MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL
CONVÊNIO DNPM — CPRM

# PROJETO MANGANÊS NO CENTRO-SUL DE MINAS GERAIS

## RELATÓRIO DA ETAPA I

### TEXTO E ANEXOS

### VOLUME I

PHL
012535
2007

*Valmir Oliveira Souza*
*Israel Fernando B. P. Nonato*
*José Heleno Ribeiro*
*José Miguel T. G. Galvão*
*Wilson Luis Féboli*

SUREMI
SEDOTE
CPRM I 96
ARQUIVO TÉCNICO
Relatório n.º 574-S
N.º de Volumes: 4 V.: 1
OSTENSIVO

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELO HORIZONTE

*1976*

# PROJETO MANGANÊS NO CENTRO-SUL DE MINAS GERAIS


CHEFE DO PROJETO: *Valmir Oliveira Souza*

EQUIPE EXECUTORA:

*Israel Fernando B. P. Nonato*
*José Heleno Ribeiro*
*José Miguel T. G. Galvão*
*Wilson Luis Féboli*

CPRM

# APRESENTAÇÃO

O presente relatório expõe o somatório dos resultados obtidos durante a efetivação da primeira etapa do Projeto Manganês no Centro-Sul de Minas Gerais. Projeto este realizado em convênio com o Departamento Nacional da Produção Mineral.

O objetivo primordial deste projeto, visa a verificação do potencial de manganês e o fornecimento de subsídios para a utilização dos protominérios sílico-carbonático e mármore-itabirítico na indústria siderúrgica, em substituição ao minério oxidado.

Os trabalhos executados nesta primeira etapa referem-se ao reconhecimento geológico da área global do projeto, mapeamento geológico de detalhe (1:10.000) nas áreas piloto de Ibituruna-Ritápolis e do Quadrilátero Ferrífero, e proposição de furos de sonda nas faixas manganesíferas mais promissoras.

Deste modo, o relatório é constituído de 4 partes distintas, assim distribuidas:

Parte I - Histórico

Parte II - Reconhecimento geológico

Parte III - Área piloto Ibituruna-Ritápolis e

Parte IV - Área piloto do Quadrilátero Ferrífero, totalizando 4 volumes, Vol. I, composto do texto global do relatório, Vol's. II, III e IV constituídos pelos anexos dos diversos mapas realizados.

Este relatório foi elaborado por técnicos da Divisão de Pesquisa Mineral da Superintendência Regional de Belo Horizonte e compatibilizado pelo Departamen-



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

CPRM

to de Pesquisa Mineral da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO ..... i

PARTE I - HISTÓRICO ..... i

PARTE II - RECONHECIMENTO GEOLÓGICO ..... 03

1. INTRODUÇÃO ..... 03

1.1 Comentários Gerais ..... 03

1.2 Localização da Área Global do Projeto ..... 04

1.3 Objetivo do Reconhecimento Geológico ..... 07

1.4 Metodologia ..... 07

2. RESULTADOS OBTIDOS ..... 10

3. CONCLUSÕES ..... 14

4. RECOMENDAÇÕES ..... 16

PARTE III - ÁREA PILOTO IBITURUNA-RITÁPOLIS ..... 17

1. INTRODUÇÃO

1.1 Objetivo, Localização da Área e Acesso ..... 17

1.2 Aspectos Socio-Econômicos da Área ..... 19

1.3 Trabalhos Anteriores ..... 19

2. ASPECTOS FISIOGRÁFICOS E MORFOLÓGICOS ..... 21

2.1 Clima ..... 21

2.2 Vegetação ..... 21

2.3 Hidrografia ..... 22

2.4 Relevo ..... 22

3. GEOLOGIA REGIONAL ..... 24

3.1 Comentários Gerais ..... 24

3.2 Unidades Estratigráficas ..... 25

3.2.1 Complexo Granito-Gnáissico Indiviso ... 25

3.2.2 Série Barbacena ..... 25

3.2.3 Formação Lafaiete ..... 26



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

3.2.4 Série Minas ..... 28
3.2.5 Diabásios ..... 28
3.2.6 Aluviões e Eluviões ..... 29

4. GEOLOGIA DA FAIXA IBITURUNA-RITÁPOLIS ..... 30
4.1 Comentários Gerais ..... 31
4.2 Unidades Litológicas ..... 32
4.2.1 Granito-Gnaisses Indiferenciados ..... 32
4.2.2 Gnaisses ..... 34
4.2.3 Micaxistos ..... 36
4.2.4 Protominério Sílico-Carbonático ..... 37
4.2.4.1 Aspectos Geológicos ..... 37
4.2.4.2 Descrição dos Principais Corpos Manganesíferos ..... 41
4.2.4.2.1 Mina dos Macacos. 41
4.2.4.2.2 Mina do Ribeirão. 42
4.2.4.2.3 Mina do Sumaré .. 43
4.2.4.2.4 Mina do Fundão .. 43
4.2.4.2.5 Mina do Chá ..... 44
4.2.4.2.6 Mina Germinal-Castanheira-Aquino . 45
4.2.4.2.7 Mina da Cachoeira 46
4.2.4.2.8 Ocorrências Menores ..... 47
4.2.5 Quartzitos Micáceos ..... 48
4.2.6 Metabasitos ..... 49
4.2.7 Diabásios ..... 51
4.2.8 Aluviões e Eluviões ..... 51

5. GEOLOGIA ESTRUTURAL ..... 53

6. GEOLOGIA ECONÔMICA ..... 56

7. GÊNESE DO PROTOMINÉRIO SÍLICO-CARBONÁTICO ..... 58



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

8. CONCLUSÕES ..... 62

9. RECOMENDAÇÕES ..... 64

PARTE IV - ÁREA PILOTO DO QUADRÍLATERO FERRÍFERO .... 67

1. INTRODUÇÃO ..... 67

1.1 Objetivo, Localização da Área e Acesso ..... 67

1.2 Trabalhos Anteriores ..... 70

2. ASPECTOS FISIOGRÁFICOS E MORFOLÓGICOS ..... 72

2.1 Clima ..... 72

2.2 Vegetação ..... 72

2.3 Hidrografia ..... 73

2.4 Relevo ..... 73

3. GEOLOGIA REGIONAL ..... 75

3.1 Comentários Gerais ..... 75

3.2 Unidades Estratigráficas ..... 75

3.2.1 Série Rio das Velhas ..... 75

3.2.1.1 Grupo Nova Lima ..... 77

3.2.1.2 Grupo Maquiné ..... 77

3.2.2 Série Minas ..... 77

3.2.2.1 Grupo Caraça ..... 78

3.2.2.2 Grupo Itabira ..... 78

3.2.2.3 Grupo Piracicaba ..... 79

3.2.3 Série Itacolomi ..... 79

3.2.4 Rochas Básicas e Ultrabásicas ..... 80

3.2.5 Complexo Granito-Gnáissico Indiviso ... 80

4. GEOLOGIA DA FAIXA PROTOMINÉRIO MÁRMORE-ITABIRÍTICO 83

4.1 Comentários Gerais ..... 83

4.2 Unidades Estratigráficas ..... 83

4.2.1 Grupo Itabira ..... 83

4.2.1.1 Formação Cauê ..... 84
4.2.1.2 Formação Gandarela ..... 85
4.3 Protominério Mármore-Itabirítico ..... 87
4.3.1 Comentários Gerais ..... 88
4.3.2 Mármores Manganesíferos ..... 89
4.3.3 Itabiritos Manganesíferos ..... 91
4.3.4 Rochas Clásticas ..... 92
4.4 Minério de Manganês ..... 93
5. GEOLOGIA ESTRUTURAL ..... 95
6. CONCLUSÕES ..... 97
7. RECOMENDAÇÕES ..... 99
PARTE V - BIBLIOGRAFIA ..... 101
ANEXOS ..... A-1
ANÁLISES: ..... A-1
Análises Químicas ..... A-1
Análises Petrográficas ..... A-6
MAPAS:
Anexo I - Mapa de Plotação dos Pontos de Amarração
Escala 1:200.000
Anexo II - Mapas de Caminhamento - Escala 1:100.000
Anexo II.1 - Folha SE-23-Z-D-IV
Anexo II.2 - Folha SF-23-X-B-I
Anexo II.3 - Folha SF-23-X-A-VI
Anexo II.4 - Folha SF-23-X-A-X
Anexo II.5 - Folha SF-23-X-C-I
Anexo II.6 - Folha SF-23-X-C-II
Anexo II.7 - Folha SF-23-Y-A-III
Anexo II.8 - Folha SF-23-Y-B-I
Anexo II.9 - Folha SF-23-Y-B-II



Mod. 002
NE 7530.0210.0343

CPRM

ÁREA PILOTO IBITURUNA-RITÁPOLIS

Anexo III - Mapas Geológicos - Escala 1:10.000

Anexo III.1 - Folha 1

Anexo III.2 - Folha 2

Anexo III.3 - Folha 3

Anexo III.4 - Folha 4

Anexo III.5 - Folha 5

Anexo III.6 - Folha 6

Anexo III.7 - Folha 7

Anexo III.8 - Folha 8

Anexo III.9 - Folha 9

Anexo IV - Perfis Geológicos com Furos Propostos

ÁREA PILOTO QUADRILÁTERO FERRÍFERO

Anexo V - Mapas Geológicos - Escala 1:10.000

Anexo V.1 - Folha 1

Anexo V.2 - Folha 2

Anexo V.3 - Folha 3

Anexo V.4 - Folha 4 /24 +15 39

⋮ ⋮

Anexo V.30 - Folha 30

Anexo VI - Perfis Geológicos com Furos Propostos



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

CPRM

PARTE I - HISTÓRICO

A programação inicial do Projeto Manganês no Centro Sul de Minas Gerais prevê a execução, após a fase pré-operacional, de duas etapas distintas:

A etapa I, composta pela aquisição da documentação básica, compilação bibliográfica, fotointerpretação, reconhecimento geológico, cadastramento das ocorrências minerais na área global do projeto, mapeamento geológico das áreas piloto, efetivação de análises químicas e petrográficas, e relatório de etapa.

A etapa II, constituída pela sondagem nas áreas piloto, análises químicas e petrográficas, e relatório final integrado.

Essa programação inicial, no entanto, foi alterada pelo DNPM, que, visando um maior controle pela sua Divisão de Fomento, das áreas com alvará de pesquisa e decreto de lavras, inseridas na área do projeto, solicitou a inclusão da atividade "Plotação de Pontos de Amarração" no projeto em execução.

A atividade "Cadastramento das Ocorrências Minerais" foi eliminada devido a impossibilidade da obtenção dos dados necessários para o preenchimento das fichas, seguindo às especificações do PROSIG. A não efetivação desta etapa foi definida através de consulta verbal entre técnicos da CPRM e o diretor do 3º Distrito do DNPM.

Conforme o cronograma operacional, o mapeamento geológico das áreas piloto (escala 1:10.000) e o reconhecimento geológico da área global do projeto, estão programados para serem executados simultaneamente. O re-



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

conhecimento geológico, por sua vez, está programado para ser efetuado unicamente nas áreas de ocorrências das rochas manganesíferas, atendendo a finalidade do projeto.

No mapeamento geológico foram utilizados mapas plani-altimétricos na escala 1:10.000, obtidos a partir de fotografias aéras na escala 1:60.000, seguindo as instruções expostas no ante-projeto. A única cobertura fotográfica existente, na área em estudo, é na escala 1:60.000, não tendo sido prevista na programação inicial a obtenção de fotos em escalas de maior detalhe.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

PARTE II - RECONHECIMENTO GEOLÓGICO

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Comentários Gerais

As atividades iniciais desenvolvidas pelo projeto, anteriores ao reconhecimento geológico, dizem respeito a plotação de pontos de amarração, compilação bibliográfica e fotointerpretação. A partir dos dados obtidos através destas atividades é que foi fundamentada a programação do reconhecimento geológico.

A metodologia seguida e os elementos obtidos em cada uma destas atividades preliminares seguem abaixo relacionadas:

a. Plotação de Pontos de Amarração

Na plotação dos pontos de amarração a metodologia seguida após a verificação de campo, foi a locação destes pontos em fotografias aéreas, escala 1:60.000, e posterior transposição para fotomosaicos na escala 1:100.000.

Durante essa atividade foram locados, um total de 466 pontos de amarração.

Devido as escalas das fotografias aéreas e fotomosaicos não serem as ideais para esse tipo de trabalho, a precisão obtida na locação dos pontos é apenas regular.

Anexo a este relatório (Anexo I segue um mapa integrado dos pontos plotados na escala 1:200.000, já tendo sido entregue ao 3º Distrito do DNPM cópias dos fotomosaicos na escala 1:100.000 com os pontos devidamente identificados e locados.



Mod. 002

NE .7530.0210.0343

b. Compilação Bibliográfica

Nesta atividade foi adquirida a documentação bibliográfica relativa a área, principalmente a que se refere aos estudos das ocorrências de manganês no Estado de Minas Gerais e em outras áreas geológicamente similares.

As diversas publicações foram catalogadas por assuntos e organizadas de modo a facilitar o seu manuseio durante o andamento dos trabalhos. Em lista bibliográfica anexa a este relatório (Parte IV) acham-se os diversos trabalhos consultados.

c. Fotointerpretação

Os trabalhos de fotointerpretação realizados detiveram-se com maior detalhamento as áreas piloto. Nesta área foi efetivado um rigoroso estudo fotogeológico, visando a obtenção de um maior numero possivel de dados.

No restante da área do projeto a fotointerpretação efetivada teve a finalidade de facilitar o reconhecimento geológico. Deste modo, foi realizada a transposição das unidades estratigráficas definidas nos mapas geológicos básicos (1:250.000) que cobrem a área, para as fotografias aéreas e efetivada uma fotointerpretação de caráter preliminar com o objetivo de delimitar as faixas de ocorrências das rochas manganesíferas.

1.2 Localização da Área Global do Projeto

A área do projeto (apresentada na Fig.1) foi subdividida em duas sub-áreas.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

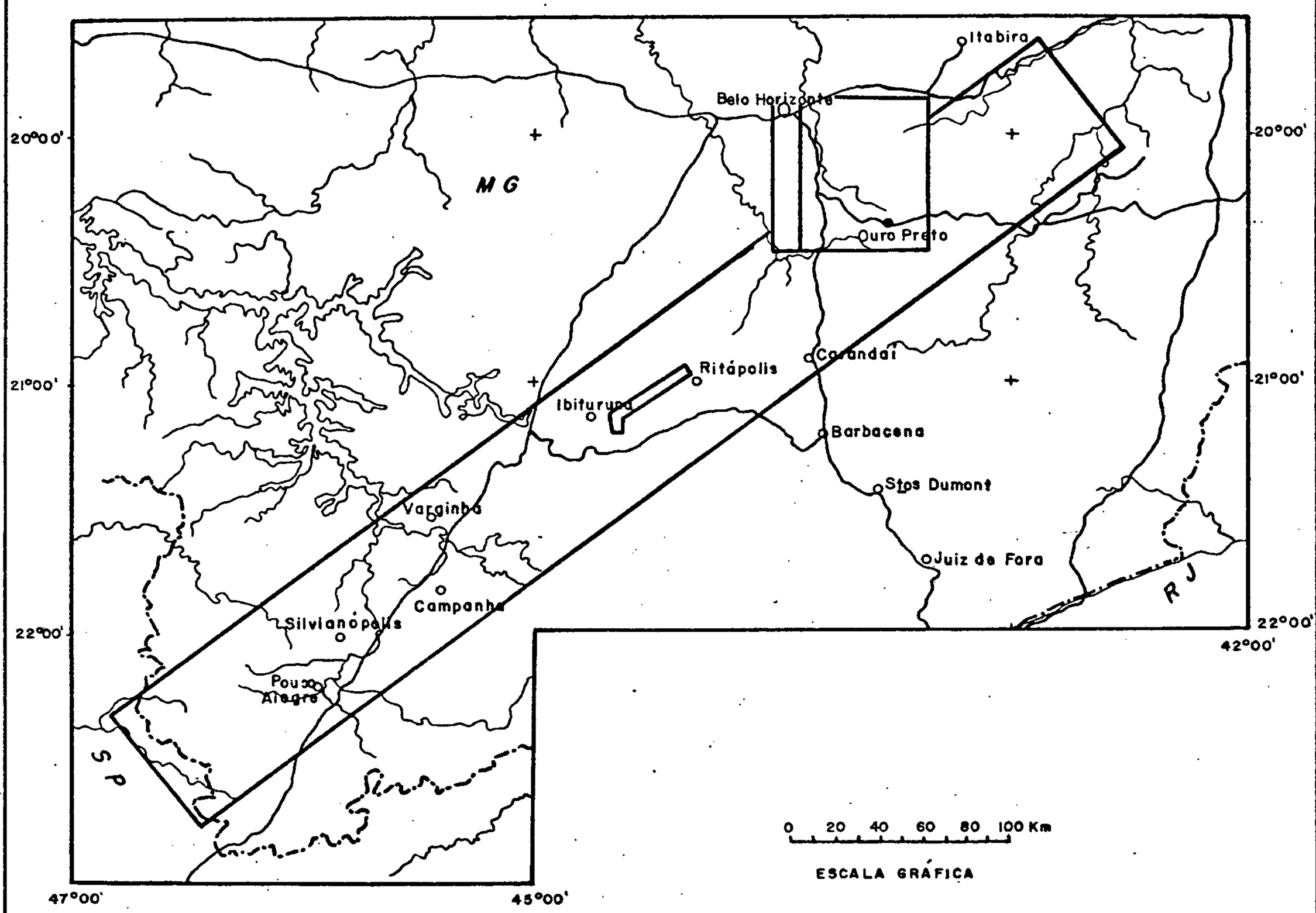



FIG. I

**Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM**

Superintendência Regional de Belo Horizonte

PROJETO MANGANÊS NO CENTRO SUL DE MINAS GERAIS

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO PROJETO

A primeira delimitada por uma faixa que se estende no sentido NE, entre os Municípios de Socorro e São José do Goiabal. É definida por um polígono cujos vértices são os seguintes:

| | | |
|---|---|---|
| 46°49'55" | - | 22°19'45" |
| 46°26'30" | - | 22°47'00" |
| 42°55'05" | - | 19°36'15" |
| 42°33'30" | - | 20°03'30" |

A extensão total desta área é de 500 km de comprimento com uma largura de 50 km, totalizando 25.000 km$^2$.

Nesta sub-área foi selecionada a área piloto denominada Ibituruna-Ritápolis, inicialmente prevista para 40km$^2$, mas por motivos geológicos ampliada para 97 km$^2$. Esta área piloto é definida por um polígono de seis lados, cujos vértices possuem as seguintes coordenadas geográficas:

| | | |
|---|---|---|
| 44°41'49" | - | 21°07'33" |
| 44°41'49" | - | 21°10'13" |
| 44°00'52" | - | 21°10'13" |
| 44°00'14" | - | 21°08'37" |
| 44°26'21" | - | 21°00'52" |
| 44°25'35" | - | 21°02'17" |

A segunda sub-área, localizada no Quadrilátero Ferrífero, é definida por um polígono, cujos vértices são os seguintes:

| | | |
|---|---|---|
| 44°00'00" | - | 19°52'30" |
| 43°22'30" | - | 19°52'30" |
| 43°22'30" | - | 20°30'00" |
| 44°00'00" | - | 20°30'00" |



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

Esta sub-área tem uma superfície de 980 $km^2$, tendo sido também selecionada uma área piloto. Esta área piloto é definida por um polígono com os seguintes vértices:

| | | |
|---|---|---|
| 44°00'00" | - | 19°52'30" |
| 43°52'30" | - | 19°52'30" |
| 43°52'30" | - | 20°30'00" |
| 44°00'30" | - | 20°30'00" |

A primeira sub-área corresponde à parte central do Estado de Minas Gerais, onde ocorre uma faixa bem definida de rochas manganesíferas, do tipo "protominério silico-carbonático ".

A segunda sub-área situa-se no Quadrilátero Ferrífero e nela encontram-se várias ocorrências de manganês relacionados ao "protominério mármore-itabirítico".

## 1.3. Objetivo do Reconhecimento Geológico

O reconhecimento geológico teve a finalidade de obter maiores informações sobre a distribuição regional das rochas manganesíferas ao longo da área do projeto.

Devido a grande extensão da área global do projeto - 25.000 $km^2$ e o objetivo primordial deste, esta atividade restringiu-se às áreas de ocorrência de rochas portadoras de minério de manganês.

## 1.4. Metodologia

Inicialmente foram selecionados os mapas geológicos já realizados na área e delimitadas as faixas prováveis de ocorrências das rochas manganesíferas.



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

Observa-se que na área em estudo, foram realizados vários mapeamentos geológicos básicos na escala 1:250.000. Alguns destes trabalhos já foram concluídos, havendo o mapa geológico final, e outros ainda estão em estágios preliminares, havendo apenas mapas de fotointerpretação.

Os trabalhos utilizados como base para o reconhecimentos geológico foram os seguintes:

a. Projeto Folha do Rio de Janeiro - realizado pela CPRM (SUREG/BH) em convênio com o DNPM (1971) - foram utilizados os mapas geológicos das quadrículas: Divinópolis (SF-23-X-A) Varginha, (SF-23-V-D) e Barbacena (SF-23-X-C).

b. Projeto Jequitinhonha - em execução pela CPRM (SUREG/BH) em convênio com o DNPM - utilizando os mapas geológicos preliminar de fotointerpretação e de compilação bibliográfica das quadrículas de Itabira (SE-23-Z-DO) e Ponte Nova (SF-23-X-B).

c. Projeto Sapucaí - em execução pela CPRM (SUREG/BH) em convênio com o DNPM - utilizando mapas geológicos preliminar de fotointerpretação das quadrículas de Campinas (SF-23-Y-A) e Guaratinguetá (SF-23-Y-B).

A partir dos dados obtidos nestes trabalhos foram selecionadas as faixas de ocorrências das rochas manganesíferas e realizado o reconhecimento geológico ( Vide Fig. 2).



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

Projeto Jequitinhonha
SUREG/BH - Esc. 1: 250 000

Projeto Folha do Rio de Janeiro
SUREG/BH - Esc. 1: 250 000

Projeto Sapucaí
SUREG/BH - Esc. 1: 250 000

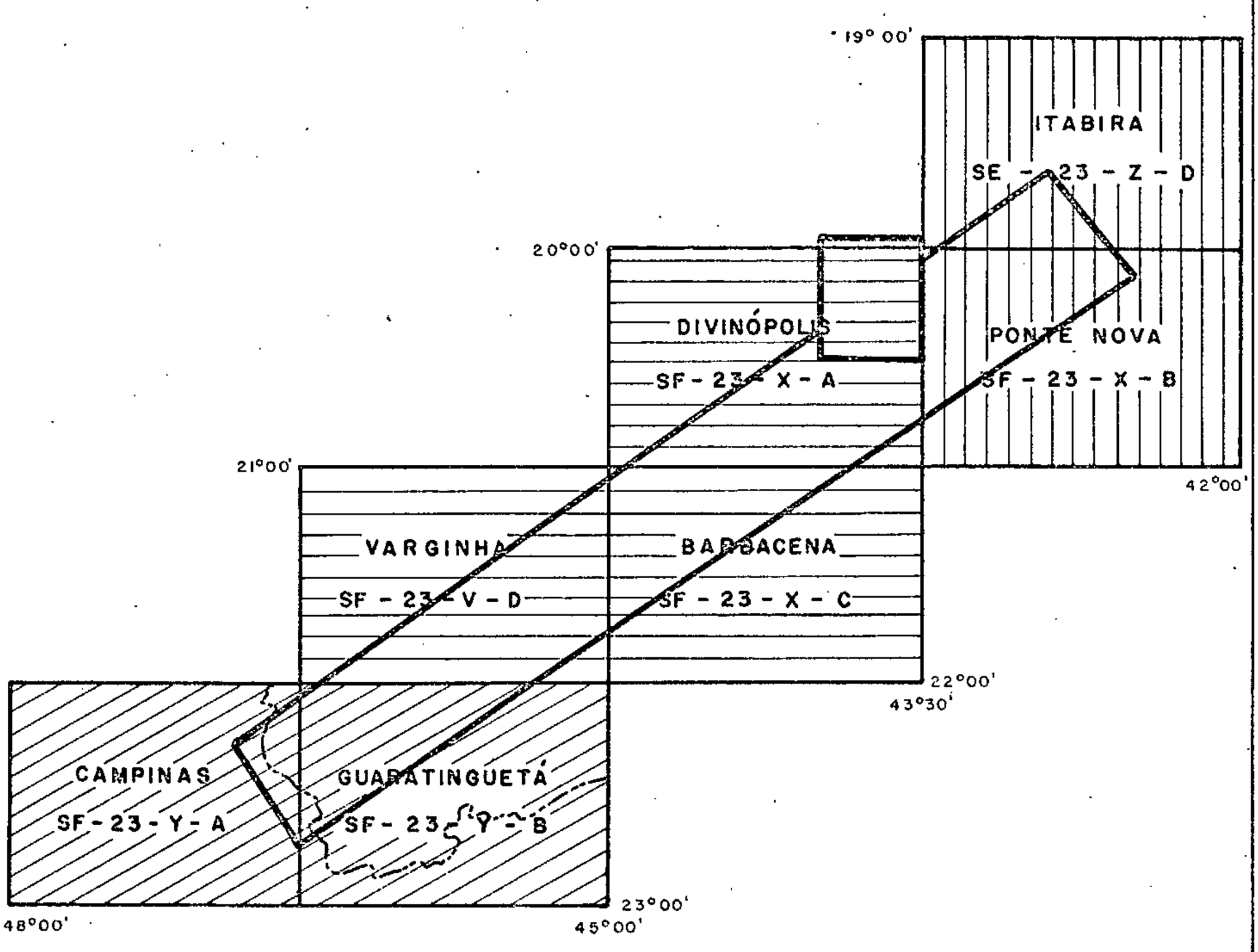



FIG. 2

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

Superintendência Regional de Belo Horizonte

PROJETO MANGANÊS NO CENTRO SUL DE MINAS GERAIS

MAPA ÍNDICE DOS TRABALHOS EXECUTADOS NA ÁREA DO PROJETO

## 2. RESULTADOS OBTIDOS

Para efeito operacional a área foi dividida em duas partes. Em anexo (Anexo II) segue um mapa com os pontos descritos.

a. Parte norte, compreendendo as folhas SF-23-X-A, SF-23-Z-D e SF-23-X-C.

b. Parte sul, compreendendo as folhas SF-23-V-D, SF-23-Y-A e SF-23-Y-B.

Na parte norte foram realizados 19 perfís geológicos, utilizando-se como bases os mapas geológicos finais do Projeto Folha do Rio de Janeiro - quadrícula de Divinópolis e Barbacena, e mapas geológicos preliminares do projeto Jequitinhonha - quadrícula de Itabira e Ponte Nova.

Nesta área o reconhecimento geológico foi realizado com maior detalhe nas áreas de ocorrências das formações Barbacena e Lafaiete. Esta última constituída de micaxistos, xistos grafitosos e rochas manganesíferas do tipo gondito e queluzito, mas genericamente denominadas por Dorr (1958) como "Protominério sílico-cabonático".

Durante os trabalhos foram coletadas 28 amostras e descritos 83 afloramentos, dentre estes, várias ocorrências de protominério foram observadas, tais como suas características e condicionamentos geológicos.

Na parte sul, foram utilizadas as bases preliminares de compilação do Projeto Sapucaí - quadrícula de Campinas e Guaratinguetá, e o mapa geológico final, da quadrícula de Varginha, do projeto Folha do Rio de Janeiro.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

Nesta área, o reconhecimento geológico foi realizado com mais detalhe na faixa de ocorrência do Complexo Amparo-Itapira, complexo este, proposto pelo projeto Sapucaí para áreas indiferenciadas de paragnaisses, migmatitos, rochas calcosilicáticas e protominério sílico-carbonático.

No reconhecimento desta área foram realizados 16 perfís geológicos e coletadas 30 amostras, tendo sido constatadas 11 ocorrências de protominério.

Algumas destas ocorrências requerem trabalhos de maior detalhe por apresentarem razoável indícios de qualidade e volume de minério. Estas áreas, em sua maioria, estão requeridas, no entanto, só uma apresenta trabalhos preliminares de pesquisa.

Abaixo, seguem relacionadas algumas das diversas ocorrências de protominério observadas durante o reconhecimento geológico e alguns dados físicos sobre elas.

a. Distrito de Saúde

- Mina do Lucas ou Retiro do Córrego Grande.

Localização: Ilhéus da Prata Grande, Município de São Domingos do Prata.

Reserva: segundo relatório lavra (1971) 265.000 toneladas.

Teor: 35% de Mn solúvel.

- Ocorrências de Jacuba, Barroso, Portão e São Bartolomeu.

- Mina Rio Sem Peixe (Município de D. Silvério)

b. Distrito de Lafaiete

- Mina do Cocuruto



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

Localização: a 23 km a SW de Lafaiete

Reserva: segundo relatório lavra (1970) 260.000 toneladas.

Teor: 35% de Mn solúvel.

- Mina da Água Preta (Jurema)

Localização: Município de Lafaiete. Limita-se com o morro da mina a NW.

Reserva: 200.000 t, segundo relatório de lavra 1947.

Teor: 36% de manganês solúvel.

- Mina de Estiva

Localização: Município de Lafaiete. 2 km a SW do Morro da Mina.

Reserva: 100.000 t, relatório de lavra, 1972.

- Mina de São Gonçalo

Localização: a 7 km a este da cidade de Lafaiete.

Reserva: 150.000 t segundo relatório de lavra 1971.

- Mina Sabino e Paiva

localização: a 7,5 km de Lafaiete.

- Mina Casa Grande

Localização: a 21 km a SW da cidade de Lafaiete

c. Distrito de São João Del Rei

- Mina de Penedo I

Localização: Município de Ibitutinga

Reserva: 250.000 t, relatório de lavra 1971



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

- Mina de Penedo II

Localização: Município de Ritápolis

Reserva: 7.153 t medidas, e 15.000 t indicadas, relatório lavra, 1969.

Teor: 30 a 40% de Mn solúvel.

- Mina da Cachoeira

Localização Município de Ritápolis. É um prolongamento do Afloramento do Lobo, incluso na área piloto Ibituruna-Ritápolis.

d. Área ao Extremo Sul do Projeto

- Diversas ocorrências nos Municípios de Jacutinga, Congonhas, São João da Mata, Espírito Santo Dourado, Bueno Brandão e Careaçu.

- Mina do Socorro

Localização: Situa-se no Município de Socorro, limite dos Estados de Minas Gerais e São Paulo.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

## 3. CONCLUSÕES

A partir dos dados obtidos no reconhecimento geológico constata-se a presença de dezenas de corpos de protominério sílico-carbonático distribuidos ao longo da área global do projeto.

Estes corpos ocorrem em faixas estratigráficas bem definidas e facilmente individualizadas no panorama geológico.

Na maioria destes jazimentos as reservas de minério de manganês do tipo óxido acham-se em vias de esgotamento. Em algumas minerações, no entanto, ainda há a presença de uma pequena reserva de minério oxidado de baixo a médio teor. (30 a 35%).

O aproveitamento do protominério sílico-carbonático está sendo levado a efeito unicamente na jazida do Morro da Mina, de propriedade da Companhia Meridional de Mineração, estando as reservas de protominério apto a ser calcinado calculadas em cerca de 6 milhões de toneladas.

A faixa compreendida entre Lafaiete e Lagoa Dourada apresenta vários corpos de protominério essencialmente carbonáticos (queluzitos) com a presença de rodocrosita, e consequentemente refletindo em um protominério enriquecido e apto a ser calcinado. As minas situadas nesta faixa produziram, no passado, cerca de 12 milhões de toneladas de óxido de manganês, de teor alto a médio. Entre as minas que constituem esta faixa carbonatada estão Morro da Mina, Cocoruto, Piquiri, São Gonçalo e Maracujá.

O Distrito Manganesífero de São João del Rei geneticamente é semelhante ao de Lafaiete-- Lagoa



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

Dourada. No entanto, o minério/protominério aflorante neste distrito é silicoso (gondito) e o carbonato não ocorre em superfície. O minério oxidado foi intensamente lavrado em todos os jazimentos desta faixa, estando atualmente semi-exaurido, restringindo-se a uma pequena reserva de minério de muito baixo teor. Quanto a utilização do protominério, em nenhuma mineração foram efetivadas pesquisas neste sentido. Atualmente, apenas duas minerações estão em atividades neste distrito: mina do Geminal e Penedo.

A terceira faixa de rochas manganesíferas situa-se no extremo sul da área e prolonga-se em direção ao Estado de São Paulo. O protominério aflorante apresenta as mesmas características observadas no Distrito de São João del Rei, é silicoso com carbonatos ausentes em superfície. A maioria das ocorrências estão ainda em estado nativo, sem nenhuma exploração, havendo algumas com minério oxidado de bom teor e em volumes aparentemente considéráveis, como é o caso das ocorrências de Jacutinga e Socorro.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

## 4. RECOMENDAÇÕES

Os dados obtidos pelo reconhecimento revelaram a existência de vários corpos de protominério com bons indícios de mineralização. Na faixa situada no extremo sul da área os corpos apresentam, aparentemente, razoáveis reservas de minerio oxidado. Na faixa Lafaiete - Lagoa Dourada, a presença de protominério carbonático foi observada em vários pontos. Deste modo, sugere-se:

a) - Selecionamento das melhores áreas

b) - Coleta de amostras representativas para análises químicas.

c) - Realização de perfís geológicos detalhados (escala - 1:2.000) nos corpos mais promissores.

d) - Plano de Sondagem racional.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

PARTE III- ÁREA PILOTO IBITURUNA-RITÁPOLIS

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Objetivo, Localização da Área e Acesso

Com o objetivo de delimitar as ocorrências de rochas portadoras de minério de manganês, e obter parâmetros para orientar a sondagem, foi realizado o mapeamento geológico, na escala 1:10.000, da faixa denominada Ibituruna-Ritápolis, que possui uma área aproximada de 97km$^2$, abrangendo os municípios de Ibituruna, Nazareno, São Tiago, Cassiterita e Ritápolis. A área em questão é limitada por um polígono de seis lados, cujos vértices possuem as seguintes coordenadas geográficas: (Fig. 3).

| | | |
|---|---|---|
| 44°41'49" | - | 21°07'33" |
| 44°41'49" | - | 21°10'13" |
| 44°00'52" | - | 21°10'13" |
| 44°00'14" | - | 21°08'37" |
| 44°26'21" | - | 21°00'52" |
| 44°25'35" | - | 21°02'17" |

Esta área foi escolhida para início dos trabalhos de mapeamento, por apresentar maior concentração de rochas manganesíferas, possuindo a mesma, várias minas, algumas das quais acham-se submetidas desde muito tempo, a uma lavra predatória e outras abandonadas ou mesmo exauridas.

Durante os trabalhos de campo foram separados os diversos tipos litológicos da área, onde procurou-se observar suas relações mútuas, o que nem sempre foi possível devido ao elevado grau de decomposição em que se



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

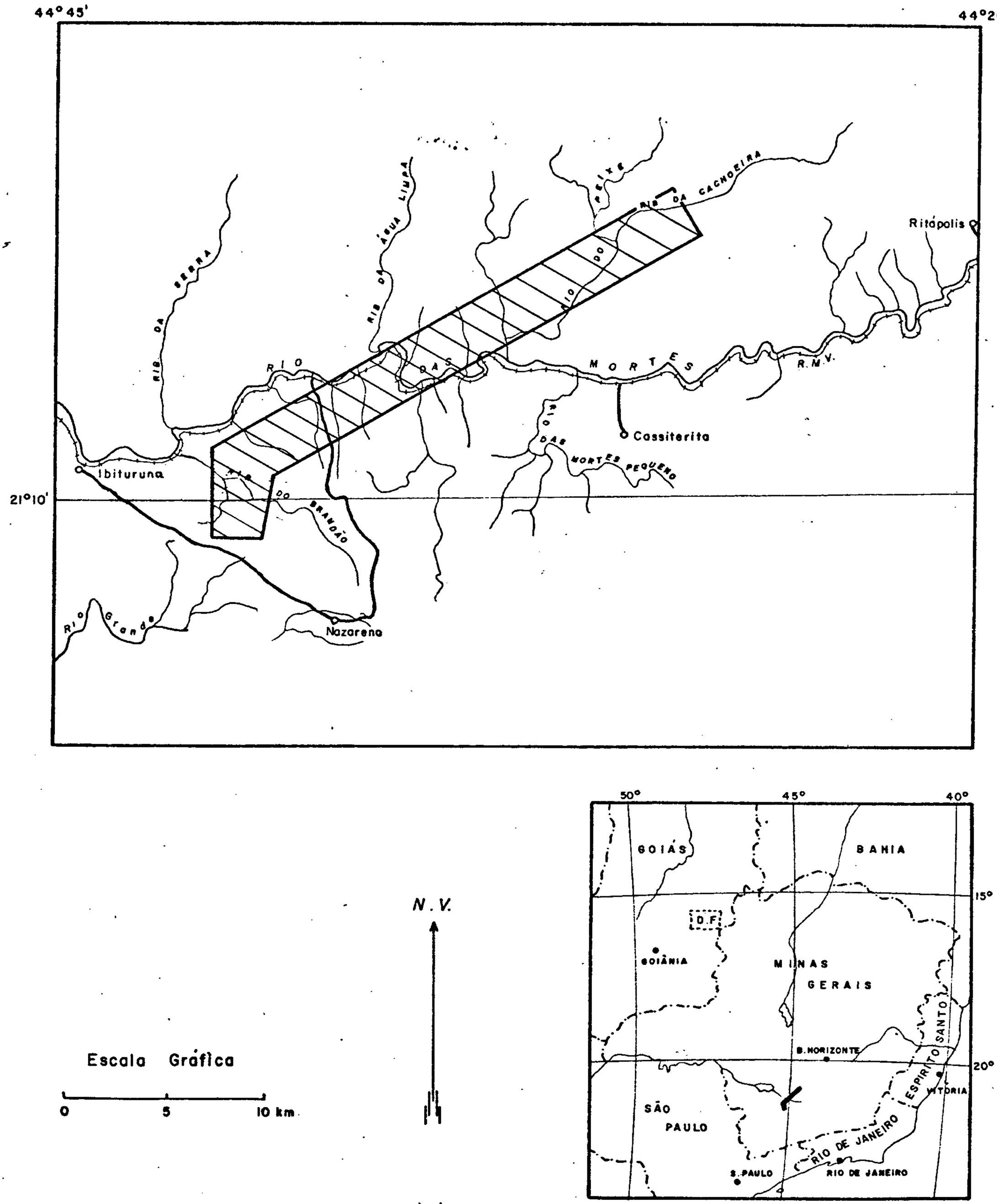



FIG. 3

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

Superintendência Regional de Belo Horizonte

PROJETO MANGANÊS NO CENTRO SUL DE MINAS GERAIS

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA PILÔTO DE IBITURUNA - RITAPÓLIS

encontram essas rochas.

O acesso a área é feito através das estradas que ligam os municípios de Bom Sucesso - São Tiago, Ibituruna - Nazareno, São Tiago - Cassiterita, além das estradas secundárias que ligam Mercês da Água Limpa - Fazenda Rio do Peixe, Mercês da Água Limpa - Fazenda Cachoeira e Coqueiros - Estação de Nazareno. Pode também ser feito através da estrada de ferro da V.F.C.O. que, margeando o rio das Mortes, corta grande parte da área.

## 1.2 Aspectos Sócio-Econômicos da Área

Os principais aspectos econômicos da região estão ligados a agricultura, tendo o café e o feijão como seus principais produtos. Na pecuária os rebanhos bovinos prevalecem sobre os demais. Há pequenas indústrias, sobressaindo-se os diversos laticínios aí existentes, e algumas minerações, destacando-se a COSIM, Cia. de Estanho de São João Del Rey, São Marcos, todas em atividades, além de alguns garimpos esparsos à procura de ouro e cassiterita nas aluviões.

## 1.3 Trabalhos Anteriores

Como na área em estudo já foram realizados diversos trabalhos, sendo alguns em escala regional e outros visando às diversas mineralizações existentes, faz-se necessários alguns breves comentários sôbre os mesmos.

Em 1939, Alberto Ildefonso Ericksen quando em estudo para a confecção da "Geologia da Folha de



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

São João del Rei", emitiu considerações sôbre a geologia da área e descreveu algumas jazidas de manganês. Estas observações encontram-se no Boletim nº 36 da SGMB.

Otávio Barbosa e Arrojado Lisboa estudaram de maneira sucinta todas as minas de manganês da área inclusive fornecendo às reservas das mesmas. Esses estudos encontram-se no Boletim nº 41 da DFPM em 1940.

Em 1953, Iphigênio Soares Coelho, estudou todos os depósitos manganesíferos da região, na sua tese sôbre "Minério de Manganês na região de São João del Rei" onde faz alusão a origem, rochas encaixantes, além de comentários sôbre a geologia regional.

Djalma Guimarães e Wladimir Belezkij, em 1956, no trabalho intitulado "Mineralização Tantalo-Estanífera e Uranífera de São João del Rei", fazem o estudo petrografico das rochas da região e contribuem para a elucidação de problemas relativos à geologia estrutural.

Em 1958, Heinz Ebert e outros, no trabalho "Levantamento Geológico da Região de São João del Rei", sintetiza os principais aspectos geológicos da região, sendo o responsável pela definição da "Formação Lafaiete", esta caracterizada principalmente por conter a rocha matriz de importantes jazidas de manganês.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

## 2. ASPECTOS FISIOGRÁFICOS E MORFOLÓGICOS

### 2.1 Clima

Devido à altitude, o clima desta região é mais subtropical. A temperatura máxima dificilmente ultrapassa a marca dos 24°C, caindo bastante durante o inverno, chegando a poucos graus acima de zero. A média anual de temperatura está em torno de 19°C.

As chuvas caem em épocas bem definidas, geralmente de novembro a março, que é o período de verão. A estação seca predomina durante o inverno, que vai de junho a setembro. A precipitação pluviométrica média anual fica em torno de 1.000 mm.

### 2.2 Vegetação

A vegetação é muito pobre, predominando os campos apropriados para pastagens. Estes campos são constituidos, em sua maior parte, por gramíneas, destacando-se entre elas o "Capim Gordura" (Melinis minutiflora), e por árvores esparsas, de tronco retorcido, assemelhando-se ao cerrado.

Antigamente esta região era coberta por extensas matas, que foram gradativamente devastadas pelos criadores, agricultores e carvoeiros. Atualmente, dessa zona de mata, restam poucos trechos florestais descontínuos em alguns espigões e em alguns cursos d'água, onde o solo é mais úmido.

Esta remoção florestal ocasionou intenso esgotamento do solo, devido às queimadas periódicas e à no



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

va cobertura vegetal com fisionomia campestre.

Em substituição às matas, além dos campos para criação de gado, desenvolveu-se a agricultura de subsistência, com plantações de café, feijão, milho e arroz, que são os principais produtos agrícolas da região.

Nas áreas próximas de minerações, onde a remobilização de terras é grande, pratica-se o reflorestamento através do plantio de eucaliptos.

## 2.3 Hidrografia

A região abrangida pela área é banhada pela bacia do Rio das Mortes. Desta bacia, o principal afluente é o Rio do Peixe, que corta a área tanto em sentido norte-sul (folhas 8 e 9), quanto em sentido NE-SW (folha 7). Outros afluentes que contribuem para esta bacia são os ribeirões do Brandão, da Água Limpa, do Palmital, da Prata e da Cachoeira.

Como principal curso d'água da região, o Rio das Mortes possui águas calmas com apenas algumas corredeiras e grandes depósitos de areia em seu leito, além de extensas aluviões em suas margens. Esta deposição é ocasionada pelo crescente desmatamento dos vales e pelo constante acúmulo de detritos provenientes da lavagem de minério nas minerações existentes no longo do seu curso.

## 2.4 Relevo

A topografia é bastante ondulada e constituida por morrotes e colinas de decomposição profunda, onde as encostas formam vales de fundos amplos e parcialmente



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

ocupados por cursos d'água, A topografia é determinada principalmente pela litologia. Assim, onde predominam os xistos e os gnaisses, os morrotes e colinas são arredondados e rebaixados, apresentando uma altitude baixa e mais ou menos constante. Onde predominam os granitos, a topografia torna-se mais acidentada, ocorrem as maiores altitudes, os morros são escarpados e os vales mais fechados.

A variação de altitude é de aproximadamente 250 m, indo de 850 m até 1.100 m. Isto se deve aos intensos falhamentos ocorridos na região.

Nos terrenos de xistos e gnaisses a decomposição é principalmente química, resultando em uma espessa camada de solo, enquanto que nos terrenos de relevo mais saliente (granitos), pouco revestidos pela vegetação, a desagregação mecânica encontra campo preparado pela tectônica, favorecendo a descamação superficial e o desplacamento esferoidal, resultando em áreas de pouco solo com formas de pão de açucar.

# 3. GEOLOGIA REGIONAL

## 3.1 Comentários Gerais

Escassos trabalhos geológicos de âmbito regional foram realizados na área Centro-Sul do Estado de Minas Gerais, que apresenta uma geologia ainda muito controvertida.

Porém, como se trata de uma região muito extensa e sendo que o presente trabalho se concentra mais em uma determinada parte da mesma, sobre uma área previamente estabelecida, foi por bem, necessário delimitar uma faixa maior que englobasse os aspectos da geologia regional, procurando descreve-la, considerando-se o caráter de pesquisa que é o objetivo primordial deste trabalho.

Por isso, delimitou-se parte da região, englobando toda a faixa Ibituruna-Ritápolis, onde ocorrem tipos litológicos diferentes que serão estudados a seguir.

A região então delimitada para este estudo está definida ao norte pela cidade de São Tiago, a leste pela serra de Bonsucesso e Ibituruna, a oeste por Santa Rita do Rio Abaixo e ao sul por Nazareno.

Esta região apresenta em larga escala ocorrências de rochas granito-gnaissicas, seguindo-se em predominancia rochas de carater metassedimentar e metabásítica.

Ainda, repousando discordantemente sobre estas seguem-se os micaxistos com intercalações de gondito e as rochas que constituem a serra de Bonsucesso e Ibituruna, consideradas pertencentes a Série Minas, que são filitos, itabiritos e quartzitos.



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

Portanto, trata-se de uma região onde ocorrem e predominam rochas metamórficas cortadas por veios de pegmatitos e diques diabásicos.

## 3.2 Unidades Estratigráficas

### 3.2.1 Complexo Granito-Gnáissico Indiviso

As rochas que constituem este Complexo distribuem-se amplamente em toda a região considerada e predominam sobre as demais. Trata-se de gnaisses, migmatitos e granitos indiferenciados, ocorrendo as vezes metabasitos.

Estas rochas foram submetidas a processos intensos de granitização. Possuem granulação e composição mineralógica variáveis e apresentam-se bastante feldspatizadas, tendo como minerais essenciais o quartzo, microclina, oligoclásio, biotita, hornblenda verde, epidoto e como acessórios o zircão, apatita, ilmenita, etc.

Ocorrem desde granito-gnaisses até gnaisses perfeitamente bandeados.

O relevo encontrado na região deste complexo varia desde peneplanizado até dissecado, quando destacam-se formas de pães de açucar.

Estas rochas são consideradas Arqueozóicas e Otávio Barbosa (1953) englobou-as na "Série Mantiqueira", definida pelo mesmo. No entanto, outros autores não constataram sua existência.

### 3.2.2 Série Barbacena

A sequência de rochas que constitue a



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

série assim definida pelos autores Otávio Barbosa e Ebert abrange as fácies sedimentar e metabasítica, sendo que grande parte das rochas assim definidas sofreu granitização.

Esta sequência, na região em estudo apresenta menor distribuição, geralmente em corpos alongados no sentido ENE-WSW.

A fácies sedimentar engloba rochas originadas à base de sedimentos (meta-grauvacas), quando são encontradas micaxistos com camadas quartzíticas, exibindo com grande frequência minerais como feldspato e biotita, gnaisses diversos e migmatitos. As vezes torna-se impraticável a separação destes gnaisses ricos em biotita e feldspato dos micaxistos.

Há mesmo autores que denominam estes gnaisses de micaxistos feldspáticos.

Na Série Barbacena há um aumento da percentagem de quartzito na direção norte e oeste, principalmente nos municípios de Ibituruna, Bonsucesso e Nazareno. Devido a este fato Belezkij (1956) chegou a atribuir idade Itacolomi a determinadas partes desta série.

A fácies metabasítica refere-se às rochas enquadradas na categoria de xisto-verde e caracteriza-se por cloritaxistos, anfibolitos, metadiabásios, metagabros, metahornblenditos, serpentinitos, talcoxistos, tremolita-xistos, etc.

Otávio Barbosa atribui a origem destas rochas aos ofiolitos da fase geossinclinal.

### 3.2.3 Formação Lafaiete



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

Esta formação foi definida e separada da Série Barbacena por Ebert e segundo este autor repousa discordantemente sobre as rochas da série anteriormente estudada. Muitos autores não veem nítida separação entre estas rochas e dificilmente são encontradas amostras frescas. As únicas que se tem referencia são provenientes do distrito manganesífero de Lafaiete, no Morro da Mina. A maioria estudada acha-se em elevado estado de decomposição.

Foi portanto definida como Formação Lafaiete aquela que encerra a rocha matriz responsável pela presença de importantes depósitos de minério de manganês.

Segundo trabalhos de mapeamento regional já realizados na área, esta formação apresenta-se em corpos alongados na direção ENE-WSW, sotopostos a Série Barbacena.

Litologicamente, trata-se de micaxistos de granulação fina, anfibolitos e gondito. Estas rochas estão cortadas por veios graníticos e aplíticos. Esta formação é também considerada por Ebert como Arquena.

A inclinação das camadas é muito acentuada em consequência de um dobramento quase isoclinal. É muito comum ocorrerem dobramentos com eixos inclinados até verticais resultantes de uma tectônica de pregueamento.

Os depósitos de manganês os quais encerra, estão estreitamente ligados às rochas de caráter silico-carbonático que constituem o que se denomina de protominério de manganês.

Esta formação se separa daquelas algonquianas por conter veios ácidos que a cortam discordantemente e corpos de rochas ultrabásicas intercaladas. Portanto, esta formação possui carater intermediário entre a Série



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

Barbacena e as formações algonquianas

Todo o magmatismo ácido presente é atribuido à fase pré-algonquiana e a Formação Lafaiete é considerada como membro mais novo do Arqueano.

Sua espessura foi calculada em aproximadamente 500 metros.

### 3.2.4 Série Minas

As rochas pertencentes a esta série, dentro da faixa considerada neste trabalho, só aparecem na Serra do Bom Sucesso que é constituída por itabirito, quartzito e filitos.

Segundo trabalhos de geologia e geofísica realizados na região de São João del Rei por Ebert (1958), esta serra representa um sinclinal apertado entre rochas da Série Barbacena.

Foi verificada acentuada inclinação das rochas aí ocorrentes, chegando mesmo quase à verticalidade. Não se notou evidência de discordância entre ambas as séries em contato.

### 3.2.5 Diabásios

Toda a sequência de rochas metamórficas da região estudada encontra-se cortada discordantemente por diques de diabásios segundo as direções NNW-SSE e NNE-SSW. Estas rochas são consideradas de idade triássica, estando enquadradas na tectônica do Mesozóico.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

### 3.2.6 Aluviões e Eluviões

As formações aluvionares que ocorrem em pequenas faixas sedimentares, compostas principalmente de seixos de quartzo, areia e material argiloso, não apresentam grande expressividade em dimensões porém refletem alto potencial econômico. São portanto consideradas valiosas por conterem minerais de grande interesse industrial.

Sabe-se que houve grande movimentação de garimpo para ouro na região e ainda há vestígios destas explorações em escala reduzida.

Atualmente o maior interesse dos pesquisadores em relação às aluviões existentes encontra-se na pesquisa e exploração da cassiterita, titanita, columbita, etc, sobretudo nos arredores de São João del Rei, margeando o rio das Mortes.

Estas formações são consideradas de idade Quaternária.

Quanto aos elúvios, estes são ainda em menor escala e ocorrem dispersamente na região. Também são tidos como fonte de importância porque têm se transformado em grandes jazidas. São resultantes da meteorização de rochas compostas de minérios mais resistentes como é o caso de pegmatitos com minerais pesados, rochas manganesíferas, etc. Nestes, as partículas de minerais ou rochas apresentam-se angulosas em meio a um material inconsistente, com granulação muito variável , onde a rocha primitiva conserva sua estrutura original. Regionalmente são inexpressivas nas escalas pequenas de mapeamento mas sua importância é acentuada pelos autores no campo da geologia econômica.



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

# 4. GEOLOGIA DA FAIXA IBITURUNA - RITÁPOLIS

## 4.1 Comentários Gerais

A faixa Ibituruna-Ritápolis abrange uma área constituída em quase sua totalidade de rochas metamórficas e pequenas coberturas sedimentares que contorna na sua maioria os rios e ribeirões de maior porte.

Diversos autores publicaram trabalhos geológicos de âmbito regional e local referente à região centro-sul de Minas Gerais e destes pode ser extraída uma coluna litoestratigráfica da sequência de rochas encontradas. Esta coluna, abrange idades desde Arqueozóico até o Quaternário.

Da coluna geral apenas parte dessas rochas ocorre na faixa ora estudada merecendo, portanto, meticulosos estudos.

A parte mais antiga da área, também para todo o Estado de Minas Gerais, é constituída pelo Complexo Granito-Gnáissico indiviso que foi primeiramente dividido e estudado por Otávio Barbosa em 1952, o qual aventou a hipótese destas rochas pertencerem à "Série Mantiqueira", termo este, criado pelo mesmo autor.

Sobreposta a este complexo de rochas tem-se a "Série Barbacena" cujos primeiros trabalhos consagrados à mesma foram feitos também por Otávio Barbosa em 1952 (Congrès Geologique Internacional - Alger) que assim definiu as rochas Arqueozóicas que apresentam duas fácies: uma sedimentar, metagrauvacas e outra metabásítica, xistos verdes.



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

Posteriormente Heinz Ebert (1956) redefiniu a Série Barbacena e apresentou uma nova divisão da mesma, quando separou uma sequência estratigráfica mais nova atribuída ao Algonquiano (Proterozóico) de rochas mais antigas (Arqueozóicas).

Estas rochas Algonquianas ou Proterozóicas foram agrupados em unidades distintas constituindo as Formações Carandaí, Barroso e Prados.

Também separou da Série Barbacena por inconformidade, os micaxistos, anfibolitos e gonditos que denominou de Formação Lafaiete. Esta formação, no conceito de Ebert, possui caráter intermediário entre a Barbacena e o Algonquiano, e é considerado o membro mais novo do Arqueano.

Nesta formação ocorrem depósitos importantes de minério de manganês provenientes da oxidação do protominério (gondito e queluzito).

O termo "queluzito" foi definido por Derby (1901), estando esta denominação ligada à cidade de Queluz, atualmente Conselheiro Lafaiete (MG). Este tipo de protominério engloba as rochas Sílico-Carbonatadas responsáveis por jazidas conhecidas de manganês.

Já o termo "gondito" é proveniente da India e foi definido por Fermar. É aplicado às rochas cujos componentes essenciais são o quartzo e a granada manganesífera. Estas foram designadas também de queluzito por Derby (1903) porém por analogia com os "gonditos" da India ficaram assim definidas.

No entanto diversos autores consideram impróprio o uso dos termos gondito e queluzito quando se referem ao protominério de alguns depósitos manganesíferos. Is



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

to por causa da possibilidade da ocorrência de carbonato de manganês em ambos os tipos e do intenso intemperismo das rochas no Brasil, mascarando assim a identificação exata do protominério. Por isso preferem a utilização do termo genérico "Protominério de Manganês Sílico-Carbonático" como J. V.N. Dorr II, A. Horen, I.S. Coelho (1958). (Vide Anexo III)

## 4.2 Unidades Litológicas

### 4.2.1 Granito-Gnaisses Indiferenciados

Estas rochas se distribuem em determinados locais da área em apreço e são consideradas as mais antigas da região.

A nordeste, são mais abundantes, começando em uma faixa mais larga, estreitando-se para o sul. Estão em contacto com diferentes tipos litológicos, ocorrendo desde a fazenda da Cachoeira, passando próximo a jazidas do Lobo, envolve um trecho do rio do Peixe e inflete para o norte.

Acham-se em contato por falhamento com os micaxistos nas folhas 8 e 9, em contato brusco com os metabasitos e micaxistos na folha 7, estando parte do contato com estes últimos, encoberta por uma faixa quaternária ao longo do rio do Peixe.

Ao sul, na folha 6, estas rochas ocorrem escassamente nos arredores de chácara José da Cruz e estão em contato direto com os metabasitos.

A nordeste, a faixa de granito-gnaisse estende-se desde a fazenda Sobradinho envolvendo grande trecho do rio das Mortes que a corta da direção NE-SW, passa

pelo sítio Santa Cruz, pela fazenda de Joaquim Ribeiro terminando no rio das Mortes, na folha 1.

Estas rochas estão em contato em quase toda a extensão com gnaisses diversos supostamente mais novos, estando o contato mascarado pelo alto grau de decomposição das rochas. Somente em alguns locais observa-se uma passagem gradativa entre as rochas granito-gnáissicas e os micaxistos.

Ao sul de folha 2, nas propriedades da fazenda dos Macacos, o contato com os micaxistos é por falhamento.

Macroscopicamente, a granulação observada é variável de média a grosseira, as cores são de tonalidades claras e as rochas estão em grande parte semi-alteradas. Os minerais essenciais são quartzo, feldspato e minerais ferromagnesianos, às vêzes ocorrendo também a granada em quantidades apreciáveis.

Apresentam-se fraturadas com muita frequência e cortadas por veios quartzo-feldspáticos ou de quartzo. Nas rochas graníticas não se observa qualquer orientação dos componentes mineralógicos ao passo que nos gnaisses a orientação é pronunciada, principalmente dos minerais ferromagnesianos. Em muitos locais, como na fazenda do Sobradinho, há grandes concentrações de epidoto nas rochas.

Quando predominam o quartzo e o feldspato a orientação se torna incipiente e a biotita ocorre escassamente. Em geral a foliação destas rochas é NE/SE, sendo o valor dos angulos muito variável.

Quanto às características microscópicas estas são observadas em lâminas nas quais as rochas gnáis-



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

sicas mostram-se foliadas, tendo como minerais essenciais quartzo, feldspato e em alguns casos anfibólio e epidoto.

O quartzo ocorre em geral xenomórfico, com arranjo em mosaico, fraturado e com forte extinção ondulante. O feldspato mais comum é o plagioclásio ocorrendo comumente geminado e fraturado.

A microclina em muitas destas rochas está presente podendo se constituir em um mineral essencial como é o caso de certos granitos. Ocorre intersticialmente ou associada com o plagioclásio e contem às vezes inclusões de outros minerais presentes na rocha. Nota-se também a substituição de grãos de plagioclásio irregularmente pela microclina.

Os minerais varietais mais comuns são biotita, granada, epidoto, magnetita e zircão. São encontradas também clorita, sericita e biotita como produtos de alteração.

Nas áreas de ocorrências destas rochas o relevo é peneplanizado ou abrupto, destacando-se em áreas de predominância de granitos, morros tipo pães de açucar, outros bastante escarpados.

Muitos autores se referem a existência de horsts e grabens nesta região que podem ser os responsáveis pela morfologia exibida.

O solo encontrado é geralmente areno-argilòso vermelho ou amarelo.

### 4.2.2 Gnaisses

Os gnaisses ocorrem em uma larga faixa interrompida a nordeste da folha 1 e ao norte da folha 2.



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

Localizam-se ao sul e a leste do rio das Mortes, ao norte das fazendas Ribeirão e Açude, e a oeste da Fazenda Conduca.

Sua composição, na maior parte aflorante, é de difícil reconhecimento devido ao adiantado grau de decomposição em que se encontra. Como resultado desta decomposição, aparece um solo areno-argiloso, que, às vezes, apresenta remanecentes da estrutura original da rocha.

Quando a foliação ainda é visível nota-se o intenso dobramento a que foi submetida esta rocha. O fraturamento é quase sempre indicado pela presença de veios de quartzo e pelo óxido de manganês, que normalmente impregna as fraturas. Estas, algumas vezes, são de âmbito regional.

Em alguns locais, como às margens do ribeirão do Brandão (folha 2), o gnaisse ocorre menos decomposto, sendo constituido por quartzo, feldspato, anfibólios e alguma biotita. O quartzo, em pequenas lentes, junto dos prismas alongados de anfibólio e das finas placas de biotita, dão uma orientação à rocha.

Nas proximidades da fazenda Ribeirão o gnaisse, apesar da decomposição, exibe partes mais biotíticas e partes mais quartzo-feldspáticas. Estas são bastante arenosas e claras, enquanto que aquelas são argilosas e apresentam uma coloração avermelhada, devido à alteração da biotita. Os grãos relictos demonstram que o feldspato era porfiroblástico.

Relações de contato: O contato com o xisto em toda a extensão sul é de carater transicional, havendo a intercalação entre estas por longos trechos. Às



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

vezes, como acontece à leste e nas proximidades da Fazenda Ribeirão, o contato se dá através de falhas. Quando isso ocorre, os gnaisses se tornam fortemente cataclásticos, havendo a sericitização do feldspato e o aparecimento do epidoto em sua composição.

O contato com as rochas predominantemente graníticas é normal, como ocorre próximo à Fazenda Sobradinho e ao sul da Fazenda de Joaquim Ribeiro.

Entre os gnaisses e as rochas básicas, como na Fazenda Conduca, o contato também é normal.

Em toda a área mapeada os contatos não são observados diretamente, pois as rochas estão bastante meteorizadas. Estes contatos foram traçados à partir de diferenças de solo e de litologia, quando esta apresentava um grau menos elevado de decomposição.

### 4.2.3 Micaxistos

Ocupam a maior parte da área mapeada. Encontram-se totalmente decompostos, identificados apenas onde a erosão produziu imensas vossorocas, ou em galerias abertas para a extração de minério de manganês, onde se percebe a estrutura original conservada, porém, com a total transformação dos constituintes minerais.

Predominam micaxistos ricos em feldspatos e biotita, às vezes grafitosos, de granulação fina a média, originados do metamorfismo sobre grauvacas intercaladas com camadas de quartzito e cortados por veios de quartzo. Estão bastante dobrados e fraturados, denunciando os intensos esforços a que foram submetidos, e associados a rochas metabasíticas (anfibolitos, cloritaxistos, talcoxistos, me-



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

tagabros, etc) alteradas.

O relevo encontrado na faixa onde ocorre este conjunto de rochas é caracterizado por se apresentar levemente ondulado, com os morros possuindo geralmente forma arredondadas, de encostas suaves e vales abertos. Destacam-se os fenômenos de vossorocas, muito importantes na área, como fonte de informações sobre a composição e estrutura das rochas, pois a espessa cobertura eluvionar é retirada pela enxurrada, e os micaxistos mesmo decompostos, podem ser facilmente identificados.

O solo apresenta-se argiloso, de coloração vermelho escuro, possuindo partes de coloração ferruginosa, devido a presença de óxido de ferro, proveniente da alteração de minerais ferro-magnesianos.

Do ponto de vista econômico, os micaxistos são importantes, não só por se encontrarem intimamente associados a rochas portadoras de minério de manganês como também por serem cortados por fraturas, principalmente aquelas que possuem direções NO e NE, associados a pegmatitos (fls. 3, 5 e 6), portadores de cassiterita, djalmaita, espodumenio, tantalita e columbita, que fazem parte da província estanífera de São João del Rei.

### 4.2.4 Protominério Sílico-Carbonático

#### 4.2.4.1 Aspectos Geológicos

As rochas manganesíferas apresentam, ao longo de toda a área, uma continuidade bem definida na direção ENE-WSW. Estão associadas a micaxistos e xistos grafitosos, estando muitas vezes deslocadas lateralmente por fa



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

lhamentos ou possíveis dobramentos de maior amplitude.

O protominério ocorre sempre alterado, tem coloração escura, granulação fina e são cortados frequentemente por veios ácidos discordantes.

Microscópicamente, o gondito é uma rocha granoblástica, fina, constituida essencialmente de espessartita, quartzo, argila e minerais opacos em pequena proporção. O mineral dominante é a espessartita, que ocorre em grãos bastante fraturados e alterados. A argila ocorre associada a outros minerais e é de origem secundária. Os opacos, óxidos de manganês e ferro, resultam em parte da alteração da granada. O quartzo apresenta-se em pequenos grãos fraturados e preenchendo fraturas.

Micaxistos alterados e localmente xistos grafitosos, são as rochas encaixantes do protominério, tendo com este relações normais de contato e os mesmos reflexos estruturais. Observa-se, no entanto mergulhos mais acentuados nos corpos manganesíferos, muitos dos quais completamente verticalizados.

A alternância de leitos de micaxistos e xistos grafitosos com camadas de protominério é uma constante em toda a área, formando deste modo uma faixa aflorante bem definida e de fácil reconhecimento.

Esta faixa aflorante é quase sempre estreita, apresentando dimensões não mapeáveis na escala em uso (1:10.000). Nas áreas que constituem antigas minerações a espessura aflorante desta faixa é mais proeminente, atingindo até 100 metros na mineração Germinal- Castanheira-Aquino. Em média, a dimensão menor de faixas de rochas manganesífera é em torno de 50 metros.



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

As camadas de protominério ocupam posições intermediárias nestas faixas e a sua espessura aflorante máxima é de 15 metros, na mina do Aquino (região da Rocha Larga); camada esta já totalmente lavrada em minério, só havendo atualmente resquícios de sua antiga possança. A espessura média das camadas é de 5 a 4 metros nas antigas minerações (Macacos, Ribeirão, Sumaré e Cachoeira). Nas demais ocorrências a espessura aparente vai de centímetros a 1 metro.

A faixa de rochas manganesíferas apresentam uma continuidade bem definida totalizando uma extensão de 15 km. Esta faixa, sofre pequenas interrupções e deslocamentos laterais devido a falhamentos recentes ou a dobramentos de maior amplitude mascarados atualmente pelo intenso tectonismo sofrido pelos metassedimentos. É comum a presença de blocos de gondito alterado dispersos em quartzitos com pontuações de granadas semi-alteradas, seguindo o mesmo alinhamento dos corpos maiores, geralmente localizados em altos topográficos.

Foram realizadas 68 análises químicas em amostras superficiais do protominério. Estas amostras foram coletadas em diversos pontos, tendo o caráter seletivo. Nas ocorrências maiores foi realizada uma amostragem representativa com a coleta de material de diferentes qualidades, sendo o teor médio resultante de zonas mais enriquecidas, onde o protominério acha-se fraturado e ainda há a presença de algum minério-óxido, e de zonas onde apenas aflora o gondito alterado.

Segue a tabela I, onde se tem os teores médios superficiais dos principais corpos, tendo sido considerado únicamente valores acima de 10% de Mn solúvel.



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

CPRM

## ANÁLISES QUÍMICAS

TABELA. 1

| LOCALIDADE | Mn SOLÚVEL HCL(%) | $SiO_2$ (%) | Fe TOTAL (%) | $Al_2O_3$ (%) | P | P. F. | VALORES PONTUAIS | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Max. | Min. |
| Macacos | 24,78 | 23,70 | 5,31 | 10,15 | 0,08 | 12,31 | 43,32 | 10,56 |
| Ribeirão | 21,45 | 22,53 | 8,23 | 12,75 | 0,05 | 13,72 | 26,95 | 15,95 |
| Chá | 18,42 | 34,11 | 5,82 | 9,40 | 0,02 | 15,06 | 23,48 | 13,36 |
| Cachoeira | 16,53 | 19,80 | 13,32 | 13,40 | 0,01 | 13,11 | 22,00 | 12,89 |
| Açude | 28,36 | 15,46 | 14,12 | 12,76 | 0,06 | 14,98 | 35,22 | 13,22 |
| Baú | 28,48 | 18,10 | 9,81 | - | - | - | 36,14 | 21,11 |
| Cachoeira | 20,95 | 22,31 | 11,89 | 12,90 | 0,14 | 15,23 | 31,25 | 16,86 |
| Sumaré | 21,16 | 10,20 | 13,20 | 16,50 | 0,02 | 20,16 | - | - |
| Fundão | 14,71 | 35,46 | 11,56 | 8,50 | 0,03 | 11,46 | - | - |
| Germinal | 21,84 | - | 6,26 | - | - | - | 43,16 | 10,21 |
| Estação | 22,27 | 32,06 | 10,87 | - | - | - | - | - |
| Rio Peixe | 16,37 | 24,84 | 4,18 | 12,70 | 0,02 | 11,61 | - | - |
| OUTRAS OCORRÊNCIAS | 17,69 | 21,64 | 12,69 | 12,99 | 0,04 | 14,28 | 31,25 | 11,90 |

Nas análises apresentadas, observa-se que os teores médios superficiais de Mn solúvel são baixo a médio em quase todas as ocorrências, sendo bastante elevada a percentagem de impurezas-alumina e sílica- que apresentam uma média de 34,07 %.

Nas lâminas descritas e no estudo petrográfico de amostras superficiais não foi encontrado vestígio de carbonatos no protominério, nem mesmo a presença de outros silicatos além da espessartita, tais como a rodonita, comuns em outras ocorrências similares. A ausência aparente da rodocrosita pode ser resultante de sua lixiviação superficial, havendo a possibilidade da existência em subsuperfície de um protominério mais enriquecido contendo os carbonatos ausentes em superfície.

4.2.4.2 Descrição dos Principais Corpos Manganesíferos.

4.2.4.2.1 Mina dos Macacos

Situa-se no extremo SW da área, estando atualmente em exploração não mecanizada, constituida basicamente de uma lavra predatória com catação manual do minério rico.

Esta faixa tem direção geral N40E, com mergulho de 60° para NW. Sua extensão é de 1,2 km e as rochas encaixantes são micaxistos alterados. O protominério tem uma espessura aparente de 4 a 5 metros, está intercalado com xistos formando uma faixa de 60 metros de espessura aflorante.



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

O veio mineralizado, ora em exploração, tem uma potencia de 0,80 metros e o minério tem o aspecto terroso de cor negra brilhante, com um teor médio de 43,00% de Mn solúvel.

Os teores médios para a faixa dos Macacos indicam 24,78% de Mn solúvel, com uma percentagem de 33,85%de $SiO_2$ + $Al_2O_3$ e 5,31% de ferro total.

O alto teor de impurezas e a ausência de carbonatos indicam um protominério silicoso e de baixo teor.

4.2.4.2.2 Mina do Ribeirão

Localiza-se a 25 km a NE da mina dos Macacos, na fazenda do Ribeirão, constituindo um alto topográfico. Os serviços mineiros estão atualmente paralizados. Em épocas passadas esta mina foi bastante explorada de modo desordenado, o que dificulta uma caracterização mais precisa de sua possança e ecomicidade atual.

O protominério acha-se intensamente dobrado com dobras de flancos abertos e eixos verticais, formando anticlinais e sinclinais. A direção do maior alongamento do corpo é N 55 E e o mergulho em média de 45° para NW e SE.

As análises químicas realizadas nesta mineração revelaram um teor médio de 21,45% de Mn solúvel, 35,28% de $SiO_2$ + $Al_2O_3$ e 8,23% de ferro total.

Veios ácidos cortando discordantemente a massa gondítica é comum, assim com a presença de granadas semi-alteradas incrustadas em blocos de quartzo, e veios finos de hidrargilita. Observa-se, localmente, a presença de



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

fino capeamento de óxido de manganês, com hábito botrioi-dal.

4.2.4.2.3 Mina do Sumaré

Localiza-se a 3 km a NNE da mina do Ribeirão. A área atual é de concessão da COSIM, estando os serviços mineiros paralizados. O depósito encontra-se semi-exaurido e o minério foi intensamente lavrado, inclusive em subsuperfície.

O depósito é constituido de duas camadas de protominério alterado, grosseiramente paralelas, de direção N 60 E, mergulhando de 60° para SE, em média. Estes dois corpos distam entre si de 25 metros e são cortados por veios ácidos e finos veios de hidrargilita. A faixa constituida das camadas de protominério intercaladas com xistos tem uma espessura aflorante de 50 metros e estende-se por 650 metros.

As análises químicas efetuadas no protominério revelaram um teor de 21,16% de Mn solúvel, com 26,70% de $SiO_2$ + $Al_2O_3$ para 13,20% de ferro total.

Relativo a presença de minério-óxido esta mina acha-se completamente exaurida, tanto em superfície, quanto em subsuperfície até o nível trabalhado.

4.2.4.2.4 Mina do Fundão

Seguindo a mesma direção do depósito Sumaré, encontra-se à margem da rodovia Coqueiros-Nazareno, a sequência de rochas manganesíferas denominada mina do Fundão.

Este depósito, já totalmente exaurido,



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

tem direção geral N 50 E, mergulho de 65° para NW. A faixa de protominério intercalado com xistos tem uma espessura aflorante de 30 metros e uma extensão de 1,1 km. Atualmente só existem resquícios do protominério encaixante dos veios irregulares de minério já lavrados.

As análises químicas efetuadas no protominério revelaram um teor de 14,71% de Mn solúvel, um alto teor de impureza - $Al_2O_3$ + $SiO_2$ da ordem de 43,96% e 11,56% de ferro total.

4.2.4.2.5 Mina do Chá

Situa-se em um alto topográfico, distando de 400 metros da ocorrência do Fundão. Anteriormente este depósito foi desordenamente lavrado com os trabalhos mineiros restringindo-se a procura de veios irregulares de minério enriquecido. Atualmente a mina está abandonada.

O protominério constitue, aparentemente um único horizonte, intensamente dobrado de flancos apertados e eixos verticais. Sua direção geral é N 45 E, com mergulho de 50° para SE em média. A extensão da faixa manganesífera é de 1,5 km e a espessura aflorante é 40 metros. Veios ácidos comumente cortam as rochas manganesíferas discordantemente.

As análises químicas superficiais realizadas em amostras do protominério revelaram um teor de 18,42% de Mn solúvel, 43,51% de $Al_2O_3$ + $SiO_2$ para 5,82% de ferro total.



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

4.2.4.2.6 Mina Germinal - Castanheira-Aquino

De toda a região em estudo este depósito é o único que atualmente ainda encontra-se em regime da lavra semi-mecanizada regular. Localiza-se às margens do rio das Mortes, a 40 km a NE da mina do Chá, próximo a localidade de Coqueiros.

Estas tres minas constituem um único depósito que perfaz uma extensão de 1,3 km, com uma espessura de 100 metros, formando uma faixa de camadas de protominé - rio intercaladas com xistos. Esta faixa tem direção geral N 70 E, e o mergulho é de 60° para SE.

A área de concessão Germinal-Castanheira pertence a Companhia Siderúrgica Mogi das Cruzes (COSIM), e é a parte em exploração atual. Nesta área foram realizadas perfurações-serviços contratados a GEOSOL - análises químicas e cubagem de reservas. A conclusão destes trabalhos de pesquisa indicou reservas da ordem de 620.000 t de minério. (minério medido-221.375 t, minério indicado-350.000 t. e 54.125 t de minério inferido).

No entanto, observa-se que apesar destes dados de cubagem a exploração nesta concessão restringe-se atualmente a uma única frente de lavra, estando as demais já exauridas ou semi-exauridas em minério. O minério, por outro lado, apresenta-se em finos veios constituidos de pirolusita, capeados por um estéril da ordem de 20 a 30 metros. Este estéril é formado por xistos alterados, sendo comum o desmoronamento e obstrução dos trabalhos mineiros. A lavra realizada foi intensa, inclusive em subsuperfície com poços verticais e galerias. Atualmente a lavra é realizada somente a céu aberto.

Na região da Rocha Larga (mina do Aquino, concessão Eletro-Manganês S.A) as camadas de protominério apresentam uma espessura de até 15 metros constituindo o ponto mais largo. Esta mina, no entanto, acha-se abandonada e semi-exaurida devido a intensa lavra já realizada. O minério extraído neste ponto foi sempre de bom teor, variando de 35 a 40% de Mn solúvel. O último relatório de lavra (1970) indica reservas da ordem de 252.222 t medidas, 80.000 t indicadas, e 180.000 t inferidas.

Nas determinações químicas de amostras de subsuperfície realizadas pela COSIM, o teor médio de Mn solúvel foi de 21,84 para 6,26 % de ferro total. A profundidade máxima de oxidação com minério de bom teor 35,18%-Furo F.G.$C_4$) observada foi da ordem de 50,9 metros, tendo sido considerado o nível de base 840 metros como o indicador da profundidade máxima de oxidação abaixo do qual não era de se esperar minério de bom teor, nem protominério suficientemente enriquecido. As impurezas, sílica e alumina, estão presentes em altos teores.

4.2.4.2.7 Mina da Cachoeira

Esta ocorrência localiza-se no extremo NE da área, próxima a fazenda da Cachoeira, município de Cassiterita. Este depósito é também conhecido pela denominação Afloramento do Lobo.

Constitui um depósito de extensão considerável 1,7 km, com camadas de protominério e xistos intercalados formando uma faixa de 50 metros de espessura aflorante. O gondito alterado é cortado por veios de quartzo leitoso, e localmente é observada a presença de granadas manganesíferas (espessartita) inclusas em blocos de quartzo. Os trabalhos anteriores, que foram realizados nesta área



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

restringiram-se a catação manual do minério secundário, enriquecido em zonas mais fraturadas do protominério.

A direção geral das rochas manganesíferas é N60E, com mergulho variando de 70° NW a subvertical.

Em continuidade para NE deste depósito há a mina da Cachoeira propriamente dita, já fora dos limites da área piloto. Esta mina acha-se abandonada desde de 1971 e segundo o relatório de lavra (1969) as reservas estimadas são da ordem de 73.000 t (28.000 t medidas, 45.000 t indicadas) com um teor maior de 36% de Mn solúvel.

Análises químicas do protominério superficial revelaram valores de 16,35 % de Mn solúvel, 13,32 % de ferro total e 33,10 % de $Al_2O_3$ + $SiO_2$.

4.2.4.2.8 Ocorrências Menores

Várias ocorrências de menor porte foram observadas ao longo da direção geral de afloramento das rochas manganesíferas. Estas ocorrências tem uma espessura aflorante da ordem de 1 a 10 metros e o gondito alterado apresenta as mesmas características petrográficas dos jazimentos maiores suas reduzidas dimensões no entanto, não transferem pespectivas de ecomicidade ao protóminério.

Dentre estes depósitos estão as ocorrências: afloramento do Peixe, Baú, Açude e Boa Vista. Além de dezenas de pequenos corpos dispersos ao longo da direção geral.

Análises químicas realizadas em vários destas ocorrências indicam um teor de 17,69 % de Mn solúvel, 34,63 % de $Al_2O_3$ + $SiO_2$, 12,69 % de ferro total.



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

### 4.2.5 Quartzitos Micáceos

Em toda área só foram mapeados numa pequena faixa que se estende na direção ENE.

Macroscopicamente, possuem granulação fina apresentando uma xistosidade bem definida pela orientação dos minerais micáceos. Forma cristas alinhadas, possuindo um mergulho em torno de 60° para NW. As rochas encontram-se bastante fraturadas e possuem um brilho sedoso, devido as placas de muscovita mascaradas pela presença do óxido de ferro.

A análise petrográfica dessas rochas, mostrou que as mesmas são compostas de quartzo e muscovita como minerais essenciais, apresentando a magnetita como acessório comum.

Os grãos de quartzo mostram algum estiramento e uma forte extinção ondulante, revelando uma enérgica ação cataclástica, responsável pela laminação da rocha. Entre os planos de xistosidade infiltra-se alguma limonita.

O solo apresenta-se de coloração esbranquiçada e arenoso.

### 4.2.6 Metabasitos

Estas rochas ocorrem distribuidas dispersamente ao longo de todas as faixas mapeadas. Apresentam-se em corpos isolados, ocorrendo principalmente próximos de falhamentos e zonas de maiores esforços tectônicos.

Estas rochas básicas metamórficas acham-

-se, em geral, intercaladas nos micaxistos com predominancia, mostrando uma relação íntima de idade. Os contatos destas com as demais são geralmente por falhamento. Muitos contatos são apenas aproximados devido ao alto grau de decomposição destas rochas podendo-se apenas delimitá-las através de seus saprólitos.

Os metabasitos estão caracterizados por anfibolitos, cloritaxistos, talcoxistos, tremolitaxistos e metagabros. Foram mapeados seguindo faixas onde há maior predominância dos mesmos, mas encontram-se quase sempre associados a micaxistos e xistos grafitosos, estes em caráter subordinado.

Microscopicamente as rochas de fácies metabasítica possuem granulação variando de fina a média, coloração cinza escura, muitas vezes esverdeada, com capas ferruginosas produzidas pela alteração dos anfibólios cuja predominância é de hornblenda.

É muito comum estas rochas se apresentarem decompostas originando um solo argiloso amarelado ou avermelhado. Em geral estão fraturadas, muitas vezes ocorrendo pequena quantidade de óxido de manganês preenchendo algumas fraturas.

Apresentam orientação fraca ou mais acentuada e são também observados muito frequentemente veios de quartzo cortando discordantemente os metabasitos.

Os anfibolitos ocorrem com mais frequência e apresentam granulação variável de fina a média e coloração cinza escuro. Nota-se forte orientação produzida pelo arranjo dos anfibólios sendo, que quando predomina a hornblenda as rochas se tornam esverdeadas.



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

Microscopicamente os anfibolitos apre - sentam-se foliados, com textura inequigranular, tendo como minerais essenciais anfibólio e plagioclásio. Geralmente o anfibólio é a hornblenda que possue cristais alongados, prismáticos, variando de finos a grossos.

Como acessórios aparecem magnetita, titanita e ilmenita.

As demais rochas metabásicas exibem forte orientação, principalmente aquelas de estrutura xistosa. A clorita é um mineral que ocorre abundantemente e origina os cloritaxistos que quando se alteram produzem talco ou pedra-sabão (esteatito).

O quartzo ocorre também em abundância, às vezes límpido, em agregados ou em veios irregulares, com extinção desde discreta até forte.

O plagioclásio apresenta-se geminado ou não, como cristais maclados segundo albita, exibindo extinção ondulante e cataclasamento.

Nota-se a presença de saussuritização em muitos grãos de feldspatos.

Em outros metabasitos o anfibólio predominante é a tremolita e a estrutura é xistosa com alterações locais também em talco originando o talco-tremolita xisto.

A identificação destas rochas é mais perfeita, principalmente afastando-se das grandes correntes de água onde a cobertura de material de decomposição está intacta. Ainda, são identificadas em cortes feitos para estradas, onde se pode extrair melhores dados.

O relevo em geral é bastante dissecado



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

com morros arredondados ou abaulados de encostas suaves.

### 4.2.7 Diabásios

Ocorrem geralmente em forma de diques que cortam discordantemente as estruturas apresentadas pelas rochas metamórficas. Possuem granulação muito fina, são melanocráticos e sem qualquer orientação dos componentes mineralógicos.

Normalmente são encontrados em blocos arredondados, exibindo frequentemente desplacamento esferoidal.

Há carência de maiores informações acerca da composição mineralógica destas rochas. Sabe-se, no entanto, que a ocorrência dos diabásios se restringe às zonas de falhamentos ou preenchendo fraturas, segundo as direções NNW-SSE e NNE-SSW. São consideradas como pertencentes ao triássico.

### 4.2.8 Aluviões e Eluviões

A área mapeada apresenta grande número de estreitas faixas ciliares de aluviões, principalmente acompanhando os rios da Morte e do Peixe.

São acumulações de quartzo (seixos ou areia) e material argiloso com determinada concentração de minérios pesados como cassiterita, tantalita, monazita, djalmanita, etc.

Foram observados também depósitos eluviaes principalmente nas faixas pegmatíticas e do protominé -



Mod. 002 NE 7.530.0210.0343

rio de manganês. Estes depósitos não apresentam coerência e por isto são facilmente trabalhados. O eluvião divide-se em dois grupos: o de caráter laterítico e o de caráter sialítico. No laterítico a modificação da composição original da rocha é muito grande e torna-se difícil o reconhecimento da rocha original ao passo que no segundo tipo são preservadas a estrutura e orientação da rocha, e a composição mineralógica inicial pode ser reconhecida pois a sílica é conservada e o óxido de ferro é fixado nos locais onde se encontrava os minerais ferro-magnesianos.

Estes tipos de depósitos tem grande importância econômica pois encerram minerais de valor como cassiterita, tantalita, monazita, ilmenita, djalmaita, etc.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

## 5. GEOLOGIA ESTRUTURAL

Na área em estudo o horizonte manganesífero constitui o mais importante guia para o estudo tectônico. Os metassedimentos e metabasitos, sempre em adiantado grau de alteração, não possuem bons afloramentos e as zonas granitizadas afloram em exposições proporcionalmente reduzidas.

A direção geral das camadas manganesíferas é WSW-ENE, a mesma observada nos xistos e metabasitos a elas associados, e estão deslocadas lateralmente por falhamentos ou por dobramentos de maior amplitude não evidenciados na área.

Observa-se que a área sofreu um intenso tectonismo em diferentes fases - que atualmente se reflete em direções preferenciais de fraturamento, algumas delas condicionando a presença de pegmatitos estaníferos e os constantes deslocamentos laterais do horizonte manganesífero.

As falhas de direção geral NW refletem a última fase de diastrofismo, sendo responsáveis pelos deslocamentos laterais do horizonte manganesífero; alguns destes deslocamentos atingem rejeitos bem definidos da ordem de 900 m, como se constata entre as minas Germinal-Castanheira - Aquino e Estação. A direção destas falhas é em média N 45 W e apresentam inclinação em sentidos diversos, que se cruzam, resultando no retalhamento da área em blocos cuneiformes. Belezkij (1956) no exaustivo estudo tectônico que realizou juntamente com Guimarães (1956) da região estanífera de São João del Rei constatou que "estes blocos não obedecem a uma determinada ordem e que o caráter destas fraturas mostra a



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

insistência, nesta fase, das forças de reajustamento ao longo do rumo NE-SW, próximo a NS".

A evolução tectônica, segundo estes autores foi desenvolvida ao longo de três ciclos orogenéticos, tendo sido no ciclo Huroniano, o mais antigo, que se deu o início da metamorfização dos sedimentos. No ciclo subsequente - ciclo Penoqueano, houve a granitização das rochas, com a formação de plagioclásio calco-sódico albitização e epidotização posteriores. As fraturas penoqueanas tem direção NS e ofereceram condições favoráveis a formação de pegmatitos estaníferos, com tantalita e espodumênio. A última fase diastrófica, correspondente ao ciclo Caledoniano, onde houve segunda granitização dos metassedimentos com a formação do feldspato potássico e microclinização. As fraturas caledonianas tem direção NW e a elas estão associados os pegmatitos potássicos que cortam os pegmatitos penoqueanos; muitos destes pegmatitos atualmente convergem para NE como reflexo dos efeitos tectonicos conjugados.

Diques de diabásios e anfibolitos diabasóides são frequentes na área e estão alinhados ao longo de zonas antigas de fraturamento. Acompanhando o Rio das Mortes há um destes diques, que passa próximo a localidade' de Coqueiro, das Fazendas do Chá e Volta Grande, estação Nazaré, Germinal e Fazenda do Baú. Este dique é um dos limites de uma pequena fossa tectônica - graben - que teve grande influência na conservação dos pegmatitos da região de Volta Grande; preservando-os da intensa erosão que atingiu todas as rochas metassedimentares da região. Guimarães (1956) observou que nos bordos desta fossa os pegmatitos estão ausentes evidenciando a completa erosão sofrida por eles.



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

No extremo NW da área o contato entre os granito-gnaisses e os metassedimentos tem o caráter de transição. Na região da Cachoeira, a NE da área há um grande maciço granítico sem nenhuma orientação preferencial formando um "horst" de contatos nítidos, por falhamentos, com as rochas metassedimentares. As relações de contato entre estas rochas não apresentam, aparentemente, nenhuma evidência de metamorfismo de contato, excluindo assim a hipótese de origem intrusiva para este maciço e lhe conferindo idade mais antiga, provavelmente de um granito da plataforma pré-Laurenciana. Próximo a estação de Nazareno há outra zona de granitização que se estende para sul constituindo o "horst" do morro do Rezende já fora dos limites da área piloto.

Os corpos gondíticos apresentam-se sempre bem verticalizados, em altos topográficos. Localmente observa-se a presença de dobras com flancos apertados e de eixos verticais, nas rochas manganesíferas. Na mina do Chá este tipo de estrutura é comum e os metassedimentos apresentam-se bastante silicificados e endurecidos, com veios de quartzo dobrados e fraturados. Próximo a esta ocorrência há uma zona fraturada e granitizada com a presença de pegmatitos estaníferos.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

CPRM

## 6. GEOLOGIA ECONÔMICA

Economicamente trata-se de uma área de grande potencial mineralógico onde situam-se importantes jazidas de minerais de alto valor econômico.

Existem os minerais pesados nas aluviões e eluviões, minério de manganês e os minerais de pegmatitos. A maior riqueza da região se concentra na "Província Estanífera do Rio da Mortes" onde são encontrados grandes pegmatitos produtores de cassiterita, tantalita, columbita, espodumênio e djalmaíta.

Destaca-se nessa região a Companhia Estanífera São João del Rei, como principal responsável pela exploração dos minérios dos pegmatitos acima mencionados.

O ouro também tem seu destaque no panorama econômico da região, apesar de atualmente não serem muito intensas as atividades exploratórias deste metal. No entanto, ainda podem ser apreciados os vestígios de intensos trabalhos já feitos nas áreas, principalmente de garimpagem. Mesmo assim observa-se em atividade, pequenos garimpos de ouro e a extração desse bem mineral de veios de quartzo aurífero.

Quanto ao minério de manganês, este possui larga distribuição na área em apreço onde ainda é explorado embora reduzidamente. Muitas minas existentes acham-se paralizadas ou abandonadas e algumas ativas. A A COSIM é a empresa na área responsável pela extração do minério de manganês, principalmente nas proximidades de Volta Grande, Nazareno.



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

Também a areia e o cascalho tem sua grande importância no quadro da economia desta área pois são utilizados em grande escala na engenharia civil como material de construção e são encontrados nos rios da Morte e do Peixe, como também nas aluviões.

Por ser uma região onde ocorrem numa faixa bem larga, granitos e gnaisses é notória a presença de pedreiras desses materiais que são explorados e utilizados' como material de construção.

Apesar de não constituirem jazidas, torna-se necessário uma citação breve das inúmeras ocorrências minerais encontradas que poderão ser estudadas e pesquisadas oportunamente. As principais dessas são amianto, talco, caulim, pedra sabão, etc.

Portanto, trata-se de uma área que ainda está voltada para a mineração, onde alicerça parte de sua economia, aliada às outras atividades também de importância como a agro-pastoril e industrial.



Mod. 002

NE 7-530.0210.0343

## 7. GÊNESE DO PROTOMINÉRIO SÍLICO-CARBONÁTICO

A área estudada, apesar de conter inúmeras ocorrências de rochas manganesíferas, não oferece elementos substanciais para um estudo genético detalhado do protominério. O estágio de alteração intenso em que se apresentam as rochas não permite a realização de lâminas delgadas e a pobreza mineralógica aflorante não oferece material para maiores correlações genéticas.

Deste modo, as hipóteses genéticas sugeridas foram obtidas por correlações com estudos realizados em outros distritos manganesíferos, aos quais esta área é em muito similar.

Mineralogicamente, o protominério em estudo não apresenta uma grande variedade de termos. Nas lâminas delgadas descritas foram detectadas as presenças de granada manganesífera (espessartita), quartzo, argila e minerais opacos em pequenas proporções. Próximo aos corpos e com eles associados, foram observados-grafita e amianto.

A origem do protominério sílico-carbonático já foi objeto de estudo de diversos autores - Derby (1901), Hussak (1906), Singewald et Miller (1910), Guimarães (1929, 1951), Horen (1955) e finalmente Dorr II e Horen (1958). Este último trabalho reflete um somatório de todos os dados obtidos em estudos anteriores e sugere uma teoria genética abalizada em estudos geoquímicos, grande número de descrições petrográficas e análises químicas realizadas em uma área-tipo de maior complexidade. Seguem algumas considerações sobre a gênese do protominério sílico-carbonático do distrito manganesífero em estudo e sua correlação com ele-



Mod. 002
NE 7530.0210.0343

mentos obtidos em outros distritos através dos trabalhos de Dorr e Horen (1958):

a) - Origem Sedimentar - A associação do protominério - por mais de 60 km ao longo de uma mesma direção no distrito de Lafaiete, e por mais de 30 km no distrito de São João del Rei e Rio das Mortes - com xistos grafitosos, micaxistos e anfibolitos, ou seja uma distribuição segundo um mesmo horizonte estratigráfico por uma grande extensão, indica uma origem sedimentar evidente para o protominério.

b) - Natureza dos Óxidos no Minério/Protominério - A ausência de óxidos de Mn (bixbiita, jacobsita, braunita e hausmanita) comuns em jazidas singenéticas é uma prova indireta, citada por Dorr (1958) da origem secundária dos óxidos de manganês presentes no protominério. A presença abundante de grafita e alabandita nas rochas manganesíferas é outro suporte a esta teoria, devido ao fato destes minerais exigirem condições especiais para sua deposição (ambiente euxínico - Eh negativo) incompatíveis com a precipitação do óxido de Mn primário(Eh positivo). Deste modo os óxidos de manganês presentes são necessáriamente epigenéticos, formados a partir da alteração supergênica de metassedimentos manganesíferos.

c) - Ação do Metamorfismo no Sedimento Original - O metamorfismo dinâmico foi o agente de maior ação na transformação do protominério mangano - sílico-carbonático. Alguns autores, dentre eles Guimarães (1935) e Coelho (1953) refutam a formação do protominério à ação do metamorfismo de contato pela presença de massas ígneas intrusivas. No entanto, observa-se que tanto na área



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

do projeto, quanto no Distrito de São João del Rei a influência destes corpos é mínima, quase reservada a uma escala local de atuação.

d) - Concentração Supergenética e Formação do Minério no Protominério de Manganês - A variação da composição do sedimento original e a maior ou menor ação do metamorfismo de contato, são os fatores predominantes na natureza do protominério. A presença de rodonita e tefroita é mais acentuada onde o metamorfismo de contato foi mais acentuado, como observa-se localmente no Morro da Mina. A presença de carbonatos e silicatos manganesíferos é uma variável intimamente ligada a origem primária dos sedimentos.

A percentagem de carbonatos é essencial na formação do minério oxidado, a partir do protominério sílico-carbonático; segundo Park et alii (1951) e Horen (1955) a rodocrosita se decompõe em óxido de manganês pelo intemperismo e o $CO_2$ livre ajuda a atacar os silicatos. Este controle mineralógico foi observado em todos os grandes jazimentos de alto teor em óxido de manganês.

Outro fator importante para a concentração supergênica é o posicionamento fisiográfico dos corpos. Rochas manganesíferas localizadas em altos topográficos representam sempre jazimentos de maior profundidade e de maior enriquecimento supergênico. Isto, devido a ação mais intensa do intemperismo e a maior ação das águas vadosas.

Um outro tipo de controle é o estrutural. Quanto mais fraturada, menos compacta se torna a rocha manganesífera e consequentemente mais espaço apresenta para circulação dos agentes do intemperismo. Deste modo, é comum



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

a presença de minério óxido ao longo das fraturas que cortam o protominério.

CPRM

## 8. CONCLUSÕES

Após a realização do mapeamento geológico detalhado e a efetivação de análises químicas e petrográficas nas rochas manganesíferas, conclue-se que:

a) - As rochas manganesíferas, afloram em faixas estreitas e de pequena extensão. Sendo esperado, pela própria origem genética do depósito, um provavel afunilamento em profundidade.

b) - Nas minas exploradas, a lavra foi generalizadamente predatória, com galerias de pesquisa do minério rico e catação manual. Os trabalhos mineiros foram realizados, em sua maioria, a céu aberto. As minas de Sumaré e Germinal-Castanheira-Aquino foram as únicas que realizaram trabalhos subterrâneos com galerias, poços de pesquisa e furos de sonda. A área de concessão da COSIM - Mina Germinal - foi a única em que foi desenvolvido um trabalho racional de pesquisa, com a execução de 584,33 metros de furos de sonda inclinados e o levantamento de 16 secções geológicas verticais, distanciadas de 50 metros.

c) - A ausência superficial de carbonatos (rodocrosita) no protominério e a presença abundante de silicatos (espessartita) refletem um protominério de baixo teor. No entanto, a ausência de carbonatos pode ser devido apenas a sua lixiviação superficial, podendo estar presente em profundidade.

d) - As análises químicas revelam um alto teor de impurezas. A média de $Al_2O_3$ + $SiO_2$ foi 34,07 % enquanto as especificações para minério de baixo teor comercializado atu



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

almente exige no máximo 20% de alumina + sílica. Observa-se, no entanto, que a alumina em si não constitui um elemento prejudicial as operações metalúrgicas devido ao fato de ser eliminada fácilmente na escória.

e) - As zonas mais promissoras, antigas minerações, situadas em altos topográficos, já foram intensamente lavradas quase sempre de modo predatório o que lhe conferem um carater atual de semi-exaustão.

d) - Deste modo, a partir dos dados obtidos constata-se que a área em estudo não apresenta elementos de ecomicidade caso os resultados sejam analizados em termos da presença de minério-óxido. No entanto, as perspectivas de um protominério enriquecido em profundidade com carbonatos, é uma possibilidade que só pode ser descartada a luz dos resultados de um plano de sondagem racional.



Mod. 002

NE 7-530.0210.0343

## 9. RECOMENDAÇÕES

A partir dos dados obtidos no mapeamento geológico e nas análises químicas e petrográficas realizados, foram selecionadas quatro áreas como possibilidades razoáveis para início dos trabalhos de perfuração.

Nos locais selecionados foram considerados tanto os teores superficiais de manganês, como os volumes aparentes do protominério. Assim, recomenda-se a execução de 8 (oito) furos de sonda plotados em mapas e perfis anexos. (anexos III e IV).

As quatro áreas selecionadas referem- se a mina dos Macacos, mina do Ribeirão, mina do Chá e mina da Cachoeira.. As locações propostas seguem abaixo com suas coordenadas e profundidades previstas.

a) Mina dos Macacos - Duas locações são propostas:

| FURO | COORDENADAS UTM | | PROFUNDIDADE PREVISTA (m) |
|---|---|---|---|
| | LESTE | NORTE | |
| 1-IB-01-MG | 533.540 | 7.662.630 | 120,00 |
| 1-IB-02-MG | 532.300 | 7.659.700 | 110,50 |

b) Mina do Ribeirão - São propostas duas locações

| FURO | COORDENADAS UTM | | PROFUNDIDADE PREVISTA (m) |
|---|---|---|---|
| | LESTE | NORTE | |
| 1-NA-02-MG | 532.000 | 7.659.580 | 130,00 |
| 1-NA-03-MG | 533.840 | 7.662.500 | 150,00 |


Mod. 002
NE 7530.0210.0343

c) Mina do Chá - É proposta uma única locação para testar este corpo de protominério.

| FURO | COORDENADAS UTM | | PROFUNDIDADE PREVISTA (m) |
|---|---|---|---|
| | LESTE | NORTE | |
| 1-NA-01-MG | 540.180 | 7.665.640 | 170 |

d) Mina da Cachoeira - São propostas quatro locações

| FURO | COORDENADAS UTM | | PROFUNDIDADE PREVISTA (m) |
|---|---|---|---|
| | LESTE | NORTE | |
| 1-CA-01-MG | 556.650 | 7.673.560 | 100,00 |
| 1-CA-02-MG | 557.100 | 7.673.700 | 120,00 |
| 1-CA-03-MG | 557.270 | 7.673.970 | 130,00 |
| 1-CA-04-MG | 557.750 | 7.674.170 | 100,00 |

As locações apresentadas são de carater exploratório e portanto, dinâmicas. A medida que os resultados forem obtidos, as posições propostas serão confirmadas ou deslocadas, bem como novas locações poderão ser programadas nas áreas indicadas mais promissoras.

Esta proposição de sondagem foi antecipadamente enviada ao DNPM, com a finalidade de acelerar os trabalhos e diminuir a defasagem observada no cronograma. Tendo sido a mesma aprovada, foi dado inicio à sondagem na área piloto Ibituruna-Ritápolis no dia 03.07.76. Com o decorrer dos trabalhos de sondagem algumas modificações foram efetivadas nesta programação inicial. No entanto, as locações apresentadas neste relatório, dizem respeito as



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

inicialmente propostas. As modificações e resultados obtidos serão parte integrante no relatório final integrado.

PARTE IV - ÁREA PILOTO DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Objetivo, Localização da Área e Acesso

Sabendo-se da existência de inúmeras jazidas de manganês no Quadrilátero Ferrífero, algumas citadas em diversos trabalhos aí realizados, viu-se por bem, selecionar dentro do mesmo uma área piloto para a verificação do potencial em manganês, tendo-se em vista a carencia do mesmo dentro do quadro de desenvolvimento industrial. Esta área piloto possue uma superfície de 100 $km^2$ e é definida por um retangulo de coordenadas: (Fig. 4).

| | | |
|---|---|---|
| 44°00'00" | - | 19°52'30" |
| 43°52'30" | - | 19°52'30" |
| 43°52'30" | - | 20°30'00" |
| 44°00'00" | - | 20°30'00" |

Acha-se localizada entre as cidades de Congonhas do Campo e Belo Horizonte no sentido longitudinal, englobando as folhas de Casa de Pedra, Marinho da Serra, Lagoa Grande, Macacos e Belo Horizonte.

É bem servida de estradas, onde a BR-040 a principal delas, corta toda sua extensão, além de estradas estaduais como a rodovia dos Inconfidentes, municipais de grande porte e vicinais.

Levando-se em consideração que a área encontra-se mapeada na escala 1:25.000, os trabalhos de mapeamento geológico restringiram-se a sequência de rochas pertencentes ao Grupo médio da Série Minas, por se concentrar aí grande número de ocorrências de manganês relaciona



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

das ao protominério Mármore-Itabirítico.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

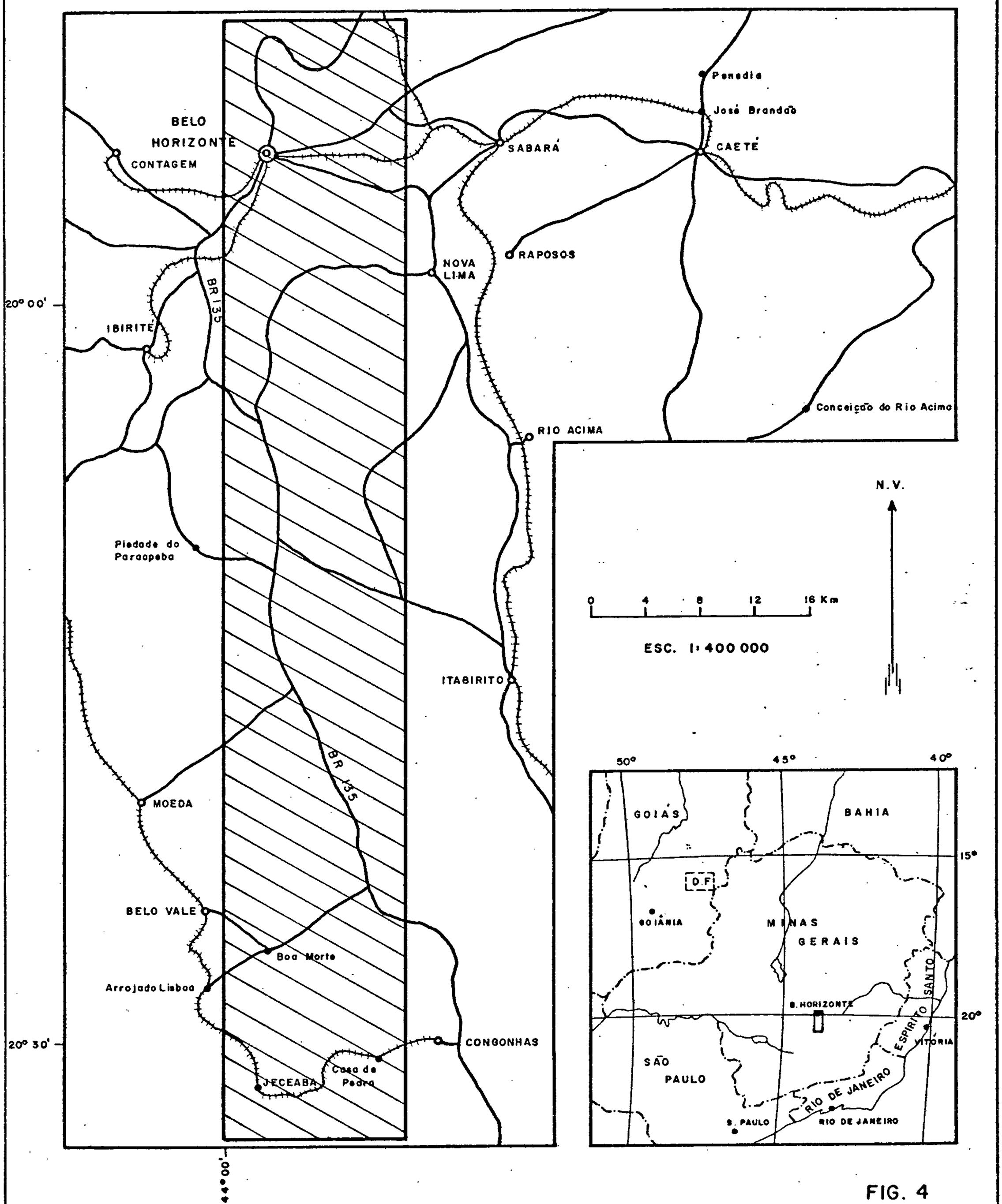



FIG. 4

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

Superintendência Regional de Belo Horizonte

# PROJETO MANGANÊS NO CENTRO SUL DE MINAS GERAIS

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA PILOTO DO QUADRILÁTERO-FERRÍFERO

## 1.2 Trabalhos Anteriores

Vários autores dedicaram seus estudos ao Quadrilátero Ferrífero. Os importantes jazimentos minerais, aí encontrados, tornaram esta área de interesse geológico ímpar dentro do panorama mineiro nacional.

A denominação "Quadrilátero Ferrífero" foi dado por Gonzaga Campos (1943), devido aos vastos depósitos de minério de ferro que ocorrem em uma área definida pelas linhas que ligam Rio Piracicaba, Mariana, Itabira, Congonhas do Campo, Casa Branca e Itaúna. A área aproximada do quadrilátero é de 7.000 $km^2$.

Trabalhos exaustivos foram realizados durante doze anos por técnicos americanos ligados ao U.S. Geological Survey e geólogos brasileiros, patrocinados pelo Departamento Nacional da Produção Mineral.

Dorr II (1961) propos uma coluna estratigráfica do Quadrilátero Ferrífero homogeneizando os diversos conceitos emitidos em outros trabalhos realizados na área. Coluna esta adotada no presente trabalho.

Estudos tectônicos foram realizados por Barbosa, A.L.M. (1961) definindo os diversos eventos diastróficos que ao longo do tempo geológico agiram sobre as rochas Pré-Cambrianas do Quadrilátero.

Os trabalhos específicos concentraram-se no estudo do minério de ferro e manganês. Dorr II (1957), Coelho (1961), Buchi (1961) e Guimarães (1935) foram alguns dos autores que dedicaram seus estudos às reservas de minério de ferro no Quadrilátero. Vários outros trabalhos relativos a outros recursos minerais, como talco, bauxita, ouro,



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

minerais uraníferos, etc, foram efetuados por um grande número de autores.

## 2. ASPECTOS FISIOGRÁFICOS E MORFOLÓGICOS

### 2.1 Clima

A área apresenta um clima que é considerado predominantemente subtropical, temperado. A temperatura é muito variável e as estações são bem definidas sendo que a oscilação vai desde 0°C até 37°C. Em geral a estação chuvosa está compreendida entre os meses de novembro e fevereiro quando são presenciadas chuvas do tipo torrencial.

A pluviometria alcança uma média anual de 1500 a 2000 mm.

Koepen, classificou o clima desta região do tipo Cwb-Clima mesotérmico de verões brandos e estação chuvosa no verão. Neste tipo de clima a temperatura média anual varia de 17,4°C a 19,8°C.

### 2.2 Vegetação

A vegetação da área é bastante diversificada e em grande parte sua distribuição é controlada pela litologia.

A cobertura vegetal predominante é composta de gramíneas quando se pode também observar restos de matas principalmente próximas de cursos d'água e de vales profundos. Raramente são encontradas matas fechadas e de maior extensão e que são comparadas às florestas tropicais. Nestas, as árvores são de grande porte.

As matas arbustivas têm larga distribuição na área principalmente nas partes onde predomina a canga



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

e o itabirito. Nota-se então uma vegetação pobre e com pequenos arbustos formando uma paisagem tipo cerrado. Nos altos predomina vegetação mais rasteira e há grande presença de Canela de Ema espécie das velosiáceas, principalmente nas faixas de ocorrências de itabirito.

Matas arbustivas de pequeno porte possuem distribuição errática em áreas cobertas pela Formação Batatal.

## 2.3 Hidrografia

A drenagem é ravinada, grande parte controlada pelas estruturas e litologias existentes.

O curso principal que corta a extremidade sudoeste da área refere-se ao rio Paraopeba, nas proximidades de Arrojado Lisbôa. Os outros cursos são pequenos e formados por ribeirão e córrego diversos.

Além disso existe um certo número de extensas lagoas situadas próximo a rodovia BR-040. Trata-se das lagoas Grande, Água Limpa e Miguelão, além da Lagoa das Cordorna junto à rodovia dos Inconfidentes.

## 2.4 Relevo

O relevo característico que se defronta é acidentado escarpado geralmente com altitudes variando de 900 a 1800 metros, com serras de cristais alongadas como a serra da Moeda, de Itabirito e do Curral, com vales profundos e abruptos, notando-se também na morfologia altos platôs. Há grande número de vossorocas em toda a área princi-



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

palmente nas formações onde ocorrem os filitos. Podem ser também notadas na área algumas formas de cristas, muito comuns no Quadrilátero Ferrífero, principalmente nos itabiritos.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

# 3. GEOLOGIA REGIONAL

## 3.1 Comentários Gerais

A área piloto, objetivo primordial deste relatório, encontra-se inserida no Quadrilátero Ferrífero que é definido aproximadamente pelas linhas que ligam Itabira, Rio Piracicaba, Mariana, Congonhas do Campo, Casa Branca e Itaúna; este apresenta uma geologia diversificada, abrangendo as séries Rio das Velhas, Minas e Itacolomi.

Existe uma gama variável de trabalhos já executados no Quadrilátero. Os primeiros estudos nesta região são referentes aos de Eschwege e datam de 1883. Posteriormente surgiram outros autores entre os quais Derby (1906), Harder e Chamberlain (1915), Guimarães (1951), Dorr e Barbosa (1963) Pomerene (1964), entre outros.

Assim, baseando-se na coluna estatigráfica proposta por Dorr II (1961) e nos diversos trabalhos já publicados, pode-se estabelecer uma descrição sucinta das diversas unidades estratigráficas que compõem o panorama geológico, no qual se acha inserida na área piloto em estudo. (Vide Tab. 2)

## 3.2 Unidades Estratigráficas

### 3.2.1 Série Rio das Velhas

A Série Rio das Velhas foi definida por Dorr II et alii (1957). Constituem as mais antigas formações metavulcânicas e metassedimentares do Quadrilátero.

Esta série foi dividida em dois grupos:



Mod. 002
NE 7530.0210.0343

TAB. 2 — SUMÁRIO ESTRATIGRÁFICO DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO SEGDO DORR II (1961)

| IDADE | SÉRIE | GRUPO | FORMAÇÃO | LITOLOGIA | AMBIENTE SEDIMENTAÇÃO | ESPESSURA MAX. APROX. (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CRETÁCEO ? TERCIÁRIO ? RECENTE ? | | | (INDIVISO) | CANGA, AREIA, ARGILA, CASCALHO, ALUVIÃO E COLUVIÃO | CONTINENTAL | 100 |
| TERCIÁRIO | | | FLORALIA | LAGÕS E SEDIMENTOS DE CORRENTES | CONTINENTAL | 100 |
| | | | | DISCORDANCIA ANGULAR E POR EROSÃO | | |
| | ITACOLOMY | ( INDIVISO ) | | ÁREA TIPO : ORTOQUARTZITOS E PROTOQUARTZITOS, CONGLOMERADOS<br>FÁCIES STO. ANTONIO : PROTOQUARTZITOS , FILITOS , QUARTZITOS FILITOSOS E CONGLOMERADOS | PARÁLICO<br>MOLÁSSICO ? | 2.000 ?<br>1.000 ? |
| | | | | DISCORDANCIA ANGULAR E POR EROSÃO | | |
| PRECAMBRIANO | MINAS | PIRACICABA | SABARÁ | CLORITA XISTOS E FILITOS, METATUFOS, GRAUVACAS, FILITOS, CONGLOMERADOS, QUARTZITOS | FLISCH | 3.000 ? |
| | | | | DISCORDANCIA LOCAL POR EROSÃO | | |
| | | | BARREIRO | FILITOS E FILITOS GRAFITOSOS | PLATAFORMA ESTÁVEL | 150 |
| | | | TABOES | ORTOQUARTZITOS | PLATAFORMA ESTÁVEL | 125 |
| | | | FECHO DO FUNIL | FILITOS QUARTZOSOS<br>FILITOS DOLOMITICOS<br>DOLOMITOS SILICOSOS | PLATAFORMA ESTÁVEL | 410 |
| | | | CERCADINHO | QUARTZITO FERRUGINOSO, QUARTZITOS, FILITOS, FILITOS FERRUGINOSOS | PLATAFORMA ESTÁVEL | 600 |
| | | | | DISCORDANCIA LOCAL POR EROSÃO | | |
| | | ITABIRA | GANDARELA | DOLOMITOS, ITABIRITOS DOLOMÍTICOS, ITABIRITO, DOLOMITOS FILITOSOS | PLATAFORMA ESTÁVEL | 1.000 |
| | | | CAUÊ | ITABIRITO ( FORMAÇÃO FERRÍFERA , FÁCIE - OXIDADA ), ITABIRITO DOLOMÍTICO | PLATAFORMA ESTÁVEL | 350 |
| | | CARAÇA | BATATAL | FILITOS, FILITO PRATEADO, FILITO GRAFITOSO | PLATAFORMA ESTÁVEL | 250 |
| | | | MOEDA | FÁCIES PARÁLICA : ORTOQUARTZITO, CONGLOMERADO, FILITO<br>LENTES : QUARTZITO SERICÍTICO, FILITO QUARTZOSO, PROTOQUARTZITO | PLATAFORMA ESTÁVEL | 1.000<br>150 |
| | | | | DISCORDANCIA LOCAL POR EROSÃO | | |
| | | TAMANDUÁ | SEM DENOMINAÇÃO | FILITO DOLOMÍTICO, FORMAÇÃO FERRÍFERA ( FÁCIES OXIDADA )<br>FILITO QUARTZOSO | PLATAFORMA ESTÁVEL | 300 |
| | | | CAMBOTAS | ORTOQUARTZITOS, CONGLOMERADOS, QUARTZITOS CONGLOMERÁTICOS | PARÁLICO | 1.000 |
| | | | | DISCORDANCIA ANGULAR E POR EROSÃO | | |
| | RIO DAS VELHAS | MARQUINÊ | CASA FORTE | PROTOQUARTZITOS, CONGLOMERADOS, FILITOS, SUB-GRAUVACAS | EOGEOSINCLINAL FASE MOLÁSSICA | 400 |
| | | | PALMITAL | FILITOS, FILITOS QUARTZOSOS, PROTOQUARTZITOS, GRAUVACAS, CONGLOMERADO NA BASE | EOGEOSINCLINAL FASE MOLÁSSICA | 1.400 |
| | | | | DISCORDANCIA POR EROSÃO E POSSIVELMENTE ANGULAR | | |
| | | NOVA LIMA | (INDIVISO) | FILITO, GRAUVACA, FÁCIES CARBONÁTICAS, METAVULCANICAS, FILITOS, CONGLOMERADOS | EOGEOSINCLINAL ( FLISCH ) | 4.000 |
| | | | | SEM EXPOSIÇÃO DE ROCHAS DE EMBASAMENTO NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO. TODAS AS ROCHAS GRANÍTICAS SÃO INTRUSIVAS. | | |

Grupo Nova Lima, basal, e o Grupo Maquiné.

3.2.1.1 Grupo Nova Lima

Composto por uma sucessão monótona de micaxistos, filitos, grauvacas, rochas metavulcânicas, fácies carbonáticas, quartzitos, xistos, conglomerados e outras rochas metassedimentares. A espessura do grupo foi determinada como sendo de mínimo 4000 metros.

3.2.1.2 Grupo Maquiné

Sobrepõe-se ao Grupo Nova lima em discordância angular e subdivide-se em duas formações:

Formação Palmital-constituida de filitos, filitos quartzosos, grauvacas e conglomerados de base, totalizando uma espessura de exposição em torno de 1400 metros.

Formação Casa Forte-constituida de conglomerados, filitos, sub-grauvacas, quartzo-sericita-xistos e quartzitos sericiticos. A espessura máxima é de 4000 metros.

3.2.2 Série Minas

Dorr II et alii (1957) subdividiram a Série Minas em três grupos: Caraça, Itabira e Piracicaba.

Esta série repousa discordantemente sobre a Série Rio das Velhas em discordância angular e de erosão.



Mod. 002
NE 7530.0210.0343

### 3.2.2.1 Grupo Caraça

Compõe-se de duas formações: Moeda e Batatal, definidas por Wallace (1958) e Maxwell (1958) respectivamente.

Formação Moeda-composta predominantemente por quartzitos, conglomerados e quartzo-sericita-xistos. Sua espessura máxima é de 1000 metros e a média é de 150 metros.

Formação Batatal-constituida dominantemente por filitos, micaxistos, filitos grafitosos, algumas lentes de chert recristalizado e chert ferruginoso. A espessura máxima é 250 metros, e a média 50 metros.

### 3.2.2.2 Grupo Itabira

O Grupo Itabira foi definido por Dorr II (1958) e subdividido em duas formações: Cauê e Gandarela.

Formação Cauê-constituida principalmente de itabirito-dolomiticos, itabiritos, e de alguns leitos de quartzitos ferruginosos. São comuns, nesta formação, lentes manganesíferas contendo concentrações supergênicas de óxido de manganês. A espessura máxima aparente da Formação Cauê é de 1000 metros, e sua espessura média é de 350 metros.

Formação Gandarela - sobrepõe-se a Formação Cauê em contato de transição e interdigitação; é constituída de dolomitos, dolomitos ferruginosos, itabiritos silicosos, secundariamente conglomerados intraformacionais e filitos. Sua espessura máxima é de 1000 metros, e a média é de 200 metros.

### 3.2.2.3 Grupo Piracicaba

O Grupo Piracicaba constitui a porção superior da Série Minas e sobrepõe-se ao Grupo Itabira em discorformidade. Foi subdividido por Pomerene (1958), Simmons (1958) e Gair (1958) nas formações: Cercadinho, Fecho do Funil, Quartzito Taboões, Barreiro e Sabará.

Formação Cercadinho-constituida de quartzitos ferruginosos, filitos silicosos e filitos. Sua espessura máxima é 317 metros, e a espessura média 100 metros.

Formação Fecho do Funil - definida por Simmons (1958), é composta de filitos dolomíticos, dolomitos argilosos, filitos silicosos e quartzitos ferruginosos. A espessura é variável, com uma média em torno de 300 metros.

Quartzitos Taboões - caracterizados por quartzitos de granulação fina, de cor cinza. A espessura média desta formação é de 100 metros.

Formação Barreiro-composta de filitos e filitos grafitosos. A espessura máxima é de 124 metros na localidade-tipo e a média é de 60 metros.

Formação Sabará-definida por Gair(1958); é composta por clorita-xistos e filitos, metatufos, grauvacas, filitos, conglomerados e quartzitos. A espessura máxima desta formação é desconhecida devido à ausência de um contato definido para a sua posição superior. Na localidade-tipo a espessura observada é de 3.000 metros,

### 3.2.3 Série Itacolomi

As rochas que definem esta série foram estudadas por Harder et Chamberlai (1915), Lacourt (1936)



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

e Barbosa (in Dorr II et alii, 1961). Constituem a porção mais superior das rochas supracrustais Pré-Cambrianas do Quadrilátero Ferrífero, repousando discordantemente sobre a Série Minas.

A Série Itacolomi é constituída predominantemente por quartzitos, subordinadamente filitos sericíticos e meta-conglomerados. Localmente é cortada por diques de rochas básicas ou ultrabásicas metamorfoseadas. Sua espessura máxima é estimada na ordem de mais de 1.000 metros.

### 3.2.4 Rochas Básicas e Ultrabásicas

Rochas ultrabásicas alteradas intrusivas cortam discordantemente, localmente concordantes, as rochas da Série Rio das Velhas. Os termos mais comuns são anfibolitos, talco-clorita-xistos, tremolita-xistos, pedra-sabão e actinolita-xistos.

Estas rochas foram observadas por Dorr II (1957), Guild (1957) e Barbosa (1949) em diversos pontos, sempre intrusivas em rochas de Série Rio das Velhas. A área de ocorrência predominante das ultrabásicas são os distritos de Congonhas e Itabirito, e as quadriculas de Rio Acima, Macacos e Caeté.

Diques de rochas básicas, do tipo diabásio e anfibolito-diabasóide são comumente encontrados cortando outras rochas eruptivas e sequências metassedimentares mais antigas.

### 3.2.5 Complexo Granito-Gnáissico Indiviso

O complexo granito-gnáissico indiviso do



Mod. 002 NE 7-530.0210.0343

Quadrilátero Ferrífero é constituído de uma grande variedade de granitos, granodioritos e gnaisses-granitos de diferentes idades absolutas de intrusão. Estas idades foram determinadas por Herz (in Dorr II et alii, 1961), que sugere duas épocas de granitização predominante: 2.700 a 1.350 milhões de anos. Dorr II et alii (1961), por sua vez, admite que todas as rochas graníticas presentes no Quadrilátero são de origem intrusiva.

As rochas graníticas presentes na área piloto compreende a extremidade oeste do Complexo Bação e rochas do complexo granítico-gnaissico indiviso situadas a oeste da Serra da Moeda.

O Complexo Bação segundo Guimarães(1967) foi formado a partir de um núcleo igneo básico, provavelmente gabrodiorítico de idade superior a 2.550 milhões de anos, que sofreu várias fases de processos metamórficos. Datações cronológicas realizadas em rochas deste complexo indicaram uma idade entre 2.440 e 2.510 milhões de anos para o denominado Granito Engenheiro Correia e em torno de 1.340 milhões de anos para o Granito de Itabirito.

Rochas graníticas mais novas são encontradas a oeste da Serra da Moeda. Entre elas está o denominado Granito de Itabira, datado por Herz (1958) em 450 a 550 milhões de anos. Alguns destes granitos mais recentes substituem camadas da Série Minas Granitizadas.

### 3.2.6 Depósitos Superficiais

Aluvião - Depósitos recentes de seixos, areias e argilas não consolidadas, ocorrem nos vales dos rios que cortam a área.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

Canga - Frequentes detritos de rochas constituem uma camada de material ferruginoso que capeia grande parte dos sedimentos Pré-Cambrianos. No Itabirito Cauê verifica-se a formação de Canga a partir dos fragmentos destríticos de hematitas, Itabiritos e outros tipos de rochas, cimentadas por uma matriz de limonita. O teor em Ferro chega até 60% nestes corpos e sua espessura em alguns pontos chega até 10 metros, constituindo uma considerável reserva de minério de ferro.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

# 4. GEOLOGIA DA FAIXA PROTOMINÉRIO MÁRMORE - ITABIRITICO

## 4.1 Comentários Gerais

A faixa selecionada para os trabalhos de pesquisa de manganês nas áreas piloto do Quadrilátero Ferrífero, engloba as rochas pertencentes ao Grupo Itabira, composto de itabiritos, dolomitos, e filitos subordinados. Inicia-se em Belo Horizonte (no Taquaril) continuando até próximo à Congonhas do Campo (em Casa de Pedra). Esta faixa constitui os bordos de uma sinclinal e apresenta continuidade em quase toda a sua extensão. Este sinclinal, ao sul, possui sua aba direta envolvendo o Complexo Bação ao passo que a da esquerda estende-se normalmente, formando a serra da Moeda, com crista alongada e muito escarpada.

Esta grande estrutura encontra-se mais apertada nas extremidades enquanto alcança maiores dimensões na área onde estão situadas as lagoas Grande e das Codornas.

Baseando em trabalhos realizados e em dados de campo foi verificada a inversão da sequência das camadas correspondentes à aba direita do sinclinal (serra do Itabirito) sendo a outra aba uma sequência natural. (vide Anexo V).

## 4.2 Unidades Estratigráficas

### 4.2.1 Grupo Itabira

Inicialmente conhece-se a procedencia da Série Minas a qual é atribuida ao pesquisador Dorr, em 1958. Este mesmo autor procurou dividir esta série em dife



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

ferentes grupos quando então surgiram os grupos Caraça, Itabira e Piracicaba, baseados na nomenclatura proposta em 1915 por Harder e Chamberlain. Posteriormente, 1958, os grupos assim definidos foram subdivididos em nove formações distintas.

Deste modo o Grupo Itabira, no qual predominam sedimentos químicos, que se acredita depositado em mar raso, e em ambiente de oxidação foi dividido nas formações: Cauê e Gandarela.

#### 4.2.1.1 Formação Cauê

Ocorre sotoposta à Formação Batatal (filitos) formada predominantemente de Itabirito e leitos subordinados de quartzitos, filitos e dolomitos. Estas rochas são encontradas normalmente decompostas, devido a grande profundidade alcançada pelos agentes de alteração, às vezes dobradas e fraturadas.

O itabirito apresenta-se muito bandeado e constituido pela alternância de leitos quartzosos, com quartzo sacaroidal e hematita. Tanto nos leitos quartzosos quanto hematíticos são encontrados um e outro. A granulação é variável alguns grãos atingindo mais de 1 mm. Através das análises de trabalhos realizados anteriormente foi constatada a presença de carbonato no itabirito, com baixo teor, quando esta rocha ocorre fresca e endurecida.

Em determinadas zonas de itabirito o quartzo é parcialmente substituido pelo dolomito originando o itabirito dolomítico. Quando aparece o dolomito em porcentagem maior ocorrem também associados na rocha magnetita e martita. Podem ocorrer ainda minerais argilosos.



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

As teorias consideram que regionalmente os itabiritos eram sedimentos constituidos de chert e óxido de ferro, laminados, que sofreram posteriormente metamorfismo que os transformou em rocha itabirítica.

A espessura da Formação Cauê é considerada de 230 m em média apesar da estimativa de espessura aparente ser variável de poucos metros a 1000 metros.

O itabirito apresenta como produto muito constante de alteração a canga, que forma uma cobertura resistente e é conhecida como "chapéu de ferro". Em geral é limonitizada e muito comum aparecer em partes elevadas aumentando a resistencia das rochas ao intemperismo.

A Formação Cauê é muito abundante no Quadrilátero Ferrífero e possue grande importância econômica pois além de conter a hematita pode apresentar também intercalações de óxido de manganês. Isto é constante através da localização de inúmeras jazidas de manganês inseridas nesta formação. Estes depósitos de manganês possuem ligações íntimas primárias com estas rochas ferríferas.

Acredita-se que tenham sido depositados singeneticamente com o óxido de ferro (Dorr, Coelho e Horen, 1956).

Segundo os autores, a parte de maior possibilidade de manganês abundante se restringe ao terço superior da formação.

As lentes manganesíferas alcançam poucos metros de comprimento até quase 1 km.

É frequentemente da canga manganesífera porém não se conhece nenhuma jazida importante nesta rocha.



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

CPRM

4.2.1.2 Formação Gandarela

As rochas desta formação se constituem predominantemente de dolomitos além de ocorrerem também conjuntamente itabiritos dolomíticos e filitos. Trata-se de uma faixa sobreposta à Formação Cauê a apresenta-se mais ampla que esta última. Seu contato geralmente é transicional e interdigitado e através da análise de diferentes tipos litológicos apresentados conclui-se que houve variação nas condições ambientais que originou os mais variados sedimentos químicos e material detrítico.

A maioria dos calcários existentes nesta formação é dolomítica apesar de também ser encontrado calcário puro que pode ser observado na mina da Lagoa Seca, nas fraldas da Serra do Curral. O calcário ocorre em cores variadas desde branco, vermelho a cinza.

O calcário puro apresenta-se às vêzes perfeitamente listado quando notam-se leitos escuros entremeados com leitos claros. É muito frequente o aparecimento de cristais de calcita perfeitamente cristalizada ou então o calcário mostra-se conglomerático onde seixos brancos alongados de mármore estão disseminados numa massa de calcário cinzento.

É comum a presença de filitos intercalados e veios de quartzo cortando estas rochas calcíferas.

Nos dolomitos podem ocorrer ferro e manganês sob a forma de calcita e dolomita ferrífera e manganesífera (Dorr, Coelho e Horen, 1956).

Não foi constatado nos dolomitos a presença de óxido de manganês de origem singenética, no entan



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

to parece estar presente nos itabiritos e filitos que ocorrem intercalados.

A espessura média desta formação gira em torno de 200 m, sendo a máxima referida por alguns autores de 1000 m.

Normalmente origina uma topografia ondulada, mais rebaixada. É muito comum o aparecimento de paisagem cárstica, com dolinas, sendo algumas preenchidas por lagos.

A grande importância desta formação é atribuída ao conteúdo de minério de manganês e hematita de alto teor que encerra.

## 4.3 Protominério Mármore-Itabirítico

### 4.3.1 Comentários Gerais

Há inúmeras jazidas de manganês, que ocorrem em áreas de itabirito e mármore no Quadrilátero Ferrífero, cuja origem é atribuída à existência do protominério mármore-itabirítico.

Estas rochas, originais de sedimentos químicos, ocorrem mormente no Grupo médio da Série Minas. Ambas tem larga distribuição no Quadrilátero Ferrífero e estão intimamente ligadas aos depósitos manganesíferos encontrados. O minério existe no grupo mármore-itabirítico e está relacionado tanto com o mármore não associado ao itabirito quanto com o itabirito sem relação com o mármore, ou no protominério misto de itabirito e mármore.

Entretanto, muitos estudos sobre a ori



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

gem destes depósitos foram feitos e as conjeturas acerca do assunto existem na literatura geológica.

A origem sedimentar de muitos depósitos parece indiscutível pois os horizontes manganesíferos se estendem por quilômetros associados a um mesmo nível estratigráfico.

A existência das soluções com Mn e Fe através das diferenças de precipitação entre esses, origina uma seletividade entre os minérios de ferro e manganês. Atribui-se também papel importante na precipitação seletiva de ambos a ação bioquímica, em ambiente marinho. Na solução dos dois metais as ferro-bacterias precipitam primeiramente o óxido de ferro e só depois agem as mangano- bactérias.

Alguns autores como Krumbein e Garrels (1952) e James (1954) discutiram o papel do Eh e do pH na precipitação destes sedimentos químicos.

A presença de magnetita primária associada à formação ferrífera-dolomítica indica uma Eh baixo no ambiente de deposição (Humber, 1955).

O conteúdo, mesmo que pequeno, de carbonato na formação ferrífera indica um pH acima de 7,8 na precipitação do carbonato. Admite-se que elevado valor pH tenha impedido a precipitação de manganês e de ferro e que estes elementos entram então na composição da rede da calcita e da dolomita. Isto foi suposto baseado na ausência de óxido de manganês primário na rocha carbonática pura. Na formação ferrífera isenta de carbonato parte do óxido de manganês primário possívelmente se depositou sob um pH inferior a 7,8 e Eh próximo de 0,0, indicado pela magnetita primária encontrada.



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

Devido a ocorrência de manganês no itabirito e no mármore sem estarem associados, torna-se necessário breve comentário sôbre cada um em particular e suas características próprias.

Guild (1954), através de presença de argila, óxido de ferro e manganês, de aspecto esponjoso, sugere a existência de quantidades pequenas de carbonato original no itabirito, no grupo médio da Série Minas.

A parte superior deste Grupo Itabira apresenta maior interdigitação e intergradação dos itabiritos com os mármores, indicando mudanças no ambiente de sedimentação. O itabirito dolomítico é mais comum nesta parte da formação ferrífera.

Os depósitos de manganês existentes nos dolomitos do Grupo Itabira estão ligados a delgadas zonas lenticulares de itabirito, intercaladas nos mármores.

### 4.3.2 Mármores Manganesíferos

No mármore existe tanto ferro quanto manganês variando desde mármore dolomítico até mármore calcítico.

O mármore portador de manganês é branco, róseo ou cinzento. Parte do ferro ocorre sob a forma de hematita segundo as zonas de cisalhamento e também disseminada no mármore em minúsculas particulas microscópicas. Quando o mármore se apresenta branco supõe-se que o aparecimento de ferro e de manganês se faz sob a forma de carbonato. No entanto não foi constatada ainda a presença de siderita, ankerita e rodocrosita nesta rocha, nem se tem dados sufi



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

cientes sobre a distribuição estratigráfica do manganês no mármore.

Segundo O'Rourke, exame de raios-X em amostras provenientes da Formação Gandarela revelaram a presença de dolomita, quartzo e calcita subordinada. Deste modo, este pesquisador pensou na hipótese do ferro e do manganês pertencerem a rede estrutural da dolomita, a qual é mangano e ferro-dolomita.

Os protominérios de mármore contém percentagem pequena de manganês sob a forma de mangano-calcita e mangano-dolomita e possivelmente Kutnahorita.

A solução contendo estas formas minerais forma depósitos residuais de óxido de manganês quando submetidas ao intemperismo.

No centro de Minas Gerais são encontrados depósitos de óxidos de manganês que estão intimamente ligados ao mármore, levando à acreditar-se na derivação do óxido através daquela rocha, como se pode notar na jazida de Rodeio.

Scott (1900) considera o depósito de Miguel Burnier formando a partir da lixiviação e alteração de dolomitos manganesíferos enquanto Guimarães (1935) refere-se à presença de óxido de manganês singenético nesta jazida.

Assim, devido à carência de dados mais concretos que pudessem elucidar os problemas concernentes à origem dos depósitos do minério de manganês, a maioria dos autores se firmou nas duas hipóteses. Então o minério de manganês tanto teria se formado por lixiviação do mármore manganesífero quanto pela concentração singenética do man



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

ganês na formação ferrífera.

Geralmente os depósitos deste minério ocorrem próximo do contato da formação ferrífera com o mármore. Isto é facilmente notado na faixa do Quadrilátero que foi percorrida e estudada recentemente.

### 4.3.3 Itabiritos Manganesíferos

Sabe-se de antemão do comportamento semelhante do ferro e do manganês, do ponto de vista geoquímico. Também salienta-se no panorama mundial a nítida associação da formação ferrífera com o manganês. Foi constatada em Minas Gerais que os itabiritos em geral possuem baixo teor de manganês, variando em torno de 0,1%. No entanto o teor, localmente, pode alcançar maiores valores chegando até a mais de 10% Mn.

Próximo a Casa de Pedra (MG) Guild analisou amostra de itabirito e chegou ao resultado de 3,9 % Mn nesta rocha.

No entanto, Francisco Pinto de Souza acredita na existência de teor de 45% Mn no itabirito, proveniente de óxido de manganês primário.

A distribuição do itabirito manganesífero no itabirito normal é estritamente estratigráfica. Ocorre em leitos concordantes, variando de poucos centímetros a 8 metros de espessura, e vão se adelgaçando segundo a direção das camadas. Pode-se acompanhar estas camadas manganesíferas até por mais de 1 km.

Geralmente são encontradas uma ou duas camadas contendo manganês porem alguns outros afirmam sobre



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

a possibilidade de existirem até cinco camadas individuais. Nas proximidades da Lagoas Grande estas camadas estendem- se ao longo de até 10 km. Estão associadas ao itabirito e encontram-se afastadas alguns metros de delgada zona típica de intemperismo de rochas carbonáticas da área. Este tipo de depósito conduz à admitir-se a simultaneidade de deposição do manganês.

Segundo Dorr et alii (1958) os depósitos de manganês de alto teor (em torno de 46%) em itabiritos apresentam indícios evidentes de enriquecimento supergênico, enquanto que nos de mais baixo teor as evidências são menos pronunciadas, sendo necessários estudos mais detalhados para defini-las.

Geralmente o material de teor médio apresenta-se intimamente ligado com o óxido de ferro. Sempre que o manganês atinge valor mais alto o ferro decresce e com isto tem-se o que se denomina de "ferro-manganês", que exclui materiais de menos de 25% Mn. Baseando-se na íntima relação entre o ferro e o manganês neste material leva a crer que parte do manganês dos minérios de teores médio e baixo é primária.

### 4.3.4 Rochas Clásticas

Além destes tipos de depósitos já descritos, ocorrem outros menores associados as rochas clásticas. Acredita-se que estes depósitos tenham se originado de infiltrações de soluções contendo manganês ou de concentração supergênica do manganês contido em tufos e argilas. Estes tipos são encontrados principalmente em rochas do Grupo Piracicaba. Estes depósitos manganesíferos, no entanto, são muito raros dentro da área piloto mapeada.



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

## 4.4 Minério de Manganês

As faixas mais ricas em manganês se encontram, principalmente, na quadrícula de Lagoa Grande (intercaladas nas formações Cauê e Gandarela),na serra da Moeda. Na quadrícula de Marinho da Serra a faixa manganesífera se distribui tanto na serra da Moeda quanto na serra do Itabirito, sobretudo para Nordeste e Noroeste da folha. Do mesmo modo que a anterior, estes depósitos ocorrem em rochas do Grupo Itabira, da Série Minas. Na quadrícula de Casa de Pedra ocorrem também zonas manganesíferas, porém em menor escala que as demais apresentadas.

A maioria dos corpos ou faixas de predominância de manganês ocorrem alongadas segundo a direção das camadas e apresentam-se já bastante exploradas ou mesmo presentes em quantidades íntimas. Ocorrem comumente em camadas intercaladas ou em forma botrioidal e terrosa. Geralmente são minas que atualmente se acham abandonadas e muitas já exauridas, quando se podem notar apenas as cavidades que restaram das antigas explorações. As vêzes torna-se difícil delimitar estas zonas de manganês face ao problema da íntima ligação com as formações ferríferas e as intercalações centimétricas encontradas.

São escassas as minas de manganês ainda em em atividade dentro da área piloto. Apenas a mina Bocaina da serra da Moeda pertencente a S B M, e localizada na faixa manganesífera de Lagoa Grande, destaca-se perante as outras que tem suas atividades esporádicas. Observa-se na maioria das minas abandonadas, sinal de garimpo.

Das amostragens realizadas no decorrer



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

dos trabalhos de campo muitas foram analisadas quimicamente, cujos resultados podem ser apreciados na tabela que se segue. Estas análises se referem a amostragens tanto de minas quanto de pequenas ocorrências encontradas.

Quadrículas da Lagoa Grande

| Mn Solúvel | $Fe_2O_3$ | $Al_2O_3$ | $P_2O_5$ | $SiO_2$ | P.F. |
|---|---|---|---|---|---|
| 24,87 % | 44,7 % | 11,24 % | 0,27 % | 0,51 % | 3,12 % |

Quadrícula de Marinho da Serra

| Mn Solúvel | $Fe_2O_3$ | $Al_2O_3$ | $P_2O_5$ | $SiO_2$ | P.F. |
|---|---|---|---|---|---|
| 26,21 % | 34,01 % | 3,88 % | 0,19 % | 3,9 % | 6,23 % |

Quadrícula da Casa de Pedra

| Mn Solúvel | $Fe_2O_3$ | $Al_2O_3$ | $P_2O_5$ | $SiO_2$ | P.F. |
|---|---|---|---|---|---|
| 23,34 % | 46,27 % | 1,48 % | 0,15 % | 4,23 % | 10,65 % |

Quadrícula de Macacos

| Mn Solúvel | Fe total | $Al_2O_3$ | $P_2O_5$ | $SiO_2$ | P.F. |
|---|---|---|---|---|---|
| 21,70 % | 31,32 % | 0,10 % | 0,38 % | 0,10 % | 12,67 % |

Estes dados acima referem-se à média das análises concluidas a partir das amostragens feitas na área, em apreço



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

## 5. GEOLOGIA ESTRUTURAL

As rochas Pré-Cambrianas do Quadrilátero Ferrífero apresentam uma tectonica geral complexa. Foram dobradas formando grandes anticlinais e sinclinais e várias falhas normais e de empurrão agiram sobre elas durante várias fases orogênicas.

A intensa ação tectônica efetivada no Quadrilátero Ferrífera deu origem a grandes estruturas; dentre elas as mais importantes são: Sinclinal de Moeda, Sinclinal do Gandarela, Falha do Caraça, Sinclinal de Capivara, Falha do Fundão e Falha do Cambotos.

O Sinclinal da Moeda é a maior estrutura presente na área do projeto, estende-se por mais de 32 km, seu eixo principal tem direção geral N-S convergindo para N 20 W na sua extremidade norte. Esta estrutura acha-se comprimida por rochas graníticas do Complexo Bação; seus flancos são formados por rochas, em alguns pontos em sequências invertidas, da Série Minas e no centro encontra-se metassedimentos da Formação Barreiro (Grupo Piracicaba) e,filitos e conglomerados da Série Itacolomi. Ambos os flancos estão quebrados e localmente deslocados por falhas normais e de empurrão.

A ação do diastrofismo sobre as rochas resultou no aparecimento de estruturas lineares proeminentes. Os tipos mais frequentes de estruturas lineares são: lineações minerais, crenulação, intersecção de clivagem e acamadamento, parelelismo de eixos de dobras secundários, e formação de estruturas "boudinage".

As estruturas de origem secundária são



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

predominantes nas rochas da Série Minas. Assim sendo, estruturas planares secundárias como xistosidade e clivagem, mascaram a foliação primária das rochas dificultando a caracterização do seu posicionamento real.

## 6. CONCLUSÕES

Findos os trabalhos de delimitação dos diversos corpos e zonas manganesíferas aflorantes na área piloto do Quadrilátero Ferrífero, algumas conclusões podem ser enunciadas visando a continuidade das operações que deverão se suceder conforme os resultados obtidos até então.

A prévia seleção desta área se baseou na concentração das inúmeras minas e ocorrências de minério de manganês aí conhecidas.

Sabendo-se da potencialidade das rochas ferríferas e dolomíticas do Quadrilátero Ferrífero em relação, a presença do protominério de manganês, viu-se uma chance de concentrar os primeiros trabalhos de pesquisa de manganês na faixa piloto, tendo em vista a revelação do conteúdo deste minério que se poderia ter, Foi portanto sugerido um mapeamento de detalhe sobre as rochas do Grupo Itabira afim de delimitar-se os corpos manganesíferos aflorantes bem como a viabilidade de se perfurar, estas rochas, procurando dados de subsuperfície acerca da presença e comportamento geológico dos corpos do minério objetivado. Deste modo notou-se:

a - Certa dificuldade em se delimitar precisamente os corpos manganesíferos pois além da ocorrência destes intercalados no itabirito, também apresentam-se com espessuras muito reduzidas para a escala pedida.

b) - Em muitos locais as zonas manganesíferas estudadas são apenas superficiais onde se pode constatar pelas trincheiras, poços ou mesmo afloramentos encontrados. É muito comum a ocorrência de capeamento de canga mangane



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

sífera na área, porém seu aproveitamento econômico é ainda precário, principalmente pelo baixo volume de minério.

c - Através de análise das diversas faixas que contém o minério, verificou-se melhor possibilidade para continuação dos trabalhos de pesquisa na faixa pertencentes à Lagoa Grande. Esta escolha baseia-se na maior concentração das ocorrências e intensidade de vestígios de atividades mineradoras nesta faixa. Aí são encontradas ainda poucas minas em atividades, apesar da produção pequena atingida nos trabalhos de exploração, e nota-se uma certa continuidade das camadas manganesíferas aflorantes.

d - As demais faixas estudadas faixas não mostram dados concretos que justifiquem trabalhos mais profundos de pesquisa sobre elas devido a ausência de volume, extensão' e baixo teor apresentados pelas ocorrências vistas.

e - Os resultados das análises químicas das amostragens, feitas em toda a área revelam resultados até satisfatórios porém, baseando-se no item anterior, ficaram assim mascarados.

## 7. RECOMENDAÇÕES

De acordo com os resultados obtidos no decorrer e término dos trabalhos na área em estudo, sugere-se a realização de furos de sonda na faixa manganesífera da quadrícula de Lagoa Grande, tendo em vista a maior incidência de corpos e zonas de minério de manganês e continuidade mais acentuada nesta faixa. Sua extensão, salientando a parte promissora, alcança aproximadamente 10 km, abrangendo as folhas 15, 17 e 19 desta mesma quadrícula. As minas e ocorrências acham-se concentradas na Formação Cauê, ou próximo ao contato com a Formação Gandarela, tendo como principal acesso a rodovia BR-040.

Foram propostos oito (8) furos de sonda sobre esta faixa, estando estes distribuidos nas imediações de determinados corpos e em zonas intermediárias entre os demais, visando o conhecimento em subsuperfície da continuidade da faixa manganesífera aí existente e a medida de seu potencial em manganês. Deverá ser atingida a profundidade máxima de 150 m, baseando-se na espessura das formações, apresentadas pelos autores que se ocuparam em estudar a Série Minas e considerando-se a possibilidade da ocorrência do protominério de manganês intercalado nas rochas ferríferas e dolomíticas desta área. (Vide Anexo VI).

Deste modo, os diversos furos propostos estão enumerados e definidos como se segue:

a) - Furo 1-IT-01-MG localiza-se no Município de Itabirito, na serra da Moeda, em propriedades da mina Bocaina da Serra, próximo à estrada para Moeda, folha 19. Inclinação 42°, profundidade máxima prevista 103 m....



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

b) - Furo 1-IT-02-MG situa-se na serra da Moeda aproximadamente 880 metros á frente do furo anterior,no sentido , Lagoa Grande - Belo Horizonte, na folha 19 ..Inclinação 25° profundidade máxima prevista 106 m.

c) - Furo 1-IT-03-MG acha-se localizado na mesma serra citada anteriormente, folha 19, a aproximadamente 950 metros do furo 02. Inclinação 40°, profundidade máxima prevista 118 m.

d) - Furo 1-IT-04-MG situa-se a poucos metros da BR-040, próximo a estrada para lagoa Água Limpa no sopé da serra da Moeda e no contato entre as Formações Cauê e Gandarela, folha 17. Inclinação 42°, profundidade máxima prevista 150 m.

e) - Furo 1-IT-05-MG foi locado na serra do Jorge,imediações da lagoa Água Limpa, também no contato entre as duas formações citadas no ítem anterior, folha 17. Inclinação 42°, profundidade máxima prevista 110m.

f) - Furo 1-NL-01-MG situado próximo ao limite entre as serras do Jorge e da Lagoa Grande, também nas imediações da lagoa Água Limpa, a 880 metros aproximadamente do ponto anterior, folha 17. Inclinação 25°, profundidade máxima prevista 142 m.

g) - Furo 1-NL-02-MG encontra-se locado na serra da Lagoa Grande, próximo ao morro do Bitonio, ao sul da Lagoa Grande, distanciado 1,5 km do ponto anterior. Folha 15. Inclinação 40°, profundidade máxima prevista 124 m.

h) - Furo 1-NL-03-MG também localizado na serra da Lagoa Grande, próximo ao morro do Bitonio, a 1 km do ponto anterior, folha 15. Inclinação 42°, profundidade máxima - prevista 120 m.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

PARTE IV - BIBLIOGRAFIA

ALBUQUERQUE, O. R. - Relatório de O. Albuquerque no desempenho da missão de estudar as jazidas metalíferas de Minas. Rio de Janeiro, DNPM, 1926. p. 15-26. BRASIL (Serviço de Geologia e Meralogia do Brasil, boletim, 19).

ARDUINI, A. - The Morro da Mina Manganese deposits. Brazilian and Mining Review, Rio de Janeiro, 1 (10): 218--219, may, 1904.

BARBOSA, Otávio & LISBOA, J. M. A. - Manganês; Minas Gerais. Rio de Janeiro, DNPM, 1948. p. 28-35. BRASIL (Divisão de Fomento da Produção Mineral, boletim, 41.

BARBOSA, O. - Contribuição a Geologia do Centro de Minas Gerais. Mineração e Metalurgia, Rio de Janeiro, 14 (79): 3-19, maio/jun. 1949.

BUCHI, J. - Geologia da fazenda Alegria. Sociedade de Intercâmbio Cultural e Estudos Geológicos, Ouro Preto, Vol.1. 27-148, 1961.

CAMPOS, G. - Fisiografia da zona ferrífera de Minas Gerais. Mineração e Metalurgia, Rio de Janeiro, 7 (38): 65-68 , maio/jun. 1943.

COELHO, I. S. - Ocorrência de Manganês na Colonia Vargem - Grande, Belo Horizonte, Minas Gerais. Mineração e Metalurgia, Rio de Janeiro, 5 (30): 284-287, mar/abr. 1941 , planta,corte geol.. il.

COELHO, I. S. & GUIMARÃES, D. - Manganês: Minas Gerais. Rio de Janeiro, DNPM, 1947, p.45-54. BRASIL (Divisão de Fomento da Produção Mineral, boletim, 82).

_____ - Considerações sobre os depósitos manganesíferos do Estado de Minas Gerais. Instituto de Tecnologia Industrial,



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

Belo Horizonte, avulso 14: 5-16, 1953.

_____ - Minério de Manganês na região de São João del Rei, Minas Gerais. (Tese, Conc. Cad. Geol. Econ. e Noç. Metal. Univ. de Minas Gerais) Belo Horizonte, s.ed.,1953.

_____ - Notas sobre algumas jazidas de Minério de Mn e Fe no Estado de Minas Gerais. Instituto de Tecnologia Industrial, Belo Horizonte, 15: 5-58, 1953. Mapa. il.

_____ - Gênese do Minério de Manganês. In: SOCIEDADE DE TERCÂMBIO CULTURAL E ESTUDOS GEOLÓGICOS, Ouro Preto, Boletim especial, 1961 v. 1 p. 157-186.

_____ - Origem dos Minérios de Mn de Minas Gerais. Sociedade de Intercâmbio Cultural e Estudos Geológicos, Ouro Preto, 1:181-208, 1961. Mapa, planta.

DERBY, O. A. - On the Manganese ore deposits of the Queluz (Lafaiete) district, Minas Gerais, Brazil. American Journal of Science, New Haven, 22: 18-32, 1901.

_____ - The Serra do Espinhaço, Jour. Geol. 14 (3): 394-401. 1906.

_____ - On the original type of the Manganese ore deposits of the Queluz district, Minas Gerais. American Journal of Science, New Haven, 25: 213-216, 1908.

DORR, II, J. V. N. et alii - Revisão da Estratigrafia Pré-Cambriana do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, DNPM 1957, 31 p. BRASIL (Divisão de Fomento da Produção Mineral, Avulso, 81).

DORR II, J. V. N. - The Cauê Itabirite and the Gandarela formation. Sociedade Brasileira de Geologia. 7(2): 61 - 64. 1958.

DORR II, J. V. N. et alii - Jazidas de Manganês de Minas Gerais, Brasil, Rio de Janeiro, DNPM, 1958, p. 95. BRASIL



Mod. 002
NE 7530.0210.0343

(Divisão de Fomento da Produção Mineral, boletim, 105).

DORR II, J. V. N. et alii - Esboço Geológico do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais, Brasil, DNPM, 1961, 120 p. (Publicação especial nº 1).

DOOR II, J. V. N. & BARBOSA, A. L. M. - Geology and ore Deposits of the Itabira District, Minas Gerais, Brazil. Professional Paper U.S. Geological Survey, Washington, 341 C. 101-106, 1963.

EBERT, H. - The Manganese bearing Lafaiete - Formation as a guide-horizon in the Pre-Cambrian of Minas Gerais. Rio de Janeiro (ABC)1953. Separata dos Anais da Academia Brasileira de Ciências, 35 (4): 544-559, 1953.

EBERT H. et alii - Levantamento geológico - geofísico da região de São João Del Rei, Minas Gerais. Rio de Janeiro, s. ed. 1958 (Relatório inédito CNPq/PROSPEC/DNPM).

ERICHSEN, A. I. - Geologia da folha de São João Del Rei. Rio de Janeiro, DNPM, 1929. p. 8-14. BRASIL. (Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, boletim 36).

FERRAZ, I. C. - Riquezas minerais da zona do Ramal de Ouro Preto. Minas Gerais, Belo Horizonte, 23 de setembro de 1919.

GAIR, J. E. - The Sabará formation. Sociedade Brasileira de Geologia, 7 (2): 68-69, 1958.

GOMES, J. C. F. & SILVA, J. B. - Mineração e Metalurgia no Município de Ouro Preto. Ouro Preto, Escola Nacional de Minas e Metalurgia, 1953.

GUILD, P. W. - Geology and mineral resources of the Congonhas district, Minas Gerais, Brasil. Professional Paper U.S. Geological Survey, 290: 20 p. 1957



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

GUIMARÃES, D. - Sobre a gênese dos Minérios de Manganês do Distrito de Lafaiete. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 1 (4): 179-182, dez. 1929.

_____ - Contribuição ao estudo da origem dos depósitos de minério de Fe e Mn do centro de Minas Gerais. Rio de Janeiro, DNPM., 1935. BRASIL (Serviço de Fomento da Produção Mineral, boletim, 8).

_____ - Arqui-Brasil e sua evolução Geológica. Rio de Janeiro, DNPM, 1951. BRASIL (Serviço de Fomento da Produção Mineral, Bol. 88).

_____ - Notas sobre algumas jazidas de Mn e Fe de Minas Gerais. Boletim da Escola de Minas de Ouro Preto, 15:1953.

GUIMARÃES, D. et alii - O complexo de Bação. Bol.Inst. Geologia, Ouro Preto, 2 (10): 1967.

HARDER, E. C. & CHAMBERLIN, R. T. - The Geology of Central Minas Gerais, Brasil, JOUR. Geol. 23 (4): 341-378; 23 (5); 385-424, 1906.

HERZ, N. - Rochas ígneas com até 2,5 bilhões de anos no Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais. Mineração e Metalurgia, Rio de Janeiro, 28 (168): 359-363, dez. 1958.

HOREN, A. - Mineralogy and petrology of the Manganese protore at the Merid Mina, Minas Gerais, Brazil. Geological - Society of America Bulletin, New York, 66 (12): 1575,dec. 1955.

HOREN, A. et alii - The manganese deposits of Minas Gerais, Brasil. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 20, México, s. ed, 1956 (Manganese symposium, 3) p. 279-346.il.

HOREN, A. - Manganês, Morro da Mina ("MERID"). Rio de Janei



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

ro, DNPM, 1958. p. 72-75 - BRASIL (Divisão de Fomento da Produção Mineral, boletim, 105).

_____ - Jazidas de Manganês em Minas Gerais, Brasil. Rio de Janeiro, DNPM, 1958. 95 p. BRASIL. (Divisão de Fomento da Produção Mineral, boletim, 105)

HUSSAK, E. - Notas sobre o atopito das Minas de Manganês de Miguel Burnier. Anais da Escola de Minas de Ouro Preto , 9: 117-123, 1907.

JAMES, H. L. - Sedimentary Facies of iron formation. Economic Geology, 9 (3): 235-293.

KRUMBEIN, W. C. & GARRELS, R. M. - Origin and classification of Chemical sediments in terms of pH and oxidacion-reducion potentials. Journal Geol. 60 (1): 1957.

LACOURT, F. - Jazidas de Manganês da região de Ouro Preto e Mariana, Minas Gerais. Mineração Metalurgia, Rio de Janeiro, 2 (10): 236-238, nov/dez. 1937.

LACOURT, F. - Resumo da Geologia da folha de Ouro Preto . Anais de Escola de Minas, Ouro Preto, vol. 27, 48 p.1947

LIRVO, J. G. G. & ALMEIDA, E. B. - Mapeamento geológico do Morro da Mina, Lafaiete, Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25, São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1971. p. 232-233.

LISBOA, M. A. R. - Report on the Manganese ore deposits of Morro da Mina, Lafaiete, Queluz, Minas Gerais, Brasil.Engineering and Mining Review, Rio de Janeiro, 2:83-97,jun/jul. 1906.

MAXWELL, C. A. - The Batatal formation . Sociedade Brasileira de Geologia. 7 (2): 60-61, 1958.

MICHAELLI, J. G. - The Manganese deposits of Gandarela, Mi-



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

nas Gerais, Brasil. Engineering and Mining Journal, 72: 818, 1901.

MILLER, B. L. & SINGEWALD, J. C. I. - The Manganese ores of the Lafayette District, Minas Gerais, Brasil. American Institute of Mining Engineering, new York, 56:7- 140 , 1917.

MORAES, L. - Jazidas de Manganês de Limeira e de Lavras, Município de Entre Rios, Minas Gerais. Mineração Metalurgia, Rio de Janeiro, 3 (16): 195-197, nov./dez. 1938.

MORAES, L. J. de - Modo de ocorrência dos depósitos de Minério de Manganês recentemente descobertos em Itabira. Revista de Química Industrial, Rio de Janeiro, 17(194):21 -22, 1948.

ODMAN, O. H. - Morro da Mina Manganês deposit and its protore. Engenharia, Mineração e Metalurgia, 21(122): 57 , fev. 1955.

OLIVEIRA, A. I. - Manganês em Minas Gerais. Rio de Janeiro. DNPM, 1938. p. 42-45. BRASIL (Serviço de Fomento da Produção Mineral, boletim, 31).

OLIVEIRA, F. P. - Notícia sobre as jazidas minerais do Gandarela. Revista Industrial de Minas Gerais, Ouro Preto, 4 (22): 275-276, mar. 1897.

_____ - O Manganês. A indústria, Rio de Janeiro, 6:7-17 , fev. 1913, mapa, il.

PARK, C. F. et alii - Notes on the Manganese ores of Brazil. Economic Geology, Lancaster, 46 (1): 1-22, jan/fev.1922

PIRES, F. R. M. & LEONARDOS Jr, O. H. - Gonditos da região de Pouso Alegre, Minas Gerais. Mineração Metalurgia,Rio



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

de Janeiro, 52 (312): 237-239, dez. 1970.

POMERENE, J. B. - The Cercadinho formation, The tabooões - Quartzite and the Barroso formation. Sociedade Brasileira de Geologia. 7 (2): 64-68, 1958.

_____ - Geology and ore deposits of The Belo Horizonte, Ibirité and Moeda Quadrangles, Minas Gerais, Brasil. Professional Paper U.S.G.S., Washington, 341-D. 1964.

SIMMONS, G. C. - The Fecho do Funil formation. Sociedade Brasileira de Geologia. 7(2): 65-66, 1958.

TEIXEIRA, E. A. - Distrito Manganesífero de Lafayete, Minas Gerais. Mineração Metalurgia, Rio de Janeiro, 2(12):393-400, marc./abr. 1938. sec. geol. fotos.

WALLACE, R. M. - The Moeda formation, Sociedade Brasileira de Geologia. 7(2): 59-60, 1958.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

CPRM

# ANEXOS

## ANÁLISES QUÍMICAS

## ANÁLISES PETROGRÁFICAS

CPRM

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELO HORIZONTE

PROJETO MANGANES CENTRO-SUL DE MINAS GERAIS

BOLETIM DE ANALISE

LABORATÓRIO: SECLAB

TIPO DE ANALISE : VIA UMIDA

| Nº AMOSTRA | ELEMENTOS DOSADOS (%) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $SiO_2$ | Mn Sol HCl | Mn Total | $F_2O_3$ | $Al_2O_3$ | $P_2O_5$ |
| IF - 11 | 46,90 | 10,80 | - | 10,47 | 18,35 | 0,36 |
| IF - 55 | 38,47 | 13,30 | - | 14,01 | 23,48 | 0,26 |
| IF - 60 | 34,20 | 13,90 | - | 14,01 | 21,04 | 0,40 |
| IF - 88 | 32,06 | 22,20 | - | 10,87 | 25,78 | 0,22 |
| IF - 94 | 14,89 | 25,50 | - | 8,51 | 26,82 | 0,27 |
| IF - 99 | 35,59 | 21,10 | - | 9,03 | 13,14 | 0,24 |
| IF - 106 | 47,41 | 9,90 | - | 12,96 | 28,89 | 0,31 |
| IF - 108 | 26,45 | 24,30 | - | 7,20 | 28,00 | 0,11 |
| IF - 109 | 6,47 | 36,10 | - | 8,90 | 24,76 | 0,27 |
| WL - 86 | 15,40 | 28,20 | - | 11,52 | 21,65 | 0,26 |
| WL - 89 | 28,35 | 20,60 | - | 6,02 | 31,08 | 0,16 |
| WL - 103 | 34,86 | 18,50 | - | 19,24 | 17,55 | 0,44 |
| WL - 105 | 5,79 | 13,50 | - | 49,23 | 18,23 | 0,36 |
| WL - 133 | 14,26 | 25,70 | - | 13,09 | 17,80 | 0,37 |



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

CPRM

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELO HORIZONTE

PROJETO MANGANÊS CENTRO-SUL DE MINAS GERAIS

BOLETIM DE ANÁLISE

LABORATÓRIO: GEOSOL

TIPO DE ANÁLISE: VIA UMIDA

| Nº AMOSTRA | ELEMENTOS DOSADOS (%) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $SiO_2$ | Mn Sol | $Al_2O_3$ | Fe Total | P | P.F. |
| IF - 13 | 16,00 | 13,22 | 13,30 | 23,42 | 0,08 | 17,29 |
| IF - 14 | 23,95 | 18,68 | 12,90 | 12,70 | 0,06 | 16,62 |
| IF - 18 | 32,51 | 26,62 | 7,60 | 4,55 | 0,04 | 12,32 |
| IF - 20 | 30,00 | 17,19 | 11,40 | 6,49 | 0,04 | 15,39 |
| IF - 29 | 68,82 | 6,44 | 7,80 | 5,04 | 0,04 | 6,62 |
| IF - 30 | 34,98 | 15,95 | 12,30 | 10,68 | 0,05 | 12,51 |
| IF - 34 | 32,81 | 15,54 | 7,20 | 5,40 | 0,04 | 17,80 |
| IF - 35 | 3,75 | 35,22 | 12,10 | 6,24 | 0,05 | 11,03 |
| IF - 40 | 10,20 | 21,16 | 16,50 | 13,20 | 0,02 | 20,16 |
| IF - 112 | 35,82 | 16,03 | 14,90 | 6,00 | 0,03 | 14,22 |
| IF - 115 | 23,46 | 12,56 | 10,90 | 10,43 | 0,09 | 9,41 |
| IF - 124 | 26,08 | 13,06 | 13,20 | 10,30 | 0,05 | 11,04 |
| IF - 132 | 32,30 | 11,24 | 11,60 | 15,29 | 0,10 | 12,03 |
| IF - 133 | 71,95 | 1,49 | 4,50 | 6,10 | 0,03 | 10,45 |
| IF - 150 | 24,84 | 16,37 | 12,70 | 4,18 | 0,02 | 11,61 |
| IF - 229 | 25,78 | 14,71 | 12,40 | 7,84 | 0,03 | 10,32 |
| IF - 234 | 15,30 | 12,89 | 17,80 | 21,39 | 0,24 | 16,60 |



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

CPRM

| Nº AMOSTRA | ELEMENTOS DOSADOS (%) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $SiO_2$ | Mn Sol | $Al_2O_3$ | Fe Total | P | P.F. |
| IF - 239 | 30,90 | 11,90 | 17,20 | 13,28 | 0,18 | 11,23 |
| IF - 242 | 31,20 | 17,03 | 12,60 | 11,81 | 0,17 | 14,27 |
| IF - 243 | 35,70 | 16,86 | 11,20 | 11,81 | 0,22 | 13,26 |
| IF - 244 | 13,00 | 18,68 | 16,80 | 15,93 | 0,14 | 17,20 |
| IF - 249 | 23,80 | 12,73 | 18,60 | 3,91 | 0,14 | 15,14 |
| WL - 2 | 22,48 | 17,52 | 8,60 | 4,93 | 0,05 | 7,26 |
| WL - 4 | 61,14 | 3,30 | 5,80 | 6,82 | 0,02 | 2,30 |
| WL - 6 | 41,76 | 25,96 | 3,70 | 5,07 | 0,05 | 10,06 |
| WL - 7 | 45,30 | 18,51 | 9,40 | 3,85 | 0,07 | 11,23 |
| WL - 8 | 10,47 | 31,33 | 11,10 | 6,91 | 0,10 | 15,78 |
| WL - 9 | 27,94 | 28,60 | 9,30 | 4,20 | 0,08 | 13,68 |
| WL - 10 | 26,77 | 20,33 | 14,80 | 7,31 | 0,03 | 15,79 |
| WL - 11 | 4,22 | 43,32 | 6,20 | 5,47 | 0,09 | 14,97 |
| WL - 13 | 28,02 | 10,58 | 10,60 | 5,67 | 0,03 | 8,03 |
| WL - 27 | 10,09 | 26,95 | 13,20 | 5,78 | 0,06 | 14,93 |
| WL - 28 | 80,70 | 2,15 | 4,90 | 1,25 | 0,01 | 1,62 |
| WL - 63 | 35,46 | 14,71 | 8,50 | 11,56 | 0,03 | 11,46 |
| WL - 66 | 82,80 | 3,14 | 5,70 | 2,52 | 0,01 | 3,64 |
| WL - 76 | 29,75 | 23,48 | 9,40 | 5,82 | 0,02 | 15,06 |
| WL - 90 | 17,92 | 22,32 | 7,20 | 14,72 | 0,09 | 17,74 |
| WL - 145 | 6,52 | 20,66 | 11,50 | 22,88 | 0,08 | 17,14 |
| WL - 146 | 15,58 | 20,83 | 14,30 | 10,35 | 0,09 | 13,17 |
| WL - 159 | - | 4,05 | 7,20 | 4,84 | 0,03 | 1,46 |
| WL - 163 | 65,00 | 9,92 | 7,40 | 2,86 | 0,06 | 6,26 |
| WL - 165 | 11,88 | 17,52 | 12,60 | 15,37 | 0,06 | 15,67 |
| WL - 169 | 15,10 | 13,31 | 15,30 | 15,91 | 0,10 | 17,63 |
| WL - 193 | 41,40 | 16,53 | 8,50 | 6,50 | 0,03 | 9,46 |
| WL - 212 | 9,34 | 31,25 | 11,00 | 8,03 | 0,03 | 16,19 |



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

CPRM

| Nº AMOSTRA | ELEMENTOS DOSADOS (%) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $SiO_2$ | Mn Sol | $Al_2O_3$ | Fe Total | P | P.F. |
| WL - 213 | 67,68 | 2,97 | 4,60 | 2,80 | 0,01 | 11,08 |
| WL - 215 | - | 0,41 | 9,80 | 4,84 | 0,07 | 1,99 |
| WL - 216 | 18,34 | 22,00 | 10,00 | 10,74 | 0,04 | 12,41 |
| WL - 226 | 47,90 | 6,28 | 11,20 | 12,51 | 0,08 | 7,62 |
| WL - 235 | 36,70 | 8,43 | 11,10 | 9,01 | 0,17 | 6,90 |
| WL - 8A | 24,40 | 28,10 | 11,20 | 4,19 | 0,22 | 11,74 |
| WL - 13A | 38,50 | 0,33 | 29,40 | 3,77 | 0,10 | 20,47 |
| WL - 28A | 25,02 | 22,32 | 12,90 | 6,10 | 0,06 | 14,24 |
| WL - 169A | 35,80 | 8,26 | 15,70 | 14,40 | 0,18 | 10,73 |



Mod. 002

NE 7-530.0210.0343

CPRM

# ANALISES PETROGRÁFICAS

- Lâminas - JD-001 a JD-007
  Descritas pela DIVGEO/SUREG/BH

- Lâminas IF-8 a WL-228
  Descritas pela GEOSOL - BH

CPRM

LÂMINA - JD - 001

QUARTZO, OLIGOCLÁSIO, ORTOCLÁSIO, BIOTITA-GNAISSE

Rocha cristaloblástica fina, constituída por quartzo, oligoclásio, ortoclásio, biotita, saussurita, sericita, titanita, apatita, opaco, mirmequita, moscovita , clorita.

O mineral dominante é o quartzo, em xenoblastos estirados, fraturados corroendo os demais minerais.

A seguir temos o plagioclásio intensamente saussuritizado, geralmente geminado segundo as leis Albita e Albita-Carlsbad. Processo de mirmequitização acha-se presente em todos os grãos.

A seguir temos a presença de ortoclásio, geralmente substituindo o oligoclásio ou mostrando processo de mirmequitização quando em contacto com este.

A biotita ocorre em palhetas pequenas, esparsas, mostrando processo de sericitização, moscovitização e cloritização.

Sericita, titanita, apatita, opaco, mirmequita moscovita, clorita são os acessórios presentes.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

CPRM

LÂMINA - JD-002

QUARTZO, MICROCLINA, OLIGOCLÁSIO, BIOTITA, GRANADA-GNAISSE

Rocha cristaloblástica fina, constituída por quartzo, microclina, oligoclásio, biotita, granada, titanita, apatita.

Quartzo ocorre em grãos irregulares, fraturados, corroendo os demais minerais, apresenta extinção ondulante.

A microclina apresenta-se em grãos corroídos, mostrando processo de mirmequitização quando em contacto com o plagioclásio.

Quanto a este, ocorre em menor quantidade, geralmente mostrando geminação segundo lei Albita. Apresenta-se mirmequitizado quando em contacto com a microclina.

A biotita ocorre em finas lamelas, por vezes retorcidas e corroídas.

A granada ocorre em grãos arredondados mostrando coloração levemente rósea.

Titanita, apatita e opaco são os acessórios presentes.

CPRM

LÂMINA - JD-003

QUARTZO, ALBITA, HORNBLENDA, BIOTITA, GRANADA-GNAISSE

Rocha granoblástica, cataclástica, média a fina, constituída por quartzo, albita, hornblenda, granada, biotita, titanita, leucoxenio, epidoto apatita.

O mineral dominante é o quartzo, ocorrendo em xenoblastos irregulares, fraturados, mostrando extinção ondulante e corroendo os demais minerais.

A seguir temos albita em grãos irregulares, geralmente mostrando processo de alteração ao longo de fraturas.

A hornblenda apresenta-se em grãos pequenos distribuidos por toda rocha. Geralmente ocorre associado a biotita.

Biotita apresenta-se em lamelas pequenas e finas.

A granada em grãos pequenos distribuidos por toda rocha.

Titanita, leucoxenio, epidoto, apatita são os acessórios presentes.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

CPRM

LÂMINA - JD-004

QUARTZO, OLIGOCLÁSIO, MOSCOVITA-GNAISSE

Rocha cristaloblástica média a fina, constituída por quartzo, oligoclásio, biotita, moscovita, epidoto, clorita, opaco, saussurita, peninita, titanita.

O oligoclásio apresenta-se em xenoblastos irregulares, corroídos, sofrendo processo de saussiritização bem como epidotização.

O quartzo apresenta-se em grãos fraturados, mostrando extinção ondulante.

As micas ocorrem em finas lamelas recurvadas e finas. São representadas por moscovita, clorita, sericita, peninita.

O epidoto apresenta-se em grãos bem formados a irregulares, associado ao plagioclásio.

Os acessórios são titanita, opaco, clorita, sericita, peninita.



Mod. 002

NE 7-530.0210.0343

CPRM

LÂMINA - JD-005

GONDITO

Rocha granoblástica fina, constituída por spersatita, opaco, quartzo, serpentina, argila.

O mineral dominante é a spersatita?, mostrando em grãos pequenos, fraturados, com processo de alteração para opaco, ao longo de fraturas e bordos.

A seguir, temos o opaco, representado por óxido de manganês e de ferro, parecem resultar pelo menos em parte, da transformação da granada.

Quanto ao quartzo, ocorre em grãos pequenos fraturados ou preenchendo fraturas.

Argila apresenta-se também associada, serpentina ocorre vez por outra.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

LÂMINA - JD-006

DIOPSIDITO

Rocha granular hipautomórfica fina, constituída por diopsidio, granada, titanita, opaco, moscovita, uralita, quartzo.

O mineral dominante é o diopsidio, ocorrendo em grãos pequenos, irregulares, por vezes mostrando processo de transformação para uralita.

Quanto a granada, ocorre em grãos arredondados, fraturados, mostrando incipiente processo de alteração.

Titanita, opaco, moscovita, uralita e quartzo , são os acessórios presentes.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

CPRM

LÂMINA - JD-007

GONDITO

Rocha granoblástica fina, constituída por spersatita, opaco, argila, quartzo.

O mineral dominante é a spersatita em grãos pequenos, fraturados, mostrando liberação de opaco, provavelmente óxido de manganês e óxido de ferro.

O quartzo geralmente está associado à áreas onde a spersatita mostra menor grau de alteração. Apresenta-se em grãos pequenos e com extinção ondulante.

O opaco, na sua quase totalidade, óxido de manganês (ensaios químicos), resulta em parte da transformação da spersatita.

Argila ocorre associada aos demais minerais, sendo de origem secundária.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

LÂMINA - IF-8

GRANODIORITO

Rocha granular grosseira, quartzo-feldspática.

O feldspato é oligoclásio-andesina, em cristais menores na matriz, quase sempre geminados e em grandes profiroblastos, alguns complexamente geminados. O mineral mostra-se sericitizado e é hipidiomórfico.

O quartzo exibe-se fraturado, com forte extinção ondulante e é xenoblástico.

A foliação da rocha é definida por segregação de biotita castanha intimamente associada com epidoto. Algum anfibólio (hornblenda) parcialmente cloritizado ocorre nas zonas máficas (proporção aproximadamente igual entre biotita e hornblenda).

Magnetita e zircão são acessórios.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

LÂMINA - IF-22

GRANITO A MICROCLINA

Rocha de textura granular xenomórfica, formada essencialmente por microclina, albita e quartzo.

A microclina é o mineral predominante da paragenese. Ocorre com tamanho variável, entre 0,2 e 1 mm. Tende a ocorrer intersticialmente à trama do quartzo e plagioclásio. Contém inclusões de todos os minerais presentes. De um modo geral é micropertítica. O desenvolvimento da estrutura é discreto, havendo grãos de microclina que não a exibem. A pertita é do tipo esfarrapada venular, não exibindo tendência a arranjo segundo direções cristalográficas.

O plagioclásio, albítico, mostra-se geminado segundo a lei da albita ou não. Via de regra está alterado, a alteração sendo iniciada segundo as fraturas que recortam irregularmente o mineral. O principal produto de alteração é sericita ou um argilo mineral de birrefrigência muito baixa. O talhe dos grãos de albita está próximo do milímetro.

O quartzo aparece em grãos xenomorfos equidimensionais, com tendência a formar mosaico poligonal, onde se agrupam vários cristais, com tamanho individual próximo de 0,3-0,6 mm. Exibe extinção ondulante muito discreta.

Como varietal ocorre biotita castanha, com pleocroismo X = castanho claro, Y = castanho muito escuro e Z = castanho escuro. Tende ao agrupamento, formando pequenos agregados. Ocorre em placas finas, intersticiais. Minúsculos grãos de magnetita se associam com a biotita.

Apatita em pequenos grãos é rara.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

LÂMINA - IF-31

ANFIBOLIO XISTO

Rocha com trama xistosa, de grão fino, formada por tremolita-actinolita, quartzo e clorita.

O anfibólio é prismático a acicular, discretamente pleocróico, incolor a verde claro, Dispõe-se paralelamente à xistosidade e forma agregado contínuo, com os interstícios ocupados por minúsculos grãos de quartzo com forte extinção ondulante. Grãos maiores de quartzo pintam a rocha. Os grãos maiores, normalmente, estão cataclasados e estirados.

A clorita deriva de alteração do anfibólio.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

LÂMINA - IF-36

ANFIBOLITO FOLIADO

Rocha de grão fino, foliado, formado por anfibólio e plagioclásio.

O anfibólio é uma hornblenda verde muito clara e ocorre em prismas alongados ou seções basais de seis lados. Envolve, por vezes, o plagioclásio. O tamanho médio dos grãos é de 0,5 mm.

O plagioclásio ($An_{45}$) ocorre em grãos equigranulares, geminados segundo albita, albita-periclina ou são não geminados.

A titanita, leucoxenizada, em minúsculos grãos, assim como magnetita, são acessórios.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

LÂMINA - IF-37

ANFIBOLITO LAMINADO

Rocha foliada, formada essencialmente por anfibólio, com grão médio próximo de 0,3 mm. O anfibólio forma uma trama contínua, com prismas tendendo a se dispor paralelamente segundo seu eixo maior.

O ângulo de extinção do anfibólio é $\gamma \wedge c = 21^{o}$ e o pleocroismo varia de verde acastanhado claro a verde mais escuro. Trata-se de hornblenda verde. Pode-se mostrar cloritizada.

O plagioclásio mostra-se geminado ou não e ocorre com grãos sem forma própria. Quartzo anédrico é abundante, sempre com acentuada extinção ondulante e disposto segundo corpos venulares paralelos à foliação.

A granada é comum. Ocorre como pequenos porfiroblastos de relevo alto e é límpido ou não. É incolor e discretamente birrefringente.

A titanita leucoxenizada e magnetita são acessórios.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

LÂMINA - IF-38

ANFIBOLITO

Rocha foliada, com grão em torno de 0,3 mm, formada por anfibólio e plagioclásio em proporções iguais.

O anfibólio aparece em cristais prismáticos desenvolvidos segundo (100) ou em cristais basais. Neste caso o contorno dos grãos é bem formado. Tende a se agrupar, definindo uma foliação. Exibe pleocroismo $\alpha$ = verde amarelado e $\gamma$ = verde azulado escuro; extinção $\gamma \wedge c$ = $22^{o}$. Trata-se de uma hornblenda.

O agrupamento dos cristais de anfibólio isola muito comumente os cristais de plagioclásio. O plagioclásio é $An_{40}$, mostra-se geminado ou não. Predominam cristais maclados segundo albita e em menor escala, periclina. O tamanho dos grãos de plagioclásio é variável e ao se agrupar com trama em mosáico, isola cristais de anfibólio. Mostra-se discretamente turvo.

Magnetita é um acessório relativamente abundante.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

LÂMINA - IF-43

METASILTITO OU QUARTZITO DE GRÃO MUITO FINO

Rocha laminada, com quartzo e moscovita essenciais. O quartzo compõe um mosaico de grãos de arranjo poligonal, dispondo-se segundo bandas alternadas definidas pela variação de tamanho do grão. Em geral o tamanho varia entre 0,1 e 0,05 mm. O arranjo poligonal do quartzo mostra uma acentuada tendência ao estiramento dos grãos individuais, que exibem forte extinção ondulante. As bandas mais grosseiras exibem placas de moscovita com tamanho próximo de 0,5 mm, enquanto as mais finas têm o mineral com grão muito discreto. Há tendência da moscovita de se concentrar, formando lentículas subparalelas.

Magnetita é um acessório comum e seus cristais quase sempre têm contorno próprio. Alguma limonita infiltra-se entre os planos de xistosidade.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

LÂMINA - IF-45

ANFIBOLITO

Rocha com trama definida por arranjo trançado de cristais de anfibólio, formando arranjo contínuo e com interstícios e áreas maiores ocupadas por plagioclásio.

O grão de rocha é fino (média 0,25 mm). O anfibólio ocorre como prismas, muitos deles alongados. Seções basais são comuns. O anfibólio tem $\gamma \wedge c = 21^{o}$ e pleocroismo $\alpha$ = verde amarelado e $\gamma$ = verde azulado. Em muitos casos os próprios cristais de anfibólio se interpenetram.

O plagioclásio tem composição $An_{30-40}$ e ocorre como grãos equidimensionais. Mostra-se parcialmente substituído por grãos maiores de alcalifeldspato não geminado; o alcalifedspato mostra-se crivado por inclusões de quartzo vermiforme, lembrando intercrescimento gráfico. O mineral tem extinção paralela às faces, que por vezes são desenvolvidas. Em alguns casos mostra-se a estrutura típica da microclina. Ocorre como pequenos porfiroblastos.

O quartzo apresenta-se como veios irregulares ou agregados em mosáico.

Alguns grãos de feldspato mostram-se saussuritizados. Titanita, magnetita e apatita são acessórios.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

LÂMINA - IF-56

ANFIBOLITO CATACLASADO

Rocha inequigranular, com trama definida por agregados de cristais de anfibólio imersos em matriz plagioclásica, onde o quartzo é comum.

O anfibólio tem hábito desde acicular a prismático. O ângulo máximo de extinção é $\gamma \wedge c = 25^{o}$ e o pleocroismo verde amarelo-verde claro a verde azulado. Trata-se de hornblenda verde. Os cristais de anfibólio arranjam-se de modo confuso, por vezes trançado. Muitos dos cristais mostram-se encurvados e com extinção anômala. A alteração (cloritização) é comum e vários dos grãos exibem manchas de óxido de ferro.

O plagioclásio exibe extinção ondulante e cataclasamento, com um grão original fraturado em pedaços menores. Contudo, não existe orientação preferencial.

Quartzo é abundante na matriz feldspática. Exibe contorno ameboidal e forte extinção ondulante.

Ilmenita parcialmente leucoxenizada e magnetita são acessórios comuns.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

LÂMINA - IF-67

ANFIBÓLITO FOLIADO

Rocha inequigranular, foliada, formada essencialmente por feldspato plagioclásio e anfibólio.

A foliação é definida pela tendência do anfibólio de se dispor segundo faixas onde predomina, alteradas com faixas de carater lenticular a sublenticular, de plagioclásio, predominante.

O anfibólio (hornblenda) ocorre como cristais prismáticos, mal terminados. Excepcionalmente ocorrem grãos com a clivagem (110). Os cristais longitudinais exibem tamanho entre 0,2 a 1 mm. O ângulo de extinção máximo é $\gamma \wedge c = 26^{o}$. O mineral é pleocróico segundo o seguinte esquema: $\alpha$ = verde amarelado e $\gamma$ = verde azulado. A cor de interferência varia desde primeira ordem superior a segunda ordem inferior. Em algumas partes da preparação os cristais são alongados, prismáticos muito finos.

O plagioclásio ocorre em grãos tendendo a equidimensionalidade. Exibe extrema variação de tamanho, os grãos maiores atingindo 1 mm. Em média, tem 0,3 mm. Tende a ocorrer segundo agregados lenticulares. Usualmente é não geminado. Normalmente os grãos maiores mostram-se parcialmente turvos. Varia de composição, com valores próximos de $An_{45}$.

Em várias partes da preparação, mais especialmente associada com o anfibólio, ocorrem agrupamentos de cristais de titanita euédrica a anédrica, com partição proeminente. Os grãos maiores mostram inclusões de anfibólio. Em alguns grãos é visível o desenvolvimento de leucoxênio.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

Ilmenita e magnetita formam acessórios comuns. Usualmente tendem a se agregar de modo irregular, com grãos sem contorno próprio. Apatita é comum. A magnetita, em várias partes da preparação se agrega, tendendo a isolar cristais de plagioclásio.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

CPRM

LÂMINA - IF-69

GNAISSE PORFIROBLÁSTICO, GRANÍTICO

Rocha foliada, com foliação definida pela segregação de lentículas onde predomina quartzo, alteradas com lentículas onde predomina plagioclásio e microclina.

O plagioclásio mostra-se sericitizado e parece tratar-se de oligoclásio-andesina. Ocorre em grãos alongados segundo a foliação. Microclina se associa com o mesmo e aparece em grãos irregulares.

O quartzo é ameboidal, límpido, fraturado e com forte extinção ondulante.

A rocha exibe acentuado número de porfiroblastos de plagioclásio, alguns geminados segundo Carlsbad, contendo restos do plagioclásio da matriz e zonas irregulares de microclina. Sistematicamente contém pequenas placas de sericita.

Biotita varietal, de cor verde, granada e epidoto se associam em faixas irregulares paralelas à foliação.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

LÂMINA - IF-123

ANFIBOLITO CATACLASADO

Rocha bem foliada, caracteristicamente cataclasada. O anfibólio tende a formar corpos lenticulares alongados e sinuosos, imersos em matriz de grão mais fino, plagioclásica.

O anfibolito mostra-se estirado, com claros indícios de cataclasamento, não tem forma própria, dispõe- se paralelamente às lenticulas sinuosas mas pode ocorrer transversalmente. Comumente está cloritizado: é hornblenda verde clara. Pode exibir estrutura peciloblástica, incluindo' plagioclásio e quartzo.

O plagioclásio e o quartzo exibem grão fino em relação ao anfibólio e dispõem-se segundo lentículas nas quais o arranjo é poligonal. Os grãos maiores são alongados paralelamente às lentículas. Exibem forte extinção ondulante.

Magnetita em grãos alongados é comum. Tende a se agrupar formando lentes finas.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

CPRM

LÂMINA - IF-218

ROCHA CALCOSSILICATADA (Escarnito)

Rocha com trama não orientada, de grão fino a médio, formada por anfibólio, granada, quartzo, magnetita.

O anfibólio é tremolita-actinolita, que compõe a massa fundamental da rocha. Os interstícios da trama são ocupados por quartzo poligonal, com discreta extinção ondulante. O anfibólio altera-se em biotita.

A granada incolor é extremamente abundante. Ocorre em minúsculos cristais bem formados ou em grandes cristais sem contorno próprio.

Magnetita é comum, em grãos sem contorno próprio.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

CPRM

LÂMINA - IF-222

GRANODIORITO

Rocha inequigranular hipidiomórfica. Constituída por plagioclásio (albita-oligoclásio), quartzo e biotita. O plagioclásio ocorre em grandes cristais, alguns com até 4mm, profundamente sericitizados e caolinizados. Geralmente geminado segundo albita. Parte do plagioclásio mostra-se alterado em epidoto.

O quartzo exibe forte extinção ondulante e ocorre em grãos xenomórficos.

A biotita aparece em placas de pleocroismo castanho claro a amarelo. As placas mostram-se encurvadas, por vezes.

Algum anfibólio (hornblenda), em cristais prismáticos mal formados, está presente. Exibe pleocroismo verde claro a verde muito escuro.

Granada e apatita são acessórios, assim como magnetita e zircão.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

CPRM

LÂMINA - IF-225

GRANODIORITO (?)

Rocha inequigranular, porfiroblástica, composta de plagioclásio alterado, quartzo e biotita.

O plagioclásio, bastante alterado, forma olhos com até 5 mm de diâmetro; tem contornos mal definidos, geminação pouco desenvolvida e altera-se em sericita e caolinita, de modo muito irregular. Parece se tratar de oligoclásio-andesina.

O quartzo ocorre em grãos muito fraturados, de contornos poligonais.

A biotita é castanho claro, em placas deformadas, esgarçadas e pode aparecer inclusa no plagioclásio.

Titanita, óxido de ferro e apatita são acessórios.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

CPRM

LÂMINA - IF-242

GONDITO DECOMPOSTO

Rocha com estrutura laminada, com bándas marcadas por variação em tamanho de grão e conteúdo em quartzo.

A granada original mostra-se totalmente decomposta em óxido de manganês. Percebe-se, claramente os contornos dos grãos originais (0,1 mm), que tendem ao agrupamento. Os interstícios entre os grãos primitivos de granada, agora transformados em óxidos são ocupados por quartzo.

A rocha exibe-se muito esburacada. Existe algum óxido de ferro (limonita) manchando a mesma.



Mod 002

NF 7530 02/0 0343

CPRM

LÂMINA - WL-12

ANFIBÓLIO GNAISSE

Rocha de grão fino, bem foliada, com anfibólio , plagioclásio alterado e quartzo. Grão ao redor de 1 mm.

O anfibólio é uma hornblenda pleocróica em prismas curtos orientados segundo a foliação ou transversais à mesma. Mostra-se alterada em clorita e em menor escala, biotita.

Há uma tendência do anfibólio em segregar segundo lentículas longas alternadas com lentículas de plagioclásio geminado ou não, intensamente alterado (sericitização).

O quartzo agrupa-se em agregados em mosáico, fortemente fraturados e exibe extinção ondulante acentuada. Mostra-se totalmente envolvido por anfibólio.

A magnetita é um acessório comum.



Mod. DP2 NE 7530 0210 0343

LÂMINA - W1-16

METAGABRO

Rocha granular, com trama hipautomórfica, formada essencialmente por plagioclásio e anfibólio. O tamanho médio dos grãos está próximo de 2 mm.

O plagioclásio, com composição próxima de $An_{30}$ ocorre em grandes cristais hipidiomórficos, geminados segundo albita e em menor escala segundo periclina. Arranjam-se segundo um mosáico de grãos cujos interstícios são ocupados por anfibólio. Grãos ameboidais de quartzo, em pequena percentagem, aparecem no contato entre cristais de plagioclásio. Pelo menos um cristal de plagioclásio exibe zoneamento.

Em maior ou menor escala o plagioclásio mostra-se alterado (saussuritizado). Inclusões de anfibólio não são incomuns no plagioclásio.

O anfibólio é uma hornblenda verde clara com extinção máxima $\gamma \wedge c = 21^{o}$ e pleocroismo $\alpha$ = amarelo pálido e $\gamma$ = verde claro. Tende ao agrupamento e por vezes penetra os cristais de plagioclásio. Ocorre segundo placas prismáticas hipidiomórficas a xenomórficas. Altera-se em clorita e mais raramente, em biotita.

Apatita e magnetita são acessórios.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

CPRM

LÂMINA - WL-23

GRANODIORITO

Rocha maciça, granular, com grão em torno de 0,7 mm. Os constituintes principais são quartzo e plagioclásio.

O plagioclásio é $An_{25}$ e aparece como grãos hipidiomórficos, geminados, muito fraturados e discretamente alterados. Inclui grãos de biotita.

O quartzo é xenomórfico e dispõe-se em mosáico, em relação ao plagioclásio. Exibe fraturamento e forte extinção ondulante.

Biotita castanha, em placas quase equidimensionais é um varietal. Usualmente associa-se com magnetita.

Microclina é incomum e tende a envolver os outros silicatos.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

CPRM

LÂMINA - WL-37

GNAISSE CATACLÁSTICO

Rocha foliada, cataclásada, com plagioclásio profundamente alterado e quartzo, como constituintes principais.

O plagioclásio ocorre em grandes cristais com geminação fletida e os cristais são sericitizados e epidotizados. Não se conseguiu determiná-lo.

O quartzo é intersticial, límpido, tendendo a ocorrer em agregados lenticulares, subparalelos à foliação.

Epidoto é abundante, em grãos equidimensionais. O mineral tem cor amarela acastanhada clara e mostra-se pleocróico.

Biotita castanha limonitizada é comum, disposta segundo placas, ripas paralelas à foliação.

Poeira de magnetita mancha todos os minerais.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

CPRM

LÂMINA - WL-47

QUARTZO DIORITO

Rocha com textura granular, grão em torno de 2-3 mm, formada por plagioclásio (dominante), anfibólio, epidoto e quartzo.

O plagioclásio ocorre em grandes cristais geminados segundo albita, hipidiomórficos, não zonado. Sua composição é aproximadamente $An_{25}$.

O anfibólio é uma hornblenda verde pálida pleocróica. Ocorre segundo prismas curtos.

O plagioclásio mostra-se intensamente alterado ( saussuritizado), alguns dos grãos exibindo os traços de geminação fletidos.

O quartzo é intersticial, com arranjo em mosáico, com forte extinção ondulante.

O epidoto tem birrefrigência alta e o aspecto do grão mostra faixas irregulares de cor variável. Seu pleocroismo é fraco variando de amarelo pálido e amarelo esverdeado.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

LÂMINA - IF-83

ANFIBOLITO DIABASOIDE

Rocha com trama granular, com grãos atingindo até 3 mm de tamanho, grão médio em torno de 1 mm. A trama da rocha é definida pela presença de grande placas de anfibólio, arranjados aleatoriamente, algumas trançadas, formando arranjo contínuo. Intergranularmente o tal arranjo, ocorre plagioclásio.

O anfibólio tem ângulo de extinção $\gamma \wedge c = 15^{o}$ e pleocroismo $\alpha$ = amarelo pálido e $\gamma$ = verde azulado claro. Trata-se de actinolita. A maioria dos cristais tem inclusões de plagioclásio arranjadas peciloblásticamente.

O plagioclásio é não geminado e mostra-se saussuritizado. Em alguns locais da preparação exibe-se intercrescido de modo gráfico com quartzo. Alguns grãos são geminados segundo Carlsbad.

Ilmenita e magnetita são acessórios.

CPRM

LÂMINA - WL-84

ANFIBOLITO FOLIADO

Rocha com grão próximo de 0,3 mm, inequigranular, foliada, formada dominantemente por anfibólio.

O anfibólio ocorre com hábito preferencialmente prismático. Arranja-se com seu eixo maior paralelamente à foliação, mas muitos cristais dispõem-se transversalmente. Exibe pleocroismo verde amarelado a verde claro. Trata-se de hornblenda.

Há forte tendência do anfibólio de se agrupar segundo lentículas intercaladas com lentículas quartzo-feldspáticas.

O grão do plagioclásio é fino, assim como o do quartzo. Ambos mostram extinção ondulante e o plagioclásio encontra-se alterado. O quartzo e o plagioclásio dispõem-se segundo um mosáico, o primeiro mineral tendo grão mais grosseiro.

Magnetita é abundante, em grãos xenomórficos, que tendem a se agrupar paralelamente à foliação.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

LÂMINA - WL-85

ANFIBOLITO

Rocha com textura granular, formada por anfibólio, dominantemente, em grandes prismas com tamanho variável entre 1-2 mm, não orientados. O anfibólio tem pleocroismo verde amarelado a verde azulado claro e ângulo próximo de $10^{o}$. Mostra-se extinto de modo irregular. Tende a penetrar e isolar cristais em forma de ripa ou cristais equidimensionais de plagioclásio $An_{40}$.

O plagioclásio é apenas discretamente geminado e boa parte dos grãos exibe alteração e efeitos de cataclasamento.

A seções basais do anfibólio são poligonais, com seis lados comumente.

Magnetita em grandes cristais xenomórficos é comum. Titanita (?) totalmente leucoxenizada está presente.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

LÂMINA - WL-98

QUARTZO-GRANADA-ANFIBOLIO GNAISSE

Rocha foliada, formada por anfibólio, granada e quartzo.

O anfibólio e a granada se arranjam segundo uma trama de implicação, um envolvendo o outro e vice-versa. São os constituintes dominantes.

o anfibólio é uma hornblenda verde, pleocróica ( $\alpha$ = verde acastanhado e $\beta$ = verde escuro). Tem ângulo de extinção $\gamma \wedge c = 20^{\circ}$. Ocorre em prismas alongados, paralelos à foliação e contém inclusões de granada e quartzo.

A granada exibe segundo agregados alongados de grãos. Os grãos individuais são xenomórficos. O mineral é límpido e isótropo.

O quartzo ocorre em grãos poligonais, equidimensionais, com tamanho variando entre 0,2-0,4 mm.

Titanita e magnetita são acessórios.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

CPRM

LÂMINA - WL-101

ANFIBOLITO XISTOSO

Rocha inequigranular, com grão médio em torno de 0,8 mm, formada dominantemente por anfibólio (cerca de 65% ) e plagioclásio.

O anfibólio ocorre segundo prismas grossos, com faces mal terminadas, todos fortemente orientados planarmente. Na seção examinada há uma orientação preferencial linear dos prismas, de tal modo que a clivagem (100) é paralela à lineação. O anfibólio tende a se agregar segundo faixas onde predomina e isola grãos de plagioclásio ou os inclui em seu interior. Exibe $\gamma \wedge c$ máximo igual a $17^{o}$. E pleocróico com $\alpha$ = amarelo pálido e $\beta$ = verde azulado claro. É difícil de se distinguir se o anfibólio é actinolita ou hornblenda pálida, mas o ângulo de extinção sugere o primeiro anfibólio.

O plagioclásio mostra-se límpido, geminado ou não segundo albita, com alguns grãos geminados segundo a macla da periclina. Exibe-se em grãos hipidioblástico a xenoblásticos e sua composição corresponde a $An_{40}$.

O quartzo é um mineral relativamente abundante e mostra-se límpido, com discreta extinção ondulante e arranja-se poligonalmente em relação ao plagioclásio.

Magnetita, ilmenita e titanita são acessórios. Leucoxênio é um produto de alteração dos minerais de titânio.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

LÂMINA - WL-107

AGREGADO DE LEPIDOLITA

Agregado com textura em mosáico, formado exclusivamente por placas de lepidolita com cores de interferência' muito baixas. O mineral é biaxial negativo, com 2V moderado, extinção reta. Em um ponto da preparação foi observado uma placa de moscovita. A lepidolita parece ter inclusões de zircão.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

LÂMINA - WL-122

ESCARNITO

Rocha granoblástica, dominantemente granatífera. A granada é castanha clara e ocorre em grandes cristais sem contorno próprio. Mostra-se muito fraturada, complexamente' intercrecida com o quartzo e o anfibólio. Há tendência da granada de se dispor, quando em grãos maiores, subparalelamente.

O quartzo mostra discreta extinção ondulante e tem forma vermicular a coneiforme.

O anfibólio é tremolítico. A phlogopita é comum. Moscovita é um acessório.

Porfiroblastos de sulfeto (?) pintam a rocha.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

CPRM

LÂMINA - WL-123-A

CLORITA XISTO

Rocha com trama xistosa, decomposta parcialmente e limonitizada. Constituída por anfibólio verde claro fortemente orientado, em matriz clorítica muito escura.

O anfibólio ocorre como fibras longas, de meio milímetro de comprimento, sobre matriz clorítica muito fina.

Magnetita é o acessório principal. Ocorre como porfiroblastos, achatados segundo a xistosidade ou como grãos xenomórficos, pintando a rocha. Mostra-se limonitizada e em muitos casos parte de cristal foi dissolvido.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

LÂMINA - WL-123-B

ESTEATITO

Rocha maciça formada por tremolita-actinolita, dispostos de modo trançado.

O anfibólio tende a ocorrer em cristais prismáticos finos a fibrosos, com até 1,4 mm de comprimento. É discretamente pleocróico, com ângulo de extinção próximo de 10°.

O talco e a clorita são os constituintes que formam a matriz. O talco ocorre em agregados de placas largas, intimamente intercrescido com a clorita.

A rocha mostra-se decomposta. Contém carbonato e magnetita acessórios.

O talco ocorre como agregados de placas não orientadas, é verde muito claro, com grãos equidimensionais. Penetra as massas de clorita escura. A magnetita não exibe forma própria e tem grãos de tamanho muito variável. O carbonato, em massas informes substitui os silicatos.



Mod. 002

NE 7-530.0210.0343

CPRM

LÂMINA - WL-160.B

TALCO-TREMOLITA XISTO

Rocha com trama fortemente orientada, xistosa, dominantemente formada por tremolita. O mineral ocorre em cristais colunares a fibrosos, alongados segundo o eixo c. Cor de birrefringência máxima próxima de segunda ordem inferior. Ocorrem porfiroblastos com até 2 mm dispostos transversalmente à xistosidade. Altera-se localmente em talco.

A magnetita, em cristais sem contorno próprio, é um acessório comum.



NE 7530.0210.0343

Mod. 002

As lâminas individuais mostram-se fletidas, por vezes. É comum envolverem cristais ou partes de cristais de plagioclásio.

A titanita é um acessório comum, apresentando-se em prismas parcialmente losangulares. Apatita é rara.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

LÂMINA - WL-228

GNAISSE SUBLENTICULAR

Rocha com estrutura sublenticular. As lenticulas são formadas por agrupamentos de cristais de plagioclásio, os grãos individuais atingindo até 1 mm. Nos estrangulamentos das lentículas ocorrem outras, de quartzo. O conjunto de lentículas quartzo-feldspáticas se sucede, conferindo uma foliação à rocha, de tal modo que entre cada conjunto a foliação é mais realçada pela presença de escamas esgarçadas de biotita.

O feldspato plagioclásio mostra-se intensamente alterado (sericita, caolinita, epidoto), predominando sericita. Os grãos individuais compõem olhos xenoblásticos, de contornos mais ou menos regulares. Em geral o plagioclásio está geminado segundo a lei da albita e as lamelas são muito finas. Devido à intensidade do processo de alteração não é possível determinar o tipo de plagioclásio.

As lentículas de quartzo são constituídas por grãos individuais do mineral, como tamanho próximo de 0,1-0,3 mm, de contornos serreados. Há certa tendência de penetração do quartzo no plagioclásio. O mineral exibe forte extinção ondulante.

Em vários pontos da preparação ocorre microclina; há forte sugestão que se tenha formado às custas do plagioclásio alterado, pois alguns dos grãos de plagioclásio são irregularmente substituídos por microclina límpida.

A biotita é castanha clara, sem forma própria. Tende ao agrupamento, juntamente com epidoto de grão muito fino.



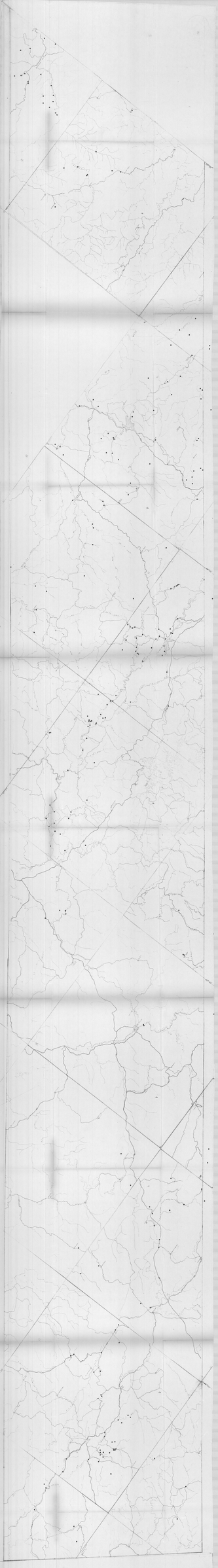
Mod. 002

NE 7530.0210.0343

# MAPA DE PLOTAÇÃO DOS PONTOS

# DE AMARRAÇÃO

ESC. 1:200.000



MAPA DE LOCALIZAÇÃO

ESPECIFICAÇÕES
PELA COMPANHIA DE PESQUISA
DE RECURSOS MINERAIS
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BH

CPRM
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

# PROJETO MANGANÊS NO CENTRO-SUL DE MINAS GERAIS

## MAPA DE PLOTAGEM DOS PONTOS DE ANAMORFOSE

ESCALA 1:100.000

1976

APROVAÇÃO DOS PILARES

MAPA BASE: CARTAS: A. CARTA DE MINERAIS NAS CONTRIBUINTES 1:100.000 - FOS. 80-76 - ESCALA 1:100.000 - PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - DATUM: SIRGAS - G.A. - GAUSS; SUB SUPERFÍCIE DE COORDENADAS DE CONTORNO - PLG - CPRM - 1975.

ANEXO-1