gnáissica-Anfibolítica, Complexo Guanhões e Supergrupo Rio das Velhas . . . . .	58
4.4.3 Supergrupo Minas . . . . .	58
4.4.4 Suíte Borrachudos . . . . .	58
4.4.5 Supergrupo Espinhaço . . . . .	58
4.4.6 Coberturas Cenozóicas . . . . .	58
<b>5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES . . . . .</b>	<b>61</b>
5.1 Conclusões . . . . .	61
5.1.1 Geologia . . . . .	61
5.1.2 Geofísica . . . . .	63
5.1.3 Geoquímica . . . . .	64
5.1.4 Geologia Econômica e Metalogenia. . . . .	64
5.2 Recomendações. . . . .	64
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS. . . . .</b>	<b>67</b>

## ANEXOS

- Ilustrações Fotográficas
- Listagem dos Jazimento Minerais
- Carta Geológica
- Carta Metalogenética/Previsional

# RESUMO

---

O texto refere-se ao produto final relativo à cartografia geológica sistemática da Folha Itabira (SE.23-Z-D-IV, escala 1:100.000), inclusa no Projeto Belo Horizonte - Serro, integrante do Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB, executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM (Serviço Geológico do Brasil).

A folha situa-se na zona central do Estado de Minas Gerais. Localiza-se entre os meridianos 43°00" e 43°30" a oeste de Greenwich e os paralelos 19°30' e 20°00' de latitude sul.

Teve por objetivo a elaboração de documentos cartográficos, representados pela Carta Geológica, Carta Metalogenética-Previsional.

Para se obter esses produtos cartográficos finais foram executados: mapa Fotogeológico, de jazimentos Minerais e um texto de geoquímica contendo mapas de estações geológicas e de anomalias geoquímicas para áreas selecionadas do projeto.

Este trato da crosta terrestre tem registro desde o Arqueano até o recente. Foi construído sobre uma zona tectônica que se mobilizou desde o Arqueano Superior até o Neoproterozóico.

Aí registram unidades que pertencem às províncias geotectônicas transamazônica da Mantiqueira e do São Francisco. Do Cráton do São Francisco estão registradas as rochas da Suíte Borrachudos e Supergrupo Espinhaço.

Importante na estruturação desta região é a faixa tectônica su-sudoeste e nor-nordeste que corta diagonal a Folha Itabira. Tal faixa prolonga-se para SW, adentrando o Quadrilátero Ferrífero através do sistema de cavalgamentos Fundação-Cambotas e para nor-nordeste até, pelo menos, a região de Guanhanês.

Suas feições mais marcantes são as rampas frontais e oblíquas e os dobramentos quase coaxiais devidas à deformação progressiva e/ou diferença nas deformações da capa e da lapa dos cavalgamentos (N40° - 50°E, direção dos cavalgamentos e eixos de dobras assimétricas até invertidas, N20°-30°E).

A unidade Suíte Borrachudos, que pode ser a chave da evolução crustal desta região, compõe-se de granitóides meta a peraluminosos, de província alcalina, injetados na infra-estrutura das seqüência metavulcanossedimentares, de idade provável tardi a pós-transamazônica. A assinatura de terras-raras desses granitos, que apresentam pronunciada anomalia negativa de Eu e pouca diferença de ETRP, sugere que são do tipo "A", pós-colisionais ou precursores do *rift* Espinhaço. A extensa laminação desses granitos implica em um processo tectono-termal que os atingiu após seu posicionamento provavelmente no Ciclo Brasileiro.

Se tal hipótese cronológica mostrar-se verdadeira, há a implicação de que esses granitos estão relacionados ao processo de abertura do *rift* Espinhaço.



# ABSTRACT

---

The area covered by the Itabira Sheet (SE.23-Z-D-IV) in the central part of the State of Minas Gerais is subtended between the meridians 43°00'W and 43°30'W and the parallels 19°30'S and 20°00'S. This programme of systematic geological mapping forms part of the Belo Horizonte-Serro Project, integrating the *Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB*, being carried out by the Geological Survey of Brazil – CPRM.

The main objective of the Project is to organize the available geological information into an up-to-date geological and metallogenetic map at 1:100 000 scale. The regional geological and mineral integration followed the routine procedures set out by the CPRM, including preliminary systematic geological interpretation based on conventional aerial photographs (1:60 000 scale) and Landsat images (1:100 000 scale), in addition to geophysical integration.

The study showed that this crustal segment of the São Francisco and Mantiqueira tectonic provinces (*sensu* Almeida and Hasui, 1984) underwent polycyclic evolution from the Archean to the Quaternary. The role of the Archean Rio das Velhas gran-

ite-greenstone terrane as well as the Proterozoic Espinhaço rift in relation to the evolution of the São Francisco Craton is described in detail.

The Borrachudos Suite is exposed as large batholiths intruded into the Archean rocks of the Rio das Velhas granite-greenstone terrain, and is composed of metaluminous and peraluminous granite phases showing alkaline affinities. Its chemical A-type signature suggests either a late Paleoproterozoic post-collisional, or an early Mesoproterozoic pre-Espinhaço rift-opening history. Its pervasive fine banding and mylonitic textures imply solid-state, post-magmatic deformation overprinted subsequently on its cooling history, probably during the Neoproterozoic Brasiliano event.

A major Neoproterozoic NNE-SSW low-angle shear zone affects diagonally most of the units occurring as sheets, the Fundação-Cambotas Thrust System. The belt extends also to the SW into the Quadrilátero Ferrífero (Iron Quadrangle) area, and to NE reaching the Guanhanes region. Lateral and frontal ramps, quasi-coaxial folds are the more important tectonic features of the belt.

# 1

---

## INTRODUÇÃO

### 1.1 Histórico e Objetivos

O presente trabalho de mapeamento geológico e levantamento de recursos minerais é parte integrante do Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB, executado pela CPRM - Serviço Geológico do Brasil.

O relatório aqui apresentado refere-se aos trabalhos elaborados para a Folha Itabira (SE.23-Z-D-IV), que compõe, juntamente com as folhas Belo Horizonte (SE.23-Z-C-VI), Conceição do Mato Dentro (SE.23-Z-D-I) e Serro (SE.23-Z-B-IV), o Projeto Belo Horizonte-Serro. Essas duas últimas folhas também integraram, na mesma época, o Projeto Espinhaço executado pela COMIG/UFMG e foram por elas executadas. A constituição deste projeto fundamentou-se, basicamente, na necessidade de um melhor conhecimento dos aspectos geológicos de uma área que inclui a capital do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, onde a intensa e crescente ocupação humana exige cada vez mais um planejamento integrado da infra-estrutura, permitindo um desenvolvimento socioeconômico em benefício de toda a comunidade. Poderá proporcionar, igualmente, uma alocação mais eficaz de parte dos re-

ursos dirigidos à melhoria da qualidade de vida da população desta região e mesmo de outras regiões do estado.

Os dados aqui apresentados referem-se ao período de setembro de 1993 a julho de 1996.

### 1.2 Localização e Acesso

A região objeto deste estudo localiza-se entre os meridianos 43°00" e 43°30'a oeste de Greenwich e paralelos 19°30'e 20°00' de latitude sul (figura 1.1), ocupando uma superfície aproximada de 3.000 km<sup>2</sup>. Corresponde à Folha Itabira (SE.23-Z-D-IV), na escala 1:100.000.

Situa-se a nordeste do Quadrilátero Ferrífero e a oeste de Belo Horizonte, capital do estado. Seu acesso principal é feito pela BR-262, no sentido nordeste, pela BR-120 em direção de Itabira e MG-436 em direção a Santa Barbara.

Dentro dos limites da folha além do município de Itabira, situam-se as seguintes sedes de municípios: João Monlevade, Barão de Cocais, Santa Bárbara, Cocais, Rio Piracicaba, Bom Jesus do Amparo, Nova Era e Senhora do Carmo.

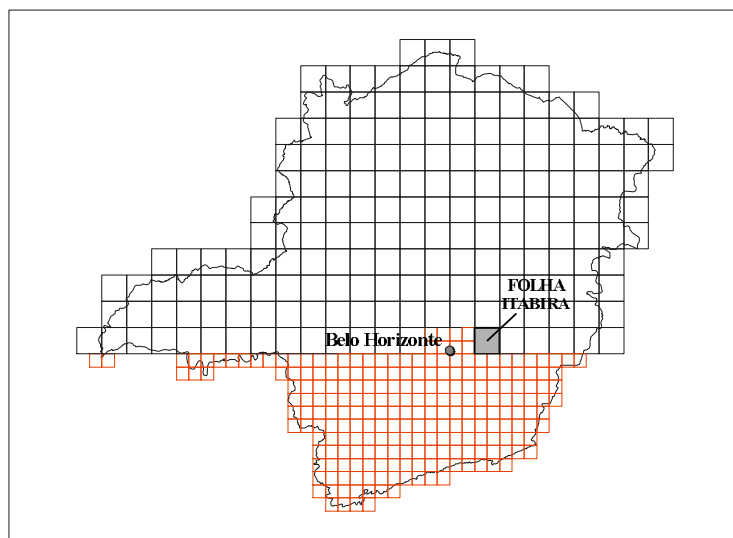
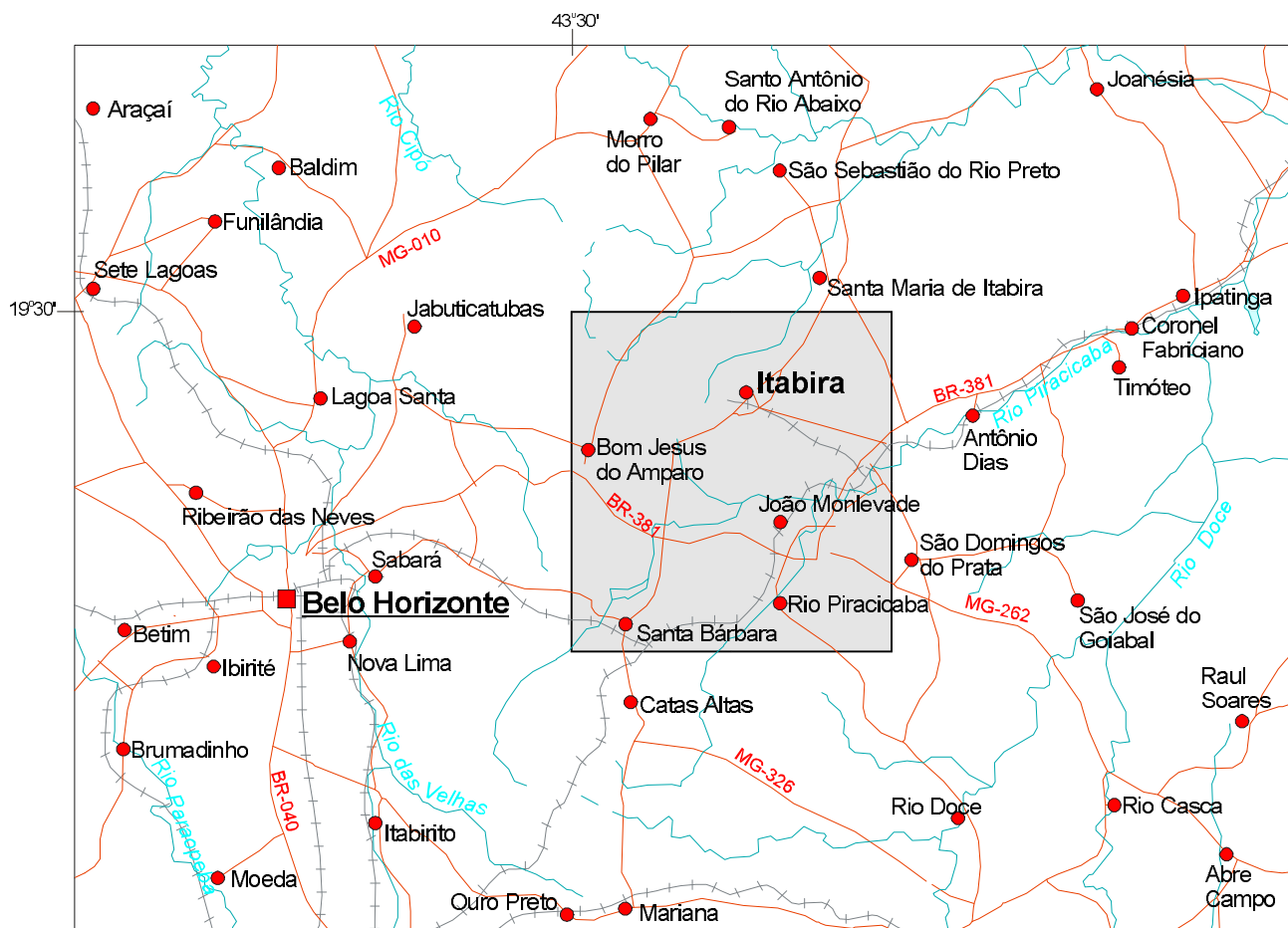


Figura 1.1 – Mapa de localização e situação da Folha Itabira.

### 1.3 Geografia

#### 1.3.1 Clima, Vegetação, Hidrografia e Solos

Pela classificação climática de Köppen, parte da área tem características de clima Cwa, enquanto as regiões mais elevadas têm características do tipo Cwb. Entretanto, vale ressaltar que, para Belo Horizonte e circunvizinhanças, devido às ações antrópicas e alterações ambientais, o clima de hoje enquadra-se no tipo Aw ou tropical (Ribeiro e Mol, 1985).

A vegetação apresenta porções residuais de mata subcaducifólia tropical, que representam restos da pujante mata cuja destruição foi iniciada no século XVIII em função da ocupação humana. Na região mediana NW a vegetação apresenta características de cerrado, enquanto a maior parte enquadra-se nas características de campo, devidas às ações antrópicas, ocorrendo faixas de floresta subperenifólia.

Nas partes mais elevadas as características da vegetação são de cerrado e campo. Em função de fatores litoestruturais e topográficos, na folha tem-se a presença de cambissolos distróficos, latossolos distróficos vermelho-amarelados e solos podzólicos vermelho-amarelados distróficos ou eutróficos. Nas regiões mais elevadas há associação de cambissolos e litossolos.

A drenagem principal é representada pela bacia hidrográfica do rio das Velhas, pertencente à bacia do rio São Francisco, tendo suas nascentes a uma altitude de 900m; seus principais afluentes na margem esquerda são o córrego do Onça e os rios Arrudas e da Mata, enquanto na margem direita tem-se o rio Preto, o ribeirão Vermelho e o rio Taquaraçu.

#### 1.3.2 Geomorfologia

Na Folha Itabira podem ser observados três grandes domínios geomorfológicos, que foram denominados pelo Projeto Radar Minas Gerais (1978) da depressão periférica do São Francisco, Quadrilátero Ferrífero e de serras, patamares e escarpas do Espinhaço.

Parte da área está enquadrada morfologicamente na depressão do São Francisco, com colinas tabuliformes e modelados cársticos nos domínios do Grupo Bambuí. Na parte central ocorrem áreas de topografia elevada (até 1.300m) que caracterizam o Quadrilátero Ferrífero, com dissecações e escarpas

erosivas. No limite leste ocorrem as altas superfícies modeladas do Espinhaço com escarpas erosivas.

Geomorfológicamente ocorrem dois domínios principais: zonas de colinas e de superfícies aplainadas.

A primeira unidade corresponde às formas de relevo esculpidas nas rochas granito-gnáissicas, constituindo colinas de topo aplainado ou não, colinas com vales encaixados e cristas esparsas, e, finalmente, colinas com vertentes ravinadas e vales encaixados resultantes da pediplanação do Ciclo Velhas (Terciário Superior ao Pleistoceno).

A segunda unidade corresponde às formas de relevo esculpidas em rochas do Grupo Bambuí, correspondendo às colinas de vertentes ravinadas e vales encaixados na região de Jaboticatubas, ocorrendo para sul superfícies onduladas em depressões (cársticas), colinas com vales encaixados ou, ainda, colinas com topos aplainados do Ciclo Sul-Americano (Terciário Inferior).

A unidade geomorfológica do Quadrilátero Ferrífero corresponde às formas esculpidas nas rochas dos supergrupos Minas e Rio das Velhas, que são o topo da serra do Curral e cristas com vertentes ravinadas e vales encaixados, além de superfícies aplainadas com pontões na serra das Cambotas. O topo da serra do Curral, onde o mesmo se encontra acima de 1.000m, é atribuído ao ciclo Pós-Gondwana, enquanto a maior parte da área com superfícies dissecadas corresponde ao entalhamento do Ciclo Velhas.

A unidade "serras, patamares e escarpas do Espinhaço" corresponde às formas esculpidas em rochas do Grupo Macaúbas e Supergrupo Espinhaço, com altitudes de até 1.400m. As formas dominantes correspondem a cristas com as vertentes ravinadas e vales encaixados, e localmente ocorrem superfícies aplainadas com cristas e pontões esporádicos.

A oeste da folha ocorrem os contrafortes da Cordilheira do Espinhaço, que é separada das serras que constituem o Quadrilátero Ferrífero por uma depressão formada por colinas de tipo mais ou menos arredondados, discretamente orientadas segundo norte-nordeste, intercaladas por drenagens encaixadas em vales em formas de "V".

No centro-leste, seguindo a direção estruturada do Quadrilátero Ferrífero, prolongando-se para norte da folha predomina relevo tipo "mar de morros" com vertentes acentuadas e vales de fundo chato (perfil em "U").

#### 1.4 Aspectos Socioeconômicos

A economia da região tem como motor principal a mineração de ferro, concentrada na região de Barão de Cocais, no rio Piracicaba, João Monlevade e Itabira; de ouro na região de Santa Bárbara.

Algumas das maiores jazidas brasileiras de ferro (exclusive Carajás) localizam-se no âmbito da folha e acham-se em exploração por grandes companhias mineradoras como Vale do Rio Doce (mina do Cauê e Conceição) e SAMITRI (córrego do Meio), além de outras de menor porte. A vocação mineral de Minas Gerais, propiciou o desenvolvimento de um parque industrial, fortemente baseado na indústria do aço, onde destacam-se empresas do porte da Mannesmann, Acesita e Açominas, entre as maiores produtoras nacionais.

Na área entre Nova Era e Itabira, mais exatamente nas fazendas Capoeirana e Belmonte, desenvolve-se intensa mineração de pequeno porte e garimpos de esmeralda. A NW de Piçarrão ocorrem garimpos de alexandrita.

Como atividade secundária desenvolve-se o reflorestamento com fins de carvoejamento, além da pecuária de leite.

A construção civil é grande consumidora de materiais de construção como brita, advinda de pedreiras de gnaisses ou calcário, e areia proveniente das aluviões e terraços do rio das Velhas.

#### 1.5 Trabalhos Anteriores

Os primeiros trabalhos referentes à área da Folha Itabira ficaram relacionados às adjacências do Quadrilátero Ferrífero.

Harder e Chamberlin (1915) foram os primeiros a considerar os gnaisses como sendo o embasamento de todas as seqüências do Quadrilátero Ferrífero.

Nas décadas de 50 e 60 os trabalhos de Dorr II e seus colaboradores do USGS, na escala 1:25.000, propiciaram uma estratigrafia para o Quadrilátero Ferrífero, onde se inclui parcialmente a Folha Itabira. Nela foram mapeadas a Série Rio das Velhas (Grupos Nova Lima e Maquiné) e a Série Minas (Grupo Caraça – formações Moeda e Batatal; Grupo Itabira – formações Cauê e Itabira; Grupo Piracicaba – formações Cercadinho, Fecho do Funil, Barreiro, Taboões e Sabará), além de rochas graníticas, que não

eram consideradas embasamento de todas as seqüências.

Menezes Filho *et al.* (1976), através de cartografia geológica sistemática na escala 1:250.000 pelo Convênio DNPM/CPRM (Projeto Três Marias), apresentaram a área da Folha Belo Horizonte 1:100.000 como sendo constituída pelas unidades: Complexo Granito-Gnáissico-Migmatítico, Supergrupo Rio das Velhas (grupos Nova Lima e Maquiné), Supergrupo Minas (grupos Caraça, Itabira e Piracicaba), Grupo Bambuí (formações Paraopeba e Serra de Santa Helena), Supergrupo Espinhaço indiviso e Grupo Macaúbas.

Na década de 80, a área da Folha Itabira 1:100.000 voltou a ser cartografada geologicamente, desta feita na escala 1:50.000, pelo Instituto de Geologia Aplicada – IGA. Os mapas mostram que foram cartografados o Complexo Basal indiferenciado, constituído de gnaisses e migmatitos, o Supergrupo Rio das Velhas (grupos Nova Lima e Maquiné), o Supergrupo Minas (Grupo Caraça - formações Moeda e Batatal; Grupo Itabira - formações Cauê e Gandarela; Grupo Piracicaba - Subgrupo Cercadinho/Fecho do Funil ou formações Cercadinho e Fecho do Funil), além de Formação Sabará, Grupo Bambuí (formações Sete Lagoas e Serra de Santa Helena), Grupo Macaúbas e Supergrupo Espinhaço (Inferior e Superior). Individualizaram ainda um maciço de talco xisto e anfíbolito, ao norte de Venda Nova.

O Projeto Vida (CPRM, 1992), foi responsável pela cartografia geológica do Grupo Bambuí na escala 1:25.000 à margem esquerda do rio das Velhas e ao norte de Santa Luzia, onde foram individualizadas as formações Sete Lagoas e Serra de Santa Helena. A Formação Sete Lagoas foi subdividida nos membros Pedro Leopoldo e Lagoa Santa, e estes, por sua vez, em diversas fácies (Tuller *et al.*, 1992).

Na parte referente ao Supergrupo Espinhaço destaca-se a cartografia do canto NE da folha, a leste de Nova União, extremo meridional do Projeto Fosfato-METAMIG, de Fritzsos Júnior *et al.* (1992), onde foram individualizadas as formações Galho do Miguel e Sopa-Brumadinho, esta última subdividida no Membro Campo Sampaio, portador de fosfato.

Por último, o Projeto Rio das Velhas (escala 1:25.000) executado pela CPRM entre 1992 e 1995, propiciou uma nova divisão, principalmente do Grupo Nova Lima, segundo as unidades Ouro Fino, Morro Vermelho, Ribeirão Vermelho, Mestre Caetano, Córrego do Sítio e Mindá.

## 1.6 Metodologia

A metodologia de trabalho obedeceu as diretrizes definidas pela coordenação nacional do PLGB (memo 001/PLGB/90 de 01/11/90), constando das atividades que seguem: levantamento e aquisição da documentação básica; aquisição de cartas topográficas do IBGE (1:50.000), aerofotos USAF (1:60.000, de 1965), aerofotos na escala 1:30.000 (CEMIG-EMBRAFOTO, 1989), foto-índices 1:180.000 (USAF) e 1:100.000 (EMBRAFOTO S/A, Projeto EBA/03-89) e imagens LANDSAT TM nas bandas 3, 4 e 5 (escala 1:100.000);

- compilação e análise bibliográfica;
- levantamento do acervo de dados referente à área do projeto, consulta aos relatórios de pesquisa relativos às áreas registradas no DNPM, integração dos mapas geológicos existentes;
- síntese da geologia da folha e um esboço geológico preliminar, como etapa final da atividade de compilação;
- interpretação de dados de sensores remotos, tendo como meta principal auxiliar os trabalhos de integração do mapa geológico;
- interpretação geofísica a partir das cartas aeromagnéticas do Convênio Geofísica Brasil-Alemanha, testando anomalias para investigação posterior;
- integração geológico/geofísica, que objetivou a integração da interpretação geofísica com os dados geológicos disponíveis;
- cadastramento de recursos minerais no campo (base META), além da consulta a relatórios de pesquisa e decretos de lavra, no DNPM;
- cadastramento de pontos d'água e SINFRAGE, quando foram consultados os órgãos estaduais e municipais ligados ao setor hídrico, visan-

do a localização da rede de poços d'água na folha. Em outra fase foram cadastrados no campo os poços e fontes não constantes nas informações oficiais;

- reconhecimentos geológico e da infra-estrutura regional. Viagem de reconhecimento com o intuito de tomar contato com a área e melhorar o traçado dos contatos geológicos, identificação das unidades discriminadas nos mapas de compilação (através de seus elementos de relevo e textura), objetivando melhorar a interpretação geológica e aprimoramento dos mapas preliminares;
- cartografia geológica sistemática, iniciada em outubro de 1993, sendo observados os principais perfis selecionados com base nos dados obtidos nas etapas anteriores, verificando a natureza dos contatos, com separação dos tipos litológicos na escala 1:100.000 e levantando e analisando feições estruturais, além da coleta de amostra de rochas para um melhor conhecimento adequado dos litótipos através da petrografia;
- prospecção geoquímica regional – compilação de dados disponíveis em relatórios de pesquisas arquivados no 3º Distrito do DNPM e geração de mapas geoquímicos;
- consolidação final de dados, com integração dos dados reunidos durante a execução do programa, ou seja, dados geológicos, geoquímicos, hidrológicos, geofísicos e petrográficos. Elaboração dos mapas geológico (final), metalogenético-previsional de substâncias minerais, hidrogeológico e de cadastramento de pontos d'água;
- relatório final (texto explicativo). Os geólogos Atahualpa Valença Padilha e Valter Salino Vieira são os responsáveis pelo relatório final.

# 2

---

## GEOLOGIA

### 2.1 Contexto Geológico Regional

A Folha Itabira apresenta extensivo registro geológico desde o Arqueano até o recente. Registram-se unidades pertencentes às províncias geotectônicas São Francisco à borda ocidental da Província Mantiqueira (Almeida & Hasui, 1984).

Do Arqueano Superior e do Paleoproterozóico, estão registradas as rochas do Complexo Acaiaca, do Complexo Mantiqueira, do Complexo Gnáissico Migmatítico, do Complexo Santa Bárbara, da Seqüência Gnáissica-Anfibolítica, do Complexo Guanhães, do Supergrupo Rio das Velhas e do Supergrupo Minas, sendo consideradas da Província Geotectônica Mantiqueira as duas primeiras unidades, e as demais da Província Geotectônica São Francisco. Do Cráton do São Francisco estão registradas as rochas do Granitóide Córrego Ponte Nova, da Suíte Borrachudos e, Supergrupo Espinhaço.

As unidades mais novas representam desagregações e sedimentações posteriores à estabilização do Escudo Brasileiro.

Importante na estruturação desta região é a faixa tectônica su-sudeste/nor-nordeste que corta diagonalmente a Folha Itabira. Tal faixa prolonga-se para SW, adentrando o Quadrilátero Ferrífero atra-

vés do sistema de cavalgamento Fundão-Cambotas e para nor-nordeste até, pelo menos, a região de Guanhães.

Suas feições mais marcantes são os cavalgamentos (rampas frontais e oblíquas) e os dobramentos quase coaxiais devidas à deformação progressiva e/ou diferença nas deformações da capa e da lapa do cavalgamento (direção dos cavalgamentos – N40°-50°E, e eixos de dobras assimétricas até invertidas – N20°-30°E).

A unidade Suíte Borrachudos, que pode ser chave da evolução crustal desta região, compõe-se de granitóides de características meta a peraluminosos e natureza alcalina, injetados na infra-estrutura das seqüências metavulcano-sedimentares, de idade provável tardi a pós-transamazônica.

O padrão das terras-raras desses granitos, que apresentam pronunciada anomalia negativa de Eu e pouca diferença das ETRP, sugere que são do tipo "A", pós-colisionais ou precursores do *rift* Espinhaço. Sylvester (1989) sugere que a origem de granitos similares tenha ocorrido a partir da fusão de magma basáltico mantélico com contribuição da crosta inferior TTG, explicando as altas temperaturas de fusão, o caráter relativamente anidro e os altos teores de F.

A extensa laminação desses granitos implica em um processo tectono-termal que as afetou após seu posicionamento, provavelmente no Ciclo Brasileiro.

Se tal hipótese cronológica mostrar-se verdadeira, há a implicação de que esses granitos estão relacionados ao processo de abertura do *rift* Espinhaço. Após a inversão da Faixa Araçuaí, a qual provocou a formação de extensas *nappes* e escamas de empurrão, imbricando rochas do embasamento e do Supergrupo Espinhaço e Bambuí, tais rochas posicionaram-se nas localidades atuais.

## 2.2 Estratigrafia

Os critérios usados para o estabelecimento da coluna (tabela 2.1) foram, a constatação de variação litológica e metamórfica. Comparação com as colunas dos mapas adjacentes.

As unidades litoestratigráficas que a compõem estão especificadas na tabela 2.1 onde observa-se um registro lítico desde o Arqueano até o Mesoproterozóico, recoberto, em alguns locais, por unidades cenozóicas pouco espessas.

### 2.2.1. Província Geotectônica Mantiqueira

#### 2.2.1.1 Complexo Acaiaca – Aac

O Complexo Acaiaca constitui-se, principalmente, de rochas de alto grau metamórfico, onde se incluem charnockitos, enderbitos e gnaisses kinzigíticos, além de biotita-anfibólio gnaisses migmatíticos e granitóides injetados no conjunto. Evangelista (1984) e Evangelista e Müller (1986) relatam a presença de quartzitos associados.

Essas rochas constituem uma faixa orientada norte-sul, que vem, a sul, desde a Folha Rio Espera (SF.23-X-B-IV) e cruza a Folha Mariana (SF.23-X-B-I). Para norte, fica obliterada por rochas do Complexo Mantiqueira na região entre as vilas de São José do Dobra e Pimenta, no município de Barra Longa (Folha Mariana), reaparecendo na região de Padre Pinto, município de Rio Piracicaba, no limite entre as folhas Mariana e Itabira, onde Baltazar *et al.* (1993) as denominaram, informalmente, de Granulitos Padre Pinto.

Na Folha Itabira, essa unidade está intercalada nos gnaisses graníticos (granitóides Córrego Taio-ba) e gnaisses bandados do Complexo Mantiqueira, do qual o granitóide Taio-ba faz parte. Os contatos são tectônicos, por vezes interdigitados, com acentuada foliação milonítica de baixo ângulo em todas as litologias, que acentua-se mais nos contatos, desenvolvendo zonas de cisalhamento dúctil de baixo ângulo. As lineações minerais na superfície milonítica mostram-se usualmente segundo o mergulho, e em uma direção próxima de leste-oeste, com caimento para leste e transporte para oeste.

Essas rochas devem ter-se, originalmente, constituído na Crosta Inferior e, posteriormente, alçadas tectonicamente a zona limite entre esta e a Crosta Intermediária (descontinuidade de Conrad), onde participou dos eventos que originaram o Cinturão de Colisão Mantiqueira.

São rochas miloníticas, deformadas em regime de cisalhamento dúctil, mais ou menos recristalizadas, com tonalidade esverdeada, de composição granítica até tonalítica, laminadas e bandadas. Petrograficamente, são piroxênio gnaisses quartzo-dioríticos, biotita-(hornblenda) gnaisses, biotita-hornblenda-granada-(sillimanita)-(cianita)-(grafita) gnaisses, sillimanita-granada quartzitos e metabasitos.

As litologias foram metamorfizadas em fácies granulito e anfibolito alto, apresentando, neste caso, feições retrometamórficas. Também apresentam efeitos de retrometamorfismo à facies xistoverde. Os protólitos, segundo Evangelista (1984), são, plutônicas, calcioalcalinas e pré-colisionais.

#### 2.2.1.2 Complexo Mantiqueira – Am

Barbosa (1954) foi o primeiro autor a utilizar o termo “Série” Mantiqueira para designar os gnaisses ocorrentes ao sul e a leste da serra do Espinhaço, e que estariam sobrepostos discordantemente por seqüência de gnaisses e xistos de sua “Série” Barbacena. Trouw *et al.* (1986) denominam essa seqüência lítica de “Grupo”. A CPRM (1990), em trabalhos executados nessa região, denominou, esse agrupamento complexamente interrelacionado de rochas, de Complexo Mantiqueira, por ser a denominação formal constante do Código Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica que melhor o descreve.



Tabela 2.1 – Unidades Estratigráficas.

Provincia Geotectônica e/ou Estrutural	EON Período		Nomenclatura Litoestratigráfica	Simbologia	Geocronologia	Descrição dos litótipos	Evento Tectono-Estrutural	Litoambiência	
SÃO FRANCISCO	CENOZÓICO	Quaternário	Aluviões e Terraços	Qa	<1 Ma	Sedimentos inconsolidados, arenosos, areno-argilosos, argilosos, com níveis de cascalho, no leito ativo dos rios ou em terraços.		Fluvial	
		TERCIÁRIO QUATERNÁRIO	Cangas e Lateritas	TQc	<1 Ma	Cangas em platôs, coluviões de rolados de canga e hematita, lateritos.		Fluviocoluvial	
	PROTEROZÓICO	PALEOMESO EOCENO PROTEROZÓICO		Metabasitos			Metadiabásios e metagabros (PMNmg).		Intrusões hipoabissais continentais
		PALEO/MESOPROTEROZÓICO - PM	SUPERGRUPO ESPINHAÇO - e	Formação Galho do Miguel	PMegm	<1,2 Ga	Quartzitos brancos, puros, bem selecionados com intercalações de quartzitos muito finos e raras intercalações de filitos. Estratificações cruzadas de grande porte.	Dn + 3 Dn + 4 Dn + 5	Ambiente eólico, interfície, marinho raso, possivelmente transgressivo com alongadas dunas.
					Membro Campo Sampaio		PMecs	Quartzitos carbonáticos, cinzentos, fosfáticos; sericita quartzitos; sericita-quartzito xistos.	Dn + 3 Dn + 4 Dn + 5
				Formação Sopa Brumadinho	PMesb	Quartzitos finos a grossos, esbranquiçados, imaturos (predominantes); quartzitos maduros subordinados; filitos e metassiltitos, conglomerados e metaconglomerados lenticulares polimíticos, com seixos de itabirito, quartzito de veio, quartzito e filito, na base.	Dn + 3 Dn + 4 Dn + 5	Ambiente fluvial, interdigitado, com planície costeira, e fácies marinho raso, passando a marinho raso transgressivo, associado a magmatismo básico.	
				Formação Cambotas	PMec	Quartzitos brancos a cinza, finos a médios, com estratos cruzados tabulares, de médio a grande porte e marcas de onda, quartzitos sericíticos/muscovíticos, quartzito xistos; filitos e quartzitos ferruginosos hematíticos, metaconglomerados mono e polimíticos basais.	Dn + 3 Dn + 4 Dn + 5	Ambiente nerítico a intermaré com contribuição fluvial (barras). (estuário)	
				Suíte Borrachudos	PM $\gamma_b/\gamma_{b1}$	1,78 Ga (U/Pb)	Metagranitos e metassienogranitos de filiação alcalina, tardi a pós-colisionais (sin-rift?). PM $\gamma_b$ = Augen gnaisses graníticos grosseiros. PM $\gamma_{b1}$ = Biotita granitos finos orientados c/pegmatitos associados.	Dn + 3 Dn + 4 Dn + 5	Plutônico
		PALEOPROTEROZÓICO - P	SUPERGRUPO MINAS - m	Formação Cercadinho	Pmpc	>2,18 Ga (U/Pb)	Quartzitos, quartzitos ferruginosos, quartzitos conglomeráticos (grit), intercalados com filito cinza grafitoso (ritmitos), filito prateado a cinza; apresentam estratificações cruzadas acanaladas e tabulares, onde melhor preservados do tectonismo; filitos sericíticos.	Dn + 1 Dn + 2	Ambiente deltaico (?) regressivo (?)
				Grupo Piracicaba Indiviso	Pmpii		Quartzitos, quartzitos conglomeráticos subordinados; quartzito-muscovita xistos; filitos, filitos grafitosos; quartzitos ferruginosos.	Dn + 1 Dn + 2	Ambiente deltaico (?) regressivo (?)
	Formação Cauê			Pmic	>2,42 Ga >2,13 Ga	Itabiritos, itabiritos dolomíticos, itabiritos anfibolíticos, camadas delgadas de filitos e xistos, corpos de hematita.	Dn + 1 Dn + 2	Ambiente de mar raso a nerítico, com formação de recifes no topo e provável contribuição vulcano-química.	
	Grupo Itabira Indiviso			Pmii	2,42 Ga (Pb/Pb)	Itabiritos, itabiritos dolomíticos, itabiritos anfibolíticos, dolomitos, filitos dolomíticos e ferríferos, filitos, xistos e corpos de hematita.			

Tabela 2.1 (continuação)

SÃO FRANCISCO	NEOARQUEANO	RIO DAS VELHAS - r	SUPERGRUPO	GRUPO NOVA LIMA - nl	Unidade Córrego do Sítio	Arnlcs	>2,42 Ga	Quartzitos, quartzo-sericita xistos, lentes de filito, conglomerado polimítico com pirita e urânio, filitos, filito grafitoso e sericítico cinza prateado; filitos dolomíticos; <i>metachert</i> , granada filito.	Dn+1 Dn+2	Planície aluvial com cursos d'água anastomosados. Planície costeira. Planície de maré.
						Unidade Mindá	Arnlm		Granitóide a biotita, cor cinza, foliado, bastante homogêneo.	
					Unidade Santa Quitéria	Arnlsq		Clorita-sericita xistos com carbonato, grafita, talco e quartzo em proporções variáveis, intercalados com espessos pacotes de xisto carbonoso, formação ferrífera (ff) e <i>metachert</i> . Os xistos são finos e muito finos e as cores variam desde vinho, amarelo-avermelhado, vermelho arroxeado, creme, cinza-esbranquiçado, cinza-esverdeado, cinza-escuro e cinza-prateado. A formação ferrífera é banda-da, fina e se apresenta também em delgados níveis associados a xistos.	Dn-1/ Dn	Sedimentação clástica fina e química-exalativa em assoalho oceânico
					Unidade Ouro Fino	Arnlof	2,776 + 23/-10 Ma (U/Pb) (Unidade Mestre Caetano)	Metabasaltos maciços e com estruturas <i>pillow</i> , textura <i>spinifex</i> , variolíticas e amigdaloidais localizadas. Intercalações de metavulcânicas ácidas, metaultrabásicas e metapiroclásticas, além de níveis subordinados de xisto carbonoso, <i>metachert</i> e formação ferrífera banda-da. São (quartzo)-(albita)-(clorita)-(epidoto)-tremolita/actinolita xistos, (stilpnomelano)-(quartzo)-clorita xistos, carbonato-(plagioclásio)-(quartzo)-(mica)-clorita xistos, (quartzo)-plagioclásio-actinolita-clorita-epidoto xisto (metabasaltos) (serpentina)-(clorita)-(tremolita)-(carbonato)-talco xisto serpentinito, tremolita-talco xisto com anfíbolito, tremolita/actinolita xisto e clorita-tremolita xistos (metavulcânicas ultrabásicas); quartzo-sericita/muscovita xistos (metavulcânicas ácidas).	Dn-1/ Dn	Domínio vulcânico máfico com contribuição ácida subordinada.
					Unidade Nova Lima Indiviso	Arnli/an, ff		Xistos e filitos paraderivados e vulcanogênicos; clorita xistos, feldspato-biotita-clorita xistos, anfíbolio-clorita xisto, biotita xisto, anfíbolio xisto e anfíbolitos (an), quartzito ferruginoso, formação ferrífera (ff), <i>metachert</i> , metaultrabásicas.	Dn-1/ Dn	Domínio vulcano-sedimentar máfico a ácido
					Grupo Quebra Osso	Arqo		Carbonato-clorita-talco xisto, tremolita-actinolita-talco xisto, (quartzo)-carbonato-clorita xisto, clorita xisto e serpentinitos (metaultramáficas); delgados níveis de formação ferrífera banda-da; <i>metacherts</i> fuscíficos, podem estar mais ou menos milonitizados. As rochas meta-ultramáficas são verde-escuro e cinza-esverdeado quando frescas e amarelo-avermelhadas e amarelo-ocre quando intemperizadas. O quartzo ocorre, localmente, em níveis ou agregados, bem como cristais de pirita, magnetita, magnesita e talco (pós-tectônicos).	Dn-1/ Dn	Domínio vulcano-plutônico ultramáfico.

Tabela 2.1 (continuação)

SÃO FRANCISCO	MESO A NEOARQUEANO	SUPERGRUPO RIO DAS VELHAS-I						
			Complexo Guanhães	A(?)g		Metagrauvas (A(?)gmg); anfíbolitos (A(?)ganf); Quartzitos (A(?)gq), quartzitos ferruginos, formação ferrífera a hematita e magnetita (A(?)gff), quartzo-muscovita cianita xistos(A(?)gci), anfíbolitos, xistos metapelíticos, gnaisses bandados, xistos máficos e ultramáficos metagrauvas (A(?)gmvs).	Dn-1/ Dn	Seqüência meta-vulcano-sedimentar.
			Seqüência Gnáissica-Anfibolítica	A(?)ga		Alternância de faixas de gnaisses graníticos, anfíbolitos e quartzitos (A(?)gaqz)	Dn-1/ Dn	Seqüência plutônica-vulcânica (?)
			Complexo Santa Bárbara	Asb		Gnaisses tonalíticos-trondhjemiticos-granodioríticos-graníticos, granitóides metassomáticos, migmatitos.	DSFn-2/ Dn	Batólito TTG, pré-colisional, gerado por diferenciação mantélica, posicionado na crosta e retrabalhado em regime colisional
			Complexo Granito-Gnáissico-Migmatítico	Agm		Gnaisses tonalíticos, granodioríticos e graníticos diversos; migmatitos.	DSFn-2/ Dn	
			Complexo Mantiqueira	Am		Biotita (hornblenda) gnaisse bandado de composição granítica, granodiorítica e tonalítica com intercalações de anfíbolitos, granitóides e migmatitos. Áreas com predominância de gnaisses diversos e anfíbolitos (Amga) e do granitóide Córrego Taioba (Amct).	DMn-1	
MANTIQUEIRA			Complexo Acaiaca	Aac		Biotita-hornblenda gnaisse, enderbito gnaisse, hiperstênio gnaisse quartzodioríticos e granodioríticos, metabasitos, quartzitos	DMn-2	

O Complexo Mantiqueira ocupa a porção sudeste da Folha Itabira, a leste das cidades de Rio Piracicaba, João Monlevade e Nova Era.

Na região mapeada não são verificáveis seus contatos de leste, pois os mesmos ocorrem na Folha Ponte Nova (SF.23-X-B-II) e dão-se com os granulitos do Complexo Juiz de Fora. A oeste, as rochas do Complexo Mantiqueira (Unidade Gnáissica-Anfibolítica-Amga) estão em contato tectônico com rochas dos supergrupos Rio das Velhas e Minas, e da "Seqüência" Gnáissica-Anfibolítica (A(?)ga). Estes contatos se dão em larga faixa onde se interdigitam, tectonicamente, correspondentes miloníticos das várias litologias. A largura da exposição dessa faixa deve-se, entre outras causas, ao baixo ângulo da zona de cisalhamento dúctil que o bordeja.

Envolve, como a uma escama de empurrão, em seu interior, as rochas do Granulito Padre Pinto do Complexo Acaiaca.

Foram individualizadas duas possíveis unidades mapeáveis: Unidade Gnáissica-Anfibolítica

(Amga) e Granitóide Córrego Taioba (Amct). Está em aberto a possibilidade de correlação entre a "Seqüência" Gnáissica-Anfibolítica (A(?)ga) e a Unidade Gnáissica-Anfibolítica do Complexo Mantiqueira (Amga).

As rochas que predominam nesse complexo são gnaisses bandados bimodais, conformados por uma alternância de níveis, com espessuras decimétricas a métricas, de gnaisses graníticos e granodioríticos, leuco a mesocráticos, e de gnaisses tonalíticos e anfíbolitos meso e melanocráticos. Os contatos entre esses níveis são nítidos em mesoescala e interdigitados em microescala. As bandas graníticas, quando mais espessas, mostram uma laminação milimétrica com concentração dos máficos (principalmente biotita) nos interníveis. Estes interníveis, devido à sua fissilidade, são o *locii* dos resíduos pegmatíticos. As evidências de transposição, mesmo onde não existem dobras intrafoliares, são caracterizadas por *boudinage* de foliação e adelgaçamento (*boudinage*) de leitões isolíticos.

A milonitização é pervasiva e mais evidente quando existem mudanças litológicas.

São comuns corpos de metagabros e metabasaltos em forma de soleiras e diques nesta seqüência. Apresentam granulação grosseira e contatos nítidos com as encaixantes. A foliação é bem desenvolvida. Pode tratar-se de evento não coevo com o posicionamento original das rochas do Complexo Mantiqueira.

## 2.2.2 Província Geotectônica São Francisco

### 2.2.2.1 Complexo Granito-Gnáissico-Migmatítico – Agm

Na região compreendida entre São Gonçalo do Rio Abaixo, Bom Jesus do Amparo, Ipoema e o noroeste de Itabira e a Serra do Espinhaço ocorrem extensas áreas constituídas por rochas tonalíticas, trondhjemiticas, granodioríticas e graníticas gnáissificadas e migmatizadas, preservando, em locais específicos, características ígneas, que compõem o substrato da Faixa Araçuaí.

Os estudos petrogenéticos nesta unidade são incipientes. Sua coalescência com os complexos Belo Horizonte e Caeté, a sudoeste, apesar da descontinuidade crustal brasileira que deve haver entre a Faixa Araçuaí e o núcleo arqueano do centro-oeste de Minas Gerais, permite algumas ilações.

Este núcleo arqueano (parte do Cráton Brasileiro do São Francisco) suporta, enquanto infra-estrutura, as unidades plataformais da Faixa Araçuaí (grupos Macaúbas e Bambuí), enquanto o Complexo Granítico-Gnáissico-Migmatítico suporta as unidades dobradas e transpostas da mesma faixa (Supergrupo Espinhaço). Aparentemente, são níveis estruturais diferentes, justapostos tectonicamente, de uma mesma unidade crustal: a de leste mais deformada, cavalgando, juntamente com a seqüência lítica supracrustal meso a neoproterozóica, as mais preservadas e tectonicamente estáveis de oeste, durante a inversão e os cavalgamentos do Ciclo Brasileiro.

As rochas mais antigas desta crosta continental são gnáisses cinzentos, bandados, de composição tonalítica a trondhjemitica, com composição granodiorítica a granítica subordinada. Como corpos intrusivos nestes gnáisses ocorrem variados tipos de

granitóides e máficas, além de zonas de intensa migmatização, provenientes de diferentes etapas de acreção mantélica ou retrabalhamento crustal.

Se essas rochas forem comparáveis àquelas do Complexo Belo Horizonte, é possível que sua idade seja mais antiga que 2,86 Ga (Machado & Carneiro, 1992; Machado & Noce, 1993; Noce, 1995).

### 2.2.2.2 Complexo Santa Bárbara – Asb

A denominação remonta a Simmons (1968), que incluiu as rochas granito-gnáissicas da região de Santa Bárbara nos “gnáisses Santa Bárbara”.

Em seu trabalho de tese, Sichel (1983b) denominou de Complexo Gnáissico-Migmatítico o conjunto de gnáisses, migmatitos, rochas graníticas e anfíbolitos das imediações de Santa Bárbara, em contato tectônico de alto ângulo em uma zona de cisalhamento dúctil, com os komatiitos do Grupo Quebra Osso. Baltazar *et al.* (1993) denominaram essas rochas de Complexo Santa Bárbara.

Essas rochas, para sul, adentram a Folha Mariana (SF.23-X-B-I) até Monsenhor Horta, Fonseca, Santa Rita Durão e Catas Altas. Desenvolvem-se especialmente em duas estruturas dômicas ovaladas, com maior eixo segundo a direção norte-sul, uma a oeste, na região de Santa Bárbara, outra a leste, na região de Florália. Nesta região, os contatos com as rochas do Supergrupo Rio das Velhas são tectônicos através de falhas de empurrão de baixo ângulo.

Nas proximidades de Florália estão envelopadas, provavelmente, em cunha tectônica, sobre as rochas do Supergrupo Rio das Velhas.

Várias das estruturas migmatíticas descritas por Sichel (1983a e b), após as verificações de campo, são intercalações, de dimensões variadas, de tonalitos (predominantes), trondhjemitos, granodioritos e granitos, devida as intrusões pré- a sin-deformacionais, tectônica e as intrusivamente posicionadas.

São gnáisses tonalíticos e trondhjemiticos claros, freqüentemente injetados por rochas graníticas, tectônica e composicionalmente bandadas, e rochas graníticas foliadas, com possível metassomatismo local. Foram, ainda, descritos migmatitos com estruturas agmáticas e estromáticas, bem como restitos em forma de blocos e níveis resistentes de rochas básicas e ultrabásicas.

Segundo Sichel (1983 a e b), na região de Santa Bárbara, as rochas tiveram composição original tonalítica e foram, posteriormente, injetadas por rochas de composição granítica. Os gnaisses e migmatitos, estes com paleossoma tonalítico, são constituídos por plagioclásio incipiente ou totalmente saussuritizado, duas gerações de K-feldspato, quartzo poligonizado, titanita/rutilo, apatita e zircão. Os granitos apresentam microclina primária em maiores quantidades que os gnaisses e migmatitos (paleossoma), porém apresentando efeitos retrometamórficos similares ( fácies xisto verde).

Baltazar *et al.* (1994) indicaram caráter sin-colisional para o processo de feldspatização potássica, que acompanhou o evento retrometamórfico registrado em todas as rochas do complexo. Como, em regime sin-colisional, geram-se os granitos de anatexia, é provável que nesta ocasião tenham-se formado os migmatitos. No entanto, os elementos de terras-raras analisados (Baltazar *et al.*, 1993) indicam derivações mantélicas para os TTG desta unidade.

“As rochas ácidas leucocráticas desse complexo, considerando os diversos padrões analisados, poderiam ser interpretadas como granitóides diferenciados de um magma ultrabásico mantélico, com uma fase final monzogranítica coexistindo com uma fase tonalítica, se intercalando em pulsações periódicas. Este conjunto foi afetado, posteriormente, de maneira não generalizada, por processos metassomáticos de enriquecimento potássico”.

Analisando os diagramas das figuras II.2.16 e II.2.18 de Baltazar *et al.* (1994) bem como as suas observações no texto, principalmente sua conclusão acima, transcrita parcialmente, seria lícito sugerir que as rochas tonalíticas-trondhjemítica-granodiorítica-graníticas formaram-se em época anterior ao processo colisional por diferenciação de magma toleítico, em pulsos periódicos diferentes ou posicionamentos em diferentes níveis crustais. Durante o encurtamento crustal, houve o envolvimento desse batólito, formado por rochas infracrustais e fatias de resíduo básico-ultrabásico, em zona de colisão provocando a interdigitação tectônica dos litótipos de fusão parcial da crosta (=batólito+encaixantes), a intrusão das rochas mais antigas por produtos desta fusão e concomitantemente, com elas intercalando-se (*lit-par-lit*) e levando

fluidos ricos em potássio, responsáveis pelos efeitos do retrometamorfismo e pelo posicionamento, segundo o diagrama de Batchelor & Bowden (1985), das rochas do Complexo Santa Bárbara no campo dos granitóides sin-colisionais, preferencialmente.

Silva (1984) apresenta duas idades Rb/Sr em gnaisses bandados desse complexo:  $2.223 \pm 143\text{Ma}$  e  $2.397 \pm 20\text{Ma}$ . No domo de Caeté, Machado *et al.* (1991) indicam uma idade de  $2.776 \pm 7/-6\text{Ma}$  para rochas semelhantes àquelas do Complexo Santa Bárbara. Os gnaisses do Complexo Santo Antônio do Pirapetinga, a sudeste de Mariana, foram datados (Rb/Sr) em  $2.867 \pm 128\text{Ma}$ . Como sugestão, apresenta-se um quadro evolutivo com idade de formação das rochas do Complexo Santa Bárbara em, aproximadamente, 2,78Ga e idade da colisão, com geração dos produtos metassomáticos potássicos, em torno de 2,2Ga.

Com base nestas observações sugere-se que, do mesmo modo que o Complexo Caeté, o Complexo Santa Bárbara não constitui o embasamento do Supergrupo Rio das Velhas. Suas rochas teriam sido geradas, o mais tarde, na fase inicial de geração dos edifícios vulcânicos daquela seqüência plutono-vulcano-sedimentar.

### 2.2.2.3 Seqüência Gnáissica-Anfibolítica – A(?)ga

Esta unidade não formalizada, mas individualizada neste trabalho, ocorre em duas faixas que bordejam, a sudeste e noroeste, o Corpo Peti da Suíte Granítica Borrachudos e transiciona, tectonicamente, a noroeste e a sudoeste, para as unidade, de grau metamórfico xisto-verde, do Supergrupo Rio das Velhas.

É composta por uma alternância quase rítmica de faixas de gnaisses graníticos e de anfibolitos, de ordem de decâmetros a hectômetros de espessura. Muitos dos corpos de anfibolito são mapeáveis devido ao baixo ângulo da deformação que os afeta.

Os anfibolitos apresentam macroscopicamente textura nematoblástica e variam desde finos até grosseiros com cristais ocelares de feldspato de até 5mm. Os granitóides têm composição granítica e granodiorítica até tonalítica.

A faixa de sudeste é superposta pelos empurres que afetam as rochas do Supergrupo Minas e

do Complexo Guanhães e superpõe tectonicamente as rochas do Corpo Peti da Suíte Borrachudos. A faixa de noroeste é superposta pelas rochas do Corpo Peti da Suíte Borrachudos e superpõe-se ao Complexo Granito-Gnáissico-Migmatítico da Província São Francisco.

É uma unidade que ainda necessita de estudos petrográficos e petrogenéticos, além de mais trabalho de cartografia geológica para ser melhor entendida.

#### 2.2.2.4 Complexo Guanhães – A(?)g

Desde a região ao norte da Folha Itabira (SF.23-X-B-I), a nordeste da cidade de Itabira, ocorre uma faixa metavulcano-sedimentar de fácies xisto-verde alto-anfibolito que prolonga-se até o sul de Itabira, onde inflete para este-sudeste, bifurcando-se em duas faixas de afloramentos. A faixa setentrional vai desde a fazenda Belmont até as proximidades de Nova Era, passando pela margem esquerda do ribeirão São José, fazenda Lisboa, córrego Paiolsinho e fazenda Capoeirana do Meio, infletindo para nordeste, passando pela fazenda do Engenho, situada no limite leste da folha, onde adentra para a Folha Coronel Fabriciano (SE.23-Z-D-V). A faixa sul entremeia-se com escamas de rochas granitóides pertencentes à Suíte Borrachudos e toma a direção de João Monlevade, onde intercala-se com rochas da Sequência Gnáissica-Anfibolítica e parece continuar pela serra da Barraca, a oeste desta cidade, havendo possibilidade de continuar até os quartzitos da região oeste de Florália.

Para norte da Folha Itabira, este grupamento de rochas passa por Santa Maria de Itabira (Folha Conceição do Mato Dentro – SE.23-Z-D-I) e prolonga-se até a região de Guanhães (Folha Guanhães – SE.23-Z-B-V) onde foi definido (Grossi Sad *et al.*, 1990).

São quartzitos, quartzitos ferruginosos, formação ferrífera a hematita e magnetita, quartzo-muscovita xistos, anfibolitos e gnaisses bandados (metagrauvas), xistos metapelíticos e xistos máficos, metagabros e metaultrabásicas.

A espessura das camadas individuais é pequena, em intercalações sucessivas que, de modo geral, não ultrapassam dez metros. Na porção norte predominam os gnaisses pelíticos, os quartzitos e os quartzo-muscovita xistos, enquanto no ramo

quase leste-oeste, entre Itabira, Nova Era e João Monlevade dominam os xistos metapelíticos e anfibolitos, sendo subordinados os xistos máficos, as metaultrabásicas, os gnaisses metapelíticos e os quartzitos. No ramo sul de Monlevade dominam quartzitos e anfibolitos. Devida a esta íntima intercalação discriminaram-se conjuntos de rocha e não litótipos isolíticos.

No ramo norte, um perfil representativo entre o Piçarrão e a estrada Itabira-Santa Maria de Itabira é formado, de leste para oeste de: gnaisses pelíticos e semipelíticos com anfibolitos intercalados, quartzo-muscovita xistos, quartzitos, formação ferrífera, quartzo-muscovita xistos com anfibolitos, anfibolito, gnaisses semipelíticos, todos do Complexo Guanhães. Esta sequência está conformando um anticlinório devido ao redobramento frontal dos cavalgamentos que, também, envolvem os granitóides da Suíte Borrachudos. Abstraindo-se o redobramento, o Complexo Guanhães está envelopado entre o Corpo Açucena, a leste, e o Corpo Borrachudos, a oeste, da Suíte Borrachudos, em escama de empurrão. O redobramento parece ter alçado a formação ferrífera bandada a magnetita da Unidade Média (Grossi Sad *et al.*, 1990 – Grupo Guanhães) no núcleo do anticlinório. Todo o restante da sequência compõe a Unidade Superior do Complexo Guanhães (Grossi Sad, *et al.*, 1990 – Grupo Guanhães).

O ramo leste-oeste entre Itabira e Nova Era, foi estudado por Souza (1988) e Souza *et al.* (1989). Aí foram separados domínios devida à fina intercalação entre as litologias, que não chegam, as camadas, a mais de 5m. São, predominantemente, xistos metapelíticos e anfibolitos, ocorrendo em menor escala xistos máficos, metaultrabásicos, gnaisses metapelíticos e quartzitos.

Os xistos metapelíticos podem ser divididos em muscovita-quartzo xistos ± biotita e muscovita-biotita-quartzo xistos + granada ± estauroilita e muscovita-biotita-cordierita-plagioclásio-clorita xisto ± sillimanita. Os primeiros têm coloração clara, textura lepidoblástica contendo 55% de quartzo, 45% de muscovita biotita e espinélio verde (hercinita), além de traços de zircão e opacos. Os últimos têm coloração rósea, sendo textural e estruturalmente semelhantes aos anteriores, apresentando até 35% de biotita. Granada é constante e, ocasionalmente, ocorre estauroilita. Ocupam a maior parte da área, sendo superados somente pelos anfibolitos diver-

sos que ocorrem em intercalações sucessivas, com espessuras variáveis, entre 10 a 20m. São protomiloníticos, também têm espinélio verde, plagioclásio e zircão; a granada é sintectônica.

A última variedade de xistos ocorre em um único local na parte centro oriental, praticamente no contato com os granitóides não-lenticulares (Suíte Borrachudos), ocorrendo em intercalações centimétricas a métricas junto a anfíbolitos. Têm textura granolepidoblástica, média a grosseira, com 25% de quartzo, plagioclásio (oligoclásio) + cordierita - 30%, clorita - 20%, e biotita + muscovita que em conjunto formam agregados em flocos; como acessórios ocorrem zircão, rutilo e apatita.

As rochas gnáissicas metapelíticas, restringem-se a alguns afloramentos associados a anfíbolitos na parte sudeste da folha. Têm foliação pouco desenvolvida, textura gnáissica sendo, petrograficamente, estaurolita-granada-biotita-cummingtonita gnaisses. Quartzo e a cummingtonita são os minerais mais abundantes; o último, apresenta-se incolor em prismas ou agregados radiais parcialmente alterados em clorita. A granada é rósea, sintectônica e a estaurolita é pré a sintectônica. Ocorrem ainda plagioclásio, clorita, rutilo, zircão, apatita e opacos.

Os xistos derivados de ultramáficas ocorrem em intercalações centimétricas a métricas nos dois primeiros tipos de xistos metapelíticos. Petrograficamente são cromita-biotita/flogopita xistos também chamados "biotititos". A textura é lepidoblástica; biotita/flogopita são essenciais (55% a 80%), opacos (17 a 40%), quartzo. O acessório importante aqui é o "berilo verde" em porfiroblastos grosseiros, prismáticos, distribuídos segundo a xistosidade. Nos opacos destaca-se a magnésio-cromita, como que pulverizado em toda a rocha.

Os anfíbolitos podem ser classificados em três tipos e ocorrem na parte sudeste da faixa onde têm dezenas de metros de espessura sendo que, nas demais regiões, apresentam-se em níveis de potência inferior a um metro.

Os anfíbolitos metaltramáficos são os menos abundantes dos três tipos; preferencialmente ocorrem na ponta oeste da seqüência, nas proximidades das rochas graníticas adjacentes. Tem menos de 1m de espessura, cor esverdeada pálida, foliação incipiente, gradando e associando-se com os "biotititos" próximo à mina de esmeraldas. Petro-

graficamente são talco-clorita-tremolita/actinolita anfíbolitos, onde a tremolita ocorre em duas gerações e tem como acessório a cromita.

Os anfíbolitos de metatufos apresentam, texturalmente, alternância de níveis submilimétricos a milimétricos quartzo-feldspáticos com níveis de anfíbólio orientado, enquanto aqueles derivados de metaígneas máficas são mais homogêneos. São as litologias mais abundantes das porções leste e sudeste dessa seqüência, ocorrendo pacotes com dezenas de metros de espessura.

A foliação é materializada pela orientação do anfíbólio, e a textura é granonematoblástica. Petrograficamente são quartzo ± biotita ± granada anfíbolitos, biotita-quartzo ± granada anfíbolitos e granada-quartzo anfíbolitos. O anfíbólio é hornblenda (20 a 70%), ocorrendo quartzo (15 a 55%), plagioclásio-andesina (traços a 19%), às vezes substituído por alofano, biotita até 16% (substitui a hornblenda), granada até 9% (sintectônica, alterada em clorita e epidoto), opacos até 4,5% (magnetita, ilmenita). Como acessórios ocorrem fluorita, titanita, zircão, apatita, clorita e epidoto.

Os quartzitos têm distribuição restrita e localizada na parte sul, ocorrendo em pacotes de dezenas de metros intercalados em xistos metapelíticos ou níveis centimétricos a métricos associados a xistos metapelíticos e anfíbolitos derivados de metabásicas. São granolepidoblásticos contendo 85 a 95% de quartzo e 3 a 12% de muscovita, resultando petrograficamente em quartzitos muscovíticos ou muscovita quartzitos. Como acessórios ocorrem biotita, cianita, turmalina e zircão.

Os pegmatitos ocorrem principalmente próximo a contatos falhados com os granito gnaisses e granitos da Suíte Borrachudos. O conjunto apresenta uma deformação  $D_1$  relacionada a  $S_1$  subparalela ao acamadamento; sendo que  $S_1$  paraleliza-se às estruturas gnáissicas. O resultado da deformação  $D_1$  é evidenciado por "sombrias de pressão" nos porfiroblastos de esmeralda e granadas rotacionadas. Uma segunda deformação crenula  $S_1$  e forma dobras amplas de eixo aproximado  $N20^\circ E$ , com ligeiro mergulho para norte. Esta superposição de deformação, com flancos ora caindo para leste ora para oeste, induz a interpretar-se empurrões de oeste para leste, o que parece não existir.

É no contato com os granitóides da Suíte Borrachudos corpos, Açucena e Bicas, que ocorrem os

jazimentos de esmeraldas desta região. São notórios aqueles das fazendas Belmont e Capoeirana.

Para sul de João Monlevade ocorrem, predominantemente, quartzitos, quartzo-mica xistos com intercalações finas de anfibolito.

Souza (1988) e Souza *et al.* (1989) sugerem que esta seqüência poderia estar na base do Supergrupo Minas na região; no entanto a continuidade física para norte sugere que seja parte da Unidade Superior do Complexo Guanhões.

### 2.2.2.5 Supergrupo Rio das Velhas

Dorr *et al.* (1957) designaram de Série Rio das Velhas a um conjunto de rochas xistosas, metassedimentares e metavulcânicas do Quadrilátero Ferrífero, mais antigas que a Série Minas, denominação essa mantida por Dorr (1969). Ladeira (1976, *in*: Loczy & Ladeira, 1976), de acordo com o Código Norte-Americano de Nomenclatura Estratigráfica, apropriadamente denominou de Supergrupo Rio das Velhas a este conjunto lítico, dividindo-o em grupos, o inferior, Grupo Nova Lima e, o superior, Grupo Maquiné (já proposto por Dorr, 1969). Maxwell (1972) descreveu e mapeou, pela primeira vez, rochas metaultramáficas na região nordeste do Quadrilátero Ferrífero definida como sendo uma seqüência de *greenstones*. Schorscher (1982) ao estudar essa região redescreve o conjunto de rochas, reconhecendo-o como uma seqüência tipo *greens-tone belt* (Viljoen & Viljoen, 1969) para o Supergrupo Rio das Velhas, denominando a seqüência *greens-tone* de Maxwell (1982) de Grupo Quebra Osso, que englobaria as metamáficas e metaultramáficas de filiação komatiítica. Padilha *et al.* (1985) identificaram uma seqüência de composição similar na região do Viriato, Córrego do Boiadeiro e Córrego Mostarda, centro do Quadrilátero Ferrífero, a qual denominaram Complexo Córrego do Boiadeiro que englobava rochas metaígneas de composição komatiítica (dunitos, peridotitos) e metavulcânicas balsálticas de alto magnésio (basaltos komatiíticos), metabasaltos toleíticos, com metabrechas intraformacionais de composição basáltica. Neste trabalho, aquelas metaígneas foram consideradas como possíveis derrames ultramáficos maciços.

De 1993 a 1995 foram executados trabalhos de mapeamento de semidetalhe (1:25.000) e de aerogeofísica na região do Quadrilátero Ferrífero, pelo

DNPM-CPRM - Empresas Mineradoras, interessando apenas as rochas do Supergrupo Rio das Velhas. Neste trabalho foi executada a revisão estratigráfica, a cartografia geológica, definições do modelo estrutural e a avaliação metalogenética das rochas do Supergrupo Rio das Velhas. A geologia que se descreverá é esta.

### Grupo Quebra Osso – Arqo

Schorscher (1973) definiu o Grupo Quebra Osso com sua área-tipo localizada nos córregos Quebra Osso e Tanque Preto, região de Catas Altas, município de Santa Bárbara (Folha Mariana, SF.23-X-B-I), no sudeste da Folha Itabira. Neste local ele é composto, quase que exclusivamente, por rochas metaultramáficas komatiíticas (metaperidotitos komatiíticos), extrusivas subaquáticas, correspondentes a derrames maciços, derrames com estruturas em almofadas, derrames brechados com *spinifex* e *quenched structures*. Ocorrem ainda metavulcano-clásticas grosseiras e finas em níveis interderrames, bem como formações ferríferas bandadas, pobres em ferro, que gradam para *metacherts*. A espessura do grupo é da ordem de 800m.

Esta unidade, na Folha Itabira, ocorre, na porção su-sudoeste, em duas estreitas faixas: a primeira bordejando a parte oeste do Complexo Santa Bárbara, por cerca de 10km, adentrando então a Folha Mariana. A segunda ocorre na região de Florália.

Na primeira faixa, foram identificados três domínios, em termos de mineralogia metamórfica:

a) serpentinitico/talcítico; b) anfibólico; c) clorítico.

As rochas do primeiro domínio (a) são constituídas por serpentina, talco, carbonato, tremolita e minerais opacos. Ostentam granulação média a fina e uma textura pseudomórfica da olivina. A serpentina substitui cristais cumuláticos granulares, originalmente de olivina, cujos contornos são definidos por finos grãos de magnetita. O carbonato (magnesita) ocorre em porfiroblastos com inclusões de opacos, anfibólio e talco, que ocupam os interstícios dos pseudomorfo de olivina e, em pequena quantidade, no interior dos mesmos.

No segundo domínio (b), anfibólico, as rochas são constituídas por actinolita, clorita, plagioclásio, quartzo, titanita, opacos e apatita. A granulação varia de média a fina e a textura decussada (finamen-



te granoblástica). Muitos cristais de actinolita possuem núcleos de cor marrom e finos opacos alinhados nos planos de clivagem, sugerindo tratar-se de restos de mineral primário (piroxênio ou olivina). A titanita ocorre em pequenos cristais idióblásticos ou bordejando grãos de ilmenita.

As rochas do terceiro domínio (c), clorítico, são constituídas por clorita, quartzo, rutilo, óxido de ferro e traços de mica branca. A granulação é fina e a textura grano-lepidoblástica. No interior da massa clorítica ocorrem cristais de quartzo granoblásticos, tanto em agregados lenticulares como em grãos isolados.

Essas rochas, interpretadas como rochas metavulcânicas ultramáficas (domínios a e b) e metamáficas apresentam ainda intercalações de formações ferríferas bandadas, pobres em ferro, as quais gradam para *metacherts* fuchsiticos.

O contato desta faixa com o Complexo Santa Bárbara ocorre através de zona de cisalhamento vertical a subvertical com milonitos no lado do complexo e filonitização (milonito xistos) nos metakomatitos, não havendo manifestação de metamorfismo de contato. Com o Grupo Nova Lima o contato é gradativo numa faixa de 300m de largura, com interdigitação de litologias, que pode ser tectônica.

Na região de Florália as rochas deste grupo encontram-se muito metamorfizadas, tectonizadas e em elevado grau de meteorização. Os tipos litológicos são semelhantes, mas com predominância de unidades de formação ferrífera a magnetita. Um exemplar típico desse domínio tem composição estimada de 40% de magnetita, 30% de clorita, 30% de talco e traços de anfibólio. A textura é lepidoblástica e a granulação fina. A magnetita ocorre em cristais anédricos, imersos na massa de clorita e talco. Não apresenta orientação preferencial, enquanto que a matriz marca uma foliação. O talco cristaliza em sombras de pressão nas bordas da magnetita. A tremolita aparece geralmente segundo sua seção basal, porém observam-se também prismas com até 4cm de comprimento.

### Grupo Nova Lima

Dorr *et al.* (1957) denominaram de Grupo Nova Lima a seqüência de rochas filíticas e quartzosas com intercalações de formação ferríferas, quartzo-ankerita xistos, metamáficas e metaultramáficas

que ocorrem ao longo do curso superior do rio das Velhas, no centro do Quadrilátero Ferrífero, e nas regiões de Conceição do Rio Acima e Santa Bárbara, a leste. Nesse trabalho, não foi feita a divisão do Grupo em unidades menores; apenas foram cartografadas algumas litologias mais salientes ou de maior importância metalogenética.

Loczy e Ladeira (1976) dividiram o Grupo Nova Lima em três unidades: metavulcânica, metassedimentar química e metassedimentar clástica.

No que se refere à presente folha, este grupo ocorre nas regiões de Itabira, onde não foi efetuada subdivisão em unidades subordinadas, e de Santa Bárbara-Florália-São Gonçalo do Rio Abaixo, onde Lima (inédito) reconheceu as seguintes unidades, em um empilhamento da base para o topo:

- a) Unidade Ouro Fino;
- b) Unidade Santa Quitéria;
- c) Unidade Córrego do Sítio;
- d) Unidade Mindá.

### Grupo Nova Lima Indiviso – Arnli

Na região de Itabira, os trabalhos de cartografia não avançaram o suficiente para individualizar unidades subordinadas. Assim, o que se apresenta é a descrição de litótipos reconhecidos mas não individualizados.

São xistos e filitos paraderivados e vulcanogênicos, quartzitos ferruginosos, formações ferríferas tipo Algoma, anfíbolitos, dolomitos, *metachert*, metaultrabásicas e raros conglomerados.

Os xistos e filitos, quando frescos, mostram cores verde a cinza-esverdeada e quando intemperizados, adquirem cor marrom-avermelhado.

Quando grafitosos, os xistos e filitos ostentam cores cinza e cinza-prateados.

Em termos de descrição petrográfica, são quartzo-clorita xistos, quartzo-clorita-sericita xistos, quartzo-clorita-biotita xistos e filitos, filitos grafitosos, xistos e filitos ferruginosos. Ocorrem ainda xistos-verdes constituídos de clorita, quartzo, actinolita/tremolita, plagioclásio sódico, magnetita, leucoxênio e carbonatos; ainda, ocorrem metaultrabásicas.

Em um corte de estrada no distrito industrial, descreveram metaturbiditos intercalados com xistos máficos.

O acamadamento ( $S_0$ ) é observado raras vezes, em lâmina delgada, e é paralelo a  $S_1$  (superfície

planar dos minerais micáceos). Esta superfície é plissada em dobras fechadas com desenvolvimento de uma clivagem de crenulação plano-axial ( $S_2$ ) e redobradas segundo dobras abertas  $D_3$ , que podem ou não apresentar clivagens espaçada ou de fratura ( $S_3$ ).

Esta fatia de Grupo Nova Lima tem contatos tectônicos com todas as unidades circundantes através de falhas de cavalgamento (zonas de cisalhamento dúctil), exceto com o Supergrupo Minas cujo contato parece ser através de uma discordância angular.

A fácies metamórfica aqui é xisto-verde alta a anfíbolito baixo. Não é possível estabelecer-se uma espessura confiável para este conjunto de rochas pois, pelo que parece, trata-se de uma escama tectônica sem raiz.

#### **Unidade Ouro Fino – Arnlof**

Constitui parte da seqüência basal do Grupo Nova Lima. A denominação advém do córrego homônimo onde, em seu curso médio, ocorre a área-tipo. Localiza-se, esse córrego, ao sul da serra da Piedade, no município de Caeté.

Representa, na Folha Itabira, o domínio metavulcânico-máfico do *greenstone belt* Rio das Velhas. É constituída na área-tipo por metavulcânicas básicas, predominantemente, metaultrabásicas e meta-ácidas subordinadas. Associam-se, ainda, metatufos máficos além de intercalações de formação ferrífera bandada, *metachert* e xisto carbonoso.

Na Folha Itabira, em seu canto sudoeste, os xistos básicos (metavulcânicas básicas) atribuídos a essa unidade afloram em uma estreita faixa intercalada entre as metaultrabásicas do Grupo Quebra Osso e os metapsamitos da Unidade Mindá do Grupo Nova Lima. Apresentam uma composição mineralógica estimada de 75% de clorita e actinolita, 16% de epidoto, 4% de titanita, 4% de quartzo, albita, traços de turmalina e opacos.

A textura é nematolepidoblástica e a granulação é fina. A matriz de clorita, actinolita e epidoto, apresenta franca orientação com os minerais félsicos (quartzo, albita) em cristais isolados na massa rochosa. O epidoto é, preferencialmente, clinozoisita, podendo aparecer zoisita e pistacita. A titanita forma pequenos cordões paralelos à foliação. Existem

cristais de clorita sem orientação e com inclusões da matriz. Amígdalas de até 5mm de eixo maior (deformação) estão preservadas e estão preenchidas por zoisita e clinozoisita em cristais anédricos bem desenvolvidos.

#### **Unidade Santa Quitéria – Arnlsq**

O nome Santa Quitéria provém da mina de mesma denominação e onde encontra-se exposta a área-tipo da unidade, localizada no município de Santa Bárbara, no canto sudoeste da Folha Itabira (SE.23-Z-D-IV).

A Unidade Santa Quitéria é representada, principalmente, por metassedimentos químicos e clásticos finos metamorfizados na fácies xisto-verde. A fração pelítica é representada por xistos muito finos tendo como constituintes principais clorita e sericita. Apresentam cores variadas de acordo com o grau de intemperismo e das percentagens de carbonato, material carbonoso, óxidos de ferro e quartzo existentes na rocha. Intercalam-se nesses xistos, lentes de xisto/filito carbonoso, formação ferrífera bandada e *metachert*.

Os filitos carbonosos são cinza-escuro a pretos, de granulação muito fina e brilho sedoso. A textura é lepidoblástica fina e a composição mineralógica é sericita, rutilo, opacos e material carbonoso. Os *metacherts* são caracterizados macroscopicamente pela coloração branco-leitosa e pela granulação extremamente fina. Intemperizados adquirem tons avermelhados devidos à impregnação por hidróxidos de ferro.

As formações ferríferas bandadas são caracterizadas pelo bandamento milimétrico a centimétrico e pela cor marrom-escuro passando a amarelo-avermelhado com o intemperismo. O bandamento é resultado da alternância de bandas ricas em óxidos de ferro (magnetita, hematita) e bandas quartzosas. A composição modal aproximada, de uma amostra de formação ferrífera bandada do alinhamento São Bento, apresenta 60% de quartzo, 38% de opacos (magnetita, hematita) e 2% de limonita. Estas formações ferríferas têm larga distribuição e, na maioria das vezes são os “horizontes- guia” litológico-estratigráficos na prospecção de ouro.

Os protólitos da Unidade Santa Quitéria são, provavelmente, sedimentos químicos-exalativos e se-

dimentos clásticos finos abissais, intimamente intercalados.

### Unidade Mindá – ArnIm

A denominação “Mindá” para esta unidade, deriva da localidade “Campo do Mindä”, eleita como area tipo desta. Situa-se ao norte da represa Peti, município de São Gonçalo do Rio Abaixo, no canto sudoeste da Folha Itabira (SE.23-Z-C-IV).

A Unidade Mindá foi mapeada em todo extremo-sudoeste da Folha Itabira. Caracteriza-se por predominância de litótipos psamíticos sobre os litótipos pelíticos. Em relação a Unidade Córrego do Sítio, identifica-se pela maior energia que deve ter presenciado sua deposição, que reflete-se na escassez de estruturas primárias, na predominância de estratos essencialmente quartzosos grosseiros e, decorrente do metamorfismo e deformação, na presença de quantidade expressiva de veios e vênulas de quartzo de segregação.

As litologias desta unidade são metapsamitos (predominantes) com intercalações de matapelitos (subordinados) apresentando estratificação gradacional e finos níveis de xisto carbonoso. São constituídos por (plagioclásio) + (clorita) + sericita/moscovita quartzo xistos (metagrauvas), sericita/moscovita + quartzo xistos (metarenitos) e quartzo + (clorita) + sericita/muscovita xistos (metapelitos). Uma composição modal estimada média para os metapsamitos é 48% de quartzo, 48% de clorita + mica branca, 2% de opacos e traços de zircão, rutilo e turmalina.

Apresentam um bandamento metamórfico composicional, com alternância de níveis filossilicáticos e níveis quartzosos. A extrema deformação, que essas rochas sofreram, produziu uma foliação anatomosada onde os filossilicatos envolvem porções lenticulares de quartzo policristalino. Esse bandamento apresenta-se, ainda, microdobrado e crenulado, o que dá origem a uma foliação tardia  $-S_2$  ? que pode transpor a foliação milimétrica  $S_1$ , podendo realinhar as palhetas de mica e clorita. Há um predomínio amplo das micas brancas sobre as cloritas. A turmalina aparece em forma de pequenos cristais prismáticos orientados paralelamente a foliação ( $L_1$  ?).

O bandamento composicional apresenta, onde houve condições de preservação de estruturas

primárias, acamadamento gradacional. Torna lícito sugerir que esta unidade represente o equivalente metamórfico de uma seqüência turbidítica proximal. Alguns corpos metapsamíticos desprovidos de bandamento composicional (transposição de estratificação –  $S_1 // S_0$  ?) e miloníticos podem representar corpos intercamadados ou tectonicamente intercalados de metavulcânicas ácidas.

### Unidade Córrego do Sítio – ArnIcs

Esta denominação deve-se à mina de mesmo nome, onde se encontra a área-tipo dessa unidade. Localiza-se no alto curso do córrego homônimo, município de Santa Bárbara aproximadamente, 2km a sudoeste do canto sudoeste da Folha Itabira.

É uma unidade essencialmente metassedimentar, grauvaqueana-pelítica, onde dominam os termos pelíticos. As rochas são metapelitos bandados com intercalação de metapsamitos grauvaqueanos e delgados níveis de xistos carbonosos. Os litótipos metamórficos são:

a) mica-quartzo xistos, quartzo-mica xistos, (clorita)-(sericita)-quartzo xistos prováveis metassiltitos;

b) (quartzo)-(sericita)-clorita xistos, prováveis metassiltitos arenosos;

c) quartzo-clorita-sericita xistos, prováveis metargilitos;

d) sericita-quartzo xistos, quartzo-clorita xistos e micaxistos quartzosos, prováveis metaquartzo grauvas;

e) clorita-sericita-plagioclásio-quartzo xistos, prováveis metagrauvas feldspáticas.

Essas rochas metapelíticas exibem uma alternância rítmica de bandas siltosas, milimétricas a centimétricas, bandas argilosas (micáceas) e bandas grauvaqueanas (quartzosas-feldspáticas). Os xistos apresentam, também, um microdobramento milimétrico a submilimétrico onde se alternam lâminas quartzosas e lâminas micáceas.

Ao microscópio a mineralogia predominante é: clorita + mica branca + quartzo ± opacos ± rutilo ± óxidos de ferro ± zircão. A textura é lepidoblástica e lepidogranoblástica. Alguns exemplares estudados mostraram composição mineralógica com até 90% de clorita, fato que está sendo considerado

como indicador de alteração metamórfico-hidrotermal.

As feições primárias de maior destaque são a alternância metapelitos-metapsamitos com acamadamento gradacional e, principalmente, na área-tipo, estratificação plano-paralela e estratificação cruzada.

As composições minerais das rochas, a alternância rítmica dos litótipos e as estruturas primárias preservadas sugerem para esta unidade um ambiente típico de seqüência turbidítica, com ressedimentação de depósitos vulcano-clásticos.

Na região próximo a Florália, além da alteração metamórfico-hidrotermal, foi verificada a presença acentuada de veios de quartzo e estreitas faixas hidrotermalizadas: silicificação + sericitização, posicionadas, preferencialmente segundo o bandamento composicional (estratificação?).

Na região de São Gonçalo do Rio Abaixo esta unidade varia um pouco suas características. Predominam largamente os metapelitos-metassiltitos e metargilitos, com raras lentes de metapsamitos e formação ferrífera bandada. A alternância rítmica, que lhe é característica, é delineada por bandas silticas milimétricas a centimétricas e bandas argilosas (micáceas). Aquelas são amarelo-esbranquiçadas e creme enquanto que estas são cinza-esverdeadas quando frescas e de cores variadas quando intemperizadas. Entre ambas ocorre uma banda de caráter transicional, mesclada na cor e na granulação.

Ao microscópio estas bandas apresentam características composicionais e texturais peculiares;

a) bandas silticas:

- composição mineralógica estimada: quartzo - 65%, mica branca - 25%, clorita - 9%, opacos - 1%, turmalina-traços;
- granulação fina, textura lepidogranoblástica.

b) bandas transicionais:

- composição mineralógica estimada: quartzo - 58%, mica branca + clorita - 48%, opacos - 2%;
- granulação fina, textura lepidogranoblástica.

c) bandas argilosas:

- composição mineralógica estimada: quartzo - 37%, mica branca - 1%, clorita - 60%, opacos + rutilo - 2%, apatita-traços;
- granulação fina, textura granolepidoblástica.

A alternância mesoscópica de bandas e a variabilidade sistemática apresentada na composição

mineralógica, aponta para um acamadamento gradacional fino, característico de seqüências turbidíticas distais.

Uma das lentes metapsamíticas, próximo à São Gonçalo do Rio Abaixo, ao microscópio, mostrou uma composição mineralógica estimada de 38% de quartzo, 22% de microclina, 35% de plagioclásio e 3% de sericita, com traços de clorita, rutilo, zircão e biotita. Um leito de granulação muito fina com cor cinza-escuro foi analisada e apresentou composição de 77% de mica branca, 20% de quartzo e 3% de opacos.

Um dos níveis de formação ferrífera bandada, quartzosa, encaixada nos metapelitos bandados, é composta de 60% de quartzo, 30% goethita, 5% de mica branca e 5% de carbonato. Sua estrutura é microbandada, com lâminas de 0,4 a 1,8mm de espessura, marcada pela concentração diferencial dos opacos. Estes minerais são as alterações goethita e gibbsita, dos minerais primários. O carbonato é siderita e as micas brancas são biotita descoradas pelo intemperismo.

#### 2.2.2.6 Granitóide Córrego Ponte Nova – Pypn

Definido por Baltazar *et al.* (1993), este granitóide configura pequeno corpo individualizado no limite centro-norte da Folha Mariana (SF.23-X-B-I), o qual adentra a Folha Itabira por cerca de 2,5Km para norte até as imediações do rio Piracicaba. É uma rocha de cor cinza, bastante homogênea, granulação fina, constituída essencialmente de quartzo, feldspato e biotita. Apresenta estrutura foliada proporcionada pelas biotitas orientadas na matriz quartzo-feldspática.

#### 2.2.2.7 Supergrupo Minas

A “Série Minas” foi assim denominada, pela primeira vez por Derby (1906). Harder e Chamberlin (1915) a dividiram em cinco formações, cujos topo e base foram restringidos por Guimarães (1931) e Oliveira (1956), respectivamente. Dorr *et al.* (1957) a dividiram em três grupos. Wallace (1958), Maxwell (1958), Dorr (1958a, b), Pomerene (1958a, b, c), Simmons (1958) e Gair (1958) a subdividiram em nove formações, agrupadas nos grupos de Dorr *et al.* (1957).

Posteriormente, o termo “Série Minas” foi levado à categoria de Supergrupo, de acordo com o Código de Nomenclatura Estratigráfica, composto pelos Grupos Caraça, Itabira e Piracicaba. O Grupo Tamanduá (Simmons e Maxwell, 1961), inicialmente colocado como topo do Supergrupo (“Série”) Rio das Velhas, foi assumido por Dorr (1969) como parte basal do Supergrupo (“Série”) Minas. Em trabalhos de cartografia geológica mais recentes, as rochas desse grupo foram atribuídas ao Supergrupo Espinhaço.

Como um todo, o Supergrupo Minas é diferente, em natureza, do subjacente Supergrupo Rio das Velhas. Suas unidades são, essencialmente, tabulares e acamadadas (Pettijohn, 1957: 618) persistentes em litologia com grande extensão lateral, um tipo de geometria não encontrada no Supergrupo Rio das Velhas. Os sedimentos do Supergrupo Minas são bem diferenciados, exceto sua unidade superior: Formação Sabará, que é pouco selecionada e contém muitas rochas grauvaqueanas e tufaceas.

Na Folha Itabira, ocorre em quatro faixas distintas:

a) faixa oeste, mais estreita, as rochas estão estruturadas segundo a sinclinal de Gandarela, cujo eixo tem direção ENE-WSW, com caimento para nor-nordeste, sendo, nessa direção interceptada pela Zona de Cisalhamento Dúctil Fundão-Cambotas;

b) a faixa leste, mais ampla, tem maior dimensão na direção NNE-SSW, com rochas estruturadas segundo sinclinais e anticlinais, seccionadas por grandes zonas de cisalhamento dúctil de baixo ângulo (zonas de cavalgamento), cujas denominações originais deverão ser discutidas e avaliadas neste trabalho; falhas em tesoura são, relativamente, comuns (Jacuí, Rio Piracicaba) de direção WNW-ESE;

c) a faixa central conforma uma estrutura linear ESE-WNW, entre Bela Vista de Minas e Itabira (Candidópolis), aí as unidades se mostram extremamente adelgadas e com direções oblíquas de cavalgamento; perfazem a ligação entre a região de João Monlevade e a de Itabira, da área de afloramento do Supergrupo Minas;

d) a norte destas ocorrências, na região de Itabira, ocorre, ilhada, a porção mais setentrional, seguramente reconhecida, dessas rochas, constituindo

anticlinais e sinclinais mais estreitos e complexos com eixos ENE-WSW e NNE-SSW.

### **Grupo Caraça Indiviso – Pmci**

O Grupo Caraça redefinido por Dorr (1958a), compreende os quartzitos, quartzitos sericiticos, mica-quartzo xistos e filitos subjacentes, concordantemente, aos metassedimentos químicos do Grupo Itabira. Compõe-se das formações Moeda e Batatal.

A Formação Moeda (Wallace, 1958), na Folha Itabira, tem sua maior expressão e continuidade física na região de João Monlevade, onde aparece com espessura de 500m devida mais ao imbricamento tectônico que a sua espessura real de sedimentação. São quartzitos, quartzo-muscovita xistos e filitos quartzíticos.

A Formação Batatal (Maxwell, 1958) representa a seqüência pelítica do grupo. Tem pouca espessura na região de João Monlevade, com aparentes 20-50m. São filitos sericiticos prateados, filitos grafíticos, muscovita-quartzo xistos, filitos grafíticos. Nas regiões de João Monlevade e Itabira ocorrem granada-muscovita-quartzo xistos (Reeves, 1966).

Devido à escala de mapeamento 1:100.000, a pequena espessura que as unidades descritas acima apresentam na Folha Itabira, optou-se por mapeá-las conjuntamente com a denominação de Grupo Caraça Indiviso.

O ambiente sugerido para esta unidade é de um complexo deltaico.

### **Grupo Itabira**

A concepção atual do Grupo Itabira deve-se a Dorr (1958a, 1958b), compreendendo o itabirito incluído na Formação Itabira de Harder & Chamberlin (1915), bem como as rochas dolomíticas intimamente associadas, as quais Harder e Chamberlin (*op.cit.*) incluíram em parte na sua Formação Itabira e em parte, provavelmente, na sua Formação Piracicaba.

O Grupo Itabira foi separado do Grupo Caraça devido à marcante diferença de ambiente deposicional, sendo o primeiro composto por sedimentos químicos e o segundo por, predominantemente, sedimentos clásticos. Dorr (1958a, 1958b) dividiu o

Grupo Itabira em duas unidades intergradacionais: o Itabirito Cauê, uma formação ferrífera fácies óxido metamorfizada, e a Formação Gandarela, em grande parte composta de rochas carbonáticas de vários tipos.

Devido ao caráter transicional destas duas formações e, principalmente, devido ao manto de intemperismo que recobre a zona de contato em muitos locais, é difícil quando não impossível em certas áreas separar as duas formações, de modo que, onde possível, foram mapeadas separadamente e, onde não, foram mapeadas conjuntamente em um Grupo Itabira Indiviso.

### **Grupo Itabira Indiviso – Pmii**

O Grupo Itabira é a mais importante unidade da região do ponto de vista econômico. É onde estão contidas as grandes reservas de minério de ferro do Itabirito Cauê. Reservas, já exploradas e algumas em exploração, de minério de manganês ocorrem em ambas as formações do Grupo. O ouro da “jacutinga” (= itabirito friável) foi explorado durante o século XIX e primeira metade do século XX. No século XIX, o elemento paládio foi isolado por W. H. Wollaston a partir de minérios de ouro do depósito aurífero de Gongo Soco (Henwood, 1871). Vários depósitos de bauxita foram localizados e explorados em zonas de alteração intempérica na Formação Gandarela, que também tem fornecido dolomita para uso metalúrgico e refratário. As rochas deste grupo foram largamente utilizadas como material de construção (edifícios e estradas) e como rochas ornamentais para revestimento de prédios.

A unidade indivisa representa, em quantidades variáveis, as duas unidades a seguir.

### **Formação (Itabirito) Cauê – Pmic**

O “Itabirito” Cauê é a principal formação ferrífera do Quadrilátero Ferrífero e foi assim denominado por Dorr (1958a), a partir do Pico do Cauê no distrito de Itabira.

Na região de João Monlevade e Rio Piracicaba, o “Itabirito” Cauê sobrepõe-se às rochas do Grupo Caraca Indiviso.

Os contatos nesta região, que compõem a parte centro-leste da Folha Itabira, escala 1:100.000, não são bem definidos, segundo Reeves (1966), devido

à alternância de itabiritos e filitos ou xistos na parte basal da formação, sendo o contato mapeado na base dos afloramentos mais inferiores das camadas de itabirito. Sua melhor exposição ocorre em uma estrada a sul-sudeste do pico do Andrade, onde tem cerca de 15m de espessura (Reeves, *op.cit.*).

O autor acima referido indica que o anfíbolito Sítio Largo ou a Formação Elefante sobrepõem-se ao “Itabirito” Cauê de forma brusca.

O que se observou nos atuais trabalhos de campo é que estes contatos “basais” não são mais que zonas de cisalhamento de baixo ângulo que, ao norte, sobrepõe a seqüência vulcano-sedimentar e os granitóides tipo “Borrachudos” por falha de empurrão em rampa oblíqua e, sudeste, a seqüência granítica-anfíbolítica do Complexo Mantiqueira, sobrepõe-se às rochas do Grupo Itabira.

A Formação Elefante de Reeves (*op.cit.*) é, em realidade, uma seqüência de escamas de empurrão que envolve todas estas unidades, inclusive aquelas do Grupo Piracicaba, e, principalmente, os granitóides tipo “Borrachudos”(= Corpo Bicas).

O “Itabirito” Cauê forma *cuestas* e *hogbacks* características. Esta expressão topográfica é devida em parte a grande resistência erosiva do itabirito e, mais ainda, resistência do capeamento de canga formado a partir da oxidação e consolidação superficial do itabirito e do minério rico de ferro.

A Formação Cauê nesta região (João Monlevade e Rio Piracicaba) bem como na de Itabira, é constituída, principalmente, por itabirito, minério de ferro, itabirito manganêsífero e, apesar da alteração, são reconhecíveis itabiritos dolomíticos, além de quartzo-muscovita xistos.

Segundo Reeves (1966) a espessura média, estratigráfica, deve ficar em torno de 200m.

### **Grupo Piracicaba – Pmpi**

O Grupo Piracicaba (Dorr *et al.*, 1957) é constituído, na área, principalmente de rochas originadas de sedimentos clásticos : quartzitos e filitos, além de pequenas lentes de dolomitos e de formação ferrífera. Está em conformidade estrutural e discordância erosiva com a Formação Gandarela. Ocupa o eixo da Sinclinal Gandarela no extremo-sudoeste da folha, sendo mais expressivos na parte sudeste desde Rio Piracicaba até João Monlevade, com exposições restritas na área de Itabira.

Na folha, essa unidade é mapeada como Grupo Piracicaba Indiviso (Pmp<sub>i</sub>) na região de Itabira, João Monlevade e Rio Piracicaba.

Em Itabira, Dorr e Barbosa (1963) interpretaram como gradacional o contato entre os grupos Itabira e Piracicaba neste caso quartzitos conglomeráticos presumidamente da Formação Cercadinho deste grupo, que não são passíveis de serem individualizados em mapa.

No extremo-sudoeste da folha, Moore (1969) e Simmons (1968) individualizaram de forma típica a Formação Cercadinho (Pmp<sub>c</sub>) (Pomerene, 1958a), no âmbito da Sinclinal Gandarela, onde é constituída por filitos prateados, filitos e quartzitos ferruginosos e xistos cloríticos, interestratificados, metamorfizados na fácies xisto-verde, com espessuras variando de 200 a 400m.

Na região de Itabira, onde é mapeado como indiviso, além das litologias acima, foram reconhecidos, nível de afloramento: saprólitos lenticulares manganíferos (Formação Fecho do Funil;?); filitos grafitosos cinza ou negros não individualizáveis (Formação Barreiro?).

Rochas em posição "estratigráfica" equivalente à do Grupo Piracicaba, imediatamente acima do Grupo Itabira, ocorrem em ampla faixa desde o sul de Rio Piracicaba até o leste de João Monlevade (nordeste de Bela Vista de Minas), com metamorfismo mais elevado. Neste conjunto Reeves (1966) identifica a Formação Elefante que divide em Membro Pantame e Membro Bicas. O Membro Pantame, os atuais estudos reconhecem como sendo o Grupo Itabira Indiviso, é representado por quartzitos e quartzo-muscovita xistos. Enquanto que o Membro Bicas é retirado do conjunto do Grupo Piracicaba e colocado nos granitóides intrusivos subalcalinos da Suíte Borrachudos.

Há indicação (Dorr 1969) que previamente à deposição do Grupo Piracicaba tenha havido um soerguimento epirogenético, sem deformação tectônica, dos sedimentos anteriores (grupos Caraça e Itabira) mudando as condições de sedimentação.

Onde reconhecíveis, os sedimentos da Formação Cercadinho são depósitos plataformais do tipo *blanket*. Compõem-se de uma alternância de camadas lenticulares de quartzitos finos, médios e grosseiros, com *ripple marks* e filitos, típicos de plataformas marinhas rasas ou sedimentos deltaicos depositados sobre superfície aplainada. A interca-

lação lenticular de dolomitos impuros da assim conceituada Formação Fecho do Funil, indica um aprofundamento da superfície de sedimentação com recifes localizados. Os sedimentos grafitosos com pirita são considerados variações faciológicas laterais de sedimentação euxínica.

#### 2.2.2.8 Suíte Borrachudos – PM<sub>y</sub>b/yb1

As rochas que compõem esta unidade distribuem-se em uma faixa SW-NE, cortando em diagonal a Folha Itabira (escala 1:100.000), desde a região da represa Peti (Corpo Peti) até aquela que medeia Itabira e Hematita (corpos Itabira, Bicas, Açucena).

Grossi Sad *et al.* (1990) sugerem que os corpos plutônicos identificados nessa folha, bem como naqueles de Conceição do Mato Dentro e Guanhães, que guardam semelhanças geológicas e petrológicas têm uma origem comum. Esses corpos plutônicos reunidos nessa suíte, foram identificados por denominações locais, tais como Itabira, Peti, Açucena, Bicas, Morro do Urubu, Senhora do Porto e São Félix; estes três últimos fora da Folha Itabira. Grossi Sad *et al.* (1990) avaliaram as análises de dados anteriores (Herz, 1970; Chemale Jr., 1987 e Kanig, 1985), concluindo que esses granitos são alcalinos (razão(Na+K)/Al variando de 1,17 a 1,00).

Essas rochas têm características tardi- a pós-tectônicas em relação ao Ciclo tectono-termal Transamazônico. E, como estão deformadas por processo tangencial são precursoras do Ciclo Brasileiro, e, possivelmente marcam a zona de abertura do *rift* Espinhaço.

Os mais bem preservados tipos de granitos dessa suíte alcalina são foliados com grau de fraturamento muito variável; têm coloração cinza-claro a cinza-claro rosada e granulação grosseira. Dorr & Barbosa (1963) descrevem "os minerais dominantes na rocha são quartzo, ortoclásio, microclina, albita, oligoclásio e biotita, tendo, como minerais acessórios, fluorita, muscovita, granada, epidoto, clinzoisita, turmalina, leucoxênio, clorita e magnetita. Os aspectos mesoscópicos que diferenciam o Borrachudos são a textura porfirítica grosseiramente granular, a quase ubíqua fluorita, os agrupamentos de biotita e a tonalidade cinza geral com subtonalidade rosada". São granitos aluminosos de província alcalina. Ainda há presença de riebeckita e predominância de magnetita sobre ilmenita, a pre-

sença de zircão, e a trama cataclástica imposta à rocha que origina tipos laminados e com estrutura *flaser*. A allanita, a pertita ou mesopertita são comuns (Grossi Sad, 1990). Não foram observados contatos intrusivos entre os maciços e as encaixantes. Aparentemente todos são tectônicos. No entanto, são comuns corpos pegmatíticos no interior dos corpos e nas encaixantes.

A tabela 2.2 resume os dados químicos disponíveis; as tabelas 2.3 e 2.4 sintetizam os parâmetros petroquímicos e as características dos ETR (Grossi Sad *et al.*, 1990). Não foram verificados xenólitos no interior dos corpos graníticos.

A figura 2.1 apresenta o diagrama QAP estimado para as rochas desta "Suíte".

### 2.2.2.9 Supergrupo Espinhaço

As rochas tipicamente alocadas nesta unidade localizam-se no canto NW da folha, alinhadas segundo o *trend* norte-sul característico da cordilheira do Espinhaço. Fritzsons Jr. *et al.* (1992) reconheceram as duas formações basais: Formação Sopa-Brumadinho e Galho do Miguel (e Membro Campo Sampaio). Ao sul, bordejando o limite norte do Supergrupo Minas, ocorre a Formação Tamandá-Cambotas.

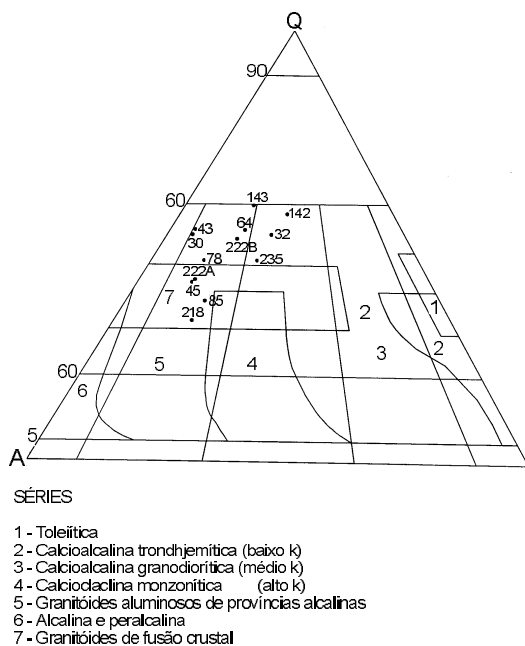


Figura 2.1 – Diagrama QAP de rochas da Suíte Borrachudos (segundo Grossi Sad *et al.*, 1990).

A Formação Sopa-Brumadinho (PMSb) caracteriza-se pelo predomínio de quartzitos imaturos sobre quartzitos equigranulares, metaconglomerados polimíticos, quartzitos microconglomeráticos polimíticos e *grit*. Predominam quartzitos inequigranulares a grão grosseiros, subarredondados a angulosos imersos em matriz inequigranular fina a média, em geral claros, às vezes cinzentos, com placas de hematita finamente disseminada. Os metaconglomerados são formados por seixos elipsoidais, subarredondados a arredondados com dimensões na escala de centímetro até metro. Os seixos são de quartzitos finos, às vezes um pouco ferruginosos, quartzo e raros seixos de formação ferrífera e filitos. Os metarenitos microconglomeráticos ocorrem em associação com os metaconglomerados; são formados por grãos de quartzo e fragmentos de rocha, identificando ambientes de paleocanais. Os quartzitos finos equigranulares são brancos e friáveis, ostentam aspecto vítreo e coloração cinza quando frescos, com intercalação de filitos hematíticos.

Fogaça & Schöll (1984) atribuem, à porção basal, uma sedimentação plataformal subsidente. Chaves (1987) propõe um ambiente marinho raso resultante de um evento transgressivo associado a vulcanismo básico. Pflug (1965) atribui uma deposição em época regressiva para os metaconglomerados, enquanto Schöll & Fogaça (1979) e Almeida e Munhoz (1983) sugerem um ambiente intramaré para eles, que teriam origem intraformacional. Fogaça e Schöll (1984) definem um sistema deltaico, enquanto Chaves *et al.* (1988) indicam a existência de fácies fluvial interdigitada com fácies marinho rasa.

A Formação Galho do Miguel (PMegm) (Pflug, 1968) é formada por duas fácies: a inferior com quartzitos finos a silticos, brancos quando frescos e amarelados se meteorizados, com estrutura plano-paralela, enquanto a fácies superior é constituída de quartzito grosseiro e ortoquartzito com estratificações cruzadas acamadadas, de porte superior a 100m. Ocorrem ainda marcas de onda, estruturas sedimentares *flaser*, laminação cruzada tipo espinha-de-peixe, além de marcas de onda de interferência. Chaves (1987) observou, na parte inferior, quartzitos finos com intervalos mostrando *fining up* e mega-ondulações sigmoidais com xistos sinuosos superpostos. Garcia & Ulhein (1988) descreveu



Tabela 2.2 – Composição química dos granitos da Suíte Borrachudos (% em peso para óxidos, ppm para elementos-traço). Os valores entre parênteses correspondem ao número de amostras (segundo Grossi Sad et al., 1990).

	Itabira (12)	Peti (11)	M. do Urubu (6)	S. Félix (1)	S.do Porto (1)	Açucena
SiO <sub>2</sub>	74,26	75,07	71,43	74,5	76,2	74,3
TiO <sub>2</sub>	0,23	0,24	0,30	0,21	0,20	0,21
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,45	12,43	12,70	11,7	11,4	12,2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,42	0,39	1,26	0,53	0,30	0,38
FeO	1,89	1,50	2,09	1,41	1,55	2,00
MnO	0,03	0,03	0,04	0,02	0,02	0,03
MgO	0,10	0,06	0,11	0,04	0,13	0,25
CaO	0,89	0,75	1,07	0,82	0,67	0,95
Na <sub>2</sub> O	3,55	3,23	4,13	2,90	3,10	3,20
K <sub>2</sub> O	5,37	5,02	5,83	6,30	5,20	5,80
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,52	0,59	0,11	<0,05	<0,05	0,54
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,06	0,01	0,33	0,14	0,18	0,05
CO <sub>2</sub>	0,34	0,33	0,51	0,70	0,45	0,51
Li	15	35	35	17	23	25
Be	5	7	3	8	8	2
F	2.631	5.950	1.114	2.700	2.500	2.800
U	34	11,5	72	52	60	20
Ni	12	15,5	-	-	-	-
Cu	21,5	20	7	2	6	3
Zn	130	124,5	117	160	67	89
Ga	30	23	23,5	21	20	20
Rb	289	295	177	360	400	230
Sr	32	40	160	35	30	120
Y	134	165	63,5	72	49	140
Zr	500	334	440	220	280	-
Nb	72	50	57	50	48	28
Ba	260	522	575	160	260	840
Pb	33	46	17	23	10	23
Th	25,5	-	-	-	-	-
La	132,52	62,47	47,00	156,0	147,7	214,6
Ce	234,02	151,5	114,16	283,1	250,9	231,2
Nd	92,19	72,11	49,52	121,6	104,1	145,8
Sm	19,84	13,92	11,52	32,31	26,35	28,35
Eu	1,33	0,78	1,06	0,89	0,98	2,12
Gd	16,78	11,82	11,12	23,33	18,17	29,14
Dy	15,74	9,96	12,92	21,01	17,91	27,99
Ho	2,91	2,09	2,51	3,79	3,44	6,01
Er	6,41	6,18	7,62	11,31	10,94	17,34
Im	1,33	-	-	-	-	-
Yb	0,42	6,58	7,10	8,01	9,39	15,55
Lu	0,95	0,79	0,86	1,01	1,12	1,82
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	1,51	1,55	1,41	2,17	1,68	1,81
K/Rb	154	141	273	145	108	209
Rb/Sr	9,0	7,4	1,0	10,3	13,3	1,9
Ba/Sr	11,2	13,0	3,4	4,6	8,7	7
La/Sm <sub>N</sub>	4,20	3,73	2,61	3,05	3,53	4,76
Yb/Gd <sub>N</sub>	0,62	0,69	0,79	0,47	0,64	0,66
Eu/Eu <sup>+</sup>	0,22	0,10	0,20	0,09	0,13	0,22

Tabela 2.3 – Parâmetros petroquímicos dos corpos da Suíte Borrachudos (1 = Itabira; 2 = Peti; 3 = Morro do Urubu; 4 = São Félix; 5 = Senhora do Porto e 6 = Açucena) (segundo Grossi Sad et al., 1990).

	1	2	3	4	5	6	X
$Al_2O_3/No_2O+K_2O+CaO$	1,17	1,38	1,16	1,10	1,27	1,23	1,22
$Na_2O/K_2O$	0,66	0,64	0,71	0,46	0,59	0,55	0,60
$K / K + No$	0,62	0,63	0,61	0,71	0,65	0,67	0,65
$K_2O+Na_2O/Al_2O_3$	0,78	0,66	0,78	0,78	0,73	0,74	0,74
$Fe^{3+}/Fe^{3+}+Fe^{2+}$	0,40	0,19	0,35	0,25	0,18	0,15	0,25

Tabela 2.4 – Características dos ETR nos corpos da Suíte Borrachudos (1 = Itabira; 2 = Peti; 3 = Morro do Urubu; 4 = São Félix; 5 = Senhora do Porto e 6 = Açucena) (segundo Grossi Sad et al., 1990).

	1	2	3	4	5	6	X
M ETR	533,24	358,20	266,27	663,99	597,00	719,92	523,10
ETRL	480,70	320,78	224,14	594,71	536,03	622,07	463,07
ETRP	52,54	37,42	42,13	69,28	60,97	97,85	60,03
ETRL / ETRP	9,15	8,57	5,32	8,58	8,79	6,36	7,79
$La / Sm_N$	4,20	3,73	2,61	3,05	3,53	4,76	3,65
$Gd / Lu_N$	2,19	1,86	1,61	2,85	2,01	1,99	2,08
$La / Lu_N$	14,48	10,83	5,78	16,00	13,69	12,25	12,17
$Eu / EU$	0,22	0,18	0,28	0,09	0,13	0,22	0,19

estruturas *flaser* e *cut and fill* e estratificações cruzadas truncadas por estruturas *hummockys*. A deposição das unidades é de planície de maré e, em parte, intermaré com canais de detritos (Fogaça e Abreu, 1987 *in*: Fritzsos Jr *et al.*, 1992).

O Membro Campo Sampaio (PMegmcs) foi definido formalmente por Fogaça & Abreu (1982) como situado no topo da Formação Sopa-Brumadinho, sendo constituído por sericita-quartzo xistos carbonáticos, quartzitos carbonáticos bandados com raras intercalações de metapelitos, sericita xistos em níveis alternados de ordem métrica a decimétrica. A meteorização lixivia as partes carbonáticas deixando cavidades. Associado aos níveis carbonáticos ocorrem rochas fosfáticas de baixos teores. Fogaça e Abreu (1982) consideram o Membro Campo Sampaio como membro da Formação Sopa-Brumadinho, no entanto, descrevem o contato deste membro como sendo brusco com essa formação com presença de conglomerados, enquanto gradaciona para a Formação Galho do Miguel. Em sendo assim, é mais razoável considerar o Membro Campo Sampaio como basal da Formação Galho do Miguel. As rochas deste membro se depositaram em condições transgressivas, com a transgressão vinda de oriente, sobre paleorrelevo irregular.

Na região WSW da Folha Itabira ocorrem rochas quartzíticas que sustentam acidentes orográficos notáveis como as serras da Conceição (continuação da serra das Cambotas), serra Dois Irmãos, serra do Tamanduá e serra do Machado, que alinham-se em uma mesma cordilheira.

Simmons & Maxwell (*op.cit.*) descreveram estas rochas como quartzito Cambotas do Grupo Tamanduá, situando-o no topo da "Série" Rio das Velhas, com estruturação N-S para a porção da serra da Conceição, com continuidade para NE na região dos outros acidentes orográficos, em uma conjugação quase que ortogonal.

Hirson (1967) com base em critérios petrográficos considerou o Grupo Tamanduá como parte da "Série" Itacolomi.

Dorr (1969) reinterpretou essa unidade como base do Supergrupo ("Série") Minas.

Schöll (1972) considerou as rochas das serras da Conceição, Tamanduá e Garimpo como pertencentes à "Zona Espinhaço" da "Série" Minas, com grande continuidade para o norte.

Schorscher (1976) considerou esse conjunto lítico como pertencente à seqüência da Serra do Espinhaço, destacando a persistência do estilo tectônico.

Sichel (1983b) coloca os quartzitos das serras da Conceição e do Machado no Supergrupo Espinhaço.

Crocco-Rodrigues *et al.* (1989) descreveram o Sistema de Cavalgamento Córrego do Garimpo, de orientação geral N-S e vergência para W (Barbosa, 1954; Belo de Oliveira *et al.*, 1987) que se insere no grande cinturão regional de cavalgamento que envolve toda a borda leste do Cráton do São Francisco. Na seqüência da evolução do cinturão de cavalgamento, desenvolveu-se um sistema mais jovem, denominado Sistema de Cavalgamento Fundação (Crocco-Rodrigues *et al.*, 1989), que se superpõe ao Sistema de Cavalgamento Córrego do Garimpo, com direção geral NE-SW e que o trunca na extremidade sul da serra das Cambotas, afetando, ainda, os Supergrupos Minas e Rio das Velhas, prolongando-se através da Folha Itabira até, pelo menos, a região de Santa Maria de Itabira (Zona de Imbricação Tectônica Santa Bárbara/Santa Maria de Itabira – Padilha *et al.*, 1995).

Freitas *et al.* (1992) concluem que existem evidências de cartografia geológica e análise estrutural que permitem correlacionar as rochas quartzíticas da serra dos Cambotas e as da serra Geral sendo a descontinuidade física atualmente existente entre as duas devido exclusivamente à erosão. Levando-se em conta a continuidade física entre os quartzitos da serra Geral e aqueles da região de Altamira (serra do Cipó), correspondentes à extremidade sul da serra do Espinhaço, os quartzitos da Formação Cambotas podem ser apropriadamente correlacionados à seqüência Espinhaço, corroborando interpretações já existentes.

As rochas metassedimentares da Formação Cambotas, que constituem as serras das Cambotas e Geral, foram separadas em duas unidades, reconhecíveis e mapeáveis na escala 1:25.000 (Freitas *et al.*, 1992). Aquela que foi denominada de Unidade 1 compõe-se, predominantemente, de quartzitos brancos, granulação fina a média com percentuais subordinados de sericita/muscovita (2-3%) na foliação. Onde a deformação foi menos intensa são reconhecidas estruturas sedimentares preservadas. Estas estruturas variam

desde *foresets* em escala centimétrica onde observa-se granodecrescência ascendente, até a escala dos *sets* com marcas ondulares de cristas retas ou sinuosas, pouco ou bastante assimétricas; linhas de seixos métricas e estratificações cruzadas tabulares de médio a grande porte. Associa-se a esses quartzitos uma litofácies conglomerática composta por metaconglomerados mono e polimíticos.

O metaconglomerado polimítico (Freitas *et al.*, 1992) é formado por seixos e blocos que variam de 1 a 30cm, arredondados a subangulosos, de quartzo leitoso, quartzito puro, quartzito impuro, quartzito ferruginoso, gnaiss e formação ferrífera bandada. A matriz é quartzosa, com granulação fina a grossa, por vezes muito micácea. Ocorre na base da unidade em forma de lentes.

O metaconglomerado monomítico é constituído por seixos de ortoquartzitos variando de 1 a 10cm, arredondados, estirados, envoltos em matriz quartzosa de granulação fina a grossa, não selecionada. São lentes métricas no topo da unidade (Freitas, 1992).

Também ocorre, na parte sul da serra dos Cambotas, um metaparaconglomerado monomítico com fragmentos de formação ferrífera bandada, em matriz quartzosa de granulação fina.

É esta unidade que adentra a Folha Itabira, entre as serras da Conceição e do Machado.

A Unidade 2 constituída de metarcóseos cinza, de granulação fina a média, não ocorre nessa folha.

#### **2.2.2.10 Rochas Metabásicas e Básicas – PMNmg**

Nesta unidade foram reunidos metagabros, metadiabásios, anfíbolitos e metabasaltos ocorrentes no embasamento do Supergrupo Espinhaço, bem como intrusivos nas rochas deste Supergrupo, na parte NW da Folha Itabira, e metabasaltos e metagabros ocorrentes na sua parte NE.

Guimarães (1931) descreve as rochas associadas com a seqüência Espinhaço e seu embasamento como anfíbolitos diabasóides. Herz (1970) separa-as em diabásios, metadiabásios, gabro e metagabros. Silva *et al.* (1992) sugerem a existência de quatro seqüências de rochas básicas na região do Espinhaço Meridional.

Sichel (1983a), na região de Barão de Cocais e Santa Bárbara, observou que aí existem metabasitos pré-metamorfismo Espinhaço que cortam o Complexo Granito-Gnáissico-Migmatítico, o Grupo Quebra Osso e o Grupo Nova Lima, mas não cortam as rochas do Supergrupo Minas nem a Suíte Borrachudos.

No Complexo Granito-Gnáissico-Migmatítico, próximo da Formação Cambotas, nas serras da Conceição e do Machado, ocorrem os maiores corpos de metagabros e anfíbolitos (metadiabásios?) da Folha Itabira. Estas rochas, também ocorrem, em forma de pequenos corpos, desde esta região até os contrafortes da serra do Espinhaço, a oeste e a norte da folha, mais ou menos preservadas da deformação tangencial, provavelmente, Espinhaço. Até o momento, incluindo este trabalho, não foram efetuados estudos petrográficos suficientes para melhor caracterizar essas rochas.

Na base do Supergrupo Espinhaço, no canto NW da folha, foram mapeadas grandes massas de rochas básicas cortando e assoalhando o litótipo basal do supergrupo, a Formação Sopa-Brumadinho. Na área NNW da folha, próximo à Senhora do Carmo, descreveu-se um epidoto anfíbolito diabasóide, com textura ofítica reliquiar, muito deformado e metamorfizado, de tal modo que os clinopiroxênios foram quase que totalmente substituídos por actinolita e biotita (flogopita?), e quase 45% da rocha é uma matriz fina onde predominam pequenos cristais de epidoto e, subordinadamente, mica, clorita, actinolita, apatita e quartzo; onde também ocorrem microfenoclastos de plagioclásio, mais ou menos substituídos por finos cristais de epidoto, devido à cominuição tectônica. Um pouco mais a oeste, ao sul da serra dos Alves, foi descrito, na base da Formação Sopa-Brumadinho e cortando-a, rocha semelhante com menor grau de deformação e conseqüente preservação dos clinopiroxênios e granulação mais grossa. A oeste de Ipoeira, associado aos primeiros afloramentos do Supergrupo Espinhaço, ocorrem epidoto anfíbolitos muito foliados.

No nordeste da folha ocorrem os metagabros e metabasaltos intrusivos nas rochas do Complexo Guanhões, no Corpo Açucena da Suíte Borrachudos e no Complexo Mantiqueira. Ocorrem em forma de diques e soleiras de caráter tardi a pós-deformação brasileira.

### 2.2.2.11 Cangas e Lateritas – TQc

Na região da Sinclinal Gandarela, no sudoeste da folha, bem como entre Rio Piracicaba e João Monlevade e Itabira, ocorrem extensas coberturas, de idade provável terciária, lateríticas formadas por canga ferruginosa e lateritos argilo-arenosos, que localmente contêm rolados de itabirito e hematita compacta. Cobrem as unidades dos grupos Itabira, Caraça e Piracicaba, como produtos *in situ* e transportados, do intemperismo de itabiritos e quartzitos e dolomitos ferruginosos.

A canga tem cimento ferruginoso, limonítico e os materiais detríticos são fragmentos de itabirito, quartzo, filito, hematita, angulosos ou subarredondados, com 1 a 10cm. Dorr (1969) distinguiu três tipos: (1) “Canga normal” contendo de 20% a 80% de fragmentos detríticos de hematita ou itabirito

com pequena quantidade de quartzo ocorrendo principalmente sobre a Formação Cauê; (2) “Canga química” contendo grande teor de limonita e baixo conteúdo de material detrítico, ocorrendo sobre as formações Gandarela ou Cauê; (3) “Canga rica” composta de hematita em blocos, soldados por limonita.

### 2.2.2.12 Aluviões e Terraços – Qa

Constituem-se em depósitos sedimentares argilosos e arenosos, com lentes de cascalho, ocorrentes ao longo dos rios Piracicaba, Santa Bárbara e Rio do Peixe. Estes depósitos ocorrem tanto no leito ativo dos rios quanto em terraços antigos.

Estas aluviões e terraços são utilizados para retirada de areia e argila para construção civil, e, também, são garimpados para ouro.

## 3

## SÍNTESE TECTONO-ESTRUTURAL

Na tabela 3.1 estão sumarizados os eventos tectono-termiais responsáveis pela construção deste trato da terra expresso na Folha Itabira.

No quadrante SE dessa folha geológica ocorrem as rochas mais antigas da região agrupadas no Complexo Acaiaca, de idade provável arqueana, dentro do que foi denominado "Província Geotectônica Mantiqueira" (Padilha *et al.*, 1990).

Essas rochas têm continuidade física para sul e sudeste nas folhas Mariana (Baltazar *et al.*, 1993), Ponta Nova (Silva *et al.*, 1991), Rio Espera (Raposo *et al.*, 1991), Rio Pomba (Brandalise, *et al.*, 1993), Barbacena (Viana *et al.*, 1991) e Lima Duarte (Pinto *et al.*, 1991).

A deformação mais antiga reconhecida nessas rochas é denominada  $DM_{n-2}$  (M de "Mantiqueira").

Limitando-se, a NE, com as rochas dessa "Província" ocorrem rochas do Complexo Santa Bárbara (substrato do Supergrupo Rio das Velhas, da Sequência Gnáissica-Anfibolítica e do Complexo Guanhões, "pro-parte") e do Complexo Granito-Gnáissico-Migmatítico que, juntamente com o Complexo Santa Bárbara, se não no todo pelo menos em parte, constituem a infra-estrutura da "Província Geotectônica São Francisco" (Padilha *et al.*, *op.cit.*), e sobre o qual se desenvolverá o *rift* Espinhaço.

Aí também é reconhecida uma deformação antiga, de idade provável arqueana, aqui denominada  $DSF_{n-2}$  (SF de "São Francisco"); que pode ou não estar relacionada com a  $DM_{n-2}$ .

Essas duas deformações não são de fácil identificação devido às deformações superpostas mais recentes. Encontram-se preservadas em alguns locais através de "microlitons" interlaminares e dobras intrafoliares de leucossomas dos gnaisses e migmatitos.

Este ciclo deformacional deve ter idade mais velha que 2,9 Ga.

Após esse ciclo de deformação, ou associado ao seu final, deve ter havido uma fase extensional diacrônica, desde o Quadrilátero Ferrífero até a região de Guanhões, entre os protocontinentes arqueanos Paleo-São Francisco e Juiz de Fora (?). Esta fase distensional é responsável pela criação dos *locii* onde se constituíram, por fusão subcrustal do Complexo Juiz de Fora e Suíte São Bento dos Torres, os plutonitos do Complexo Mantiqueira, a sul e sudeste; condicionou o ambiente deposicional da sequência *greenstone* do Supergrupo Rio das Velhas (e seu equivalente "Formação" Lafaiete) a oeste; da Sequência Gnáissica-Anfibolítica, a nordeste; e do Complexo Guanhões, a nordeste e norte. Estes dois últimos metamorfizados na fácies anfibolito. As localizações citadas são as atuais.

Tabela 3.1 – Síntese da Evolução Tectônica na Folha Itabira e adjacências.

Geração de Rochas	Idade	Evento	Características tectônico-estruturais
Formação de terrenos granito-gnáissicos mais antigos: <i>grey gnaisses</i> , granulitos etc. (complexos Santa Bárbara e Acaiaca).	2,9Ga	DM <sub>n-2</sub> DSF <sub>n-2</sub>	Resultante de tectônica compressional muito complexa.
Constituição/ deposição dos plutonitos do Complexo Mantiqueira e supracrustais associadas (arco magmático); da seqüência <i>greenstone</i> do Supergrupo Rio das Velhas, da Seqüência Gnáissica-Anfibolítica e do Complexo Guanhões.	2,8Ga	D <sub>n-1</sub>	Fase distensional diacrônica envolvendo os protocontinentes São Francisco e Juiz de Fora (?), com constituição de arco magmático, arco vulcânico (?) com magmatismo komatiítico e toleítico, constituição de bacia (s) de sedimentação, associada (s) ou não.
Deformação e metamorfismo das seqüências formadas no evento D <sub>n-1</sub> .	< 2,8Ga > 2,7Ga	D <sub>n</sub>	Fase compressional quase N - S, com vergência de Norte para Sul, na parte oeste deste cinturão, e NW - SE, com vergência de NW para SE, na parte leste. Está marcada por bandamento composicional, foliações e xistosidades que transpõem as superfícies S <sub>0</sub> das unidades supracrustais, onde se desenvolvem lineações minerais e de estiramento. São observados fechamentos de dobras recumbentes e zonas de cisalhamento dúctil de baixo ângulo (cavalgamentos).
Deposição do Supergrupo Minas (Formação Gandarela – 2,42Ga-Pb/Pb; Formação Sabará – 2,13Ga-U/Pb). Reativação de plútons nos Complexos Santa Bárbara, Caeté e Belo Horizonte. Provável soerguimento, no final da fase, dos domos granito-gnáissicos citados, bem como dos complexos do Bação e Bonfim.	<2,7Ga >2,1Ga	D <sub>n+1</sub>	Fase distensional com formação de bacia pericratônica ao sul da "Província Geotectônica São Francisco" ("Cráton do Paramirim?"), tendo ao sul o arco magmático exumado constituído pelo Complexo Mantiqueira.

(Continuação da Tabela 3.1)

<p>Deformação e metamorfismo interessando todas as seqüências infra e supracrustais anteriores e as supracrustais do Supergrupo Minas.</p>	<p>&lt;2,1Ga &gt;1,8Ga</p>	<p>D<sub>n+2</sub></p>	<p>Fase compressiva mais importante registrada na região. É <i>um fold-thrust belt</i> responsável pela soldagem das "províncias geotectônicas Mantiqueira e São Francisco", em uma faixa que, em sua maior largura exumada e atualmente reconhecível (raiz de uma zona de colisão continente-continente) tem mais de 300km. Esta tectônica tangencial em regime dúctil é responsável pela transposição de todas as estruturas pretéritas com formação de uma foliação e/ou xistosidade de médio a baixo ângulo, plano-axial. Tem vergência de E para W, a leste da Folha Itabira; de SE para NW a sul da mesma; e de S para N a sudoeste. Além das foliações e xistosidade, em meso-escala são comuns estruturas S x C, sigmoidais, lenticularizações e <i>boudinage</i> nos gnaisses, dobras intrafoliais, meso e macrodobras desenhadas pelas foliações e estratificações pré-transposição. Os contatos entre as diversas unidades litológicas são, normalmente, zonas de cavalgamento onde há intensificação do cisalhamento dúctil. As lineações mineral e de estiramento têm, na Folha Itabira, direção de transporte de ESE para WNW.</p>
<p>Formação de batólito granítico e sieno-granítico, de província alcalina; intrusão através de fraturas profundas de magma básico.</p>	<p>&lt;1,8Ga &gt;1,6Ga</p>	<p>D<sub>n+3</sub></p>	<p>Fase distensional, com início do rifteamento mesoproterozóico.</p>
<p>Deposição do Supergrupo Espinhaço, do Grupo Macaúbas, do Grupo Salinas e do Grupo Bambuí.</p>	<p>&lt;1,2Ga &gt;0,9Ga</p>		<p>Fase distensional, progressiva da anterior, com evolução da bacia Espinhaço para um mar epicontinental sobre crosta siálica, podendo ter evoluído para um proto-oceano embora não se tenha registros indiscutíveis de formação de crosta oceânica no Ciclo Brasileiro-Panafricano (Gariép?)</p>



(Continuação da Tabela 3.1)

<p>Deformação e metamorfismo dos sedimentos meso e neo-proterozóicos e de parte de seu embasamento consolidando a Faixa Araçuaí na borda leste do Cráton do São Francisco.</p> <p>Geração de pegmatitos</p>	<p>&lt; 0,8Ga &gt; 0,57Ga.</p>	<p>D<sub>n+4</sub></p>	<p>Fase compressiva, materializada pela implantação de um <i>fold-thrust belt</i> brasileiro, que, na Folha Itabira, é responsável pelo grande transporte de massa que levou à posição atual as rochas do Supergrupo Minas, da Suíte Borrachudos e das unidades basais do Supergrupo Espinhaço, além de remobilizar grande parte do embasamento pré-brasiliano. Essa fase iniciou-se com uma tectônica laminar (<i>thin skinned</i>) atingindo, essencialmente, as supracrustais e progrediu para uma tectônica crustal (<i>thick skinned</i>) envolvendo fatias, mais ou menos espessas, do embasamento provocando o imbricamento tectônico entre estas rochas e as supracrustais.</p>
<p>Deformação e retrometamorfismo localizado sobre as seqüências líticas afetadas por este evento.</p>		<p>D<sub>n+5</sub></p>	<p>Fase compressiva de caráter flexural, dúctil-rúptil, associada a redobramentos junto às frentes de empurrões aí ocorrentes. Conformam dobras abertas, de amplitude desde métrica, em sinclínórios e anticlinórios de direção geral ENE-WSW; alguns falhamentos transpressivos sub-paralelos às direções dos eixos de dobra. São mais comuns nas regiões central, nordeste e sudeste da folha. Aparecem clivagens de crenulação, clivagens espaçadas e <i>kink bands</i>. Esta fase é a feição final do evento deformacional compressivo progressivo que inicia-se com a fase D<sub>n+4</sub>.</p>
<p>Tectônica relativa à abertura do Oceano Atlântico.</p>	<p>&lt;130Ma</p>		<p>Faturamentos preenchidos ou não por diques básicos.</p>

A esta fase denomina-se, em uma primeira aproximação,  $D_{n-1}$ , já que não é possível reconhecer-se estruturas a ela associadas. A idade provável deste evento é 2,8-2,7Ga.

No final do processo houve uma fase compressional quase N-S, com vergência de norte para sul, na região oeste da faixa e, de noroeste para sudeste na parte leste. Esta deformação, aqui denominada de  $D_n$ , é a fase mais antiga que atinge as seqüências de rochas anteriormente referidas e, provavelmente, é responsável pela reativação de plútons no Complexo Santa Bárbara e, a oeste, na região de Caeté, que interceptam rochas do Supergrupo Rio das Velhas. Esta é a fase de deformação mais antiga seguramente identificada através de lineações minerais e de estiramento, de fechamentos de dobras recumbentes e do bandamento composicional, anteriores à deposição do Supergrupo Minas. Esta sugestão tem como base a observação de Sichel (1983a), na região de Barão de Cocais e Santa Bárbara, de que diques meso-proterozóicos não cortam as rochas do Supergrupo Minas nem da Suíte Borrachudos, o que implica que a formação destas rochas ocorreu em posição mais ao sul e foram transportadas para a posição atual pela tectônica Espinhaço. Como as determinações isotópicas para o Supergrupo Minas (Formação Sabará, U/Pb em zircão  $2.125 \pm 4\text{Ma}$ ; Formação Gandarela, Pb/Pb, 2.420Ma), são paleo-proterozóicas, esta possível zona de sutura teria idade Arqueano Superior - Paleoproterozóico.

Com base nesses últimos argumentos sugere-se que o Supergrupo Minas tenha-se depositado ao sul e sudeste de uma borda continental formada em evento distensional  $D_{n+1}$ , tendo a sul o arco magmático constituído pelo Complexo Mantiqueira que contém unidades formadas frontal e intra-arco (Unidade São Sebastião do Soberbo). A inversão desta faixa é responsável pela deformação  $D_{n+2}$ . Esta é a fase mais notável identificada, com ampla distribuição regional, afetando todas as unidades, independentemente de origem ou nível crustal, com exceção da Suíte Borrachudos e do Supergrupo Espinhaço. Sua constituição macrorregional é um *fold-thrust belt*, responsável pela soldagem das "províncias geotectônicas Mantiqueira e São Francisco", em uma faixa de, em sua maior largura, aproximadamente, 300km. É responsável pela xistosidade e foliação gnáissica de médio a baixo ângulo, resultado da forte deformação tangencial dúctil que, na Folha Itabira, tem a vergência de E para W, transpondo todas estruturas preexistentes. Para sul e sudoeste da citada folha, a vergência é de SE para NW e de S para N, respectivamente. Nas unidades

preexistentes ao evento contracional  $D_n$  a transposição atua sobre o bandamento gnáissico e a foliação ou xistosidade  $D_n$ . Nas supracrustais do Supergrupo Minas a transposição afeta o acamamento  $S_0$ , já que é comum que a foliação/xistosidade  $S_{n+2}$  se mostre paralelizada ou subparalelizada, com a alternância de estratos de composição distinta. São características dessa deformação o caráter anastomosado da foliação, estruturas sigmoidais, lenticularização e *boudinage* nos gnaisses, dobras intrafoliares, meso e as diversas unidades mapeadas são marcadas por zonas de cisalhamento dúctil de baixo ângulo macrodobras, desenhadas pela foliação e/ou estratificação pré-transposição.

Uma grande parte dos contatos entre as diversas unidades mapeadas são marcadas por zonas de cisalhamento dúctil de baixo ângulo (evento  $D_{n+2}$ ), com formação de protomilonitos, milonitos e blastomilonitos com gradações texturais entre os tipos e interdigitação, devido aos cavalgamentos diferenciais, entre as litounidades. Essas zonas de cisalhamento são concordantes com a foliação de transposição em nível regional. Esta foliação regional contém uma quase ubíqua lineação mineral com direção, na Folha Itabira, ESE-WNW caindo para ESE e mostrando transporte de ESE para WNW.

Marshak & Alkmin (1989) denominaram de "Cinturão Caraça", que prolonga-se na Folha Itabira, um sistema de falhas reversas de alto ângulo com direção geral N-S, com fortes mergulhos para E, e movimento de E para W. Este sistema limita, a oeste, o Complexo Santa Bárbara, imprimindo nesta marcante faixa milonítica, onde observaram, nas rochas graníticas do Complexo Santa Bárbara, relações S x C, dobras de arrasto e lineações minerais impressas no plano da foliação milonítica que asseguram o caráter de falhamento reverso. Associa-se esse "cinturão" a fase  $D_{n+2}$  ( $D_1$  de Marshak & Alkmin, *op.cit.*).

Este *fold-thrust belt* é a culminação da colisão entre as duas "províncias geotectônicas Mantiqueira e São Francisco", consolidando o megacontinente no final do Proterozóico Inferior.

Após este evento, ou tardio a ele, teve origem um processo distensivo que propiciou a constituição de uma província alcalina com formação de plútons graníticos e sieno-graníticos alcalinos (Suíte Borrachudos), próximo à zona de sutura das duas províncias geotectônicas supracitadas. Este processo deve ter evoluído para o processo de rifetamento mesoproterozóico responsável pelo início do embaciamento que originou o fulcro de deposição inicial do Supergrupo Espinhaço, o qual extra-

vasou sobre o Cráton do Paramirim (Transamazônico) a norte e noroeste. Este evento,  $D_{n+3}$ , deve ter acontecido durante o Mesoproterozóico, com idade limite inferior 1,75Ma (riolitos de Conceição do Mato Dentro – Bley, 1979 ; granitóides alcalinos da Suíte Borrachudos – Dossin, 1993). Os falhamentos profundos que presenciaram este processo permitiram a ascensão de massas vulcânicas e hipoabissais básicas, e a ascensão dos plútons graníticos. Esta tectônica extensional prosseguiu e fez evoluir a bacia Espinhaço de um sistema *rift* para a abertura do proto-oceano brasileiro (Pan-africano), onde prosseguiu a deposição dos sedimentos superiores do Supergrupo Espinhaço, do Grupo Macaúbas (Grupo Salinas) e Grupo Bambuí “pro-parte”, este já no regime de pré-inversão, na plataforma.

Quando da inversão desta bacia, originou-se um *fold-thrust belt* de idade brasileira que, no âmbito da Folha Itabira, é responsável pelo transporte tectônico para a posição atual do Supergrupo Minas, da Suíte Borrachudos e das unidades basais do Supergrupo Espinhaço. Este evento atinge a leste e sudeste até a costa brasileira, não necessariamente em uma mesma bacia, já que remobiliza todo o embasamento crustal mesoproterozóico, podendo ter havido outros centros de deposição separados por “maciços medianos” ou “microcontinentes”. Esta fase deformacional compressiva provocou inicialmente uma tectônica laminar (*thin skinned*) interessando, essencialmente, as rochas supracrustais, que progrediu para uma tectônica crustal (*thin skinned*) provocando o imbricamento tectônico entre as rochas do embasamento granito-gnáissico e as supracrustais. Esta é a fase  $D_{n+4}$ , que completa e fecha os eventos deformacionais maiores que consolidaram a Faixa Araçuaí na borda leste do Cráton do São Francisco.

A este evento tectono-metamórfico pode ser adjudicado o sistema contracional dúctil de alto ângulo dextral, transgressivo, de direção NNE que condiciona os metamorfitos do Grupo Dom Silvério, a leste e sudeste da Folha Itabira. Também é responsável pelas zonas de cisalhamento dos sistemas Garimpo; Fundão-Cambotas-Itabira-Santa Maria do Itabira, que constituem o limite NW da Zona de Imbricação Tectônica Leste do Quadrilátero Ferri-

fero-Santa Bárbara-Santa Maria de Itabira (Padilha *et al.*, 1995), além de outros. A lineação de estiramento tectônico fibras de quartzo, eixos de estruturas *flaser*, e de minerais, com ubíqua ocorrência no plano de foliação, bem como indicadores cinemáticos – SxC, sombras de pressão, etc. – apresentam-se com vetor do movimento segundo a direção ESE-WNW, com movimentação de ESE para WNW.

A idade provável deste evento deformacional é brasileira.

Este evento é semelhante àquele descrito por Souza Filho *et al.* (1989) para identificar o que chamou de Fase  $D_1$ , na área da Mina de Conceição, distrito de Itabira. A fase  $D_2$ , desse autor, corresponderia a uma fase  $D_{n+5}$ , deste trabalho, de caráter dúctil-ruptil, contracional flexural, associado às frentes de empurrão aí ocorrentes. São dobras flexurais, de amplitude desde métrica a quilométrica, que conformam anticlinórios e sinclinórios de direção ENE-WSW, com falhas transpressivas associadas refletindo o caráter oblíquo e lateral de alguns dos empurrões, e caimento, em geral, para ENE. Essas dobras permeiam toda a porção centro, noroeste e sudeste da Folha Itabira. Souza Filho *et al.* (*op. cit.*) sugerem uma fase  $D_3$ , dúctil-ruptil, com formação de clivagens de crenulação, clivagens espaçadas e *kink bands*. No entanto é mais provável que estas estruturas estejam associadas à fase  $D_2$  desse autor ( $D_{n+5}$  deste trabalho). E as fases  $D_{n+4}$  e  $D_{n+5}$  são, na realidade feições sequenciais de um evento deformacional progressivo.

Durante este evento, os granitóides da Suíte Borrachudos se posicionaram no núcleo das dobras recumbentes/escamas de empurrão. E o Corpo Borrachudos desta suíte, na área de Itabira, nucleou essas estruturas.

Ainda, associadas ao final deste evento ocorrem falhas transtensivas, talvez em regime rúptil, de direção ENE-WSW, onde parecem se encaixar os vales dos grandes cursos d’água da região.

Este é o final dos grandes eventos essencialmente compressionais nesta região. Posteriormente, durante a reativação Wealdeniana ocorreram falhamentos e fraturamentos extensionais, associados ou não ao posicionamento de diques básicos.

# 4

---

## GEOLOGIA ECONÔMICA E METALOGENIA

### 4.1 Jazimentos Minerais

Para a elaboração da carta metalogenética/previsional foi realizada uma ampla integração multidisciplinar de dados, com compilação e posterior tratamento de informações geológicas, estruturais, petrográficas, geoquímicas, cintilométricas (radiométricas), geofísicas e do cadastramento mineral. Esta atividade seguiu os padrões estabelecidos, nível nacional, para os levantamentos do PLGB. Os dados geoquímicos, bem como de uma parcela significativa dos jazimentos minerais, resultam de consultas aos trabalhos de pesquisa desenvolvidos por diversas empresas que atuam na região.

O cadastramento mineral, ainda que tenha um significado apenas parcial, levou à contabilização do expressivo número de 213 jazimentos, abrangendo um amplo espectro de substâncias metálicas (ferro, ouro, manganês, alumínio etc) e não metálicas (areias, gemas, brita etc), agrupadas de acordo com os respectivos contextos geológicos na tabela 4.1. Na representação desses jazimentos foram utilizados símbolos adequados para a carto-

grafia das classes dos jazimentos e suas características morfológicas (em bases genético-descritivas), bem como a situação atual em termos de aproveitamento econômico e tamanho dos depósitos.

Algumas unidades e/ou litótipos especiais foram destacados na referida carta, de um modo geral privilegiando áreas de ocorrência de rochas supracrustais (seqüências metavulcano-sedimentares arqueanas e metassedimentos químicos paleoproterozóicos) e, em menor proporção, de rochas máficas ou metaultramáficas.

Na carta também foram delineadas várias áreas mineralizadas/previsionais (ou áreas de potencialidade mineral) caracterizadas como prováveis e potencial. As áreas prováveis, normalmente com muitas evidências diretas e indiretas de mineralizações, destacam os segmentos portadores de jazimentos de ferro, ouro, prata, manganês, alumínio (bauxita), cromo, titânio, areias especiais e gemas. Uma única área potencial foi estabelecida para metais básicos (cobre, zinco e chumbo) com base nas concentrações geoquímicas bastante elevadas destes elementos na drenagem.

Tabela 4.1 – Substâncias minerais da Folha Itabira e respectivos números de ocorrências e contextos geológicos.

Substância Mineral	Nº de jazimentos	Contexto Geológico	Substância Mineral	Nº de jazimentos	Contexto Geológico
Água-marinha	09	Pegmatito, quartzito, xisto ou granito-gnaiss	Gemas	01	Pegmatito em granitóide
	04	Aluvião e colúvio		03	Sericita filito caulínico
Água mineral	01	Micaxisto	Manganês	07	Itabirito
Alexandrita	05	Pegmatito		03	Quartzito, filito e xisto aluminoso
	07	Aluvião e colúvio		02	Gondito em xisto
Amazonita	01	Aluvião		01	Gondito em quartzito
Ametista	05	Pegmatito		01	Gondito entre xisto e gnaiss
	01	Aluvião		Mica	01
Amianto	01	Serpentinito	Niobita	01	Pegmatito em quartzo-sericita xisto
Areia especial (quartzosa)	02	Quartzo-mica xisto	Níquel	01	Rocha metaultramáfica
	15	Elúvio		01	Serpentinito
Areia para construção	01	Quartzito	Ocre	01	Formação ferrífera em talco-clorita xisto
	02	Aluvião	Ouro	03	Formação ferrífera bandada e anfibolito
Bauxita	02	Cobertura detrito-laterítica		02	Anfibolito
	02	Pegmatito		01	Formação ferrífera em talco-clorita xisto
Berilo	01	Pegmatitos em xisto e gnaiss		04	Formação ferrífera bandada
	02	Pegmatito em granito e granito-gnaiss		08	Formação ferrífera em xisto grafitoso
	02	Aluvião		04	Formação ferrífera em xisto
Brita (e pedra-de-talhe)	09	Biotita gnaiss		04	Formação ferrífera e <i>metachert</i> (e filito)
	07	Granito tipo Borrachudos		05	Xisto e clorita xisto
Caulim	01	Pegmatito em gnaiss		03	Quartzito (e filito)
	02	Pegmatito em quartzo-sericita xisto		03	Itabirito
Cordierita	01	Pegmatito	05	Veios e lentes de quartzo	
Crisoberilo	01	Pegmatito e xisto aluminoso	02	Zona de cisalhamento	
Cromita	03	Talco-clorita xisto	01	Canga	
	05	Pegmatito e flogopita/biotita xisto	08	Aluvião	
	02	Pegmatito	02	Não identificado	
Esmeralda	03	Pegmatito em xistos e gnaisses	Pegmatito	01	Granito-gnaiss
	01	Aluvião	Prata	01	Formação ferrífera em xisto grafitoso
	01	Pegmatito	01	Formação ferrífera e micaxisto	
Feldspato	01	Pegmatito	Quartzo	01	Pegmatito
	02	Pegmatito em granito-gnaiss		01	Pegmatito em gnaiss
Ferro	01	Canga sobre formação ferrífera (Un. S. Quitéria)		01	Elúvio e veios
	03	Anfibolito		01	Colúvio (cristal-de-rocha)
	02	Gnaiss, quartzito e micaxisto (C. Guanhões)	Talco	02	Serpentinito e rocha metaultramáfica
	12	Itabirito	Tantalita	01	Pegmatito em quartzo-sericita xisto
	24	Quartzito, filito e filito dolomítico	Titânio	01	Anfibolito
	19	Quartzito e micaxisto		02	Colúvio (blocos rolados) sobre anfibolito
	01	Quartzito e gnaiss	Topázio	01	Aluvião
02	Colúvio				

O produto mineral da área da Folha Itabira apresenta uma grande importância econômica, com destaque para os minérios de ferro, ouro e gemas. Um fator de natureza basicamente geológica, aliado a uma longa tradição local em empreendimentos mineiros, contribuiu decisivamente para o notável aproveitamento econômico dos recursos minerais encontrados na Folha Itabira, qual seja, a sua inserção parcial no Quadrilátero Ferrífero, onde ocupa o quadrante nordeste. De um modo geral, a estrutura de produção dentro daquilo que pode ser considerado como sendo um distrito mineiro, já se encontra bem desenvolvida, com investimentos de vulto e tradicionais nas indústrias de mineração de ferro e ouro. Durante as últimas décadas, o complexo mineiro de Itabira (minas Cauê, Dois Córregos, Conceição etc) tem se notabilizado, mundialmente, pela produção de minério de ferro em grande escala, com montantes que têm alcançado várias dezenas de milhões de toneladas.

A distância apreciável em relação à Região Metropolitana de Belo Horizonte tem impedido uma maior demanda por substâncias minerais não-metálicas, a exemplo dos materiais de construção. Ressalta-se apenas a produção de brita, destinada quase que exclusivamente para atender as necessidades de desenvolvimento de centros urbanos como Itabira, João Monlevade e Santa Bárbara.

A seguir são apresentados os principais dados geológicos e econômicos relativos às substâncias minerais, metálicas e não-metálicas, cadastradas na Folha Itabira.

#### 4.1.1 Alumínio

Na vertente oriental da serra do Tamanduá ou Dois Irmãos, a NE de Barão de Cocais, no local denominado Córrego Dois Irmãos, encontram-se dois jazimentos de bauxita associados a uma superfície erosiva laterizada, de idade provavelmente terciária a quaternária. Essa cobertura detrito-laterítica (coluvionar?) oculta parcialmente a zona de contato entre rochas do Grupo Piracicaba, a oeste, e xistos/filitos e anfibolitos do Grupo Nova Lima.

O minério (bauxita) exibe um estreito vínculo com um nível de argila subjacente, ferruginosa e avermelhada, ocorrendo uma cobertura de solo com 2 a 6m de espessura. A bauxita, por sua vez, é do tipo laterítico, muito ferruginosa, nodular a compacta, de cor vermelha a marrom-amarelado e apresenta uma espessura variável de 1 a 3,5m; lateralmente passa a laterita e canga ferruginosa. Na listagem dos jazimentos minerais (ver Apêndice) são apre-

sentados alguns parâmetros analíticos do minério, destacando-se os elevados teores de Fe e Ti, junto com os de alumina.

Os depósitos integram um grupamento mineiro (da ALCAN), no qual vem sendo desenvolvida uma discreta atividade de lavra (foram extraídas cerca de 2.000 toneladas de minério nas áreas do grupamento, em 1998, sem discriminação das contribuições individuais).

#### 4.1.2 Cromo

A sudoeste de Itabira e cerca de 6km a oeste de Candidópolis ocorre uma associação litológica com características de seqüência supracrustal, na qual predominam quartzo-mica xistos acompanhados de gnaisses granatíferos, quartzitos, formações ferríferas (itabiritos), anfibolitos e rochas metultrabásicas. Um grande corpo de rocha metultrabásica encontra-se aflorante na bacia do córrego Bateias, entre as serras dos Correias e da Chapada, e talvez corresponda a um metaperidotito, pois apresenta evidências de textura *mesh* reliquiar; foi submetido a: serpentinização (antigorita + magnetita), metamorfismo (clorita + anfibólio) e alteração carbonática (carbonato + talco). A sua composição é de um talco-clorita xisto (talco + clorita ± magnesita ± magnetita ± cromita ± ilmenita ± tremolita/actinolita).

Nas proximidades da fazenda Macieira (Baú) foram identificados três corpos de cromititos, distantes poucas centenas de metros um do outro, e que possivelmente correspondem a camadas múltiplas dentro de um complexo acamadado (*stock* ultramáfico-máfico) ou podem estar repetidos por dobramento; as dimensões do minério envolvem espessuras em torno de 1m e comprimentos de centenas de metros. São compostos de cromita, talco, clorita, ilmenita, goethita, sendo que a cromita mostra-se zonada, com auréolas de magnetita e lamelas de exsolução de ilmenita.

As análises químicas dos afloramentos do Baú exibem teores de Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> relativamente baixos (em torno de 16,6%) assim como uma baixa razão Cr/Fe (0,74), e o jazimento não foi considerado econômico nas pesquisas encetadas pela CVRD.

#### 4.1.3 Ferro

Os jazimentos de ferro representam a principal substância mineral da área estudada e estão distribuídos em sete segmentos geográficos distintos, a saber: na sinclinal de Gandarela (Barão de Cocais

e serra do Tamanduá); na região de Itabira; na faixa que se estende de Rio Piracicaba para além de João Monlevade; a sudoeste de Santa Bárbara (morro da Donana); em Candidópolis; na região de Nova Era; e, finalmente, ao sul de Hematita (Piçarrão). Na tabela 4.2 estão discriminados os dados disponíveis sobre as reservas e produção de cada uma destas regiões, distinguindo-as de acordo com as tipologias das formações ferríferas e minérios.

Há três tipologias primárias de jazimentos de ferro: minério de Fe-Ti em complexo acamadado, formações ferríferas do tipo Algoma e formações ferríferas do tipo Lago Superior, cada uma das quais apresentando subtipos e concentrações superficiais (cangas, elúvios e colúvios ou rolados).

O minério de Fe-Ti ocorre associado a metagabros (anfíbolitos) e metanortositos (rochas feldspáticas) e os seus afloramentos encontram-se em posição periférica dentro de um corpo alongado de rochas metamáficas e metultramáficas, com cerca de 1,5km de comprimento e situado imediatamente ao sul da localidade de Candidópolis; apresenta estrutura maciça (quando constituído por cerca de 90% de magnetita e ilmenita) ou bandada (no caso de aumentar o percentual em volume de minerais como a clorita e a hornblenda); um outro tipo relativamente comum de minério é o anfíbolito mineralizado, que experimenta incrementos nos conteúdos de máficos e exhibe algum plagioclásio. Os teores de ferro (total) nos diferentes tipos de minério variam entre 27 e 47% e a reserva medida alcança 1.800.000 toneladas.

Tal como ocorre no restante do Quadrilátero Ferrífero, a grande maioria dos depósitos de ferro está em íntima associação estratigráfica com a seqüência metassedimentar paleoproterozóica do Supergrupo Minas. Também aqui não se modifica a relação espacial com as seqüências metavulcano-sedimentares arqueanas (Supergrupo Rio das Velhas e Complexo Guanhões), que estão sotopostas ou tectonicamente imbricadas com aqueles. Cabe ressaltar que com base nas associações litológicas, a atual cartografia geológica da Folha Itabira propõe a inclusão das formações ferríferas de Hematita (Piçarrão) e Nova Era no Complexo Guanhões, embora essas rochas também possam ser correlacionadas com aquelas do Grupo Itabira.

As formações ferríferas do tipo Algoma estão presentes em praticamente toda a área de ocorrência da seqüência metavulcano-sedimentar do Grupo Nova Lima (unidades Santa Quitéria e Córrego do Sítio) e definem alinhamentos denominados São Bento, Brumal etc. Essas rochas não apresentam um histórico favorável em termos do seu aproveitamento como minério de ferro, mas na região do morro da Donana, a sudoeste de Santa Bárbara, foi realizado um trabalho de avaliação das reservas de canga ferruginosa que recobre xistos e formações ferríferas. Neste local, as reservas inferidas, com 45 milhões de toneladas, parecem ser exageradas, mas o maior problema talvez resida nos altos teores de fósforo (superior a 0,1%) do minério, um fator fortemente restritivo ao seu uso na siderurgia. De qualquer maneira, houve algumas tentativas de explorá-las num passado já remoto, o que constitui um

Tabela 4.2 – Distribuição e dados econômicos dos jazimentos de ferro na área da Folha Itabira.

TIPOLOGIA	LOCAL/REGIÃO	Nº DE DEPÓSITOS	RESERVAS				PRODUÇÃO
			MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	TOTAL	(1998)
Complexo acamadado	Candinópolis	1	1.802.000	0	0	1.802.000	0
	subtotal	1	1.802.000	0	0	1.802.000	0
FFB Algoma	Santa Bárbara	1	796.696	207.047	(?) 45.000.000	(?) 46.003.743	0
	Nova Era	?	?	?	?	?	0
	Hematita (Piçarrão)	2	109.548	234	594.000	937.548	0
	subtotal	3	906.244	441.047	(?) 45.595.000	(?) 46.941.291	0
FFB Lago/superior	Serra do Tamanduá	24	950.270.252	791.912.026	286.198.880	2.028.381.158	184.766
	Itabira	10	1.245.611.513	823.638.000	276.535.000	2.345.784.513	57.770.679
	R. Piracicaba-J. Monlevade	24	138.581.432	209.818.183	207.331.635	555.731.240	7.912.878
	subtotal	58	2.334.463.197	1.825.368.209	770.065.505	4.929.896.911	65.868.323
TOTAL		60	2.337.171.441	1.825.809.256	815.659.505	4.978.640.202	65.868.323

dos poucos casos documentados de lavra, ainda que pouco expressiva, visando minério de ferro no interior do Grupo Nova Lima. Quanto aos corpos de minério de ferro de Nova Era e do Piçarrão, ainda não há dados que permitam situá-los com segurança entre os jazimentos arqueanos; no caso dos últimos, as reservas de minério foram praticamente exauridas pela CVRD há cerca de duas décadas, restando agora menos de um milhão de toneladas.

Na Formação Cauê, do Grupo Itabira (Supergrupo Minas), ocorrem as formações ferríferas do tipo Lago Superior, que apresentam uma morfologia estratiforme, com grande persistência lateral das camadas e dos teores de ferro. As litologias predominantes são itabiritos, que correspondem a misturas, em proporções variáveis, de minerais oxidados de ferro (hematita e magnetita, com alguma martita) e quartzo (*metachert*); a mineralogia acessória compreende, ainda, alguma sericita, carbonatos (calcita e dolomita) e anfibólios, além de limonita e óxidos e hidróxidos de manganês. Dentro da Formação Cauê cabe ressaltar a íntima associação dos itabiritos com outros metassedimentos químicos (como os dolomitos) e clástico-químicos (filitos dolomíticos e anfibolitos paraderivados), e, em particular, com grandes corpos lenticulares de hematita compacta a pulverulenta, detentores das concentrações mais ricas em ferro. Em função da sua acentuada resistência à erosão, os itabiritos dessa unidade remanescem com um típico relevo de cristas que denunciam a estruturação do pacote sedimentar resultante de vários eventos deformacionais. Tanto na região de Itabira, quanto no restante do Quadrilátero Ferrífero, as estruturas geradas durante o Proterozóico não raro são do tipo sinclinal, por vezes com rompimento de charneiras e o desenvolvimento de escamas de empurrão, em parte integrando a zona externa de um cinturão móvel neoproterozóico denominado de Faixa Araçuaí.

Conforme exposto na tabela 4.2, a grande quantidade de jazimentos de ferro atesta a importância dessa substância no cenário mineral da região e mesmo do país. A intensa atividade exploratória dos itabiritos da Formação Cauê encontra-se bem caracterizada na Folha Itabira, onde foram cadastradas 58 jazidas e minas de ferro a céu aberto, dezessete das quais encontram-se em atividade e respondem por cerca de 50% da produção nacional. A maioria das jazidas minerais é de pequeno porte.

A história econômica da região de Itabira, atualmente marcada pela intensa exploração de jazidas

de ferro, teve início, contudo, com a mineração do ouro, a partir das descobertas pioneiras realizadas pelos bandeirantes nos primórdios do século XVIII. O aproveitamento de minério de ferro do distrito mineiro mundialmente conhecido como Quadrilátero Ferrífero, utilizado em forjas catalãs, só começou por volta de 1830, e essa primeira fase estendeu-se até 1932. Em 1903 teve início a construção da Estrada de Ferro Vitória-Minas e em 1908 a mesma foi absorvida pela Itabira Iron Co., que também adquiriu as jazidas de Cauê, Dois Córregos e Conceição. Com a criação da Cia. Vale do Rio Doce, em 1942, o controle acionário passou a ser brasileiro e a ferrovia estendeu-se até as localidades de Nova Era e Itabira, completando a ligação ferroviária entre as minas de ferro e o porto de Vitória. Na primeira metade do século atual foram realizadas algumas avaliações de reservas dentro das técnicas preconizadas pela legislação mineira, seguindo-se, nas décadas de 50 e 60, a primeira cartografia geológica sistemática de detalhe da área desse distrito pelas equipes do USGS e DNPM, com o estabelecimento de uma estratigrafia completa para as unidades que compõem o Supergrupo Minas. A partir daí foi realizada a maior parte dos trabalhos de avaliação econômica do minério existente no QF, localizados os corpos mais importantes em termos de volume, teor e favorabilidade para a exploração, e dado início ao desenvolvimento dos projetos mais importantes e ambiciosos em termos de lavra do minério de ferro.

Todo o minério de ferro é extraído das camadas itabiríticas da Formação Cauê, sedimentada durante a transição dos tempos arqueanos para o Paleoproterozóico, mais precisamente no início deste último período. A Formação Cauê é integrante da unidade litoestratigráfica média do Supergrupo Minas, o Grupo Itabira. Está representada por um conjunto de jazimentos estratiformes onde se observa uma grande variação nos teores médios do metal (35,3% nos itabiritos a 68,2% de Fe na hematita), de acordo com os resultados expostos nas avaliações das reservas realizadas por diversas empresas. As rochas objetivadas dentro da Formação Cauê são corpos lenticulares de hematita (compacta ou pulverulenta) e camadas de itabiritos, cuja mineralogia é constituída principalmente de hematita, magnetita, martita, quartzo (*metachert*), carbonatos (calcita e dolomita) e sericita, além de limonita e óxidos e hidróxidos de manganês. No caso dos minérios mais ricos, com cerca de 67 % de Fe, os outros parâmetros composicionais, de natureza química e que por vezes são determinantes na qualidade do minério,



inclusive com exigências cada vez maiores por parte do mercado consumidor, são:  $\text{SiO}_2 = 0,8\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,9-1,7\%$  e  $\text{P} = 0,03-0,04\%$ . São os conteúdos de Fe, junto com alguns critérios mineralógicos e petrográficos, que definem as diferentes denominações dadas aos minérios produzidos no Quadrilátero Ferrífero:

- hematita - > 64% de Fe
- itabirito rico - 60 - 64%
- itabirito - < 60%

Os itabiritos são rochas que se caracterizam por uma estrutura bandada, de notável continuidade e onde se alternam lâminas escuras ricas em minerais de ferro, mormente a hematita e a magnetita, com lâminas claras formadas à base de quartzo. Quando submetidos a processos de alteração hidrotermal como a silicificação, os carbonatos originais estão parcialmente transformados em anfibólios (tremolita e actinolita). A predominância local desses carbonatos sobre os minerais de ferro determina a intercalação de lentes dolomíticas mais ou menos ferruginosas em meio aos itabiritos, bem como a passagem rápida, ainda que gradativa, para a Formação Gandarela, imediatamente sobreposta à Formação Cauê, dentro daquilo que constitui o Grupo Itabira, na estratigrafia clássica do Quadrilátero Ferrífero.

Embora não tenham sido objeto de quantificação de reservas até o momento, devido às pequenas dimensões dos corpos, cabe destacar a presença de lentes itabiríticas também no interior da Formação Gandarela. Também nas unidades basal e média do Grupo Nova Lima ocorrem formações ferríferas bandadas, mas que nunca foram objeto de atividades exploratórias em função das suas dimensões mais reduzidas (especialmente a espessura) e teores de Fe mais baixos, em relação aos itabiritos da Formação Cauê.

O ritmo da exploração das grandes jazidas de ferro tem sido bastante intenso nas últimas décadas, concentrando-se basicamente nas minas da região de Itabira (com reservas totais de itabiritos e hematita superiores a 2 bilhões de toneladas). Tomando por base os dados dos relatórios anuais de lavra apresentados pelas empresas de mineração ao DNPM no período de 1989 a 1998 (figura 4.1), observa-se uma tendência a uma produção levemente decrescente de minério de ferro na região até o ano de 1992, o que é motivado mormente pela variação negativa no valor da produção do distrito de Itabira (CVRD), onde se concentra mais de 85% do montante. Nessa mesma região, a CVRD vinha produzindo em torno de 45 milhões de toneladas

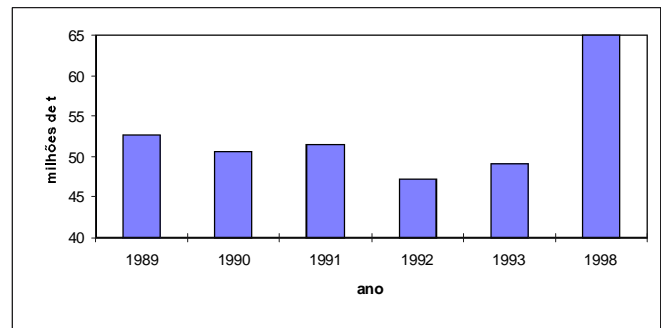


Figura 4.1 – Produção anual total de minério de ferro na Folha Itabira (período 1989-1993 e em 1998).

por ano, mas em 1998 o total cresceu para cerca de 58 milhões de toneladas, incluindo-se aí a produção da região de Morro do Pilar, mais ao norte e integrante do grupamento mineiro. Na faixa Rio Piracicaba - João Monlevade, a produção da SAMITRI, segunda mineradora mais importante na região, tem oscilado dentro de um intervalo de 2 a 5 milhões de toneladas anuais de minério de ferro; essa empresa tem extraído também cerca de 1 a 2,5 milhões de toneladas por ano nas minas de ferro de João Monlevade e o total dessa região atingiu 8 milhões de toneladas em 1998 (ver tabela 4.2). Dessa forma, nesse ano observou-se um grande acréscimo na produção total de ferro.

Devido a maior resistência à erosão, as rochas ferríferas resultam realçadas na topografia, quase sempre constituindo as cristas de serras de grandes dimensões longitudinais e favorecendo em muito as técnicas de lavra em bancadas, executadas a céu aberto e com cavas de exaustão bem estabelecidas. Isto é realizado com um desmonte variável de um capeamento de canga laterítica, rica em ferro (e por isso quase sempre aproveitada), e dos estratos adjacentes estéreis. As lavras do minério de ferro são inteiramente mecanizadas e normalmente envolvem o uso de explosivos. O tratamento do minério, para enriquecimento por eliminação da maior parte da sílica, é executado em áreas de servidão localizadas nas proximidades das minas, e os rejeitos desse beneficiamento ficam retidos, em grande parte, nas barragens de decantação. Mais recentemente, uma recuperação ambiental das áreas esgotadas pela lavra tem sido iniciada através de programas que aplicam uma nova cobertura vegetal, principalmente de gramíneas, sobre as mesmas.

Em função das suas características granulométricas, o material beneficiado e produzido nas minas, recebe as seguintes denominações na comercialização:

*lumpy ore* - 2" - ¼"  
*sinter feed* - ¼" - 100#  
*pellet feed fine* - 100# - 325#

A maior parte do minério de ferro produzido é enviada, através de transporte ferroviário, para os portos de exportação, como o terminal de Tubarão, situado nas proximidades de Vitória (ES).

#### 4.1.4 Manganês

Mineralizações de manganês, ainda que pouco expressivas, estão presentes em duas seqüências estratigráficas bastante distintas (unidades Rio das Velhas e Minas).

Na mais antiga dessas seqüências supracrustais, neoarqueana, ocorrem formações manganíferas na região do morro da Donana (Unidade Santa Quitéria), bem como em zonas de alteração caulínica em rochas filíticas e que foram alvo, no passado, de explorações superficiais. Saliente-se que nessa mesma área foram realizados novos trabalhos de avaliação de reservas de minério manganífero, que estabeleceram pouco mais de 30.000 toneladas com um teor médio de 20,6% de Mn.

Outras concentrações manganíferas encontram-se intimamente associadas às rochas itabiríticas do Grupo Itabira (Supergrupo Minas), onde em muitos dos depósitos de formações ferríferas do tipo Lago Superior observa-se também a presença de óxidos de manganês. A morfologia dos enriquecimentos superficiais é lenticular a irregular, a textura é fina a nodular e a sua paragênese mineral contempla mormente os óxidos e hidróxidos de ferro e manganês, associados a micas (sericita) e quartzo. Depósitos de manganês foram lavrados em Itabira e na serra do Tamanduá, e ocorrências de gonditos estão registradas na faixa Rio Piracicaba - João Monlevade, junto com xistos granatíferos. Os principais jazimentos de manganês correspondem aos da fazenda Brucutu (serra do Tamanduá), com 207.000 toneladas (57,7% de MnO<sub>2</sub>) e da região de Água Limpa (quase 230.000 toneladas com 26,2% de Mn).

#### 4.1.5 Níquel

Mineralizações de níquel são referidas na bibliografia em associação com rochas metaultramáficas (serpentinitos e clorita xistos) situadas no contexto do Complexo Mantiqueira, no quadrante sudeste da Folha Itabira. Em um desses locais, denominado Jamba (córrego Barro Branco) a concen-

tração do metal, possivelmente através de processos lateríticos, atinge 3,7% de NiO, mas não há notícias sobre o seu aproveitamento econômico.

#### 4.1.6 Ouro

Hospedeiras: ffb's arqueanas.

Encaixantes: ffb's paleoproterozóicas (caso de veios de quartzo sulfetados concordantes com a estruturação dos itabiritos).

#### Garimpos em Aluviões

Desde o final do século XVII é conhecido o potencial aurífero da região do Quadrilátero Ferrífero, quando foram encontrados vários jazimentos secundários e teve início o primeiro Ciclo do Ouro no Brasil. Enquanto o metal foi explorado com técnicas rudimentares pelos bandeirantes, que se fixavam principalmente em lavras aluvionares (como as existentes ao longo dos terraços terciário-quaternários e da planície quaternária do rios Conceição, Socorro, Santa Bárbara e Piracicaba) e algumas zonas superficiais oxidadas (Barra Feliz), os depósitos de ouro primário também foram sendo sucessivamente detectados pelos trabalhos pioneiros. Contudo, foi durante o século XIX que se deu a descoberta ou caracterização da maior parte dos jazimentos auríferos com grandes reservas e teores elevados. Foram desenvolvidos, então, os primeiros trabalhos mineiros com tecnologia mais adequada para as lavras subterrâneas, tendo havido ainda um aporte significativo de capitais estrangeiros, notadamente os de origem inglesa. Esses empreendimentos visando ao minério primário logo se esgotaram, no entanto, devido às dificuldades de recuperação mais expressiva do ouro associado a sulfetos, utilizando essencialmente processos gravimétricos, e contínuas infiltrações de água, bem como das freqüentes casos de malversação dos recursos financeiros ali investidos. Encerrava-se, assim, uma etapa da qual só sobreviveu, como digna de menção, a Mina Grande, em Nova Lima (Folha Belo Horizonte), já então consagrada mundialmente como uma grande produtora de ouro. A mina de São Bento, em Santa Bárbara, também veio a sofrer uma paralisação por motivos técnicos, caracterizando uma intermitência na sua produção, tendo havido posteriormente campanhas de avaliação das reservas e o desenvolvimento de uma lavra essencialmente subterrânea que se mantém em atividade até os dias atuais. Outras mineralizações auríferas, como as de Santa Quitéria, Brumal, Cauê

e Pari também tiveram as suas reservas estabelecidas recentemente e complementam o quadro econômico do ouro na região.

Um dos primeiros cadastramentos dos recursos minerais auríferos existentes na região foi realizado por Paul Ferrand (1913), embora à época ainda não se dispusesse de uma base cartográfica, modelos genéticos, classificações tipológicas mais completas ou de facilidades analíticas; mesmo assim, para muitos dos depósitos auríferos resultaram disponíveis informações básicas sobre algumas das suas características tipológicas e teores médios de ouro (em g/t).

Uma retomada das pesquisas de ouro no Quadrilátero Ferrífero foi realizada no início do século XX, mais especificamente durante a década de 30 (Moraes, 1937 e 1939), e consistiu basicamente na reavaliação dos depósitos encontrados anteriormente por diversos exploradores, através da limpeza de galerias, registros cartográficos (mapas com localização das minas e de detalhes das galerias) e anotações sistemáticas dos materiais amostrados e respectivos teores analíticos.

A partir da década de 80, e seguindo uma forte valorização na cotação internacional do metal (iniciada em 1979), ocorreu uma nova fase de pesquisas bem mais abrangentes e com aplicação de técnicas modernas. Destaca-se aí um surto notável de prospecções geofísicas e geoquímicas, a aplicação da análise da deformação aos sítios mineralizados e campanhas intensivas de sondagem rotativa, por parte das empresas detentoras dos direitos minerários, em especial a Mineração São Bento/UNAMGEN e a CVRD/DOCEGEO. Disso resultou um novo acervo de dados no que se refere ao conhecimento das características dos jazimentos e das suas reservas auríferas nos municípios de Santa Bárbara, Barão de Cocais e Itabira, culminando com o aerolevante geofísico de parte do Quadrilátero Ferrífero e a cartografia geológica de detalhe (escala 1:25.000) e sistemática do Supergrupo Rio das Velhas pela CPRM, esses últimos trabalhos tendo sido desenvolvidos já na década de 90. Um número razoavelmente grande de novos alvos para investimentos em pesquisa de ouro, gerados pela recente etapa de investimentos em prospecção geofísica, encontra-se ora ainda em fase inicial de estudo.

O cadastramento mineral na Folha Itabira mostrou que há, no momento, muito poucas minas de ouro em atividade, correspondentes basicamente às de São Bento e Cauê, enquanto que algumas minas menos tradicionais da região encontram-se pa-

ralizadas, a exemplo das denominadas Pari, Santa Quitéria e Jambeiro. A paralisação desses dois últimos empreendimentos mineiros deveu-se ao fato da exaustão das reservas conhecidas. Em outros casos parece haver uma influência dos teores médios antieconômicos (como reflexo da atual queda no preço internacional do ouro) e dos pequenos volumes de minério, que nem sempre permitem um rápido início dos trabalhos de lavra.

Conforme exposto na tabela 4.3, há, ainda, um grande número de jazidas, ou simplesmente depósitos e ocorrências, com uma baixa tonelagem de minério e/ou com um teor médio de ouro pouco expressivo. Essa situação é particularmente válida para aqueles jazimentos situados na região de Santa Bárbara e Florália, onde se observa também uma maior concentração dos mesmos no interior do Grupo Nova Lima. A julgar pelos dados das reservas avaliadas nesses sítios mineralizados, de um modo geral bastante discretos, a retomada e/ou o início da exploração de minério aurífero nos mesmos não deverá alterar substancialmente o quadro da produção regional do metal.

Apesar da diversidade tipológica que caracteriza as dezenas de jazimentos de ouro primário na área da folha, destaca-se a sua incidência marcante no contexto do Grupo Nova Lima, particularmente na Unidade Santa Quitéria e tendo como metalotectos principais as formações ferríferas arqueanas (fácies óxido e carbonato); são bastante contínuas, formando alinhamentos regionais. As zonas de cisalhamento hidrotermalmente alteradas, que denotam evidentes controles de processos epigenéticos, parecem influir muito pouco na constituição das mineralizações e não representam metalotectos muito importantes nesta região. Uma outra unidade estratigráfica digna de nota refere-se à paleoproterozóica Formação Cauê, onde itabiritos e corpos de hematita pulverulenta, também denominados de jacutinga, representam hospedeiros de concentrações auríferas relativamente importantes, como é o caso da mina do Cauê.

Um outro tipo de mineralização aurífera, igualmente situado no Grupo Nova Lima, encontra-se associado a camadas de *metachert* ferruginoso e sulfetado, como nas minas de Santa Quitéria (junto com formação ferrífera bandada) e Pacheca, e na jazida da Bocaina.

Quanto às mineralizações ocorrentes sob a forma de veios e *boudins* de quartzo, ou de quartzo e carbonato, encaixados em litologias as mais diversas do Grupo Nova Lima e da Formação Cauê, observa-se a existência de algumas poucas ocorrên-

Tabela 4.3 – Classificação dos jazimentos auríferos da Folha Itabira, de acordo com os principais parâmetros geológicos.

UNIDADE	TIPOLOGIA	STATUS	DENOMINAÇÃO	TEORES (g/t de Au)	PARAGÊNESE
Cenozóico	Aluvião (g/m <sup>3</sup> )	Jazida	Barra Feliz, Brumal, Arranca Toco, Fazenda Cururu, Pantame	0,25 0,12-0,48	Hematita, quartzo, granada, estaurolita, magnetita, limonita, martita
		Garimpo intermitente	Rio Santa Bárbara, Fazenda do Ângelo	0,11-2,56	Quartzo, hematita, magnetita, limonita, granada, mica
	Canga	Garimpo inativo	Quaresma		
Supergro- po Minas	FFB (Itabirito)	Ocorrência	Carijó, Conceição		Quartzo hematita
		Mina ativa	Cauê	3,04	Quartzo, hematita, limonita
		Mina inativa	Brucutu, Córrego São Miguel, Taquaril, Santana, Poço Treloar, Água Santa, Periquito		
Grupo Nova Lima	Desconhecida	Mina inativa	Chaminé, Fazenda Camas		
	Anfibolito	Ocorrência	Morro Alto, Córrego Bonito (Florália)	≤ 1,2	
		Mina inativa			Anfibólio, clorita, sericita, sulfetos
	FFB e metachert	Ocorrência	Brumal de Santa Bárbara, Conceição, Paratudo, Muro, Boquinha, Baú.	≤ 2,8	Quartzo, sericita, clorita, hematita
		Jazida	Brumal, Pari, Mina de Pedra, Santa Quitéria (Anomalias I e II), Bocaina, Pitanga, Capoeirinha	2,5-15,2	Pirrotita, arsenopirita e pirita
		Mina antiga	Pinta Bem, Sangue de Boi, Descoberta, Santana, Goiabeiras (Capitão Taylor), Barra Feliz, José Tapa, Escavação Divisa ou Dois Irmãos, João Peba, Gambá, Morro da Mina/Patrimônio	≤ 2,3	Quartzo, magnetita, limonita
		Mina inativa	Santa Quitéria, Jambeiro	3,6-25,4	Quartzo, pirita, arsenopirita
		Mina ativa	São Bento	9,7	Pirita, arsenopirita, pirrotita
Grupo Qu- ebra Osso	Xisto metaultramáfico	Ocorrência	Brumal de Santa Bárbara (II e III), Praia	≤ 2,2	Clorita

cias e “minas antigas”, com teores de ouro pouco expressivos e volumes de minério geralmente de pequeno porte, o que as torna desinteressantes ou pouco atrativas.

Na figura 4.2 observa-se uma tendência de crescimento no montante da produção de ouro nesse segmento do Quadrilátero Ferrífero, ora situado acima de quatro toneladas; isto se baseia nos dados disponíveis no DNPM e que são relativos às minas de São Bento (UNAMGEN) e Cauê (CVRD), localizadas nos municípios de Santa Bárbara e Itabira, respectivamente. Essa produção deve-se mormente à participação da mina de São Bento, cujo crescimento parece dar-se de uma forma relativamente consistente. Cabe adicionar que o valor médio anual dessa produção do metal nessas duas

minas situa-se em torno de 50 milhões de dólares na área da Folha Itabira, apesar da recente queda no valor internacional do ouro.

Dentre as outras mineralizações auríferas com maior potencialidade devem ser distinguidas as jazidas da região do Brumal/São Jorge e, talvez a do Pari, que poderão adicionar uma nova perspectiva em termos de produção de minério de ouro, a médio prazo.

#### 4.1.7 Prata

Este metal ocorre associado ao ouro, nos jazimentos hospedados em formações ferríferas bandadas da Unidade Santa Quitéria, em Santa Bárbara. Na mina de São Bento (onde foram produzidos

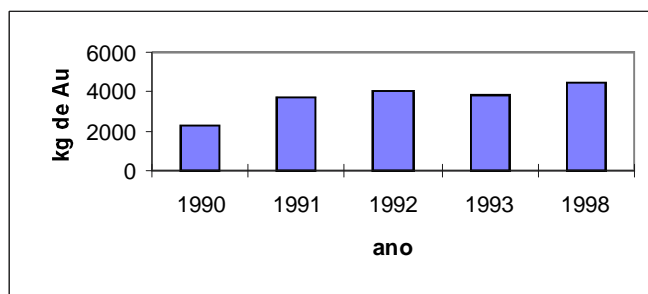


Figura 4.2 – Produções anuais de ouro (em quilogramas) na Folha Itabira, no período 1989-1993 e em 1998. (Fonte: RAL's do DNPM).

280 kg de prata em 1998) apresenta um teor médio de 0,6 g/t de Ag, e na jazida do Brumal o conteúdo é de 1,1 g/t. As perspectivas de produção encontram-se, portanto, diretamente ligadas aos planos de aproveitamento do ouro.

#### 4.1.8 Titânio

Os jazimentos de magnetita e ilmenita presentes no complexo acamadado de Candidópolis já foram analisados no item 4.1.3 (ferro). Cabe ressaltar que em dois locais ocorrem apenas blocos rolados do minério de titânio, de modo que as reservas (1.800.000 toneladas com teor médio de 12,8% de  $TiO_2$ ) se referem a apenas um corpo com acamamento ígneo preservado.

#### 4.1.9 Água Mineral

Na fazenda Rio do Peixe, situada a cerca de 4km ao norte de Nova Era, existe uma fonte radioativa de água mineral, com decreto de lavra que está sendo negociado, para seu engarrafamento, com empresas do setor. Requerida pela Água Mineral Santa Helena, possui uma vazão de 15.640 litros/dia, e emerge absolutamente limpa e sem turbilhonação, com uma temperatura de 21,5°C, para 30°C de temperatura média do ambiente.

A água surge no micaxisto claro, muscovítico, compacto, altamente micáceo, de cor clara e nitidamente estratificado, porém muito metamórfico. A rocha original sofreu intrusões de *sills* pegmatóides e apresenta lentes de rocha metabásica (anfíbrito). Na superfície exibe blocos de quartzo leitoso. O fluxo de água da fonte é controlado por uma diáclase da rocha, e com grande abundância. A radioatividade na fonte é de 20,23 unidades Mache e uma

análise antiga da água revelou a seguinte composição:

– cloreto de sódio	0,0018
– bicarbonato de cálcio	0,0052
– bicarbonato de magnésio	0,0036
– bicarbonato de sódio	0,0032
– bicarbonato de potássio	0,0026
– nitrato de potássio	0,0020
– sílica	0,0070

#### 4.1.10 Amianto

A presença de amianto só é referida junto com a mineralização de níquel do local denominado Jamba (ou córrego Barro Branco), em rochas metaultramáficas situadas no contexto do Complexo Mantiqueira. Também no caso deste material não é possível estabelecer uma avaliação do seu potencial, devido à inexistência de quaisquer parâmetros geológicos e/ou econômicos.

#### 4.1.11 Areia

A exploração de areia ocorre em aluviões e em zonas de enriquecimento superficial de rochas quartzíticas. A areia das aluviões, portanto localizada ao longo das principais drenagens (como os rios Piracicaba e Santa Bárbara), destina-se ao uso imediato na construção civil, e neste caso também pode ser extraído cascalho. Em função da morfologia irregular dos depósitos e da precariedade de sua exploração, as reservas de areia nas aluviões são imprecisas ou desconhecidas.

O segundo caso refere-se à exploração de areia quartzosa, constituída de sílica branca, e onde as rochas originais são quartzitos friáveis e quartzo-mica xistos associados ao Complexo Guanhões (serra da Pedra Branca, a leste de Itabira) e à Sequência Gnáissica-Anfibolítica (ao norte de Florália). Além da construção civil, a lavra de areias especiais permite usos mais nobres, como areia de fundição e industrial. As reservas totais aproximam-se de 15 milhões de toneladas e os teores de sílica comumente superam 98% em volume. A produção de areias especiais é realizada somente em dois locais e alcança cerca de 12.000t/ano. Por outro lado, como as rochas do substrato são friáveis, a sua extração também pode ser muito facilitada com o uso de pás mecânicas ou de retroescavadeiras, permitindo a sua desagregação no local e carregamento direto nos caminhões, sem beneficiamento ou classificação para o uso imediato. Este fato ajuda a tornar a exploração clandestina, motivada por

um aumento momentâneo da demanda ou mesmo acordos mais facilitados com os superficiários locais.

#### 4.1.12 Brita (Granito Industrial)

As maiores pedreiras estão localizadas nas circunvizinhanças das cidades de Itabira, João Monlevade e Barão de Cocais, caracterizadas por uma maior demanda local na construção civil e pelo uso no leito da estrada de ferro. Em Itabira algumas pedreiras foram abandonadas devido ao crescimento urbano, o que tornou a exploração perigosa ou restringiu o uso de explosivos.

Foram cadastradas dezesseis pedreiras, das quais cinco mostram atividades que levam a uma produção acumulada declarada de mais de 130.000 m<sup>3</sup>/ano e estão situadas tanto nos granitóides do tipo Borrachudos, como nos ortognaisses do Complexo Granítico-Gnáissico-Migmatítico.

#### 4.1.13 Gemas e Pegmatitos

A atividade mineral relativa às substâncias não-metálicas nesta folha não se encontra tão difundida como a dos minérios metálicos, mas a produção de gemas e, em alguns poucos casos, de outros minerais associados a pegmatitos, constitui certamente uma exceção. O desenvolvimento de atividades extrativas tem sido realizado em grande parte por garimpeiros, dando seqüência a prospecções baseadas na procura incessante de indícios diretos destes corpos. Mesmo assim, as três maiores descobertas de gemas, sendo duas de esmeralda e uma de alexandrita, foram realizadas de forma casual, levando a uma afluência posterior de garimpeiros para aqueles locais.

A tabela 4.4 demonstra a situação atual do quadro da exploração dos recursos minerais associados a pegmatitos, com base em dados cadastrais (levantamentos de campo e no DNPM). Alguns dos jazimentos representam lavras de aluviões e colúvios e muitas vezes há mais de uma substância presente, de modo que o número total dos minerais supera o de jazimentos diretamente associados a pegmatitos (total de 24) na área.

Além dos minerais tradicionais dos pegmatitos (quartzo, feldspato/caulim e mica), outros minerais são identificados, como a turmalina, mas sem apresentar, até o momento, uma potencialidade digna de nota. A mica presente nesta faixa de pegmatitos não possui boa qualidade e sua exploração situa-se em segundo plano.

Tabela 4.4 – Atividades minerais em jazimentos associados a pegmatitos.

Minerais	Situação Atual				Total
	Ocorrência	Jazida	Mina	Garimpoi	
Água-marinha			5	6	11
Alexandrita		1	7	1	9
Ametista	2			4	6
Berilo	1	1	1	3	6
Caulim		1	2		3
Crisoberilo			1		
Esmeralda		1	5	4	10
Feldspato		2		1	3
Quartzo		1		1	3

#### Alexandrita

A alexandrita ocorre na região de Hematita, município de Antônio Dias, e seu conhecimento é bem recente (1987). Sua descoberta foi por acaso, quando "gemas" diferentes foram encontradas no córrego da Liberdade e posteriormente identificadas como sendo a variedade de crisoberilo (óxido de berílio e alumínio), o que desencadeou uma grande invasão de garimpeiros.

Após uma demanda judicial por parte dos requerentes das áreas, sua exploração passou a ser mais racional e atualmente a Alexandrita Mineração, Comércio e Exportação detém grande parte dos direitos de lavra. A Marsil, Transporte, Terraplanagem e Mineração Ltda., antes detentora de uma mina de ferro numa área vizinha, agora também desenvolve trabalhos de exploração de alexandrita.

A extração é realizada por meio de catas com escomento de madeira e bombas para retirar a camada de cascalho mineralizado em berilo e crisoberilo. O perfil das aluviões mostra sempre uma camada superficial de argila amarela, seguida de uma camada de areia e, finalmente, o cascalho mineralizado, este normalmente com uma espessura de 0,5m. Provavelmente a fonte do crisoberilo situa-se nos pegmatitos da região e o pacote aluvionar posiciona-se sobre rochas gnáissicas, localmente cortadas por rochas ultrabásicas. A espessura média do capeamento é de aproximadamente cinco metros.

A lavra de aluvião contendo alexandrita atingiu 43.800m<sup>3</sup> em 1998.

## Esmeralda

A principal mina de esmeralda está localizada em Oliveira Castro, município de Itabira, e é explorada pela Belmont Gemas Ltda. Sua descoberta em 1978 foi acidental, quando “pedras verdes” foram encontradas ao lado do barranco da Estrada de Ferro Vitória-Minas e logo identificadas como esmeraldas. A prioridade sobre o direito mineral foi logo garantida pelo próprio superficiário, mas mesmo assim não foi possível impedir uma invasão de garimpeiros. Mais tarde, e após o esvaziamento do garimpo, foi desenvolvida uma pesquisa na área, com sondagem rotativa, e avaliada uma reserva, viabilizando a implantação de uma lavra subterrânea mecanizada e um beneficiamento sofisticado. A geologia local mostra um conjunto de xistos (biotita/flogopita xistos, clorita xistos etc) com intercalações de metaultramáficas, cortado por um dique pegmatítico com 10m de espessura.

Atualmente a esmeralda é explorada mecanicamente com guindastes que retiram o material e o colocam em caminhões, que transportam o minério para o beneficiamento ainda na área da mina. O minério é então lavado com jatos d’água, separando os matacões e seixos grandes, e o material fino é separado com peneira; o material é então transportado para silos, onde a esmeralda é cataada manualmente em esteiras rolantes. As esmeraldas apresentam-se quase sempre parcialmente envolvidas por uma rocha folheada, resultante da decomposição dos xistos, de onde são facilmente extraídas.

Próximo à jazida da Belmont, na fazenda São José, há um garimpo com produção de esmeralda e água-marinha.

Em 1988, na fazenda Capoeirana, uma outra ocorrência de esmeralda foi descoberta novamente por acaso, levando ao desenvolvimento de intensas atividades garimpeiras que persistem até hoje. Consta-se ali a presença de rochas gnáissicas de composição granítica em contato com uma seqüência metavulcano-sedimentar constituída basicamente por flogopita/biotita xistos em intercalações métricas com gnaisses pelíticos, xistos ultramáficos, anfíbolitos diversos e veios pegmatóides e de quartzo. Atualmente é impossível calcular a produção do garimpo, pela falta de dados confiáveis fornecidos pelos garimpeiros. Devido a isto, na figura 4.3 constam apenas os dados da mina Belmont, cuja produção se mostrou declinante durante alguns anos e parece ter estabilizado numa faixa de 25 a 30kg/ano.

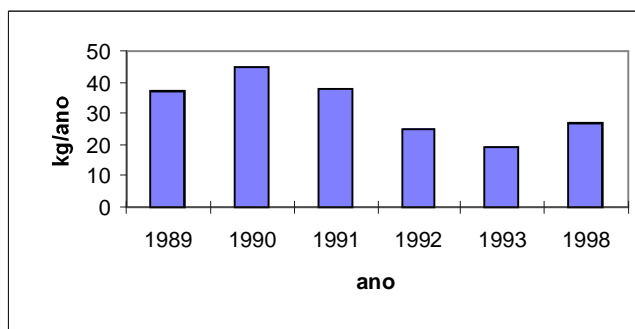


Figura 4.3 – Produções anuais de esmeralda da região de Itabira no período 1989-1993 e em 1998.

## Berilo e Água-Marinha

O berilo também é explorado em garimpos intermitentes, produzindo mais o berilo industrial, mesmo assim com baixa produtividade. A variedade água-marinha chegou a ser explorada, juntamente com esmeralda, na fazenda São José, vizinha à mina da Belmont Gemas. Garimpos ativos de água-marinha são os denominados de Dimas (pegmatito em biotita-anfíbólio xisto) e Quilombo (aluvião e colúvio), salientando-se que alguma produção também é obtida em minas e garimpos de alexandrita da região da Liberdade.

Os pegmatitos geralmente estão encaixados nos granito-gnaisses regionais e subordinadamente nos xistos, muitas vezes intensamente dobrados, com veios de quartzo e rochas básicas a ultrabásicas, além de anfíbolitos xistificados.

Não existe um controle de produção, devido ao tipo de jazimento e sua extração. O controle da produção de gema por garimpagem é muito difícil, já que as informações são incorretas; até mesmo o superficiário, que normalmente detém uma porcentagem sobre as gemas, desconhece a quantidade exata extraída.

## Ametista

Sua presença não é marcante, resumindo-se a garimpos ativos (fazendas Retiro e Gabiroba) ou intermitentes, tanto em pegmatitos encaixados em granito-gnaisses e quartzitos, como em garimpos aluvionares (córrego da Liberdade).

A sua produção destina-se principalmente à bijuteria e adornos ornamentais.

A extração é manual e geralmente realizada por alguns poucos garimpeiros, que procuram esta atividade apenas como uma alternativa ao trabalho normal.

## Feldspato e Caulim

A economicidade da extração destes minerais de pegmatito encontra-se na dependência direta de um volume apreciável de material, o que não é característico na região. Mesmo assim foram cadastrados alguns jazimentos de feldspato, a exemplo do garimpo inativo da fazenda Ribeirão São José (em pegmatito, junto com água-marinha) e da jazida pequena da fazenda do Aleixo. O destino da produção de feldspato nos pegmatitos, quando esta acontece, é para o consumo da indústria, mas o minério deve antes ser moído nas especificações do mercado; tanto essa moagem, como as grandes distâncias que os separam dos centros consumidores, juntamente com os baixos níveis de produção, têm inviabilizado a sua extração.

O caulim foi cadastrado na região de João Monlevade, sendo duas jazidas e uma mina inativa (fazenda Morro Agudo). Uma das jazidas (fazenda Ângelo) apresenta um volume de 2.800m<sup>3</sup> e 941 toneladas de reservas aproveitáveis. Na outra jazida, requerida pela Empresa de Caulim S.A., as reservas totais de pegmatito são de aproximadamente 4,5 milhões de toneladas, devendo o minério ser beneficiado nas instalações da Lux Caulim, cuja capacidade é de 50t/dia. Há alguns houve a implantação de uma unidade para o beneficiamento do caulim dos pegmatitos por parte da extinta Metais de Minas Gerais – METAMIG (Lux Caulim). Pelos trabalhos anteriores, o que se pode comprovar é que os pegmatitos regionais não são grandes, normalmente apresentando-se sob a forma de veios descontínuos e que raramente ultrapassam a quatro metros de largura, resultando numa cubagem total de baixo volume. Considerando o percentual de feldspato no pegmatito, sua transformação em caulim e o rendimento na planta de beneficiamento (menos que 20%), este beneficiamento iria receber matéria de regiões mais afastadas, com cubagem superior aos pegmatitos da área em tela.

Estes pegmatitos estão encaixados em gnaisses do embasamento e em micaxistos, quartzitos e itabiritos correlacionáveis ao Supergrupo Minas.

### 4.1.14 Quartzo

Uma jazida de quartzo foi cadastrada no local denominado Vila dos Alves, onde ocorrem veios

nos quartzitos da Formação Sopa-Brumadinho do Supergrupo Espinhaço (na serra homônima). Vários desses veios apresentam até 0,5m de espessura e normalmente são concordantes com a estratificação dos quartzitos, e secundariamente discordantes. A exploração da jazida, com reservas totais de 1,5 milhão de toneladas, será realizada principalmente nos veios, e subordinadamente nos elúvios e mesmo aluviões situadas próximo da fonte primária. O quartzo também é explorado ali na forma rudimentar de garimpo e o volume da extração está diretamente relacionado com a demanda e o preço. Os cristais são facetados, com tamanhos variados, compacto e fragmentado, mostrando um teor médio de SiO<sub>2</sub> de 99,4%. No período atual, a demanda é baixa e a extração garimpeira encontra-se praticamente paralisada.

Um outro garimpo de quartzo (variedade cristal-de-rocha) está em atividade na fazenda São Manoel, distante 5km a NNW de Nova Era. Os cristais ocorrem no colúvio que se desenvolveu sobre rochas do Complexo Guanhões.

### 4.1.15 Talco

O cadastramento mineral levou à constatação da presença de duas mineralizações de talco em rochas metultramáficas posicionadas em meio ao Complexo Granítico-Gnáissico-Migmatítico (fazenda Retiro Santo Antônio, nas proximidades de São Sebastião da Vargem Alegre, no centro-leste da área estudada) e gnaisses do Complexo Mantiqueira (Jamba ou córrego Barro Branco). De provável origem metamórfico-metassomática associada a um evento deformacional, não há outros parâmetros descritivos para avaliar a potencialidade dos jazimentos.

## 4.2 Metalogenia das Substâncias Metálicas e Gemas

### 4.2.1 Alumínio

As jazidas de bauxita da serra do Tamanduá ou Dois Irmãos encontram-se situadas a altitudes entre 900 e 1.000m, associadas a uma superfície erosiva com um pendor relativamente acentuado no sentido SE. Esta superfície resultou da atuação de ciclos geomórficos (Sul-Americano e/ou Velhas) durante o Terciário e Quaternário, sob condições climáticas áridas a semi-áridas. Como os pedimentos são áreas de baixas taxas de erosão do solo em



relação à meteorização das rochas, as oscilações climáticas, com mudanças para condições mais úmidas, propiciaram o desenvolvimento prolongado, talvez durante milhões de anos, de um manto intempérico maduro, e a conseqüente concentração de bauxita (ora já sob a forma de gibbsita) no solo laterítico. As pronunciadas acumulações de hidróxidos de alumínio e ferro e mesmo de óxidos de titânio deram-se em detrimento da sílica (combinada), que foi intensamente lixiviada no horizonte mineralizado.

#### 4.2.2 Cromo

As pequenas ocorrências de cromititos contidas num *stock* de rochas metaultramáficas na serra dos Correias, a sudoeste de Itabira, são fortemente sugestivas de processos de fracionamento magmático dentro de um sistema de câmara aberta e submetida a injeções múltiplas de magmas de composição toleítica. Uma proposta de ambiente sinvulcânico é compatível com o seu posicionamento dentro de seqüência metavulcano-sedimentar e arqueana.

#### 4.2.3 Ferro

Na área estão presentes dois tipos principais de mineralizações de ferro, sob a forma de grandes jazimentos estratiformes de formações ferríferas bandadas, a saber: os jazimentos contidos na seqüência metavulcano-sedimentar arqueana do Grupo Nova Lima (*greenstone belt* Rio das Velhas) e aqueles correspondentes à Formação Cauê do Supergrupo Minas. Em função das reservas gigantescas, altos teores médios de metal contido e topografia favorável, entre outros fatores, apenas o segundo destes tipos tem sido explorado economicamente durante o atual século.

Entretanto, as diferenças entre os dois tipos de formações ferríferas ultrapassam em muito a questão do seu aproveitamento pela indústria da mineração. Para as litologias ricas em minerais de ferro encontradas no Grupo Nova Lima pode ser presumido facilmente um vínculo com fenômenos exalativos proximais a distais associados ao magmatismo inicial, de fundo oceânico, que edificou parte da pilha supracrustal constituinte do *greenstone belt*. Essa associação caracteriza as formações ferríferas bandadas do tipo Algoma, que têm uma presença expressiva nas unidades basal (Ouro Fino) e média (Santa Quitéria) do Grupo Nova Lima; na primeira, as formações ferríferas bandadas seriam do

tipo proximal ou *vulcex* (vulcânico-exalativas), e no outro caso podem ser enquadradas nos tipos medial a distal ou *sedex* (sedimentar-exalativas).

Já no que se refere à Unidade Cauê, observa-se uma sedimentação química em condições de plataforma estável, equivalente ao ambiente tectônico das margens passivas preconizado pela moderna tectônica de placas, e tipificando, portanto, depósitos de ferro do tipo Lago Superior. Os vestígios dessa paleoplataforma continental, sobre a qual se assentaram os itabiritos Cauê, são ainda encontrados desde a porção mais meridional do Cráton do São Francisco, onde integram o Lineamento Jeceaba-Bonsucesso, estendendo-se seguramente até o núcleo antigo retrabalhado, na região de Itabira, no nordeste do Quadrilátero Ferrífero. Caso se confirme o caráter cronocorrelato das formações itabiríticas existentes na faixa Sero-Morro do Pilar e na região de Guanhaes, a extensão mínima dessa bacia marginal paleoproterozóica era de aproximadamente 400 quilômetros. Na área em estudo também apresentam grandes discontinuidades nas ocorrências, atribuíveis a intrusões (domos) de granitóides da Suíte Borrachudos, bem como aos eventos tectônicos compressivos que produziram um grande número de escamas de empurrão.

A inexistência de jazimentos hodiernos comparáveis a essas enormes acumulações arqueanas a paleoproterozóicas vem impondo sérias restrições às hipóteses (Barry-Maynard, 1983) sobre a origem dos precursores mineralógicos das formações ferríferas bandadas (no caso do *chert* e dos hidróxidos de ferro originais). As dúvidas também existem sobre as condições físico-químicas (atmosfera redutora ou oxidante) dominantes no Neoarqueano e Paleoproterozóico, além de problemas na identificação das fontes do metal (vulcânico-exalativas, erosão continental etc.) e a intensidade da influência biológica (bacteriana?). Ainda assim, esses corpos têm sido considerados singenéticos, uma vez que as acumulações de ferro ocorreram junto com a sedimentação.

Muitos corpos de minério de ferro da Formação Cauê são compostos essencialmente de hematita compacta e dura, caso em que sempre apresentam altos teores de ferro (acima de 64%) e constituem muitos dos picos topograficamente realçados no perfil das serras que delineiam a complexa estrutura do Quadrilátero Ferrífero, integrando-se com a própria história da ocupação humana da região a partir do século XVII. Para tais corpos, a hipótese mais aceita sobre a sua gênese é a que favore-

ce os fenômenos de concentração diagenética a partir das camadas itabiríticas, em contraposição às teorias apoiadas essencialmente em processos de concentração hidrotermais-metassomáticos.

Um tipo particular de formação ferrífera igualmente existente na Unidade Cauê refere-se às denominadas “jacutingas”, intercaladas nas camadas de itabiritos e distinguidas pelo seu aspecto friável a pulverulento, e que em grande parte pode ser atribuível às alterações superficiais (meteóricas).

Quanto ao terceiro tipo de jazimento de ferro, em Candidópolis, a sua origem é nitidamente magmática e decorreu do fracionamento no interior de uma câmara relativamente grande, com diâmetro original talvez um pouco superior a um quilômetro. Trata-se de um complexo acamadado de natureza básica, posteriormente transformado em rochas anfíbolíticas, onde o minério de Fe-Ti ocorre em ciclos repetitivos em zonas com bandamento rítmico, nas quais ele se alterna com rochas feldspáticas (metanortositos) e anfíbolitos de granulação fina a grossa (metagabros). O enriquecimento em ferro no magma, traduzido pela mineralogia à base de magnetita e ilmenita do minério, foi uma consequência da retirada de Al e Ca, elementos necessários à cristalização dos feldspatos (as camadas ricas em plagioclásio ou metanortosíticas). Para este complexo acamadado pode ser sugerida uma associação petroectônica de corpos gabróicos (magma toleítico) em ambiente sin-vulcânico (*greenstone belt* arqueano), a exemplo do Complexo de Dore Lake, em Quebec (Canadá).

#### 4.2.4 Gemas

Ainda não está claramente definido um vínculo genético entre os pegmatitos berilíferos da região com as intrusões de granitóides da Suíte Borrachudos, apesar da notória e generalizada associação espacial entre os mesmos. O fato de que vários corpos pegmatíticos produtores de gemas encontram-se alojados nas bordas ou periferia das estruturas dômicas, e principalmente dentro dos granitóides, são indicações suficientes de uma relação de sucessão no tempo, onde os líquidos que geraram os pegmatitos teriam, no mínimo, um caráter residual dos magmas ácidos. Todas as gemas encontradas na região estão contidas em um ou mais dos pegmatitos conhecidos.

As mineralizações de esmeralda na mina Belmont e no garimpo da Capoeirana (ou fazenda Capoeirana do Meio) estão intimamente ligadas à presença de xistos ultramáficos, representados petro-

graficamente por biotita/flogopita xisto cromitífero. Deve ser salientado que a cromita pode atingir às vezes até 30% da composição modal da rocha encaixante dos pegmatitos. Este tipo de associação, correlacionada a outras ocorrências de esmeralda no Brasil, leva a crer que a cromita é um dos metalotectos indispensáveis dos jazimentos esmeraldíferos definidos por Sinbanbas (1981, *in*: Souza, 1989) como sendo do “tipo xisto”.

#### 4.2.5 Manganês

As concentrações supergênicas de manganês encontram-se associadas às áreas de ocorrência de rochas carbonático-ferríferas do Grupo Itabira (formações ferríferas do tipo Lago Superior) e formações manganíferas contidas na Unidade Santa Quitéria. No caso das primeiras parecem ter prevalecido as condições primitivas de sedimentação química em ambientes marinhos plataformais, globalmente tão comuns (Barry-Mainard, 1983), e onde ocorreram acumulações relativamente discretas de óxidos e hidróxidos de manganês. Quanto às formações manganíferas observadas em meio à pilha metavulcano-sedimentar arqueana, é possível que decorram de uma partição e maior migração do manganês em relação ao ferro, a partir das exalações no fundo oceânico. Com relação aos corpos de gonditos nos xistos pelíticos do Grupo Piracicaba, o processo genético pode ter sido essencialmente o mesmo já aventado para as concentrações nas formações ferríferas do Grupo Itabira, qual seja, uma precipitação de nódulos de manganês na plataforma paleoproterozóica, sucedida por eventos metamórficos que geraram uma mineralogia rica em granadas.

#### 4.2.6 Níquel

A tipologia da concentração de níquel em rochas metaltramáficas da região de Jamba ainda não é conhecida, de modo que se pode supor a intervenção de processos metamórfico-metasomáticos ou, mais provavelmente, de enriquecimentos superficiais (níquel laterítico).

#### 4.2.7 Ouro

A situação atual mostra que o nível dos conhecimentos específicos sobre os processos genéticos que levaram às mineralizações auríferas do Quadrilátero Ferrífero ainda é bastante limitado. Este aspecto é ilustrado, por exemplo, pela pequena

quantidade de dados disponíveis sobre a idade das rochas encaixantes/hospedeiras, e pelo desconhecimento ainda muito elevado das principais características físico-químicas dos fluidos mineralizantes, como as suas faixas de temperatura e salinidades, bem como dos parâmetros relativos aos isótopos estáveis (C, O, S e deutério).

Outros fatores restritivos referem-se à indefinição das épocas de constituição dos jazimentos e na análise das deformações superpostas. Desta forma, sem um volume adequado de produção de dados técnicos especializados, a discussão sobre as mineralizações auríferas presentes na pilha de rochas supracrustais da região tem-se limitado à apreciação dos principais modelos genéticos vertidos na literatura internacional, utilizando particularmente os tipos caracterizados como metamórfico-hidrotermais (epigenéticos) e os de exalações submarinas (singenéticos).

Nos jazimentos de ouro primário do Quadrilátero Ferrífero, este metal encontra-se freqüentemente associado a sulfetos, seja no interior ou nos contatos entre grãos dos mesmos. A exceção reside em alguns corpos de quartzo cinzento ("enfumaçado"), praticamente monominerálicos e posicionados dentro do Grupo Nova Lima, onde o ouro ocorre com um elevado grau de liberação. Ouro livre também é encontrado nos metaconglomerados (paleopláceres) da Formação Moeda, na base do Supergrupo Minas e, obviamente, nas zonas de alteração superficial dos depósitos sulfetados.

A grande maioria das mineralizações de ouro apresenta características de substituições confinadas a certas unidades líticas (tipo *stratabound*), com destaque para as camadas de formações ferríferas bandadas e *metachert*, além de rochas metamáficas integrantes da seqüência metavulcano-sedimentar. Os registros dessas últimas muitas vezes têm sido interpretados como correspondentes a rochas metavulcânicas (Grupo Quebra Osso e Unidade Ouro Fino). Ainda no contexto do *greenstone belt* Rio das Velhas, um número apreciável de jazimentos, embora consideravelmente menor, encontra-se alojado em rochas interpretadas como metavulcânicas ácidas (não é o caso da área em tela) e em metassedimentos.

Com relação à tectônica, as pesquisas denotaram um marcante controle estrutural no atual posicionamento da grande maioria dos corpos de minério. Este controle está relacionado a uma lineação de estiramento com atitude do máximo em torno de 120°/40°, portanto muito próximo do valor encontrado na área da Folha Belo Horizonte, e decorrente

de uma deformação em domínio dúctil e que conferiu uma morfologia linear aos corpos, junto com um apreciável transporte de massa no sentido de WNW. Ainda constitui um objeto de discussão a influência relativa de cada uma das deformações (arqueana e os ciclos proterozóicos Transamazônico e Brasileiro) na constituição da geometria final do distrito do Quadrilátero Ferrífero e suas mineralizações auríferas. Alguns veios mineralizados, discordantes em relação à foliação penetrativa que deforma os litótipos do Grupo Nova Lima, exemplificam a interveniência de fluidos epigenéticos.

Quanto à idade dos jazimentos, datações dos sulfetos das minas de São Bento e Raposos forneceram uma idade em torno de 2,65Ga, conforme dados de equipe do USGS (De Witt, 1995, comunicação oral) e considerada como indicativa de processos singenéticos de mineralização. Contudo, esta idade difere em mais de 100Ma daquela obtida para zircões de rochas metavulcânicas ácidas da pilha supracrustal.

Ainda há um relativo desconhecimento das características dos fluidos que produziram a maioria das mineralizações; os avanços mais notáveis são pertinentes às minas de Raposos, Cuiabá (Ribeiro-Rodrigues, 1998) e Grande (Ladeira, 1980).

Conforme exposto nas tabelas 4.1 e 4.3, que representam apenas uma classificação tipológica das mineralizações e os seus contextos geológicos, há uma grande diversidade de jazimentos auríferos primários presentes na área, bem como um número bastante elevado de alguns desses tipos, devendo ser destacados os seguintes:

a) jazimentos associados à seqüência metavulcano-sedimentar arqueana (*greenstone belt* Rio das Velhas)

– mineralizações *stratabound* hospedadas em formações ferríferas bandadas (ffb's), integrantes do fundo oceânico que veio a constituir parte do Grupo Nova Lima. Merecem um destaque especial as ffb's de fácies óxido e carbonato. Esses jazimentos podem atingir volumes expressivos, com dezenas de milhões de toneladas de minério aurífero, ocorrendo intercalados em meio a rochas metavulcânicas (ffb's proximais?) e metapelitos (ffb's mediais a distais?). As determinações de idade (baseadas em isótopos contidos nas fases sulfetadas) apontam no sentido de eventos mineralizantes ocorridos ainda durante o Neoarqueano (De Witt, 1995, comunicação oral), mas que não foram necessariamente coevos em relação aos fenômenos exalativos submarinos. Os controles estruturais ainda não se encontram claramente estabelecidos,

mas durante a constituição dos jazimentos salienta-se a importância dos metalotectos litológicos (as *ffb's* e os xistos máficos), que controlaram a deposição dos fluidos hidrotermais auríferos devido à alta reatividade dos carbonatos e outros minerais de ferro. Ao longo desses estratos carbonáticos-ferríferos podem ser observadas irregularidades mais ou menos pronunciadas nos limites e geometria geral dos corpos de minério, sugestivas de um metamorfismo hidrotermal dentro dos preceitos visualizados por Phillips (1985). Junto com um zoneamento na distribuição espacial das fases sulfetadas, tais aspectos são indicativos de uma interveniência de processos mineralizantes epigenéticos. A estes últimos encontram-se superpostas acentuadas deformações por dobramentos (neoarqueanos?), com concentrações auríferas secundárias em zonas de charneiras. Também ocorrem mineralizações em zonas de cisalhamento atribuíveis a eventos ocorridos durante o desenvolvimento do Ciclo Transamazônico (Paleoproterozóico), responsável pelo transporte tangencial (escamas de empurrão) de grandes massas rochosas no sentido de WNW, junto com uma rotação dos elementos estruturais arqueanos e um notável estiramento dos corpos de minério. A influência das deformações brasileiras, neoproterozóicas, sobre a gênese dos jazimentos auríferos, parece ter sido exagerada em trabalhos anteriores;

- camadas de *metachert* sulfetado, como em parte dos jazimentos de Santa Quitéria, onde também se fazem presentes mudanças faciológicas para termos cada vez mais ricos em ferro;

- veios de quartzo sulfetados, nitidamente epigenéticos e não raro contendo uma fração mineralógica carbonática relevante. Apresentam comumente uma forma lenticular, ou mesmo de charutos estruturalmente controlados pela direção de estiramento tectônico, e que por vezes são grosseiramente concordantes com os estratos encaixantes, constituindo então os corpos antigamente denominados de vieiros-camadas. Alguns desses corpos podem ter o significado de remobilizações e/ou recristalizações metamórficas, de baixo grau de aloctonia. Quando à granulação, é muito fina, podendo ser confundidos com camadas de *metachert*;

- zonas de alteração hidrotermal, com intensas transformações das rochas encaixantes e/ou hospedeiras originais pelos processos de sericitização, cloritização, silicificação, carbonatação, sulfetação, epidotização etc, e incidentes tanto em charneiras de dobras amplas, como em rampas laterais e frontais associadas a eventos tectônicos compres-

sivos. A mina-tipo desses jazimentos é a de Juca Vieira, no município de Caeté, onde se destaca uma disposição concêntrica ou especular do zoneamento da alteração, e uma morfologia linear do corpo de minério, denunciando um forte controle tectônico e um fluxo focalizado dos fluidos mineralizantes (Vieira, 1988, 1991). Na Folha Itabira, os jazimentos encontrados no Brumal de Santa Bárbara apresentam algumas similaridades com este modelo;

- b) jazimentos associados a seqüência metassedimentar paleoproterozóica (Supergrupo Minas)

- nos metassedimentos da Formação Moeda, que constituem a unidade basal do Supergrupo Minas, há evidências de acumulações auríferas detriticas relativamente expressivas em metaconglomerados do sinclinal de Gandarela (e mais ao sul da área, no sinclinal de Ouro Fino), depositados em paleocanais fluviais (Renger *et al.*, 1988; Minter *et al.*, 1990), com uma grande semelhança tipológica em relação aos importantes depósitos de ouro nos leques aluviais proximais a distais de Witwatersrand, na África do Sul. Dentro da Folha Itabira tais depósitos rudáceos não apresentam concentrações auríferas economicamente relevantes, talvez devido a uma relativa instabilidade do bloco continental durante a deposição da seqüência sedimentar, na transição do Arqueano para o Paleoproterozóico;

- nas formações ferríferas da Formação Cauê (Grupo Itabira), particularmente nos itabiritos friáveis denominados de "jacutingas", há concentrações de ouro bastante erráticas, ainda que de médio a alto teor e eventualmente com volumes apreciáveis, a exemplo das encontradas na antiga mina de Gongo Soco. A hipótese genética mais provável para esse tipo compreende uma concentração supergênica do ouro superposta a uma mineralização epigenética primária, associada à circulação de fluidos hidrotermais. O ouro presente nas formações ferríferas da serra do Tamanduá e da região de Itabira pode ser enquadrado neste modelo;

- c) jazimentos detriticos em plácemes cenozóicos (ouro secundário):

- ao longo de todo o curso dos rios Conceição, Santa Bárbara, Piracicaba etc, são encontrados terraços terciários a quaternários constituídos de depósitos de cascalhos e conglomerados cimentados por limonita (os "congelados"), e que foram muito lavrados no passado para extrair o ouro contido na matriz;

- os jazimentos auríferos mais recentes encontram-se nas aluviões quaternárias da região, com

destaque para os sedimentos ativos e/ou acumulados na planície dos rios acima citados.

#### 4.2.8 Prata

O principal tipo de mineralização da área corresponde às de prata hospedada em formações ferríferas bandadas (distais?), do tipo Algoma, de fácies óxido e carbonato, onde aquele metal encontra-se associado a ouro e sulfetos (predominantemente pirita, pirrotita e arsenopirita).

Em termos estratigráficos, os jazimentos de prata (São Bento e Brumal), assim como os de ouro, são mais frequentes nos estratos acumulados no fundo oceânico, em ambiente pelágico e regime distensivo, com o qual se identifica a Unidade Santa Quitéria. Como a atividade vulcânica parece ter sido bastante subordinada, ao tempo daquela deposição, é possível supor que a sedimentação química seja do tipo distal, *sedex* ou sedimentar-exalativa.

Por outro lado, na unidade Córrego do Sítio e possivelmente em posição estratigráfica mais elevada, os registros de formações ferríferas e mineralizações de ouro e prata (Capitão Taylor?) são mais escassos e menos importantes. Isto pode ser devido a uma mudança no regime tectônico, de divergente para convergente, como permitem supor as múltiplas interdigitações de material pelágico (ou hemipelágico) com sedimentos terrígenos.

#### 4.2.9 Titânio

O jazimento de ferro e titânio de Candidópolis faz parte de um complexo acamadado de natureza básica e teve uma origem nitidamente magmática e intrusiva (sinvulcânica), em decorrência do fracionamento no interior de uma câmara. Ocorre junto com ciclos repetitivos que formam espessas zonas com bandamento rítmico, nas quais ele se alterna com rochas feldspáticas (metanortositos) e anfíbolitos de granulação fina a grossa (metagabros). O enriquecimento em titânio no magma, bem como de ferro e talvez de vanádio, foi uma consequência do fracionamento do plagioclásio, evidenciado pelas camadas metanortosíticas. O quimismo do magma que gerou o corpo gabróico era toleítico, e como este se encontra em ambiente de *greenstone belt* arqueano, pode ser estabelecida uma analogia com o Complexo de Dore Lake, em Quebec (Canadá). A disposição periférica do minério de magnetita e hematita, similar à dos locais onde foram observados blocos rolados de minério, sugere uma grande continuidade do "horizonte" mineralizado, bem

como o fato de que seja um evento único dentro da evolução magmática do corpo gabróico.

### 4.3 Áreas de Potencialidade Mineral

#### Área I

Compreende um grande número de jazimentos auríferos dispostos ao longo dos alinhamentos denominados São Bento e Campo Grande, na região situada entre Santa Bárbara e Barão de Cocais. A grande maioria é de ouro primário, com destaque para as minas São Bento (que apresenta um dos teores médios mais elevados, com 9,7g/t de Au) e Santa Quitéria, ocorrendo também um grande número de escavações antigas superficiais. Eventualmente são portadores de prata (mina São Bento, com 0,6g/t de Ag) e como o minério é sulfetado, exibem também altos teores de S e As. Correspondem a mineralizações do tipo *stratabound*, de idade provavelmente arqueana e hospedadas em camadas de formações ferríferas bandadas (distais?), do tipo Algoma, que representam o principal metalotecto da área, e de *metachert* intercaladas principalmente em xistos pelíticos carbonosos da Unidade Santa Quitéria (clástico-química, de fundo oceânico, com exalações distais). A idade desse tipo de mineralização, obtida através de determinações geocronológicas baseadas nos sulfetos associados, também é arqueana (De Witt, 1995, comunicação oral). Na Unidade Córrego do Sítio, que admite uma grande participação de sedimentos detríticos, provavelmente terrígenos e associados a fluxos gravitacionais as ocorrências de formações ferríferas, camadas de *metachert* e depósitos de ouro são bastante mais raros. De importância bem mais reduzida, em volume de minério, são as mineralizações filoneano-hidrotermais, presentes sob a forma de veios de quartzo com uma paragênese mineralógica que pode incluir sulfetos e carbonatos. As rochas regionais e os diversos corpos de minério exibem os efeitos de intensas alterações endógenas hidrotermais (cloritização, sericitização, silicificação e carbonatação) e um forte controle tectônico, com caimentos para ESE-SE. Nesta área destacam-se várias anomalias eletromagnéticas de dimensões variadas e provavelmente associadas a corpos sulfetados e/ou de formações ferríferas; essas anomalias geofísicas podem ser de dimensões reduzidas ou bastante contínuas (neste caso, provavelmente estão associadas a formações ferríferas bandadas) e uma delas coincide com o jazimento

mento aurífero da mina São Bento. Nas drenagens da região há freqüentes anomalias geoquímicas de elementos indicadores (ouro) e farejadores (arsênio e antimônio) em sedimentos de corrente. No segmento meridional (morro da Donana) ocorrem jazidas de manganês, geradas a partir da alteração superficial de formações manganíferas, e também estão presentes em zonas de alteração caulínica em rochas metapelíticas (xistos/filitos). Na mesma região do manganês, ocorrem concentrações de ferro em zonas lateríticas (canga) sobre formações ferríferas bandadas; há algumas décadas ocorreram algumas tentativas malsucedidas de lavra do material eluvial/coluvial, talvez devido ao conteúdo de fósforo relativamente elevado (um pouco acima de 1.000ppm ou 0,1%), o que não favorece o seu aproveitamento na indústria siderúrgica. Mineralizações de ouro em veios de quartzo são pouco expressivas.

## Área II

Vários corpos de minério aurífero encontram-se distribuídos ao longo dos alinhamentos Brumal e Sumidouro, que passam nas proximidades de Santa Bárbara, e não raro coincidem com fortes anomalias geofísicas eletromagnéticas. O maior volume de minério aurífero primário (com alguma prata) apresenta uma morfologia do tipo *stratabound* e ocorre intimamente associado a formações ferríferas bandadas (Unidade Santa Quitéria), a exemplo da mina São Jorge (cerca de 1,2 milhão de toneladas de minério com 7,1g/t de Au e 1,1g/t de Ag). Outros corpos (escavações antigas) são do tipo filoneano-hidrotermal e correspondem a veios de quartzo com sulfetos alojados nas ou próximo das zonas de cisalhamento dúctil que deformam e limitam o Grupo Quebra Osso. Assim, os principais metalotectos são as formações ferríferas bandadas do tipo Algoma e veios de quartzo sulfetado em rochas metaultramáficas. Para a geração desses últimos podem ser sugeridos fluxos focalizados de fluidos hidrotermais ao longo de rampas frontais como a da falha de Água Quente.

## Área III

Nas proximidades de Florália há alguns corpos de minério aurífero associados a formações ferríferas (mina do Pari), anfibolitos e xistos sericíticos com ankerita (Morro da Mina/Patrimônio), que ca-

racterizam delgados pacotes de rochas supracrustais (metassedimentos químicos e metavulcânicas máficas) do Grupo Nova Lima por vezes tectonicamente intercalados em ortognaisses do Complexo Santa Bárbara. Os corpos de minério encontram-se freqüentemente posicionados segundo uma lineação de estiramento (em torno de 90°/25°) e podem ser entendidos como mineralizações do tipo *stratabound* quando contidos em metassedimentos químicos (formações ferríferas do tipo Algoma). Os xistos carbonáticos, por sua vez, são sugestivos de processos de alteração hidrotermal que teriam transformado as rochas anfibolíticas e controlado uma deposição epigenética do ouro, caracterizando jazimentos similares aos da mina Grande, em Nova Lima. Nesta área também foram observadas algumas anomalias geoquímicas pouco intensas de As e Au na drenagem.

## Área IV

Em um dos corpos de rochas metaultramáficas expostas na região a sudeste de Itabira (serra dos Correias), no domínio do Grupo Nova Lima, foram identificadas pequenas ocorrências lenticulares de cromititos, que atestam uma natureza cumulática e intrusiva (complexos acamadados), ao menos para parte daquelas rochas. É provável que correspondam a *sills* sinvulcânicos, uma vez que se encontram associadas com uma seqüência metavulcano-sedimentar, e onde as camadas ricas em cromita resultaram do fracionamento do líquido magmático (toleítico) sob condições de injeções múltiplas de outras porções de magma primitivo em sistema de câmara aberta. Nesta região também são identificadas algumas anomalias magnéticas, ainda que de pequena intensidade, além de importantes anomalias geoquímicas de Cr (Co e Au), que podem representar indicações de outros jazimentos. Ouro pode estar presente em veios de quartzo em rochas metamáficas.

## Área V

Na região de Candidópolis, ao sul de Itabira, e em situação semelhante à das rochas metaultramáficas com cromititos, numa evidente associação com rochas supracrustais, ocorre um corpo de rocha metabásica (anfibolito) que por vezes mostra mais de uma dezena de camadas ricas em magnetita e ilmenita, alternadas com anfibolitos de

granulação fina a grossa (metagabro) e camadas feldspáticas (metanortosito), caracterizando um acamadamento rítmico. O minério de Fe-Ti desse complexo acamadado é maciço a bandado e resultou do fracionamento magmático do plagioclásio (gerando as camadas de rochas feldspáticas); a provável associação petroectônica é de corpos gabróicos em ambiente sinvulcânico (*greenstone belt* arqueano). Uma grande anomalia magnética circular coincide com a área desse complexo acamadado, e há uma outra similar nas vizinhanças. Além de Fe e Ti, corpos desta natureza também apresentam boas perspectivas quanto a jazimentos de vanádio.

### Área VI

Intensas anomalias geoquímicas de metais básicos (Cu, Pb e Zn) estão presentes nas drenagens que cortam seqüências metavulcano-sedimentares, anfíbolitos e ortognaisses arqueanos, a SW de Itabira, e são sugestivas da presença de corpos sulfetados. Algumas amostras de rochas metamáficas, coletadas nesta mesma região, exibem teores bastante elevados de Pb (4.000ppm em anfíbolito cisalhado) e de Zn (7.800ppm). Além disso, por estarem situadas numa zona periférica de metagranitóides paleoproterozóicos (Suíte Borrachudos), tais concentrações também podem ser relacionadas à instalação de sistemas de circulação de fluidos pela intrusão granítica. Nas áreas com anomalias geoquímica de Cu, Pb e Zn também há a possibilidade de ocorrências de mineralizações de ouro em zonas de cisalhamento e na periferia de granitóides.

### Áreas VIIa, b

Contêm jazimentos de ferro relacionados a formações ferríferas presumidas como sendo integrantes da seqüência metavulcano-sedimentar do Complexo Guanhanês. Na Área VIIa, mais setentrional (Piçarrão), as reservas de minério já se encontram praticamente exauridas e, a se confirmar uma idade arqueana para tais litótipos, exemplificam um caso bastante raro de aproveitamento econômico de formações ferríferas do tipo Algoma. Na outra área (VIIb, a NNW de Nova Era), o padrão contínuo e intenso das anomalias magnéticas sugere uma correlação das formações ferríferas, delgadas e muito rompidas, com a Formação Cauê. Mineraliza-

ções de ouro podem estar presentes em zonas de alteração hidrotermal e nas próprias formações ferríferas.

### Áreas VIIIa, b, c

Delimitam as áreas de ocorrência da Formação Cauê, notabilizada pelos grandes depósitos estratiformes e eventualmente lenticulares de minério de ferro constituídos por formações ferríferas bandadas do tipo Lago Superior (itabiritos e hematita pulverulenta a compacta), com cerca de 5 bilhões de toneladas. Na serra do Tamanduá (Área VIIIa), em Itabira (VIIIb) e em João Monlevade – Rio Piracicaba (VIIIc) tais registros líticos, que representam os restos da sedimentação plataformal paleoproterozóica, encontram-se delineados pela sua composição mineralógica, junto com o relevo realçado, coberturas lateríticas (canga) e as anomalias magnetométricas. Várias minas são responsáveis pela grande produção de minério de ferro, com destaque para a região de Itabira (Cauê, Dois Córregos e Conceição), onde têm sido extraídos mais de 50 milhões de toneladas anuais. Em alguns locais, como na mina do Cauê, são conhecidas concentrações auríferas relativamente importantes, associadas a itabiritos cisalhados, e são possivelmente derivadas de alterações hidrotermais e meteóricas. Índícios indiretos (geoquímicos) correspondem principalmente a anomalias de Au e As na drenagem. Os depósitos de manganês referidos nesta unidade do Grupo Itabira são geralmente pouco expressivos, em termos de reservas (até cerca de 200.000t) e na região de Rio Piracicaba há corpos de gonditos intercalados em xistos granatíferos. Na região de Itabira foram lavrados vários corpos de minério de manganês associados às formações ferríferas e eles se estendem desde a região de Dois Córregos até a mina de Chacrinha. Em meio às extensas coberturas lateríticas da serra do Tamanduá ocorrem níveis argilosos com concentrações de bauxita, atualmente em fase de lavra em dois locais.

### Áreas IXa, b, c

Destacam importantes regiões de produção de esmeralda, alexandrita e outras gemas, nas quais as mineralizações muitas vezes correspondem, na verdade, a um grande número de locais ou frentes de lavra. A seqüência metavulcano-sedimentar do Complexo Guanhanês (biotita/flogopita-anfíbólio

xistos, quartzitos, xistos pelíticos) encontra-se profusamente recortada por corpos pegmatíticos berilíferos nas proximidades do contato com os granitóides da Suíte Borrachudos (áreas IXa e IXb). Nos locais onde esses corpos atravessam rochas meta-ultramáficas cromitíferas (intrusivas?), desenvolvem-se porfiroblastos de esmeraldas nas encaxantes, a exemplo dos jazimentos da mina subterrânea de Belmont (Itabira) e do garimpo da Capoeirana (Nova Era). Nos pegmatitos, a paragênese mineral compreende ainda outras gemas, como água-marinha, alexandrita, berilo e crisoberilo, e a sua erosão eventualmente pode gerar jazimentos detriticos em placer, a exemplo dos lavrados e garimpados na região da fazenda Liberdade (Área IXb). Ao sul de Nova Era (Área IXc) alguns pegmatitos mineralizados com gemas (p. ex., mina Cantagalo) ocorrem em xistos situados no contexto do Complexo Mantiqueira, a cerca de 2 a 3km de distância do contato com granitóides do tipo Borrachudos. Um lineamento radiométrico (U-Th-K) coincide com a área das mineralizações, contornando e parcialmente adentrando um corpo batolítico (domo de granitóides da Suíte Borrachudos), intrusivo em rochas supracrustais.

## Área X

Abrange uma extensa faixa de quartzitos associados a micaxistos do Complexo Guanhões, a leste e NE de Itabira. Por serem essencialmente quartzosos, com 98% ou mais de  $\text{SiO}_2$ , os elúvios e colúvios provenientes da alteração superficial dos quartzitos têm sido estudados visando o seu aproveitamento como areia industrial, o que vem sendo realizado apenas num local, na serra da Pedra Branca. Talvez por se encontrar nas proximidades de granitóides da Suíte Borrachudos, neste conjunto litológico também ocorrem pegmatitos mineralizados em ametista, esmeralda e quartzo.

## Área XI

Os elúvios e colúvios de quartzitos e quartzo-mica xistos encontrados a norte e nordeste de Florália apresentam teores de  $\text{SiO}_2$  bastante superiores a 90%, o que tem propiciado o seu uso econômico na obtenção de areia industrial (para fundição). Os quartzitos integram uma estrutura regional em forma de arco, que contorna ortognaisses do

Complexo Santa Bárbara. Nesta área um pegmatito vem sendo garimpado para ametista.

## Área XIIa, b, c

Nos terraços sedimentares terciário-quadernários e aluviões quadernárias existentes ao longo dos vales dos rios Santa Bárbara, Conceição e Piracicaba, dentre outros, foram realizados intensos trabalhos de extração de ouro, concentrado momentaneamente nos níveis cascalhentos, e que remontam aos primórdios do primeiro Ciclo do Ouro no Brasil (século XVIII). Na atualidade, a lavra do ouro praticamente restringe-se à dragagem e garimpagem das aluviões, cujo teor médio normalmente tem variado de 0,2 a 0,6g/m<sup>3</sup> de Au. As áreas com terraços sedimentares foram praticamente exauridas deste os trabalhos pioneiros dos bandeirantes.

## 4.4 Panorama metalogenético

### 4.4.1 Complexos Acaiaca, Mantiqueira, Granítico-Gnáissico-Migmatítico e Santa Bárbara

As rochas destas unidades integram a infra-estrutura plutônica de um núcleo antigo (arqueano) fortemente retrabalhado durante sucessivos eventos tectônicos. Com os restos do Supergrupo Rio das Velhas e do Complexo Guanhões, constituem um terreno granito-*greenstone* arqueano sobre o qual se depositou a seqüência do Supergrupo Minas e, posteriormente, do Supergrupo Espinhaço.

No interior destas unidades também se fazem presentes jazimentos de gemas, em corpos de pegmatitos mineralizados em esmeralda, alexandrita, água-marinha, crisoberilo, berilo, feldspato e quartzo. A similaridade da paragênese mineralógica e a relativa proximidade dos outros campos pegmatíticos sugerem uma gênese idêntica (periferia de granitóides) e relativamente contemporânea. Cabe destacar neste contexto a mina Cantagalo (Área IXc), atualmente paralisada, onde um corpo de pegmatito encontra-se alojado em xisto aluminoso (com biotita, granada e estauroilita), que não foi individualizado na presente cartografia.

Duas ocorrências de níquel são relatadas em rochas metaltramáficas.



Não há evidências de indícios consistentes de mineralizações de ouro. As poucas anomalias detectadas neste ambiente correspondem a pintas de ouro contadas em concentrados de bateia e o seu significado não foi definido.

As rochas gnáissicas (basicamente ortoderivadas) são utilizadas na obtenção de brita, e não há notícias sobre o seu aproveitamento como rochas ornamentais.

#### **4.4.2 Seqüência Gnáissica-Anfibolítica, Complexo Guanhões e Supergrupo Rio das Velhas**

Compreendem extensas áreas de seqüências metavulcano-sedimentares arqueanas (Supergrupo Rio das Velhas e Complexo Guanhões), do tipo *greenstone belt*, por vezes associadas com rochas gnáissicas e anfibolíticas.

A constituição destas pilhas aparentemente teve início dentro de um regime distensivo, com a acumulação das rochas verdes (metaultramáficas e metamáficas) de quimismo predominantemente toleítico, representadas no Quadrilátero Ferrífero e alguns dos seus prolongamentos pelas unidades Quebra Osso (com possível componente komatiítica) e Nova Lima (Ouro Fino). As rochas anfibolíticas das demais unidades arqueanas podem ter tido uma gênese similar. Em estreita associação com o vulcanismo ocorreu uma sedimentação químico-exalativa de fundo oceânico, bem como sedimentação clástica (xistos carbonosos). As formações ferríferas e manganíferas foram geradas neste ambiente, propiciando a geração de depósitos de ouro e associados (prata, arsênio, enxofre). Também pode ter ocorrido nesta fase o desenvolvimento de complexos acamadados que contêm mineralizações de Fe-Ti (Candidópolis) e intrusões básicas diferenciadas (cromititos da serra dos Correias).

Uma mudança no regime tectônico para convergente modificou substancialmente o ambiente de sedimentação, passando a predominar, no sentido do topo da seqüência, o aporte de sedimentos detríticos, através de fluxos gravitacionais.

Os eventos tectônicos proterozóicos também devem ser considerados na formulação de hipóteses sobre a gênese de jazimentos auríferos, muitas dos quais são condizentes com os modelos de metamorfismo hidrotermal.

As rochas quartzíticas têm demonstrado um grande potencial para a obtenção de areias especiais (quartzosa, industrial ou para fundição).

#### **4.4.3 Supergrupo Minas**

Representa uma sedimentação paleoproterozóica em ambiente de plataforma estável, típica de margem passiva.

A unidade basal (Grupo Caraça) de pequena espessura, é areno-pelítica e foi metamorfizada em quartzitos, filitos e xistos. A ausência de metaconglomerados não permite propor a existência de depósitos auríferos do tipo Witwatersrand para a área denominada de Sinclinal de Gandarela, a sudoeste da folha.

No Grupo Itabira, que constitui a unidade intermediária, encontram-se as grandes acumulações de depósitos de ferro do tipo Lago Superior, dos quais têm sido extraídas anualmente várias dezenas de milhões de toneladas de minério de ferro.

A unidade superior (Grupo Piracicaba), exceção feita a pequenos corpos de gnditos, não apresenta qualquer interesse metalogenético na área da folha.

#### **4.4.4 Suíte Borrachudos**

Esta granitogênese pode ter desempenhado um papel de extrema importância na constituição dos jazimentos de pegmatitos e gemas, cujas ocorrências apresentam-se quase sempre a periferia de grandes domos batolíticos ou mesmo no interior dos mesmos. Também podem estar relacionados à constituição de jazidas de metais básicos (cobre, chumbo e zinco).

#### **4.4.5 Supergrupo Espinhaço**

Na área de ocorrência desta unidade proterozóica só foi registrada uma jazida de quartzo, e não há notícias sobre a presença de diamantes nas drenagens que dissecam a serra do Espinhaço, embora estejam presentes vários estratos conglomeráticos correlacionados à Formação Sopa-Brumadinho.

#### **4.4.6 Coberturas Cenozóicas**

Nas coberturas detrito-lateríticas como as cangas são observados importantes acréscimos nos teores de ferro em relação aos estratos itabiríticos subjacentes, o que tem favorecido o seu aproveitamento sistemático como minério, embora as reservas normalmente sejam pequenas. Colúvios desse material, junto com fragmentos de itabiritos, têm sido lavrados em todo o QF, por exemplo, na região de Rio Piracicaba.

Lentes de argila intercaladas nos mantos eluviais/coluviais associados a superfícies erosivas antigas podem conter concentrações bauxíticas relativamente importantes, observando-se dois jazimentos em fase de lavra.

As coberturas aluvionares quaternárias têm propiciado a exploração de areia para construção civil, e os sedimentos ativos, especialmente nos horizontes rudáceos, também vêm sendo garimpados para ouro.

# 5

---

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 5.1 Conclusões

#### 5.1.1 Geologia

A Folha Itabira está inserida em duas importantes províncias geotectônicas: a Província Geotectônica Mantiqueira, onde dominam gnaisses e rochas granulíticas, de médio a alto grau metamórfico; e a Província Geotectônica do São Francisco constituída de rochas supracrustais, metavulcano-sedimentares e granitóides, de baixo a médio grau de metamorfismo, na área da folha. O Cráton do São Francisco está representado por rochas da Suíte Borrachudos e do Supergrupo Espinhaço.

Foram identificadas oito fases de deformação. As mais antigas,  $DM_{n-2}$  (M de "Mantiqueira") e  $DSF_{n-2}$  (SF de "São Francisco"), de natureza dúctil, e de difícil observação devido às deformações superpostas mais recentes, encontram-se preservadas em alguns "microlitons" interlaminares e dobras intrafoliais de leucossomas dos gnaisses e migmatitos. Após esta deformação teve lugar uma fase extensional diacrônica ( $D_{n-1}$ ) responsável pela criação de plutonitos do Complexo Mantiqueira e do condicionamento do ambiente deposicional da seqüência *greenstone belt* do Supergrupo Rio das Velhas (e seu equivalente "Formação" Lafaiete), da

Seqüência Gnáissica-Anfibolítica e do Complexo Guanhões. Uma fase compressional ( $D_n$ ) de direção quase N-S, com vergência de norte para sul, na região oeste da faixa, e de noroeste para sudeste na parte leste é a fase mais antiga que atinge as seqüências de rochas anteriormente referidas. A deposição do Supergrupo Minas está associada ao evento distensional  $D_{n+1}$ . A fase  $D_{n+2}$  é a mais notável identificada na área e possui ampla distribuição regional, afetando todas as unidades, independentemente de origem ou nível crustal, com exceção da Suíte Borrachudos e do Supergrupo Espinhaço. É responsável pela soldagem das províncias geotectônicas Mantiqueira e São Francisco. A fase  $D_{n+3}$  corresponde a um processo distensivo, responsável pela formação da Suíte Borrachudos, próximo a zona de sutura das duas províncias geotectônicas supracitadas. A fase  $D_{n+4}$ , é compressiva, responsável pela formação de uma tectônica laminar, tendo afetado inicialmente as rochas supracrustais que progrediu para uma tectônica crustal, provocando o imbricamento tectônico entre as rochas do embasamento granito-gnáissico e as supracrustais. É também responsável pela consolidação da Faixa Araçuaí na borda leste do Cráton do São Francisco. A fase  $D_{n+5}$ , compressiva, de caráter flexural dúctil-ruptil está associada às frentes de empurrão na

área da mina de Conceição, distrito de Itabira. Esta fase também está representada pelas dobras flexurais, de amplitude desde métrica a quilométrica, que conformam anticlinórios e sinclinórios de direção ENE-WSW, com falhas transpressivas associadas refletindo o caráter oblíquo e lateral de alguns empurrões, e caimento, em geral para ENE. A formação das clivagens de crenulação, clivagens espaçadas e *kink bands* também está ligada a esta fase. Os falhamentos e fraturamentos extensionais, preenchidos ou não por diques básicos, estão ligados à tectônica relativa a abertura do Oceano Atlântico.

– A coluna estratigráfica estabelecida para a presente folha está baseada nos dados geológicos obtidos no campo; dados de compilação obtidos através do Projeto Rio das Velhas (Baltazar *et al.*, 1994), mapas preparados pelo Programa de Cooperação Técnica Brasil-Estados Unidos (Dorr II *et al.*, 1963) e Reeves *et al.* (1966), associados aos dados de datações geocronológicas existentes na região

– O Complexo Acaiaca é constituído por charnockitos, enderbitos e gnaisses kinzigíticos, além de biotita-anfibólio gnaisses migmatíticos e granitóides injetados no conjunto.

– O Complexo Mantiqueira está representado por gnaisses bandados bimodais, conformados por uma alternância de níveis, com espessuras decimétricas a métricas, de gnaisses graníticos e granodioríticos, gnaisses tonalíticos e anfibolitos. Os contatos entre esses níveis são nítidos em mesoescala e interdigitados em microescala. Boudinage de foliação e adelgaçamento de leitões isolíticos são evidências de transposição. A milonitização é pervasiva e mais evidente quando existem mudanças litológicas. Observam-se comumente corpos de metagabros e metabasaltos em forma de soleiras e diques nesta seqüência.

– O Complexo Granítico-Gnáissico-Migmatítico, representado por gnaisses cinzentos, bandados, de composição tonalítica a trondhjemitica, com composição granodiorítica a granítica subordinada, compõe o substrato da Faixa Araçuaí.

– O Complexo Santa Bárbara, acha-se representado por gnaisses tonalíticos e trondhjemiticos claros, freqüentemente injetados por rochas graníticas, tectônica e composicionalmente bandadas e rochas graníticas foliadas, com possível metassomatismo local. São descritos migmatitos com estruturas agmáticas e estromáticas, bem como restitos em forma de blocos e níveis resistentes de rochas básicas e ultrabásicas. Elementos de terras-raras

analizados (Baltazar *et al.*, 1993) indicaram derivações mantélicas para os TTG dessa unidade. Datações de Rb/Sr (Silva, 1984) em gnaisses bandados indicaram uma idade de  $2.223 \pm 143\text{Ma}$  e  $2.397 \pm 20\text{Ma}$ . Com base nos dados acima, sugere-se que o Complexo Santa Bárbara não constitui o embasamento do Supergrupo Rio das Velhas, mas que suas rochas teriam sido geradas, o mais tarde, na fase inicial de geração dos edifícios vulcânicos daquela seqüência plutono-vulcano-sedimentar.

– A Seqüência Gnáissica-Anfibolítica, individualizada no presente trabalho, está representada por duas faixas que bordejam, o sudeste e parte do noroeste do Corpo Peti da Suíte Borrachudos. Transiciona tectonicamente, a noroeste e a sudoeste, para as unidades, de grau metamórfico xisto-verde, do Supergrupo Rio das Velhas. Compõem-se por uma alternância quase rítmica de faixas de gnaisses graníticos e de anfibolitos.

– O Complexo Guanhões, corresponde a uma seqüência metavulcano-sedimentar de fácies xisto-verde alto a anfibolito, cartografada no presente trabalho. Na presente folha está representada por quartzitos, quartzitos ferruginosos, formação ferrífera a hematita e magnetita, quartzo-muscovita xistos, anfibolitos e gnaisses bandados (metagrauvascas), xistos metapelíticos e xistos máficos, metagabros e metaultrabásicas. Na porção centro-norte da folha predominam os gnaisses pelíticos, os quartzitos e os quartzo-muscovita xistos, enquanto no ramo oeste-leste, entre Itabira, Nova Era e João Monlevade dominam os xistos metapelíticos e anfibolitos, ocorrendo subordinações de xistos máficos, metaultramáficos, gnaisses metapelíticos e quartzitos. Os pegmatitos ocorrem principalmente próximo a contatos falhados de rochas desse complexo com os granito gnaisses e granitos da Suíte Borrachudos. É no contato com os granitóides da Suíte Borrachudos – corpos Açucena e Bicas, que ocorrem os jazimentos de esmeraldas desta região, exemplificando aqueles das fazendas Belmont e Capoeirana.

– O Supergrupo Rio das Velhas, seguindo a sistemática adotada por Baltazar *et al.* (1994), na Folha Itabira foi subdividido no Grupo Nova Lima (indiviso, Unidade Ouro Fino, Unidade Santa Quitéria, Unidade Mindá e Unidade Córrego do Sítio). A Unidade Quebra Osso, anteriormente posicionada na base do Grupo Nova Lima (Baltazar, 1993), no presente trabalho, de acordo com Baltazar (1994), foi retirada da base do Grupo Nova Lima. Na Folha Itabira ocorre em duas estreitas faixas, sendo que a

primeira bordeja a parte oeste do Complexo Santa Bárbara, por cerca de 10km, adentrando a Folha Mariana (SF.23-X-B-I). A segunda ocorre na região de Florália. Na primeira faixa, foram identificados três domínios, em termos de mineralogia metamórfica: (a) serpentínico/talcítico; (b) anfibólico e (c) clorítico. Essas rochas foram interpretadas como ultramáficas (domínios a e b) e metamáficas, apresentam ainda intercalações de formações ferríferas bandadas, pobres em ferro, as quais gradam para *metacherts* fuchsiticos.

– A cartografia do Supergrupo Minas foi mantida praticamente intacta no que se refere às unidades litológicas, com relação ao trabalho desenvolvido pelo Convênio USGS/DNPM na região de João Monlevade e adjacências (Reeves, 1966) e na região do Quadrilátero Ferrífero. Devido a escala do mapeamento, a pequena espessura das formações Moeda e Batatal, pertencentes ao Grupo Caraça, na Folha Itabira optou-se por mapeá-las conjuntamente com a denominação de Grupo Caraça Indiviso, cujo ambiente sugerido é de um complexo deltaico. Quanto ao Grupo Itabira, devido ao caráter transicional de suas formações: Itabirito Cauê e Formação Piracicaba, aliado ao manto de intemperismo que recobre a zona de contato em diversos locais, é difícil, quando não impossível em certas áreas individualizar as duas formações. Desta forma, onde possível, a Formação Itabirito Cauê e Formação Piracicaba foram mapeadas separadamente e, onde não, foram mapeadas conjuntamente como Grupo Itabira Indiviso. Reeves (1966) identificou no Grupo Piracicaba a Formação Elefante, que foi subdividida Membro Pantane e Membro Bicas. O Membro Pantane – os estudos atuais reconhecem como sendo o Grupo Itabira Indiviso; é representado por quartzitos e quartzo-muscovita xistos. Já o Membro Bicas foi retirado do conjunto do Grupo Piracicaba e no presente trabalho posicionado nos granitóides intrusivos subalcalinos da Suíte Borrachudos. Os sedimentos da Formação Cercadinho são classificados como depósitos plataformais do tipo *blanket*.

– As rochas que representam a Suíte Borrachudos distribuem-se em uma faixa SW-NE, que corta em diagonal a presente folha desde a região da represa de Peti (Corpo Peti) até entre Itabira e Hematita, a nordeste (corpos Itabira, Bicas e Açucena). São granitos alcalinos (Grossi Sad *et al.*, 1990). Essas rochas têm características tardi- a pós- tectônicas em relação ao Ciclo tectono-termal Transamazônico. Como estão deformadas por processo tangencial, são precursoras do Ciclo Brasileiro, e,

possivelmente marcam a zona de abertura do *rift* Espinhaço. Se tal hipótese cronológica mostrar-se verdadeira, há a implicação de que esses granitos estão relacionados ao processo de abertura do *rift* Espinhaço. Após a inversão da Faixa Araçuaí, há a formação de extensas nappes e escamas de empurrão, interessando rochas do embasamento do Supergrupo Espinhaço e do Supergrupo Bambuí. Tais rochas posicionaram-se nas localidades atuais.

– A cartografia do Supergrupo Espinhaço foi mantida segundo Fritzsos Jr. *et al.* (1990), que reconheceram as duas formações basais : Formação Sopa-Brumadinho e Galho do Miguel (e Membro Campo Sampaio) que afloram a oeste de Senhora do Carmo. Fogaça & Abreu ( 1982) consideram o Membro Campo Sampaio como membro da Formação Sopa-Brumadinho, no entanto, descrevem o contato deste membro como sendo brusco com essa formação, com presença de conglomerados, enquanto gradaciona para a Formação Galho do Miguel. Desta forma é mais razoável considerar o Membro Campo Sampaio como basal da Formação Galho do Miguel.

### 5.1.2 Geofísica

A geofísica através dos dados geofísicos do aerolevanteamento do Projeto Gemas de Minas Gerais – levantamento aeromagnetométrico e gamaespectrométrico da Faixa Itabira-Ferros, foram obtidos após o levantamento geológico da Folha Itabira. Assim sendo as interpretações realizadas foram *a posteriori*.

Mesmo assim podemos destacar as seguintes conclusões:

a) os dados aeromagnéticos mostram uma grande anomalia a sudoeste da folha de grande comprimento de onda, indicando um corpo magnético a grandes profundidades, entremeada com pequenas anomalias de alta frequência associadas ao Grupo Itabira indiviso (Pmii);

b) várias anomalias superficiais ocorrem numa faixa SW-NE na porção leste da folha, associadas à Formação Cauê (Reeves, 1966);

c) as jazidas de ferro de Itabira (minas Cauê e Conceição) estão bem determinadas pelas anomalias aeromagnetométricas de alta frequência;

d) o Complexo Acaiaca e a Suíte Borrachudos estão caracterizados no mapa gamaespectrométrico de contagem total, por altos valores de cps, enquanto que os Complexos Guanhões (principalmente a Unidade Metavulcano-Sedimentar –

A?gmvs), Mantiqueira, Granítico-Gnáissico-Migmatítico, Santa Bárbara e a Seqüência Gnáissica-Anfibolítica se caracterizam por baixos valores.

### 5.1.3 Geoquímica

As anomalias de Cu-Pb-Zn situadas ao sul de Itabira apresentam valores expressivos de elementos-traço (Cu, Pb e Zn) para prospecção mineral, sendo os mais significativos em termos prospectivos. As anomalias de Cu e Zn nesta região delineiam um amplo halo geoquímico com valores consistentes, destacando-se os elevados teores de Cu (513 e 638ppm) e Zn (670 a 1.010ppm). As anomalias estão distribuídas principalmente nos domínios da Seqüência Gnáissica-Anfibolítica, Grupo Nova Lima Indiviso e Complexo Guanhões. As anomalias de Pb se caracterizam por apresentarem numerosas estações anômalas e pequenos alvos, devido talvez à sua baixa mobilidade no ambiente secundário. Refletem as rochas graníticas, tonalíticas e granodioríticas da Suíte Guanhões e os granitóides da Suíte Borrachudos.

As anomalias de As e Sb estão resumidas a poucas zonas e estações na Folha Itabira, em função dos poucos dados analíticos.

### 5.1.4 Geologia Econômica e Metalogenia

Através do cadastramento mineral de 213 jazimentos, entre substâncias minerais metálicas e não-metálicas, e do tratamento de outras informações geológicas sobre a estratigrafia, petrologia, geofísica, geoquímica, radiometria e estruturas tectônicas da área, foi possível desenvolver uma integração multidisciplinar dos dados e a elaboração de uma carta metalogenética-previsional nos moldes do PLGB. Nessa carta foram definidas dezoito áreas mineralizadas/previsionais para substâncias como ouro, prata, manganês, ferro, cromo, titânio, cobre, chumbo, zinco, alumínio (bauxita), gemas (esmeralda, água-marinha, alexandrita e crisoberilo), areias especiais, ametista e quartzo.

As principais mineralizações presentes na área são as de ferro, ouro e gemas, cada uma das quais ocorre sob a forma de minérios com tipologia bastante distintas.

Os jazimentos paleoproterozóicos de ferro sedimentar (tipo Lago Superior) compreendem algumas das maiores minas do Brasil, com destaque para aquelas situadas na região de Itabira que fo-

ram responsáveis pela produção de mais de 65 milhões de toneladas durante o ano de 1998. As reservas totais de minério de ferro na Formação Cauê foram avaliadas em cerca de 5 bilhões de toneladas, indicando um duradouro processo de continuidade na sua exploração.

O ouro é explorado economicamente em apenas dois jazimentos. O mais importante está situado nas proximidades de Santa Bárbara (mina São Bento), onde o metal está hospedado em formações ferríferas arqueanas do tipo Algoma (Grupo Nova Lima) e pode ter uma gênese vinculada a fenômenos vulcano-exalativos. A outra mina de ouro está situada em Itabira (mina do Cauê), sendo o minério representado por itabiritos da Formação Cauê, e neste caso a gênese parece ter uma componente epigenética.

Dentre as gemas, destaca-se a produção de esmeralda em Itabira (mina Belmont) e Nova Era (garimpo da Capoeirana), além da presença de alexandrita em pegmatitos e aluviões da região de Liberdade.

A presença de complexos acamadados e mineralizados em Fe, Ti e Cr, intruz alguns fatos relativamente novos para um melhor entendimento da evolução petrogenética do terreno granito-*greens-tone* no qual se encontram inseridos.

## 5.2 Recomendações

A partir dos dados levantados durante esta cartografia geológica sistemática, geoquímicos obtidos a partir da compilação de vários levantamentos feitos por diversas empresas e entidades ligadas ao ramo da pesquisa mineral (extraídos dos processos do DNPM através dos seus boletins de análises e mapas de amostragem), geofísicos e metalogenético-previsional realizados no presente trabalho, as seguintes recomendações são feitas, com vistas à realização de futuros trabalhos:

a) execução da cartografia geológica detalhada com estudos petrográficos e petrogenéticos, seguidos de prospecção geoquímica de semidetalhe e/ou detalhe, em todas as porções da Seqüência Gnáissica-Anfibolítica – A(?)ga;

b) execução da cartografia geológica de semidetalhe da seqüência metavulcano-sedimentar do Complexo Guanhões com o objetivo de definir as relações tectono-estratigráficas e estabelecer novos alvos para prospecção mineral, tais como esmeralda, alexandrita, titânio etc;

c) execução da cartografia geológica de semi-detalle, com a finalidade de aprimorar os contatos com os supergrupos Minas e Rio das Velhas e definição mais apurada das relações estruturais da folha;

d) execução de estudos complementares nos alvos anômalos de Cu-Pb-Zn da zona anômala de Itabira, onde os teores são altamente prospectivos;

e) tratamento dos dados aeromagnéticos com a confecção de mapas de 1ª Derivada e Sinal Analítico com a finalidade de melhor definir os corpos

magnéticos aflorantes a subaflorantes, como também estruturas de falhamentos;

f) tratamento dos dados aerogamaespectrométricos através da obtenção de mapas de razão e mapas ternários, com objetivo de determinação das características radiométricas das rochas da presente folha;

g) a integração dos dados tratados a partir da magnetometria e gamaespectrometria poderão fornecer importantes subsídios na determinação de alvos promissores para a pesquisa de esmeralda, alexandrita e titânio.

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- ALMEIDA ABREU, P.A.; MUNHOZ, D.T.V. 1983. A reconstituição paleogeográfica e o estudo dos minerais pesados como indicativos de áreas fontes primárias dos diamantes da Serra do Espinhaço, Minas Gerais. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS*, 2, 1983, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo Minas Gerais, p. 219-33. (Bol. 3)
- BALTAZAR, O.F.; RAPOSO, F.O.; MATTOS, G.M.M. de. 1993. Estratigrafia, Petrografia e Petrologia. *In: Folha Mariana SF.23-X-B-I*, escala 1:100.000. Brasília: DNPM/CPRM, p. 17-92, cap. 2. [Projeto Barbacena, Série PLGB]
- BALTAZAR, O. F. ; CORRÊA NETO, A. V. ; SILVA, S. L. ; ZUCHETTI, M. ; CARVALHO, J. B. ; RAPOSO, F.O. 1994. Uma tentativa preliminar de aplicação da estratigrafia de seqüências ao Greenstone Belt Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero (MG). *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 38. Camboriú, *Anais...* Camboriú, SC. 1994. SBG, Boletim de Resumos Expandidos, v.1, p. 82-83.
- BALTAZAR, O. F.; ROSIÈRE, C.A.; CORRÊA NETO, A.V.; SILVA, J. 1995. Geologia Estrutural do grupo Maquiné, Supergrupo Rio das Velhas, na porção central do Quadrilátero Ferrífero (MG). *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS*, 5. Gramado, 1995. Boletim de resumos expandidos, p.11-13.
- BARBOSA, O. 1954. Evolution du geosynclinal Espinhaço. *In: CONGRESSO DE GEOLOGIA INT. SECT.*, 12, 1954. Alger: s.e., p.17-36, fasc. 14.
- BATCHELOR, R. A. ; BOWDEN, P. 1985. Petrogenetic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters. *Chemical Geology*, n. 48, p45-55.
- BELO DE OLIVEIRA, O. A.; GRECO, F.M.; VIEIRA, M. B. H. 1987. A relação da tectônica do Espinhaço Meridional, Quadrilátero Ferrífero, MG. *In: SIMPÓSIO NACIONAL ESTUDOS TECTÔNICOS*, 1, 1987, Salvador. *Anais...* Salvador; SBG, s.n.t. Resumos.
- BRANDALISE, L. A.; VIANA, H. S. org. 1993. Geologia da Folha Rio Pomba, SF.23-X-D-I, escala 1:100.000. Brasília: DNPM/CPRM. 148p. [Projeto Barbacena, Série PLGB].
- BRITO NEVES, B. B. 1990. Evolução monocíclica x policíclica de faixas móveis, discussão prefacial. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 36, 1990, Natal. *Anais...* Natal: Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo Nordeste, s.n.t.
- BRITO NEVES, B. B de.; KAWASHITA, K., CORDANI, U.G.; *et al.* 1979. A evolução geocronológica da Cordilheira do Espinhaço; dados novos e integração. *Rev. Bras. Geociênc.*, São Paulo, (9), v.1, p.71-86.
- CHAVES, M. L. S. C. 1987. Novas contribuições e geologia da região de Diamantina (MG). *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS*, 4, 1987. Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: SGB, p-72-87 (Boletim 7).
- CHAVES, M.L.S.C.; DOSSIN, I. A.; RUDNITZKI, B. D.1988. Geologia e paleoambiente de sedimentação do Supergrupo Espinhaço na região do



- alto Paraúna (MG). *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 35, 1988, Belém. *Anais...* Belém: Sociedade Brasileira de Geologia, v.2, p. 617-632.
- CHEMALE, Júnior, F. 1987. Gênese das rochas graníticas do tipo Borrachudo. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA*, 1, 1987, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: SGB, v.1
- CROCCO RODRIGUES, F. A.; COSTA, A. F.; SOUZA, R. E.; ROSIÈRE, C. A. 1989. Sistemas de cavalgamento do NE do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS*, 5, SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE BRÁSÍLIA, 1, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte, SBG, p.6-10.
- DERBY, O. A. 1906. The Serra do Espinhaço, Brazil. Chicago, *J. Geol.*, 14: 374-401.
- DORR II, J. V. N.; 1969. Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. Washington, USGS. *Geological Survey Professional Paper*, 641-A, 110p.
- DORR II, J. V. N.; BARBOSA, A. L. M. 1963. Geologia and ore deposits of the Itabira district. Minas Gerais, Brazil. Washington, USGS. *Geological Survey. Professional Paper*, 341-C, 110p.
- DORR II, J. V. N.; 1958a. The Cauê Itabirito - Soc. Brasil. *Geol., Bol.*, nº2: p.61-62.
- DORR II, J. V. N.; 1958b. The Gandarela Formation. Soc. Brasileira de Geologia. *Bol. Vol. 7. nº2*, p.63-64.
- DORR II, J. V. N.; N. II; GAIR, J. E.; POMERENE, J. B.; RYNEARSON, G. A. 1957. Revisão da estratigrafia pré-cambriana do Quadrilátero Ferrífero, Brazil. *Boletim Avulso*, n. 81, Rio de Janeiro, DNPM/DFPM, 31p
- DOSSIN, I. A.; DOSSIN, T. M.; CHARVET, J.; COCHERIE, A.; ROSSI, P. 1993. Single-Zircon dating by step-wise Pb-evaporation of Mesoproterozoic magmatism in the Espinhaço Range, southeastern São Francisco Craton (Minas Gerais, Brazil). *In: SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO*, 2, 1993. *Anais...* Salvador, SBG.
- EVANGELISTA, H. J. 1984. Petrologische Untersuchungen im Gebiete zwischen Mariana und Ponte Nova, Minas Gerais, Brasilien. Clausthal-Zellerfeld, 183p. tese de Doutorado.
- FOGAÇA, A. C. C.; MARTINS NETO, M. A.; COSTA, N. B. O. R. (1985). Comportamento faciológico das rochas quartzíticas e conglomeráticas da Formação Sopa-Brumadinho (nível E) na região de Costa Sena - MG. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS*, 3, 1985, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo Minas Gerais, 1985. p. 112-124. [Bol. 5].
- FOGAÇA, A. C. C.; SCHÖLL, W. U. 1984. Estratigrafia e tectônica das rochas arqueanas e proterozóicas da região de Guinda e Gouveia (MG). *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 33, 1984, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geologia, 1984, vol. 6, p. 2638-2653.
- FOGAÇA, A. C. C.; ABREU, P. A. A., SCHORSCHER, H. D. 1984. Estratigrafia da seqüência supra-crustal na porção mediana da Serra do Espinhaço, Minas Gerais. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 33, 1984, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geologia, 1984, v.6, p 2654- 2667.
- FOGAÇA, A. C. C.; ALMEIDA ABREU, P. A. 1982. Depósitos de planície de marés na Formação Sopa-Brumadinho (Proterozóico Superior), Cordilheira do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil. *In: V CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE GEOLOGIA*, 1982. Buenos Aires. *Actas...* Buenos Aires, v.2: p. 373-388.
- FOGAÇA, A. C. C.; SCHÖLL, W. U. 1979. Estratigrafia da Serra do Espinhaço na região de Diamantina (MG). *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS*, 1, 1979, Diamantina. *Atas...* Belo Horizonte: SBG, Núcleo Minas Gerais, p. 55-73. [Bol. 1].
- FREITAS, M.E.; CROCCO RODRIGUES, F.A.; ROSIÈRE, C.A. 1992. Correlação do Quartzito Cambotas com a Seqüência Espinhaço apoiada por mapeamento geológico na escala 1:10.000. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS*, 6, 1991, Ouro Preto. *Anais...* Ouro Preto: Revista da Escola de Minas, Ano 56, v. 45, n. 01/02, p. 51-3.
- FRITZONS JÚNIOR, O.; NACIF, M. A. 1992. Distribuição areal das rochas do Membro Campo Sampaio entre os municípios de Presidente Kubitschek e Bom Jesus do Amparo - Espinhaço Meridional. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS*, 6, 1991, Ouro Preto. *Anais...* Ouro Preto: Revista da Escola de Minas, Ano 56, v. 45, n. 01/02, p. 105-108.
- FRITZONS JÚNIOR, O. 1992. Projeto Fosfato (Conceição do Mato Dentro/Presidente Kubitschek/Bom Jesus do Amparo). Belo Horizonte: COMIG. [Relat. Interno]
- GAIR, J. E. 1958. The Sabará Formation. Soc. Bras. Geol. *Bol. v.7, nº 2*, p 68-69. s.n.t.

- GUIMARÃES, D. 1931 *Contribuição à Geologia do Estado de Minas Gerais*. Boletim, n.55, Rio de Janeiro: DNPM/SGM, 36p.
- GROSSI SAD, J. H.; CHIODI FILHO, C.; SANTOS, J. F.; MAGALHÃES, J.M.M.; CARELOS, P. M. 1990. Duas suítes graníticas do bordo sudeste do Cráton San Franciscano, em Minas Gerais; Petroquímica e potencial Metalogenético. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 4. Anais...* Natal, Soc. Bras. Geol., 1990, p.1.836- 1.848. (Núcleo Nordeste).
- HARDER, E.C.; CHAMBERLIN, R. T. 1915. The Geology of Central Minas Gerais, Brazil. *Jour. Geol.*, v.23, nº4, p. 341-424.
- HENWOOD, W. J. 1871. Observations on metalliferous deposits: On the gold mines of Minas Gerais in Brazil. *Royal Geol. Soc. Cornwall Trans.*, v. 8, pt. 1, p. 168-370.
- HERZ, N. 1970. Gneissic and igneous rocks of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. Washington, USGS. *Geological Survey Professional Paper*, 641-B, 58 p.
- HESS, F. L. 1963. Pegmatites. *Econ. Geol.*, 28, 447-462.
- HIRSON, J. R. 1967. Contribuição para o estudo geológico do Grupo Tamanduá da Série Rio das Velhas, Minas Gerais, Brasil. Junta de Investigações do Ultramar. Estudos, Ensaios e Documentos, n. 122. Lisboa.
- JORDT EVANGELISTA, H.; 1985. Petrologia de fases geotermometria e geobarometria do complexo granulítico de Acaiaca, sudeste do Quadrilátero Ferrífero, MG. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 3, 1985, Belo Horizonte, Anais...* SBG, p. 165-179.
- JORDT EVANGELISTA, H. MULLER, G. 1986. Petrology of a transition zone between the Archean craton and the Coast belt. Se of the Iron Quadrangle Brazil. *Chem. Erde.* 45, 129-145.s.n.t.
- KANIG, M. 1985. *Die Verteilung von Haupt und Spurenelementen in lateritischen Boden Uber granitischen Gesteinen. Borrachudos granitoid/Santa Bárbara, Minas Gerais, Brasilien*. Master Thesis, Inst. f. Min. u. Lagerstättenlehre RWTH Aachen, 229p.
- LOCZY, L.; LADEIRA, E. A. 1976. *Geologia estrutural e introdução à geotectônica*. São Paulo: Edgar Blücher, 528 p.
- MACHADO, N.; CARNEIRO, M.A. 1991. Um significativo evento tectono-termal de 2,78Ga. no Quadrilátero Ferrífero: Evidências U/Pb a partir do Complexo Metamórfico Bonfim Setentrional. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 6, 1991, Ouro Preto. Anais...* Belo Horizonte: SBG.
- MACHADO, N.; CARNEIRO, M. A. 1992. U/Pb evidence of Late Archean tectonothermal activity in Southern São Francisco Shield, Brazil, *Canadian Journal of Earth Sciences*, v.29, n.11, p. 2.341- 46.
- MACHADO, N. ; NOCE, C. M. 1993. A evolução do Setor Sul do Cráton do São Francisco entre 3,1 a 0,5 Ga baseada em geocronologia U-Pb. *In: SIMP. CRÁTON SÃO FRANCISCO, 2, SALVADOR, 1993. ANAIS...* Salvador, SBG-BA, p. 100-102.
- MARSHAK, S.; ALKIMIM, F. F. 1989. Proterozoic Contracion/Extension tectonics of the Southern São Francisco Region, Minas Gerais, Brasil. *Tectonics*, n.8, p.555-571.1989.
- MAXWELL, C. H. 1972. Geology and ore deposits of the Alegria District, Minas Gerais, Washington, USGS. GEOLOGICAL SURVEY PROFESIONAL. PAPER, 341-j, p. 1-72.
- MAXWELL, C. H. 1958. The Batatal Formation. *Sociedade Brasileira de Geologia, Bol. vol. 7 n° 2, p. 60-61. s.n.t.*
- MOORE, S. L. 1969. Geology and ore deposits of the Antônio dos Santos, Gongo Soco, and Conceição do Rio Acima Quadrangles, Minas Gerais, Brazil. Washington, U.S. Geol. Survey, *Prof. Paper 341-I*, 50p.
- NOCE, C. M. 1995. Geocronologia dos eventos magmáticos, sedimentares e metamórficos da Região do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. São Paulo: Instituto de Geociências, USP. 129p. (Tese de Doutorado).
- OLIVEIRA, A. I. 1956. Handbook of South America Geology: Geol. Soc. America. Mem 65. p. 1-62.
- PADILHA, A. V.; SILVA Jr., J. C.; OLIVEIRA, S. D. 1985 - A unidade metavulcânica do Grupo Nova Lima no Córrego dos Boiadeiros: uma seqüência ultramáfica-máfica komatiítica na base do Supergrupo Rio da Velhas, na área Central do Quadrilátero Ferrífero - Minas gerais. *Rev. Bras. Geoc.*, São Paulo, v.15, n. 1, p. 74-84, mar. 1985
- PADILHA, A. V. ; VASCONCELOS, R. M. 1990. Contribuição da Geofísica no Estudo da Evolução da Crosta Terrestre em Parte do Sudeste Brasileiro. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 36, 1990, Natal. Anais...*: SBG, p.312 (Boletim de Resumos).
- PADILHA, A. V. 1991. Geologia da Folha Lima Duarte, 1:100.000. *In: Folha Lima Duarte SF.23-X-C-VI, escala 1:100.000. Brasília: DNPM/CPRM, p. 151-174, cap. 6. Projeto Barbacena, Série PLGB.*
- PADILHA, A. V.; BRUNO, E. M.; VIEIRA, V. S. 1995. Zona de imbricação tectônica Santa Bárbara

- ra/Santa Maria de Itabira - Uma abordagem preliminar. V SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS. 1995, Gramado, *Anais...*: SBG, p. 65-66.
- PETTIJOHN, F. J. 1957. *Sedimentary Rocks*, 2nd Ed. New York: Harper 1957, 718p
- PFLUG, R. 1965. A geologia da parte meridional da Serra do Espinhaço e zonas adjacentes, Minas Gerais. *Boletim*, n. 226, Rio de Janeiro, DNPM/DGM, 1965, 55 p.
- PINTO, C. P. 1991. Geologia da Folha Lima Duarte. *In*: Folha Lima Duarte SF.23-X-C-VI, escala 1:100.000. Brasília: DNPM/CPRM, p. 23-124, cap. 2. [Projeto Barbacena, Série PLGB]
- POMERENE, J. B. 1958a. The Cercadinho Formation.: Sociedade Brasileira de Geologia, *Bol.* vol. 7, n° 2, p.64-65. s.n.t.
- POMERENE, J. B. 1958b. The Tabões Quartzite. Sociedade Brasileira de Geologia, *Bol.* vol. 7, n°2, p. 64-65. s.n.t.
- POMERENE, J. B. 1958c. The Barreiro Formation: Sociedade Brasileira de Geologia, *Bol.* vol. 7, n°2, p. 67-68. s.n.t.
- RAPOSO, F. O. 1991. Geologia da Folha Rio Espera, *In*: Folha Rio Espera SF.23-X-B-IV, escala 1:100.000. Brasília: DNPM/CPRM, p. 27-88, cap. 2. [Projeto Barbacena, Série PLGB]
- REEVES, R. G. 1966. Geology and mineral resources of the Monlevade and Rio Piracicaba quadrangles, Minas Gerais, Brazil. Washington, USGS. *Geological Survey Professional Paper*, 341-E, 58p.
- TROUW, R. A. J.; RIBEIRO, A.; PACIULLO, F.V. P.; 1986. Contribuição à Geologia da Folha Barbacena - MG- 1:250.000. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, Goiânia. *Anais...* Goiânia: SBG, p. 109-110. (Boletim de Resumos).
- SCHÖLL, W. V.; FOGAÇA, A. C. C. 1979. Estratigrafia da Serra do Espinhaço na região de Diamantina (MG). *In*: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 1, Diamantina, 1979. *Atas...* Belo Horizonte. SBG p. 55-73 (Boletim, 1).
- SCHORSCHER, H, D. 1973. Levantamento Geológico da região de Itabira - Piçarrão. Diamantina: Univ. fed. Minas Gerais/Instituto Eschwege/CVRD, 48p.(relatório Inédito)
- SCHORSCHER, H, D. 1982. Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais State: Rio das Velhas greenstone belt and proterozoic rocks. *In*: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ARCHEAN AND EARLY PROTEROZOIC EVOLUTION AND METALLOGENESIS. Salvador, p.1-17.
- SICHEL, S.E. 1983b. Geologia das rochas pré-cambrianas da região de Barão de Cocais e geoquímica preliminar dos komatiitos do Supergrupo Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero, MG. Rio de Janeiro: UFRJ, 232 p. (Dissertação de Mestrado).
- SICHEL, S.E. 1983a. Metamorfismo, idade relativa, petrografia e geoquímica do magmatismo básico proterozóico na região de Barão de Cocais. *In*: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 2, 1983, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo Minas Gerais, p187-196.
- SILVA, A. M. 1992. Geologia e petroquímica dos enxames de diques máficos do Quadrilátero Ferrífero e Espinhaço Meridional, MG. Univ. Brasília (Dissertação de Mestrado), Brasília.
- SILVA, J.N. Da. 1984. Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Mineraiis (Folha SF.23-X-B, Ponte Nova), escala 1:250.000; texto e mapas. Belo Horizonte, DNPM/CPRM, 1984. 2v.
- SILVA, S. L.; BALTAZAR, O. F.; BRANDALISE, L. A. 1991. Geologia da Folha Ponte Nova. *In*: Folha Ponte Nova SF.23-X-B-II, escala 1:100.000. Brasília: DNPM/CPRM, p. 23-76, cap. 2. [Projeto Barbacena, Série PLGB]
- SILVA, A. M.; KUYUMIJIN, R.M.; CHEMALE, Jr. F. 1992. Rochas básicas do Quadrilátero Ferrífero e Espinhaço Meridional. Estudos Preliminares. *In*: Rev.Esc. Min. Ouro Preto, v.45, n.112. p. 60-62.
- SIMMONS, G. C. 1968. Geology and mineral resources of the Barão de Cocais area, Minas Gerais, Brazil. U.S. Geol. Survey, Washington, *Prof. Paper 341-H*, 46 p.
- SIMMONS, G. C.; MAXWEL, C. M. 1961. Grupo Tamanduá da série Rio das Velhas: Brasil. *Boletim*, n. 211, Rio de Janeiro, DNPM, 31 p.
- SIMMONS, G. C. 1958. The Fecho do Funil Formation. *Soc. Bras. Geol.*, *Bol.* v. 7, n°2, 65-66. s.n.t.
- SYLVESTER, P. J. 1989. Post-collisional alkalina granites. *Jour. Geol.* 97, p.261-280.
- SOUZA, J. L. 1988. Geologia e mineralogia da esmeralda da jazida de Itabira, MG. São Paulo; Univ. São Paulo -USP, 192p.(Dissertação de Mestrado).
- SOUZA, F. C. R. *et. al.* 1989. Aspectos deformacionais e relações litoestratigráficas na Mina Conceição, Distrito Ferrífero de Itabira, MG. *Anais do V Simpósio de Geologia. Núcleo Minas Gerais, I Simpósio de Geologia. Núcleo Brasília. Boletim* n°10, SBGF, p. 16 a 20.
- VIANA, H. S. 1991. Geologia da Folha Barbacena, 1:100.000. Programa de Levantamentos Básicos. Convênio DNPM/CPRM. SUREG/BH.

- VIEIRA, F.W.R. 1991. Textures and processes of hydrothermal alteration and mineralization in the Nova Lima Group, Minas Gerais, Brazil. *In: LADEIRA, E.A. (Ed) Brazil Gold'91*. Rotterdam, Balkema, p. 319-25.
- VIEIRA, F.W.R. 1988. Processos epigenéticos de formação dos depósitos auríferos e zonas de alteração hidrotermal do Grupo Nova Lima, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 35, 1988, Belém. *Anais...* Belém: Sociedade Brasileira de Geologia, 1988, ext. Abstr., p. 76-87.
- VILJOEN, M.J. & VILJOEN, R.P. 1969. The geochemical evolution of the granitic rocks of the Barberton region. *Spec. Public. Geol. Soc. S. Afr.* 2, p. 189-218.
- WALLACE, R.M. 1958. The Moeda Formation. *Soc. Bras. Geol., Bol.*, vol. 7, nº2, p.59-60.

**Departamento de Apoio Técnico**  
*Giuseppina Giaquinto de Araújo*

**Divisão de Cartografia**  
*Paulo Roberto Macedo Bastos*

**Divisão de Editoração Geral**  
*Maria da Conceição C. Jinno*

## **EQUIPES DE PRODUÇÃO**

### **Cartografia Digital**

Carlos Alberto da Silva Copolillo	Luiz Guilherme A. Frazão
Carlos Alberto Navarro	Marco Antonio de Souza
Carlos Alberto Ramos	Maria Luiza Poucinho
Ivan Soares dos Santos	Marília Santos Salinas do Rosário
Ivanilde Muniz Caetano	Paulo Henrique M. Menezes
João Carlos de Souza Albuquerque	Paulo José da Costa Zilves
José Barbosa de Souza	Samuel dos Santos Carvalho
José Carlos Ferreira da Silva	Sueli Mendes Sathler
José de Arimatheia dos Santos	Valter Alvarenga Barradas
José Pacheco Rabelo	Wilhelm Petter de Freire Bernard
Luiz Cláudio Ferreira	

### **Editoração**

Antonio Lagarde	Laura Maria Rigoni Dias
Edalair Rizzo	Marília Asfura Turano
Hélio Tomassini de Oliveira Filho	Pedro da Silva
Jean Pierre Souza Cruz	Sandro José Castro
José Luiz Coelho	

# Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil

## Folhas em Execução

NA.19-Z	Alto Rio Negro <sup>9</sup>	SC.20	Porto Velho <sup>8</sup>	SE.22-V-A	Guiratinga <sup>1</sup>
NA.20	Boa Vista <sup>8</sup>	SC.21-Z-A	Ilha 24 de Maio <sup>1</sup>	SE.23-Z-B-IV	Serro <sup>1</sup>
SA.20-V	Rio Cuiuni <sup>1</sup>	SC.24.V	Aracaju NW <sup>8</sup>	SE.23-Z-D-I	Conceição do Mato Dentro <sup>1</sup>
SA.22-X-D	Belém <sup>4</sup>	SC.24-Z	Aracaju SE <sup>8</sup>	SF.23-Y	Rio de Janeiro SW <sup>8</sup>
SA.23-V/Y	São Luis SW/NW <sup>8</sup>	SC.24.Y	Aracaju SW <sup>8</sup>	SG.22-X-B	Itararé <sup>1</sup>
SA.23-Z	São Luis SE <sup>8</sup>	SC.24-V-A-I	Riachão Queimadas <sup>1</sup>	SH.22	Porto Alegre <sup>8</sup>
SB.22-X-B	Rondon do Pará <sup>4</sup>	SD.22-Z-A	Itapaci <sup>1</sup>	SH.22-X-B-IV	Criciúma <sup>1</sup>
SB.24-Y	Jaguaribe SW <sup>8</sup>	SD.22-Z-B	Uruaçu <sup>1</sup>		
SB.24.Z	Jaguaribe SE <sup>8</sup>	SD.24-Y-B	Ilhéus <sup>1</sup>		

## Folhas Impressas

	Borda Oeste	SC.20-V-C-V	Abunã <sup>1</sup>	SD.24-V-A-I	Seabra <sup>1</sup>
NA.20-X-C-III	Paredão <sup>1</sup>	SC.20-V-C-VI	Mutumparaná <sup>1</sup>	SD.24-V-A-II	Utinga <sup>1</sup>
NA.20-X-C-VI	Serra do Ajarani <sup>1</sup>	SC.20-V-D-I	Jaciparana <sup>1</sup>	SD.24-V-A-V	Lençóis <sup>1</sup>
NB.20-Z-B-V	Monte Roraima <sup>1</sup>	SC.20-Z-C-V	Paulo Saldanha <sup>1</sup>	SD.24-V-C	Livramento do Brumado
NB.20-Z-B-VI	Monte Caburai <sup>1</sup>	SC.20-Z-C-VI	Rio Pardo <sup>1</sup>	SD.24-V-C-II	Mucugê <sup>1</sup>
NB.20-Z-D-II	Rio Quinó <sup>1</sup>	SC.22-X-B	Conceição do Araguaia <sup>4</sup>	SD.24-Y-A	Vitória da Conquista <sup>2</sup>
NB.20-Z-D-III	Rio Cotíngó <sup>1</sup>	SC.23-Y-D	Formosa do Rio Preto <sup>1</sup>	SD.24-Y-B-V	Ibicarai <sup>1</sup>
NB.20-Z-D-V	Vila Pereira <sup>1</sup>	SC.23-X-D-IV	Campo Alegre de Lourdes <sup>1</sup>	SD.24-Y-B-VI	Itabuna <sup>1</sup>
NB.20-Z-D-VI	Rio Viruquim <sup>1</sup>	SC.23-Z-A/Y-B	Curimatá/Corrente <sup>1</sup>	SE.21-Y-D	Corumbá <sup>1</sup>
NB.21-Y-A-IV	Sem denominação	SC.23-Z-C	Santa Rita de Cássica <sup>1</sup>	SE.22-V-B	Iporá <sup>2</sup>
NB.21-Y-C-I	Sem denominação	SC.24-V-A	Paulistana <sup>1</sup>	SE.22-V-B	Iporá <sup>1</sup> (1999)
SA.20-V	Rio Cuiuni <sup>1</sup>	SC.24-V-A-II	Paulistana <sup>1</sup>	SE.22-X-A	São Luis de Montes Belos <sup>2</sup>
SA.23-Z-C	Itapecuru-Mirim <sup>4</sup>	SC.24-V-A-III	Santa Filomena <sup>1</sup>	SE.22-X-A-III	Itaberai <sup>1</sup>
SA.22-Y-D	Altamira <sup>4</sup>	SC.24-V-A-IV	Barra do Bonito <sup>1</sup>	SE.22-X-A-VI	Nazário <sup>1</sup>
SA.23-V-D	Turiacu <sup>4</sup>	SC.24-V-A-V	Afrânio <sup>1</sup>	SE.22-X-B	Goianã <sup>2</sup>
SA.23-X-C	Cururupu <sup>4</sup>	SC.24-V-A-VI	Riacho do Caboclo <sup>1</sup>	SE.22-X-B	Goianã <sup>8</sup> (1999)
SA.23-Y-B	Pinheiro <sup>4</sup>	SC.24-V-B-IV	Cristália <sup>1</sup>	SE.22-X-B-I	Nerópolis <sup>1</sup>
SA.23-Z-A	São Luis <sup>4</sup>	SC.24-V-C	Petrolina <sup>1</sup>	SE.22-X-B-II	Anápolis <sup>1</sup>
SA.23-Y-D	Santa Inês <sup>4</sup>	SC.24-V-C-III	Petrolina <sup>1</sup>	SE.22-X-B-IV	Goianã <sup>1</sup>
SB.22-X-C	Serra Pelada <sup>4</sup>	SC.24-V-D	Uauá <sup>2</sup>	SE.22-X-B-V	Leopoldo de Bulhões <sup>1</sup>
SB.22-Y-B	São Félix do Xingu <sup>4</sup>	SC.24-V-D-I	Itamotinga <sup>1</sup>	SE.22-X-B-VI	Caraiiba <sup>1</sup>
SB.20-Z-B-VI	Mutum <sup>1</sup>	SC.24-X-C-V	Santa Brigida <sup>1</sup>	SE.22-X-D	Morrinhos <sup>2</sup>
SB.22-X-D	Marabá <sup>4</sup>	SC.24-X-C-VI	Piranhas <sup>1</sup>	SE.23-V-B	São Romão <sup>2</sup>
SB.22-Z-A	Serra dos Carajás <sup>4</sup>	SC.24-X-D-V	Arapiraca <sup>1</sup>	SE.23-Z-B	Guanhães <sup>2</sup>
SB.22-Z-B	Xambioá <sup>4</sup>	SC.24-Y-B	Senhor do Bonfim <sup>2</sup>	SE.23-Z-C	Belo Horizonte <sup>2</sup>
SB.22-Z-C	Xinguara <sup>4</sup>	SC.24-Y-B-VI	Euclides da Cunha <sup>3</sup>	SE.23-Z-D	Ipatinga <sup>2</sup>
SB.22-Z-D	Araguaina <sup>4</sup>	SC.24-Y-C	Jacobina <sup>2</sup>	SE.24-V-A	Almenara <sup>2</sup>
SB.23-V-A	Açailândia <sup>4</sup> (CD-ROM)	SC.24-Y-C-V	Morro do Chapéu <sup>1</sup>	SE.24-Y-C-V	Baixo Ganduá <sup>1</sup>
SB.23-V-B	Vitorino Freire <sup>4</sup>	SC.24-Y-D	Serrinha <sup>1</sup> (rev.)	SE.24-Y-C-VI	Colatina <sup>1</sup>
SB.23-V-C	Imperatriz <sup>4</sup>	SC.24-Y-D-I	Serrinha <sup>2</sup>	SF.21	Campo Grande <sup>8</sup> (CD-ROM)
SB.23-V-D	Barra do Corda <sup>4</sup>	SC.24-Y-D-II	Gavião <sup>1</sup>	SF.21-V-B	Aldeia Tomásia <sup>1</sup>
SB.23-X-A	Bacabal <sup>4</sup>	SC.24-Y-D-IV	Mundo Novo <sup>1</sup>	SF.21-V-D	Porto Murinho <sup>1</sup>
SB.23-X-B	Caxias <sup>1</sup>	SC.24-Y-D-V	Pintadas <sup>1</sup>	SF.21.X.A	Aquidauana <sup>1</sup>
SB.23-X-C	Presidente Dutra <sup>4</sup>	SC.24-Y-D-VI	Serrinha <sup>1</sup>	SF.23-V-D-V-4	São Gonçalo do Sapucaí <sup>1</sup>
SB.24-V-C-III	Crateús <sup>1</sup>	SC.24-Z-A-II	Jeremoabo <sup>1</sup>	SF.23-X-B-I	Mariana <sup>1</sup>
SB.24-V-D-V	Mombaça <sup>1</sup>	SC.24-Z-A-III	Carira <sup>1</sup>	SF.23-X-B-II	Ponte Nova <sup>1</sup>
SB.24-X-B/D	Areia Branca/Mossoró <sup>2</sup>	SC.25-V-A-II	Vitória de Santo Antão <sup>1</sup>	SF.23-X-B-IV	Rio Espera <sup>1</sup>
SB.24-Y-B	Iguatu <sup>1</sup>	SD.21-Y-C-II	Pontes e Lacerda <sup>1</sup>	SF.23-X-C-III	Barbacena <sup>1</sup>
SB.24-Y-B-II	Catarina <sup>1</sup>	SD.21-Z-A	Rosário do Oeste <sup>2</sup>	SF.23-X-C-VI	Lima Duarte <sup>1</sup>
SB.24-Y-C-V	Patos <sup>1</sup> (PI)	SD.21-Z-C	Cuiabá <sup>2</sup>	SF.23-X-D-I	Rio Pomba <sup>1</sup>
SB.24-Y-C-VI	Simões <sup>1</sup>	SD.22-X-D	Porangatu <sup>2</sup>	SF.23-Y-B-II-2	Heliodora <sup>1</sup>
SB.24-Z-B	Caicó <sup>1</sup>	SD.22-Z-B	Uruaçu <sup>2</sup>	SF.24-V-A-II	Afonso Cláudio <sup>1</sup>
SB.24-Z-B-II	Currais Novos <sup>3</sup>	SD.22-Z-C	Ceres <sup>2</sup>	SF.24-V-A-III	Domingos Martins <sup>1</sup>
SB.24-Z-B-V	Jardim do Seridó <sup>3</sup>	SD.22-Z-C-VI	Itaguara <sup>1</sup>	SF.24-V-A-V	Cachoeiro de Itapemirim <sup>1</sup>
SB.24-Z-C	Serra Talhada <sup>1</sup>	SD.22-Z-D	Goianésia <sup>2</sup>	SF.24-V-A-VI	Piuma <sup>1</sup>
SB.24-Z-C	Serra Talhada <sup>1</sup>	SD.22-Z-D-IV	Jaraguá <sup>1</sup>	SG.22-X-D-I	Curitiba <sup>8</sup> (CD-ROM)
SB.24-Z-C-VI	Afogados da Ingazeira <sup>1</sup>	SD.22-Z-D-V	Pirenópolis <sup>1</sup>	SG.22-Z-B	Joinville <sup>2</sup>
SB.24-Z-D-I	Patos <sup>1</sup> (PB)	SD.23-X-B	Ibotirama <sup>2</sup>	SG.22-Z-D-I-2	Botuverá
SB.24-Z-D-II	Juazeirinho <sup>1</sup>	SD.23-X-C-V	Coribe <sup>1</sup>	SG.22-Z-D-II-1	Brusque <sup>1</sup>
SB.24-Z-D-IV	Monteiro <sup>1</sup>	SD.23-X-D	Bom Jesus da Lapa <sup>2</sup>	SG.22-Z-D-V	Florianópolis <sup>1</sup>
SB.24-Z-D-V	Sumé <sup>1</sup>	SD.23-Y-C	Brasília <sup>2</sup>	SG.22-Z-D-VI	Lagoa <sup>1</sup>
SB.25-V-C	Natal <sup>2</sup>	SD.23-Y-D	Buritis <sup>2</sup>	SH.22-V-C-IV	Santa Maria
SB.25-V-C-IV	João Câmara <sup>1</sup>	SD.23-Z-D-II	Monte Azul <sup>3</sup>	SH.22-Y-A	Cachoeira do Sul <sup>2</sup>
SB.25-Y-C-V	Limoeiro <sup>1</sup>	SD.23-Z-D-IV	Janaúba <sup>3</sup>	SH.22-Y-A-I-4	Passo do Salsinho <sup>1</sup>
SC.20-V-B-V	Porto Velho <sup>1</sup>	SD.23-Z-D-V	Rio Pardo de Minas <sup>3</sup>	SH.22-Y-B	Porto Alegre <sup>1</sup>
		SD.24-V-A	Seabra <sup>2</sup> (CD-ROM)		

## Folhas em Edição

NA.20-X	Roraima Central <sup>9</sup>	SB.22-Z-C	Xinguara <sup>4</sup>	SC.24-X-A	Belém de São Francisco <sup>1</sup>
NA.20-Y	Serra Imeri <sup>1</sup>	SC.22-X-A	Redenção <sup>4</sup>	SD.22-Z-C-V	Sanclerlândia <sup>1</sup>
NA.20-Z	Caracará <sup>9</sup>	SC.24-X	Aracaju NE <sup>8</sup>	SH.22-Y-A	Cachoeira do Sul <sup>1</sup>
SA.23-V-C	Castanha <sup>4</sup>	SE.23-Z-C-VI	Belo Horizonte <sup>1</sup>	SH.22.Y.C	Pedro Osório <sup>1</sup>
SA.24-Y-D-V	Iraucuba <sup>3</sup>	SE.23-Z-D-IV	Itabira <sup>1</sup>	SH.22-Y-C-II	Piratini <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Levantamento Geológico/Geoquímico/Metalogenético nas escalas 1:500.000, 1:250.000, 1:100.000, 1:50.000; <sup>2</sup>Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais escala 1:250.000; <sup>3</sup>Mapas de Previsão de Recursos Hídricos Subterrâneos escala 1:100.000; <sup>4</sup>Projeto Especial Mapas de Recursos Minerais, de Solos e de Vegetação para a Área do Programa Grande Carajás – Subprojeto Recursos Minerais; <sup>5</sup>Levantamento geológico visando ao meio ambiente; <sup>6</sup>Levantamentos aerogeofísicos; <sup>7</sup>Integração geológica/geoquímica de regiões metropolitanas; <sup>8</sup>Integração geológico/metalogenética nas escalas 1:500.000 e 1:250.000; <sup>9</sup>Mapeamento Geológico/Metalogenético da Região Amazônica na escala 1:500.000.

## Folhas Concluídas

### Disponíveis para consulta

NA.20-X-B	Uraricoera <sup>2</sup>	SC.24-V-B	Salgueiro <sup>2</sup>	SE.24-Y-C	Colatina <sup>2</sup>
NA.21-V-A	Conceição do Mau <sup>2</sup>	SC.24-X-A	Floresta <sup>2</sup>	SF.21-V-B	Baía Negra <sup>2</sup>
NA.20-X-D	Boa Vista <sup>2</sup>	SC.24-X-B	Garanhuns <sup>2</sup>	SF.21-X-A	Miranda <sup>2</sup>
NA.20-Z-B	Caracará <sup>2</sup>	SC.24-X-C	Paulo Afonso <sup>2</sup>	SF.23-V-A-II.2	Rio São Lourensinho <sup>7</sup>
NB.20-Z-B e		SC.24-X-D	Santana do Ipanema <sup>2</sup>	SF.23-V-A-III.1	Itanhaém <sup>7</sup>
NB.21-Z-A	Monte Roraima <sup>2</sup>	SC.24-Y-A	Mirangaba <sup>2</sup>	SF.23-V-A-III.2	Mangagua <sup>7</sup>
NB.20-Z-D	Vila Surumu <sup>2</sup>	SC.24-Z-A	Jeremoabo <sup>2</sup>	SF.23-Y-A-V.4	Campinas <sup>7</sup>
NB.21-Y-C	Rio Mau <sup>2</sup>	SC.24-Z-B/D	Aracaju/Estância <sup>2</sup>	SF.23-Y-A-VI.3	Valinhos <sup>7</sup>
NA.21-Z-B	Rio Citaré <sup>2</sup>	SC.24-Z-C	Tobias Barreto <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-II.2	Indaiatuba <sup>7</sup>
NA.22-V-B	Rio Oiapoque <sup>2</sup>	SC.25-V-A	Recife <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-II.4	Cabreúva <sup>7</sup>
NB.22-Y-D	Cabo Orange <sup>2</sup>	SC.25-V-C	Maceió <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-III.1	Jundiá <sup>7</sup>
NA.22-V-D	Lourenço <sup>2</sup>	SD.20-V-B	Príncipe da Beira <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-III.2	Atibaia <sup>7</sup>
NA.22-Y-A	Serra do Tumucumaque <sup>2</sup>	SD.20-X-A	Pedras Negras <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-III.3	Santana do Parnaíba <sup>7</sup>
NA.22-Y-B	Rio Araguari <sup>2</sup>	SD.20-X-B	Vilhena <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-III.4	Guarulhos <sup>7</sup>
NA.22-Y-D	Macapá <sup>2</sup>	SD.20-X-C	Ilha do Sossego <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-V.2	São Roque <sup>7</sup>
SA.21-X-B	Rio Maicuru <sup>2</sup>	SD.20-X-D	Pimenteiras <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-V.4	Juquitiba <sup>7</sup>
SA.24-Y-A	Parnaíba <sup>2</sup>	SD.21-Y-C	Mato Grosso <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-VI.1	Itapeçerica da Serra <sup>7</sup>
SA.24-Y-B	Acarau <sup>2</sup>	SD.21-Y-D	Barra do Bugres <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-VI.2	São Paulo <sup>7</sup>
SA.24-Y-C	Granja <sup>2</sup>	SD.22-X-A	Araguaçu <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-VI.3	Imbu-Guaçu <sup>7</sup>
SA.24-Y-D	Sobral <sup>2</sup>	SD.22-X-B	Alvorada <sup>2</sup>	SF.23-Y-C-VI.4	Riacho Grande <sup>7</sup>
SA.24-Z-C	Fortaleza <sup>2</sup>	SD.22-X-C	São Miguel do Araguaia <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-I.1	Piracaia <sup>7</sup>
SB.22-X-C	Rio Itacaiúnas <sup>2</sup>	SD.22-Y-D	Barra do Garças <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-I.2	Igaratá <sup>7</sup>
SB.22-X-D	Marabá <sup>2</sup>	SD.22-Z-A	Mozarlândia <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-I.3	Itaquacetuba <sup>7</sup>
SB.22-Z-A	Rio Paraopebas <sup>2</sup>	SD.23-V-A	Arraias <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-I.4	Santa Isabel <sup>7</sup>
SB.24-V-A	Piripiri <sup>2</sup>	SD.23-V-C	Campos Belos <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-II.3	Jacarei <sup>7</sup>
SB.24-V-B	Quixadá <sup>2</sup>	SD.23-X-A	Barreiras <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-IV.1	Suzano (Mauá) <sup>7</sup>
SB.24-V-C	Crateús <sup>2</sup>	SD.23-X-C	Santa Maria da Vitória <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-IV.2	Mogi das Cruzes <sup>7</sup>
SB.24-V-D	Quixeramobim <sup>2</sup>	SD.23-Y-A	São João d'Aliança <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-IV.3	Santos <sup>7</sup>
SB.24-X-A	Aracati <sup>2</sup>	SD.23-Z-A	Manga <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-IV.4	Bertioga <sup>7</sup>
SB.24-X-C	Morada Nova <sup>2</sup>	SD.23-Z-B	Guanambi <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-V.1	Salesópolis <sup>7</sup>
SB.24-Y-A	Valença do Piauí <sup>2</sup>	SD.24-V-A	Seabra <sup>2</sup>	SF.23-Y-D-V.2	Pico do Papagaio <sup>7</sup>
SB.24-Y-B	Iguatu <sup>2</sup>	SD.24-V-B	Itaberaba <sup>2</sup>	SF.23-V-A	Franca <sup>2</sup>
SB.24-Y-C	Picos <sup>2</sup>	SD.24-V-D	Jequié <sup>2</sup>	SF.23-V-B	Furnas <sup>2</sup>
SB.24-Y-D	Juazeiro do Norte <sup>2</sup>	SD.24-X-C	Jaguaribe <sup>2</sup>	SF.23-V-C	Ribeirão Preto <sup>2</sup>
SB.24-Z-A	Souza <sup>2</sup>	SD.24-X-A	Salvador <sup>2</sup>	SF.23-V-D	Varginha <sup>2</sup>
SB.24-Z-B	Caicó <sup>2</sup>	SD.24-Y-B	Ilhéus <sup>2</sup>	SF.23-X-A	Divinópolis <sup>2</sup>
SB.24-Z-D	Patos <sup>2</sup>	SD.24-Z-A	Itacaré <sup>2</sup>	SF.23-X-B	Ponte Nova <sup>2</sup>
SB.25-Y-A	Cabedelo <sup>2</sup>	SD.24-Y-C	Rio Pardo <sup>2</sup>	SF.23-X-C	Barbacena <sup>2</sup>
SB.25-Y-C	João Pessoa <sup>2</sup>	SD.24-Y-D	Itapetinga <sup>2</sup>	SF.23-X-D	Juiz de Fora <sup>2</sup>
SC.20-V-C	Abunã <sup>2</sup>	SD.24-Z-C	Canavieiras <sup>2</sup>	SF.23-Y-A	Campinas <sup>2</sup>
SC.20-V-D	Ariquemes <sup>2</sup>	SE.21-V—D-V	Morraria do Insua <sup>1</sup>	SF.23-Y-B	Guaratinguetá <sup>2</sup>
SC.20-Y-B	Alto Jamari <sup>2</sup>	SE.21-Y-B-II	Lagoa de Mandioré <sup>1</sup>	SF.23-Y-C	São Paulo <sup>2</sup>
SC.20-Y-D	Serra dos Uopianes <sup>2</sup>	SE.21-Y-B-III	Amolar <sup>1</sup>	SF.23-Y-D	Santos <sup>2</sup>
SC.20-Z-A	Rondonia <sup>2</sup>	SE.23-V-A	Unai <sup>2</sup>	SG.22-X-A	Telêmaco Borba <sup>2</sup>
SC.20-Z-B	Rio Branco <sup>2</sup>	SE.23-V-C	Paracatu <sup>2</sup>	SG.22-X-B	Itararé <sup>2</sup>
SC.20-Z-C	Presidente Médici <sup>2</sup>	SE.23-V-D	João Pinheiro <sup>2</sup>	SG.22-X-C	Ponta Grossa <sup>2</sup>
SC.20-Z-D	Pimenta Bueno <sup>2</sup>	SE.23-X-A	Montes Claros <sup>2</sup>	SG.22-X-D	Curitiba <sup>2</sup>
SC.21-Z-B	Vila Guarita <sup>2</sup>	SE.23-X-B	Araçuaí <sup>2</sup>	SG.23-V-C	Cananéia <sup>2</sup>
SC.22-X-D	Miracema do Norte <sup>2</sup>	SE.23-X-C	Pirapora <sup>2</sup>	SG.23-V-A	Iguaape <sup>2</sup>
SC.22-Z-B	Porto Nacional <sup>2</sup>	SE.23-X-D	Capelinha <sup>2</sup>	SG.22-Z-D	Florianópolis <sup>2</sup>
SC.22-Z-D	Gurupi <sup>2</sup>	SE.23-Y-A	Patos de Minas <sup>2</sup>	SH.21-Z-D	Bagé <sup>2</sup>
SC.23-X-D	São Raimundo Nonato <sup>2</sup>	SE.23-Y-B	Três Marias <sup>2</sup>	SH.21-Z-B	São Gabriel <sup>2</sup>
SC.23-Y-C	Natividade <sup>2</sup>	SE.23-Y-C	Uberaba <sup>2</sup>	SH.22-X-B	Criciúma <sup>2</sup>
SC.23-Z-B	Xique-Xique <sup>2</sup>	SE.23-Y-D	Bom Despacho <sup>2</sup>	SH.22-Y-D	Pelotas <sup>2</sup>
SC.23-Z-D	Barra <sup>2</sup>	SE.23-Z-A	Curvelo <sup>2</sup>	SH.22-Z-C	Mostarda <sup>2</sup>
SC.24-V-A	Paulistana <sup>2</sup>	SE.24-V-C	Teófilo Otoni <sup>2</sup>	SI.22-V-A	Jaguarão <sup>2</sup>
		SE.24-Y-A	Governador Valadares <sup>2</sup>		

### Memória Técnica

- Mapas de serviço disponíveis para cópias heliográficas (\*)
- Disquetes de computador com análises químicas, petrográficas, mineralógicas etc (\*)
- Sistema de Informações em Recursos Naturais – SIR (\*\*)
- Bases de Dados:

GEOB e GTM – Bibliografia  
 META – Ocorrências Minerais  
 AFLO – Descrição de Afloramento  
 PETR – Análises Petrográficas

SIGEO – Projetos de Geologia, Geoquímica e Geofísica  
 SISON – Dados de Sondagem  
 DOTE – Acervo Bibliográfico da CPRM  
 PROJ – Carteira de Projetos da CPRM

**Departamento de Apoio Técnico**  
*Giuseppina Giaquinto de Araujo*

**Divisão de Cartografia**  
*Paulo Roberto Macedo Bastos*

**Divisão de Editoração Geral**  
*Maria da Conceição C. Jinno*

## **EQUIPES DE PRODUÇÃO**

### **Cartografia Digital**

Carla Cristina M. da Conceição	José Pacheco Rabelo
Carlos Alberto da Silva Copolillo	Julimar de Araujo
Carlos Alberto Ramos	Leila Maria Rosa de Alcantara
Elaine de Souza Cerdeira	Luiz Guilherme de Araújo Frazão
Elcio Rosa de Lima	Marco Antonio de Souza
Ivan Soares dos Santos	Maria Luiza Poucinho
Ivanilde Muniz Caetano	Marília Santos Salinas do Rosário
João Bosco de Azevedo	Paulo José da Costa Zilves
João Carlos de Souza Albuquerque	Risonaldo Pereira da Silva
Jorge de Vasconcelos Oliveira	Samuel dos Santos Carvalho
José Barbosa de Souza	Sueli Mendes Sathler
José Carlos Ferreira da Silva	Valter Alvarenga Barradas
José de Arimathéia dos Santos	Wilhelm Petter de Freire Bernard

### **Editoração**

Antonio Lagarde	Laura Maria Rigoni Dias
Edalair Rizzo	Marília Asfura Turano
Hélio Tomassini de Oliveira Filho	Pedro da Silva
Jean Pierre Souza Cruz	Sandro José Castro
José Luiz Coelho	Sergio Artur Giaquinto



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA

<i>Ministro de Estado</i>	Rodolpho Tourinho Neto
<i>Secretário Executivo</i>	Helio Vitor Ramos Filho
<i>Secretário de Minas e Metalurgia</i>	Luciano de Freitas Borges

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM  
Serviço Geológico do Brasil

<i>Diretor-Presidente</i>	Umberto Raimundo Costa
<i>Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial</i>	Thales de Queiroz Sampaio
<i>Diretor de Geologia e Recursos Minerais</i>	Luiz Augusto Bizzi
<i>Diretor de Administração e Finanças</i>	José de Sampaio Portela Nunes
<i>Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento</i>	Paulo Antônio Carneiro Dias
<i>Chefe do Departamento de Geologia</i>	Sabino Orlando C. Loguércio

SUPERINTENDÊNCIAS REGIONAIS

<i>Superintendente de Belém</i>	Xafi da Silva Jorge João
<i>Superintendente de Belo Horizonte</i>	Osvaldo Castanheira
<i>Superintendente de Goiânia</i>	Mário de Carvalho
<i>Superintendente de Manaus</i>	Fernando Pereira de Carvalho
<i>Superintendente de Porto Alegre</i>	Cladis Antonio Presotto
<i>Superintendente de Recife</i>	Marcelo Soares Bezerra
<i>Superintendente de Salvador</i>	José Carlos Vieira Gonçalves da Silva
<i>Superintendente de São Paulo</i>	José Carlos Garcia Ferreira
<i>Chefe da Residência de Fortaleza</i>	Clodionor Carvalho de Araújo
<i>Chefe da Residência de Porto Velho</i>	Rommel da Silva Sousa

# ANEXOS

---

# ILUSTRAÇÕES FOTOGRÁFICAS

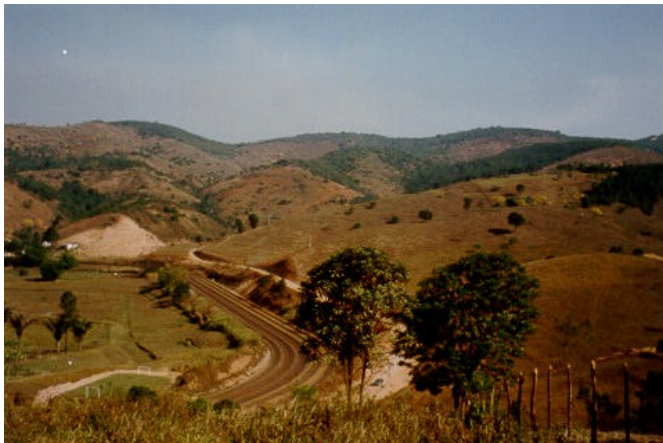
---



**Foto 1** – Estação EB-205 - Estrada Nova Era/São Domingos do Prata: Dobra intrafoliar envolvendo gnaiss granodiorítico, gnaiss diorítico e pegmatitos do Complexo Mantiqueira.



**Foto 2** – Seqüência Gnáissica-Anfibolítica próximo a Candidópolis, município de Itabira. Contato dos quartzitos e anfibolitos (à esquerda) da seqüência com os granitos peralcalinos do Corpo Bicas da Suíte Borrachudos (à direita).



**Foto 3** – Complexo Guanhanes, “seqüência vulcano-sedimentar”/estrada Itabira-Nova Era, próximo à jazida de esmeralda de Belmont. Morfologia típica do Corpo Bicas, Suíte Borrachudos, em contato com a “seqüência” vulcano-sedimentar do Complexo Guanhanes. A morraria alta do fundo é no Complexo Guanhanes e o terreno mais baixo do primeiro plano é no Corpo Bicas.



**Foto 4** – Complexo Guanhanes/ “Seqüência vulcano-sedimentar”/estrada Itabira-Nova Era, próximo à jazida de esmeralda de Belmont. Contato entre a faixa exterior laminada e pegmatítica do Corpo Açucena da Suíte Borrachudos com quartzitos e anfibolitos da “seqüência” vulcano-sedimentar do Complexo Guanhanes.



**Foto 5** – Estação EB-135 : Complexo Guanhães, “Seqüência vulcano-sedimentar”, a norte da jazida de esmeraldas de Belmont. Contato de falha de empurrão (ver lineação de estiramento em ângulo reto com a direção da foliação) do Granito Açucena com a “seqüência vulcano-sedimentar”.



**Foto 6** – Estação EB-14: Estrada Piçarrão - Santa Maria de Itabira. Paredão do Corpo Açucena da Suíte Borrachudos, migmatizado e transposto com estruturas flaser de baixo ângulo.



**Foto 7** – Estação EB-218 : Pedreira no Corpo Peti da Suíte Borrachudos, próximo à cidade de Rio Piracicaba, que cavalga o Supergrupo Minas (Grupo Itabira) (parte da Formação Elefante de Reeves, 1966).



**Foto 8** – Estação EB-220: Contato do Supergrupo Minas com o Corpo Peti da Suíte Borrachudos (fazenda Pé da Serra). O granito está no terço inferior da foto.



**Foto 9** – Estação EB-18: Ponte sobre o rio Tanque na estrada que dá acesso ao povoado Serra dos Alves, a partir de Ipoema. Conglomerados da Formação Sopa-Brumadinho do Grupo Espinhaço. A encosta suave ao fundo é composta de epidoto anfíbolitos das metabásicas da base do Espinhaço.



**Foto 10** – Estação EB-18: Detalhe dos conglomerados da Formação Sopa-Brumadinho.

Jazimentos Minerais da Folha Itabira SE.23-Z-D-IV

Nº DE REFERÊNCIA	SUBSTÂNCIA MINERAL	LOCAL	ROCHA ENCAIXANTE/ HOSPEDEIRA	DADOS ECONÔMICOS
01	Bauxita	Fazenda Sapé, Pires e Mesquita	Cobertura detrito-laterítica	RM = 1.422.000 t. Teor: Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total = 41,8%; Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> aproveitável = 38,5%; SiO <sub>2</sub> = 1,7%;
02	Bauxita	Córrego Dois Irmãos	Cobertura detrito-laterítica	SiO <sub>2</sub> reativa = 1,3%; TiO <sub>2</sub> = 2,55%; Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 32,3%; ppc = 24,1%. Produção = 1.958 t de minério (1998)
03	Cromita	Córrego Bateias (Faz. Macieira)	Talco-clorita xisto	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 20 - 50%
04*	Cromita	Córrego Bateias e Baú	Talco-clorita xisto	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 16,6%
05*	Cromita	Córrego Bateias e Baú	Talco-clorita xisto	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 16,6%
06	Ferro e titânio	Candidópolis I	Anfibolito	Magnetita + ilmenita: RM = 1.802.000 t; teores = 12,8% de TiO <sub>2</sub> ; 38,0% de Fe
07*	Ferro e titânio	Candidópolis II	Anfibolito	Blocos rolados de magnetita-ilmenita
08	Ferro e titânio	Candidópolis III	Anfibolito	Blocos rolados de magnetita-ilmenita
09*	Ferro	Morro da Donana	Elúvio e colúvio (canga) sobre xisto e ffb do Gr. Nova Lima	RM = 796.696 t; RI = 207.047 t; RF = 45.000.000 t. Teores = 58,25% de Fe; 0,08 a 0,13% de P
10	Ferro	Fazenda da Liberdade	Gnaisse e quartzito	RM = 109.548 t; RI = 234.000 t; RF = 594.000 t; teor médio = 57,3% de Fe
11	Ferro	Córrego do Engenho ou Fazenda Boa Esperança	Itabirito, gnaisse e micaxisto	
12	Ferro	Mottas, Lagoa e Baú	Quartzito e xisto	RM = 42.958.000 t; RI = 53.075.000 t; RF = 30.414.000 t. Teor médio = 54% de Fe
13	Ferro	Córrego São Miguel	Quartzito e xisto	
14	Ferro	Dois Irmãos V	Quartzito, xisto e filito	RM = 27.684.410 t; RI = 27.968.690 t; RF = 22.586.690 t. Teores = 43,4% de Fe; 0,04% de P
15*	Ferro	Dois Irmãos IV e Garcia	Gnaisse, micaxisto e quartzito	Itabirito e hematita: RM = 17.126.000 t; RI = 14.494.000 t; RF = 4.492.000 t (49,0% de Fe)
16	Ferro	Dois Irmãos II	Itabirito da Fm. Cauê	Hematita: RM = 20.809.000 t; RI = 19.789.000 t (63,5% de Fe). Itabirito: RM = 144.151.000 t; RI = 137.166.000 t (49,6% de Fe; 0,068% de P)
17*	Ferro	Dois Irmãos I e Serra do Tamanduá	Quartzitos, xistos e filitos dolomíticos	Itabirito e hematita: RM = 16.535.000 t; RI = 16.771.000 t; RF = 10.060.000 t. Teor médio = 54,0% de Fe
18*	Ferro	Dois Irmãos I <sub>A</sub> e Mindá	Itabirito da Fm. Cauê	Hematita: RM = 4.089.000 t; RI = 3.089.000 t; RF = 5.664.000 t (64,4% de Fe). Itabirito: RM = 35.354.000 t; RI = 15.319.000 t; RF = 4.781.000 t (50,2% de Fe)
19*	Ferro e manganês	Mindá III ou Serra Velha de Cocais	Quartzitos e filitos	Itabirito e hematita: RM = 104.618.000 t; RI = 12.617.000 t; RF = 29.424.000 t. Teor = 44,0% a 48,0% de Fe
20*	Ferro	Dois Irmãos III ou Quarenta Alqueires	Itabirito da Fm. Cauê	Itabirito: RM = 47.788.000 t; RI = 24.095.000 t; RF = 32.396.000 t. Teor = 51,7% de Fe
21*	Ferro	Mindá IV	Itabirito da Fm. Cauê	Itabirito: RM = 3.921.000 t; teor = 35,3% de Fe
22	Ferro	Mindá V	Itabirito da Fm. Cauê	RM = 5.889.380 t (44,07% de Fe); RI = 2.507.590 t (49% de Fe); RF = 1.055.710 t (49,6% de Fe)
23*	Ferro	Mindá I ou Serra de Cocais (Complexo do Baú)	Itabiritos, filitos e quartzitos	Itabirito e hematita: RM = 18.101.000 t; RI = 4.338.000 t; RF = 22.198.000 t. Teor = 40,0% a 45,0% de Fe
24*	Ferro	Mindá VI	Quartzitos e xistos	RM = 533.600 t; RI = 612.950 t; RF = 339.480 t. Teores = 42,1% de Fe; 0,06% de P
25*	Ferro	Itajuru III	Itabiritos da Fm. Cauê	RM = 19.271.190 t; RI = 6.841.360 t; RF = 392.000 t. Teor = 43,2% de Fe
26*	Ferro	Itajuru I e Dois Irmãos	Xistos, quartzitos e filitos dolomíticos	Itabirito e hematita: RM = 20.769.000 t; RI = 24.934.000 t; RF = 11.417.000 t. Teor = 44,0% a 47,0% de Fe
27	Ferro e manganês	Fazenda Brucutu	Quartzitos e filitos	Ferro: RM = 8.000.000 t (64% de Fe). Manganês: 207.000 t (57,7% de MnO <sub>2</sub> )
28	Ferro	Itajuru II	Xistos e quartzitos	
29	Ferro	Fazenda Brucutu	Itabirito da Fm. Cauê	RM = 6.720.000 t; RI = 17.196.000 t; RF = 22.101.000 t. Teores: 44,7% de Fe; 31,2% de SiO <sub>2</sub>
30*	Ferro e ouro	Fazenda Brucutu	Filitos e quartzitos	Hematita compacta: RM = 96.000 t; RI = 240.000 t (66,5% de Fe). Hematita pulverulenta e itabirito: RM = 980.000 t; RI = 1.728.000 t (55,2% de Fe; 0,019% de P). Produção = 7.000 t (1998)
31	Ferro	Brucutu I	Quartzitos e filitos	Hematita: RM = 97.447.462 t; RI = 7.024.000 t; teores = 63,9% de Fe; 4,51% de SiO <sub>2</sub> ; 1,51% de
32	Ferro	Brucutu II	Quartzitos e filitos	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; 0,029% de P. Itabirito: RM = 296.752.000 t; RI = 327.419.000 t; RF = 88.878.000 t; teor = 51,07% de Fe.
33	Ferro	Brucutu III	Quartzitos e filitos	Produção = 163.681 t de hematita (1998)
34	Ferro	Machado, Brucutu, Catumbi e Várzea da Lua (Faz. Gralhos)	Quartzitos, filitos e micaxistos	Hematita: RI = 10.677.210. Teores = 66,8% de Fe; 0,54% de SiO <sub>2</sub> ; 0,71% de Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; 0,082% de P. Itabirito: RI = 64.010.226 t. Teor = 52,5% de Fe.

35*	Ferro	Faz. dos Graihos ou Graihos Norte	Itabiritos da Fm. Cauê	Produção = 14.085 t (1998)
36	Ferro	Itabiruçu ou Conceição	Colúvio (?)	RM = 87.000 t. Teores: Fe = 68,2%; P = 0,018%
37	Ferro	Conceição	Quartzitos, filitos e itabiritos	<b>Ferro</b> (reservas de itabirito e dados de produção incluem os da região de Morro do Pilar): Hematita: RM = 442.549.951 t; RI = 176.086.000 t; RF = 84.725.000 t. Teores: 66,56% de Fe; 7,64% de SiO <sub>2</sub> ; 1,15% de Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; 0,02% de P. Itabirito: RM = 802.554.562 t; RI = 647.342.000 t; RF = 191.810.000 t. Teores: 47,2% de Fe; 24,23% de SiO <sub>2</sub> ; 0,89% de Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; 0,013% de P. Produção: 57.770.679 t de minério (1998) com 54,09% de Fe.
38	Ferro	Dois Córregos	Quartzitos, filitos e itabiritos	
39	Ferro	Periquito	Quartzitos e filitos	RM = 1.117.598 t. Teor = 3,04 g/t de Au. Produção = 246.024 t de minério (1998)
40*	Ferro	Esmeril	Quartzitos e filitos	
41	Ferro	Onça	Quartzitos e filitos	RM = 420.000 t; RI = 210.000 t. Teores: Fe = 67%; SiO <sub>2</sub> = 1,5%; Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 1,5%; P = 0,03%
42	Ferro	Chacrinha, Cirino e Paciência	Quartzitos e filitos	
43	Ferro	Campestre	Quartzitos e filitos	<b>Ouro</b> (Cauê): RM = 1.117.598 t. Teor = 3,04 g/t de Au. Produção = 246.024 t de minério (1998)
44	Ferro e ouro	Cauê	Quartzitos, filitos e itabiritos	
45*	Ferro	Camarinha ou Barro Branco	Itabiritos	RM = 738.000 t; RI = 292.000 t; RF = 850.000 t. Teor = 68,2% de Fe RI = 92.496.149 t. Teor = 56,0% de Fe. Produção = 1.238.921 t (1998)
46	Ferro	Córrego Calunga ou Candidópolis	Itabiritos	
47	Ferro	Bocaina	Quartzitos e filitos	RM = 137.880 t; RI = 68.500 t; RF = 216.000 t; teores = 63,4% de Fe; 8,7% de SiO <sub>2</sub> ; 0,01% de P. Itabirito: RM = 415.562 t; RI = 205.450 t; RF = 23.400.600 t; teor = 33,4% de Fe
48	Ferro	Andrade ou Serra do Andrade	Quartzitos e micaxistos	
49	Ferro	Serra Três Antas	Filitos e xistos	RM = 664.000 t; RI = 1.200.000 t. Teor = 68,7% de Fe
50	Ferro	Fazenda Sítio Largo	Gnaisses, xistos, quartzitos e anfíbolitos	
51	Ferro	Serra do Seara	Itabiritos	RM = 180.000 t; teor = 69,1% de Fe
52	Ferro	Batatinha	Quartzitos e micaxistos	
53	Ferro	Cabeceira do Seara	Quartzito, xisto e gnaise	RM = 820.400 t; RI = 200 t; RF = 200 t (65,1% de Fe; 5,3% de SiO <sub>2</sub> ; 0,02% de P). Itabirito: RM = 2.447.400 t; RI = 116.675 t; RF = 116.675 t (Fe = 51,9%; SiO <sub>2</sub> = 24,0%; P = 0,02%)
54*	Ferro	Batatinhas e Talho Aberto	Gnaisses, filitos e quartzitos	
55	Ferro	Fazenda Morro Agudo	Filito e quartzito; colúvio	RM = 84.287 t; RI = 1.064.547 t. Teor = 63% de Fe. Produção = 4.051 t (1998)
56*	Ferro	Espigão do Pico	Quartzito e micaxisto	
57	Ferro	Faz. Pé de Serra e Morro Agudo	Micaxistos e quartzitos	RM = 5.438.411 t; RI = 2.657.520 t; RF = 12.915.000 t. Teor = 53,5% de Fe. Produção = 5.024 t (1998)
58	Ferro	Mizael	Quartzitos e micaxistos	
59	Ferro	Água Espalhada	Itabiritos da Fm. Cauê	RM = 47.390.068 t; RI = 7.239.600 t; RF = 11.853.950 t. Teor = 51,9% de Fe. Produção = 6.664.564 t (1998)
60	Ferro	Morro Agudo	Quartzitos e gnaisses	
61*	Ferro	Morro Agudo	Colúvio (canga)	RM = 179.886 t. Teor = 61,5% de Fe. Produção = 318 t (1998)
62	Ferro	Fazenda Morro Agudo	Quartzitos e filitos	
63	Ferro	Cururu	Quartzitos, xistos e colúvio	Hematita: RM = 85.000 t; RI = 344.000 t; RF = 911.000 t (63,5% de Fe). Canga: RI = 135.000 t. Hematita rolada: RI = 12.000 t. Manganês: RM = 2.000 t.
64	Ferro	Água Limpa	Quartzitos, xistos e colúvio	
65	Ferro e manganês	Mata do Fundão (Serra do Elefante)	Quartzito e xisto aluminoso	Itabirito: RM = 31.207.000 t; RI = 3.915.000 t. Teores = 47,1% de Fe; 0,03% de P
66*	Ferro	Sela ou Córrego da Sela	Quartzitos, xistos e colúvio	
67	Ferro	Faz. Pântano	Quartzito e xisto aluminoso	Itabirito: RM = 12.489.100 t; RI = 48.289.120 t; RF = 161.200 t (34,9% de Fe)
68*	Ferro	Água Limpa ou Jacutinga	Filitos e quartzitos	
69	Ferro	Água Limpa e Espigão do Pico	Micaxisto e gnaise	Itabirito: RM = 35.558.000 t; RI = 52.736.000 t; RF = 156.907.000 t; teores: Fe = 38,1%; SiO <sub>2</sub> = 43,6%; P = 0,04%; Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,8%; Mn = 0,12%
70*	Manganês	Morro da Donana	Sericita filito caulínico	RM = 14.638 t; RI = 18.000 t. Teor = 20,63% de Mn
71	Manganês	Dois Córregos I	Itabiritos da Fm. Cauê	
72*	Manganês	Dois Córregos II	Itabiritos da Fm. Cauê	
73*	Manganês	Cambucá	Itabiritos da Fm. Cauê	
74	Manganês	Morro do Cruzeiro	Itabiritos da Fm. Cauê	
75*	Manganês	Paredão	Itabiritos da Fm. Cauê	
76*	Manganês	Chacrinha	Itabiritos da Fm. Cauê	
77	Manganês	Córrego das Cobras	Gondito em quartzito	
78	Manganês	Córrego do Diogo	Gondito em xisto granatífero	
79	Manganês	Serra do Elefante	Gondito entre xisto e gnaise	
80	Manganês	Fazenda Pântano	Gondito em xisto granatífero	



81	Manganês	Água Limpa	Itabirito da Fm. Cauê	RM = 58.390 t; RI = 10.630 t; RF = 159.144 t. Teor = 26,15% de Mn
82	Níquel, talco e amianto	Jamba ou Córrego Barro Branco	Serpentinito e clorita xisto	NiO = 3,68%
83	Níquel	Piedade		
84	Ouro e prata	São Bento	Formação ferrífera bandada em grafita xisto	RM = 648.000 t; RI = 1.872.000 t; RF = 1.850.000 t. Teores = 9,7 g/t de Au; 0,6 g/t de Ag. Produção = 475.224 t de minério ou 3,7 t de Au e 0,28 t de Ag (1998)
85*	Ouro	Pinta Bem	FFB em xisto grafitoso	
86*	Ouro	Sangue de Boi	FFB em xisto grafitoso	
87*	Ouro	Descoberta	FFB em xisto grafitoso	
88*	Ouro	Santana	FFB em xisto grafitoso	
89	Ouro	Goiabeiras ou Capitão Taylor	FFB em xisto grafitoso	
90*	Ouro	Barra Feliz	FFB em xisto grafitoso	
91	Ouro	Barra Feliz e Brumal	Aluvião	RM = 299.350 m <sup>3</sup> ; RI = 250.000 m <sup>3</sup> . Teor = 0,25 g/m <sup>3</sup> de Au
92	Ouro	Escavação Divisa ou Dois Irmãos	Formação ferrífera em xisto	Teor ≤ 2,3 g/t de Au (média = 0,3 g/t de Au)
93	Ouro	José Tapa	FFB e lentes de quartzo	
94*	Ouro	Mina de Pedra	Formação ferrífera bandada	RM = 53.300 t; RI = 10.200 t; RF = 20.200 t. Teor = 4,3 g/t de Au
95*	Ouro	Santa Quitéria (Anomalias I e II)	Formação ferrífera bandada e <i>metachert</i>	RM = 140.000 t. Teor = 6,25 g/t de Au
96*	Ouro	Jambeiro	FFB em qz-mi-(gf) xisto	Reservas esgotadas. Teor = 25,4 g/t de Au
97*	Ouro	João Peba	FFB em xisto grafitoso	
98	Ouro	Chaminé		
99	Ouro	Rio Santa Bárbara	Aluvião	Reservas esgotadas. Teor ≤ 0,65 g/m <sup>3</sup> de Au
100	Ouro	Arranca Toco	Aluvião	RM = 24.000 m <sup>3</sup> ; RI = 268.000 m <sup>3</sup> . Teor = 0,18 g/m <sup>3</sup> de Au
101	Ouro e prata	Brumal (São Jorge I, II, Sul e Leste)	Formação ferrífera e quartzo-sericita xistos	RM = 492.570 t; RI = 379.030 t; RF = 375.535 t. Teores = 7,07 g/t de Au e 1,1 g/t de Ag
102	Ouro e ocre	Brumal de S. Bárbara (I)	FFB em talco-clorita xisto	
103*	Ouro	Brumal de S. Bárbara (II)	Clorita xisto (Quebra Osso)	
104	Ouro	Brumal de S. Bárbara (III)	Clorita xisto (Quebra Osso)	
105*	Ouro	Brumal de S. Bárbara (IV)	ZC entre cl xt e ortognaisse	
106*	Ouro	Bicalho	Formação ferrífera e xistos	
107*	Ouro	Bocaina	<i>Metachert</i> , ffb e filito	RM = 34.170 t; RI = 54.430 t; RF = 54.430 t. Teor médio = 3,3 g/t de Au
108	Ouro	Pitanga	<i>Metachert</i> , ffb e filito	RI = 2.720 t; RF = 15.320 t. Teor médio = 2,5 g/t de Au
109*	Ouro	Capoeirinha (I e II)	<i>Metachert</i> , ffb e filito	RM = 4.250 t; RI = 25.400 t; RF = 24.900 t. Teor médio = 3,6 g/t de Au
110*	Ouro	Conceição	Sericita filito, <i>metachert</i> e ffb	Teor = 1,9 a 4,2 g/t de Au
111*	Ouro e manganês	Paratudo e Muro	Sericita filito caulínico, <i>metachert</i> e ffb	Teor ≤ 0,9 g/t de Au
112*	Ouro e manganês	Boquinha	Sericita filito, <i>metachert</i> e ffb	Teores: Mn ≤ 3,9% e Au ≤ 2,8 g/t
113*	Ouro	Quaresma	Canga laterítica	
114	Ouro	Ponte das Bandeiras	Xistos e filitos	
115	Ouro	Pacheca	<i>Metachert</i> e granitóide	
116	Ouro	Praia	Clorita xisto	Teor ≤ 2,2 g/t de Au
117	Ouro	Baú ou Fazenda Baú	Formação ferrífera e anfibolito	
118	Ouro	Fazenda Camas		
119	Ouro	Gambá	Formação ferrífera e anfibolito	
120	Ouro	Morro Alto (Florália)	Anfibolito	Teor ≤ 1,24 g/t de Au
121*	Ouro	Córrego Bonito (Florália)	Anfibólio xisto granatífero	Teor ≤ 0,26 g/t de Au
122	Ouro	Morro da Mina, Patrimônio ou Florália	Formação ferrífera, anfibolito, sericita-clorita-(anf)-(ank) xisto	Teor = 15 – 20 g/t de Au
123	Ouro	Parí	FFB em metamáficas	RT = 552.300 t; teor = 15,17 g/t de Au
124	Ouro	Fazenda Cururu	Aluvião	Aluvião: RT = 661.600 m <sup>3</sup> ; teor = 0,12 g/m <sup>3</sup> de Au
125*	Ouro	Garimpo do Pantame	ZC entre xisto e gnaisse	
126	Ouro	Pantame	Aluvião	Cascalho: RM = 211.000 m <sup>3</sup> ; RI = 176.000 m <sup>3</sup> . Teor = 0,48 g/t de Au
127	Ouro	Carijó (F. Pântano): Escavação I	Veios de quartzo em itabirito e quartzo xisto (ZC?)	Teor ≤ 2,7 g/t de Au
128*	Ouro	Carijó (F. Pântano): Escavação II	Veios de quartzo em itabirito e quartzo xisto (ZC?)	Teor ≤ 2,7 g/t de Au

129	Ouro	Carijó (C. Pântano): Escavação III	Veios de quartzo em itabirito e quartzo xisto (ZC?)	Teor $\leq 2,7$ g/t de Au
130*	Ouro	Garimpo do Paulo	Aluvião e veios de quartzo	Teor $\leq 2,7$ g/t de Au
131	Ouro	Bicas	Quartzito friável fino	Teor $\leq 0,15$ g/t de Au
132	Ouro	Fazenda do Ângelo	Aluvião	
133*	Ouro	Taquaril (Serra de Cocais)	Formação ferrífera, jacutinga e veios de quartzo	
134*	Ouro	Brucutu (Serra do Tamanduá)	Veios em itabiritos e jacutinga	
135	Ouro	Córrego São Miguel	Itabiritos, quartzitos e jacutinga	
136	Ouro	Conceição	Formação ferrífera (itabirito)	
137*	Ouro	Periquito	Quartzitos e micaxistos	
138*	Ouro	Água Santa	Veios em micaxistos	
139*	Ouro	Santana	Formação ferrífera (itabirito)	
140*	Ouro	Poço Treloar	Itabiritos e jacutinga	
141	Ouro	Rio Santa Bárbara	Aluvião	
142	Água mineral	Fazenda Rio do Peixe	Micaxisto	Vazão = $15,6$ m <sup>3</sup> /dia
143	Água-marinha	Quilombo	Aluvião e colúvio	
144	Água-marinha	Fazenda Ita Sul	Pegmatito em quartzito e xisto	
145	Água-marinha	Dimas	Pegmatito em bi-anf xisto	
146*	Água-marinha, berilo e feldspato	Fazenda Ribeirão São José	Pegmatito e aluvião	
147*	Alexandrita	Fazenda São Bartolomeu	Aluvião	Aluvião: RM = $1.330$ m <sup>3</sup> ; RI = $4.437$ m <sup>3</sup> ; RF = $5.503$ m <sup>3</sup> . Alexandrita: RM = $1.418$ g; RI = $3.875$ g; RF = $7.627$ g. Teor = $0,87$ a $4,97$ ct/m <sup>3</sup> . Produção = $1.600$ m <sup>3</sup> ou $1.392$ ct de alexandrita (1988)
148*	Alexandrita	Córrego da Liberdade ou Fazenda Liberdade	Aluvião	Cascalho: $383.670$ m <sup>3</sup> . Alexandrita: RM = $158.072$ g. Teor = $0,412$ g/m <sup>3</sup>
149	Alexandrita, água-marinha e ametista	Córrego da Liberdade	Aluvião	
150*	Alexandrita, esmeralda, amazonita e topázio	Liberdade	Aluvião	
151	Alexandrita e água-marinha	Serra da Liberdade	Aluvião e colúvio	
152	Alexandrita	Liberdade e Fazenda da Grama	Colúvio, aluvião e pegmatito	Aluvião: RM = $787$ m <sup>3</sup> ; RI = $3.250$ m <sup>3</sup> . Alexandrita: RM = $110$ g; RI = $441$ g. Teor = $0,17$ g/m <sup>3</sup>
153	Alexandrita e berilo	Fazenda da Grama	Pegmatito (em biotita gnaisse) e aluvião	Aluvião: RM = $93.580$ m <sup>3</sup> . Alexandrita: RM = $53.740$ g. Teor médio = $0,59$ g/m <sup>3</sup> . Produção = $42.200$ m <sup>3</sup> de aluvião (1998)
154	Ametista	Fazenda Jirau	Pegmatito	
155	Ametista e quartzo	Fazenda Jirau ou Sa. da Pedra Branca	Quartzito friável	
156	Ametista	Córrego do Jirau ou Faz. Cachoeira	Pegmatito	
157	Ametista	Fazenda Retiro	Pegmatito	
158	Ametista	Faz. Gabiroba - Lavra do Luizinho	Pegmatito em quartzito	
159	Areia quartzosa	Fazenda Pouso Alegre	Quartzo-mica xisto	RM = $768.000$ t; RI = $1.091.000$ t. Teores: SiO <sub>2</sub> = $98,5\%$ ; Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = $0,5\%$ ; Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = $0,3\%$
160	Areia industrial (fundição)	Fazenda Forquilha	Quartzito friável (elúvio) em xisto	RM = $385.700$ m <sup>3</sup> ( $462.880$ t); RI = $199.100$ m <sup>3</sup> ( $238.890$ t); RF = $611.300$ m <sup>3</sup> ( $733.600$ t). Teores: SiO <sub>2</sub> = $98,0\%$ ; Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = $0,3\%$ ; Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = $1,3\%$ ; PF = $0,11\%$
161	Areia industrial	Faz. da Mata Escura ou Borges	Elúvio de quartzito micáceo	RM = $1.450.000$ t; RI = $725.000$ t; RF = $580.000$ t. Teor médio: SiO <sub>2</sub> > $90\%$
162	Areia industrial (fundição)	Mata Escura ou Borges	Elúvio de quartzito sericítico	RM = $3.908.000$ m <sup>3</sup> ; RI = $1.467.000$ m <sup>3</sup> . Teores: SiO <sub>2</sub> = $96,1\%$ ; Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = $3,0\%$ ; Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = $0,8\%$
163	Areia industrial	Mata Escura	Elúvio de quartzito	RM = $854.280$ t; RI = $162.900$ t; RF = $1.017.180$ t. Teores: SiO <sub>2</sub> = $96,6\%$ ; Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = $0,5\%$ ; Fe = $1\%$
164	Areia industrial (fundição)	Palmital ou Perobas	Elúvio de quartzito	RM = $382.041$ t; RI = $351.313$ t. Teores: SiO <sub>2</sub> = $99,2\%$ ; Al = $0,08\%$ ; Fe = $0,22\%$
165	Areia	Florália	Quartzito friável (elúvio)	Produção = $40$ m <sup>3</sup> /dia
166*	Areia	São Pedro	Quartzito friável (elúvio)	
167	Areia	Serra da Barraca	Quartzito friável (elúvio)	
168	Areia	Rio Piracicaba	Aluvião	
169	Areia	Coelhos ou Serra da Barraca	Quartzito friável (elúvio)	
170*	Areia	Mangarito e Sítio da Barraca	Quartzito?	
171	Areia	Rio Santa Bárbara	Aluvião	

172	Areia	Córrego São Pedro	Quartzito friável (elúvio)	
173	Areia quartzosa	Serra da Pedra Branca	Quartzito friável (elúvio)	Produção = 1.440 m <sup>3</sup> (1998)
174*	Areia	Serra da Forquilha	Quartzito friável (elúvio)	
175	Areia quartzosa	Fazenda Rochedo	Quartzito friável (elúvio)	
176	Areia industrial (fundição)	Fazenda Refúgio	Quartzo-mica xisto	RM = 86.500 m <sup>3</sup> ; RI = 787.500 m <sup>3</sup> . Teor: SiO <sub>2</sub> = 96,4%; Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 1,2%; Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 1,3%; PF = 0,9%
177*	Areia	Refúgio	Quartzito friável (elúvio)	
178	Areia	Refúgio	Quartzito	
179	Berilo e gemas	Fazenda do Patrimônio	Pegmatito em granitóide	
180	Brita e pedra-de-talhe	Córrego Tanjuru	Gnaiss do C. S. Bárbara	
181	Brita e pedra-de-talhe	Córrego Talho Aberto	Gnaiss	
182	Brita	Córrego Serra Velha (Cocais)	Gnaiss	Produção = 36.000 m <sup>3</sup> /ano
183	Brita	Conta História	Granito tipo Borrachudos	
184	Brita	Tanquinho	Granito tipo Borrachudos	
185	Brita	Bairro Cruzeiro Celeste	Granito tipo Borrachudos	Produção = 30.000 m <sup>3</sup> /ano
186*	Brita	Bairro Vila dos Engenheiros	Granito tipo Borrachudos	Produção = 3.600 m <sup>3</sup> /ano
187	Brita	Mascarenhas	Gnaiss do C. Mantiqueira	
188	Brita	Santiago	Granito tipo Borrachudos	
189*	Brita	Oliveira Castro (Pedreira Belmonte)	Biotita gnaiss e granito	RM = 2.777.778 t; RI = 1.183.005 t; RF = 4.978.368 t. Produção = 51.766 t (1998)
190	Brita	Ipoema	Gnaiss	
191	Brita	Bangalô	Gnaiss	
192	Brita	Itabira (Pedreira)	Granito tipo Borrachudos	
193	Brita	Fazenda do Esbarro	Gnaiss	Produção = 43.250 m <sup>3</sup> (1998)
194	Brita	Faz. Betânia	Gnaiss	
195	Brita	Senhora do Carmo	Gnaiss	
196	Caulim	Apaga Apito	Pegmatitos em micaxisto	RM = 115.840 t; RI = 36.900t. Teores: SiO <sub>2</sub> = 46,0%; Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 37,6%; Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,3%
197	Caulim	Fazenda Ângelo	Pegmatitos em xisto e gnaiss	Caulim: RM = 2.800 m <sup>3</sup> , com 941 t de caulim recuperável
198	Caulim, mica, tantalita, niobita e pedras coradas	Fazenda Morro Agudo	Quartzo-sericita xisto	Caulim: RM = 48.000 t (exaurido). Teores: feldspato = 45%; quartzo = 45%
199	Esmeralda, água-marinha, alexandrita e cordierita	Oliveira Castro - Mina Belmont ou Itabira	Pegmatito e flogopita xisto	RM = 1.935.560 g. Teor = 2,05 g/m <sup>3</sup> . Produção = 13.390 m <sup>3</sup> de minério (1998)
200	Esmeralda, água-marinha e alexandrita	Capoeirana ou Fazenda Capoeirana do Meio	Pegmatito e flogopita xisto	
201	Esmeralda e água-marinha	Fazenda São José	Pegmatito em granito-gnaiss	
202	Esmeralda	Malvinas	Pegmatito em biotita-anfibólio xisto	
203	Esmeralda, berilo e feldspato	Córrego da Rocinha	Pegmatito em granito-gnaiss	Esmeralda: RM = 1.002.000 g. Berilo: RM = 1.800.000 g. Teor médio = 1,224 g/m <sup>3</sup>
204	Esmeralda e água-marinha	Danilo ou Córrego do Tambor Preto	Pegmatito e flogopita xisto	
205	Esmeralda e água-marinha	Fogo do Raio	Pegmatito e xisto/gnaiss	
206	Esmeralda, alexandrita, água-marinha e crisoberilo	Mina Cantagalo	Pegmatito e xisto aluminoso	
207	Esmeralda e berilo	Morro do Chapéu	Pegmatito	
208	Esmeralda e berilo	Fazenda Fundão	Pegmatito em granito	
209	Feldspato e quartzo	Fazenda do Aleixo	Gnaiss	Feldspato: RM = 360.000 t; RI = 108.000 t; teores: SiO <sub>2</sub> = 64,3%; Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 19,8%; Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,15%; CaO = 0,12%; Na <sub>2</sub> O = 2,10%; K <sub>2</sub> O = 12,8%. Quartzo: RM = 45.000 t; RI = 14.000 t.
210*	Pegmatito	Fazenda Talho Aberto	Granito-gnaiss	
211	Quartzo industrial	Vila dos Alves	Elúvio e veios em quartzitos	RM = 704.000 t; RI = 704.000 t; RF = 112.600 t. Teores médios: SiO <sub>2</sub> = 99,4%; Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,1%
212	Quartzo (cristal-de-rocha)	Fazenda São Manoel	Colúvio	
213	Talco	Fazenda Retiro S. Antônio	Metaultrabásica	

Obs.: \* Jazimentos não representados no mapa RM = reserva medida RI = reserva indicada RF = reserva inferida RT = reserva total FFB/ffb = formação ferrífera bandada



